

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

2

1986

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

Лесотехнический институт  
им. В. В. Куйбышева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 2

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

Сдано в набор 10.01.86. Подписано в печать 3.04.86. Сл. 00251.  
Форм. бум. 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура литературная. Печать высокая.  
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 15,35. Тираж 1720 экз. Заказ 1984. 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.

## КУРС НА УСКОРЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ

XXVII съезд КПСС — огромное событие в жизни партии, советского народа, всего прогрессивного человечества. Исключительная сила его воздействия на умы и сердца людей заключается в глубине марксистского анализа современного периода как переломного в жизни нашей страны и всего мира. Съезд с большевистской прямотой вскрыл допущенные недостатки, наметил новые перспективы развития страны до конца XX века. «Наша задача — широко, по-ленински осмыслить переживаемое время, выработать реалистическую, всесторонне взвешенную программу действий, которая органично соединила бы величие целей и реализм возможностей, планы партии — с надеждами и чаяниями каждого человека», — сказал в Политическом докладе ЦК КПСС Генеральный секретарь М. С. Горбачев. — Решения XXVII съезда определят и характер, и темпы нашего движения на годы и десятилетия вперед, движения к качественно новому состоянию советского социалистического общества».

Огромное впечатление на международную общественность произвели принятая на XXVII съезде КПСС всеобъемлющая система международной безопасности, мира без войн и ядерного оружия, а также грандиозные планы экономического и социального развития СССР на ближайшие десятилетия.

Курс на ускорение социально-экономического развития нашего общества был выработан еще на апрельском (1985 г.) Пленуме ЦК КПСС. На съезде партии этот курс получил всестороннюю разработку и обоснование, конкретное воплощение в рубежах, которых предстоит достигнуть в двенадцатой пятилетке и до 2000 г.

В Политическом докладе ЦК КПСС подчеркнута, что под ускорением социально-экономического развития страны необходимо понимать не только повышение темпов развития экономики. Суть его прежде всего в новом качестве роста: всемерной интенсификации производства на основе научно-технического прогресса, структурной перестройке экономики, в утверждении эффективных форм управления, организации и стимулирования труда. В докладе подведены итоги социально-экономического развития страны после принятия в 1961 г. третьей Программы партии и раскрыта объективная необходимость более ускоренного и качественного развития. За четверть века основные производственные фонды страны возросли в 7 раз, промышленное производство — в 5, сельскохозяйственное — в 1,7, национальный доход — в 4 раза. По научно-техническому и экономическому потенциалу еще в 70-х годах мы приблизились к уровню США, а по производству некоторых важнейших видов продукции превзошли их. Этот результат получен благодаря усилиям всего народа и серьезно увеличил наш экономический потенциал, обеспечил обороноспособность страны на должном уровне.

Вместе с тем, и это примечательная особенность нашего социалистического строя, проявление новаторского духа ленинской партии, съезд сосредоточил свое внимание не на достигнутых успехах, а на анализе имеющихся недостатков и просчетов, на путях наращивания экономического потенциала, решения новых социальных задач.

К концу столетия предстоит удвоить производственный потенциал и национальный доход, увеличить производительность труда в 2,3—2,5 раза, снизить энергоемкость национального дохода в 1,4 раза и металлоемкость — почти вдвое.

Реконструкция народного хозяйства в двенадцатой и последующих пятилетках будет осуществляться на основе всестороннего научно-технического прогресса. Это требует изменения структурной и инвестиционной политики, переноса центра внимания с количественных показателей на качественные, развития ключевых отраслей производства, прежде всего машиностроения, на основе новейших достижений науки и техники, совершенствования экономических показателей, улучшения всей производственной и социальной инфраструктуры. Необходима серьезная перестройка структуры хозяйственного механизма, ликвидация лишних звеньев управления, изменение психологии руководителей и всех тружеников.

Главная цель социалистического производства — непрерывный рост материального и культурного уровня народа, осуществление социальной справедливости на основе принципа социализма: «От каждого по способности, каждому — по труду». В соответствии с этим XXVII съезд партии наметил обширную программу социального развития общества. Реальные доходы населения намечено увеличить в 1,6—1,8 раза. Ставится задача выполнить Продовольственную программу, насытить рынок разнообразными товарами и услугами, к концу столетия обеспечить каждую семью отдельной квартирой или домом. Качественные сдвиги в социальной сфере так же, как и в экономике, невозможно осуществить без глубоких преобразований в сфере труда. Необходимо планомерно осуществлять механизацию, автоматизацию, компьютеризацию, роботизацию, имеющие четкую социальную направленность.

Большое место в Политическом докладе и в решениях съезда отведено вопросам социально-политического и духовного развития нашего общества. Партия и впредь будет уделять особое внимание совершенствованию отношений между классами и социальными группами, нациями, их сплочению и дальнейшему развитию. Важно продолжать совершенствование социалистического образа жизни, создание максимума возможностей для утверждения коллектива, роста активности личности. По-прежнему будет уделяться большое внимание укреплению семьи, особенно семьи молодой, дальнейшему совершенствованию условий труда и быта женщин, заботе о ветеранах войны и труда.

Ускорение развития социалистического общества требует совершенствования социалистической демократии. В Программе партии и решениях съезда предусмотрено совершенствование работы Советов, дальнейшее развитие социалистического самоуправления народа, прямого участия народных масс в выработке, принятии и осуществлении государственных и других решений. Важная роль принадлежит здесь трудовому коллективу — основной социальной ячейке нашего общества. Будет усилена роль общих собраний, созданы советы трудовых коллективов.

Интенсификация всего народного хозяйства невозможна без коренных сдвигов в характере связи науки и производства. Вырабатываются и закрепляются новые формы межотраслевых научно-технических комплексов, научно-производственных объединений, повышается активность ученых, в науку идут новые молодые силы.

Интенсификация нуждается также в специалистах нового типа, которых должны готовить вузы и техникумы. В Программе КПСС записано: «В соответствии с требованиями научно-технического и социального прогресса получит дальнейшее развитие система среднего специального и высшего образования. Она должна чутко и своевременно реагировать на запросы производства, науки и культуры, обеспечивать потребности народного хозяйства в специалистах, сочетающих высокую профессиональную подготовку, идейно-политическую зрелость, навыки организаторской, управленческой деятельности».

Нужно всемерно развивать творческую инициативу инженерно-технического персонала, изобретательскую и рационализаторскую мысль, работу по повышению качества продукции, экономии материалов и сырья, внедрению новой техники.

Величие и грандиозность задач совершенствования социально-экономического развития страны требуют дальнейшего укрепления роли партии в жизни советского общества, всестороннего совершенствования форм и методов ее деятельности. «Нынешний этап — этап качественного преобразования общества — требует от партии, от каждой ее организации новых усилий, принципиальности в оценках собственной деятельности, деловитости и самоотверженности», — говорится в Политическом докладе ЦК КПСС. Принятые съездом новые редакции Программы и Устава КПСС целиком и полностью направлены на развитие ленинских принципов деятельности партии, укрепление ее связей с массами.

XXVII съезд партии уделил большое внимание повышению роли идеологической работы в решении задач, стоящих перед народом в предстоящие годы. Для того чтобы идейно-воспитательная работа стала более эффективной, она должна быть дифференцированной, направленной на конкретного человека. В идейно-воспитательной работе должны принимать активное участие все руководители, независимо от их ранга.

Ближайшей и главной задачей на идеологическом фронте является глубокое и всестороннее разъяснение трудящимся исторических решений XXVII съезда КПСС. Донести до сознания каждого труженика величие целей партии — значит уточнить личную задачу каждого труженика в текущей пятилетке, году, месяце, необходимость добиваться в ежедневной работе нового ускорения и качественного роста. В каждом трудовом коллективе необходимо установить атмосферу творческой активности, поиска новых резервов, реалистического подхода ко всей работе, открытой и честной критике недостатков и упущений, выработке решений для развития успеха. Называть вещи своими именами, до конца изжить «показуху», парадность, добиваться всегда и во всем единства слова и дела — непреложное веление нашего времени!

XXVII съезд КПСС еще раз продемонстрировал перед всем миром нерушимое единство партии и народа, сплоченность советских людей и их готовность приложить все свои силы к выполнению намеченной программы действий.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*522.3 : 311.16

ДИНАМИКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ВЫСОТЫ ДЕРЕВЬЕВ  
ТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ

И. И. ГУСЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Изменчивость высоты деревьев мы изучали по материалам 40 пробных площадей со сплошной рубкой деревьев, заложенных на Европейском Севере в ельниках различной возрастной структуры. Тип возрастной структуры устанавливали по нашей классификации [2]. По измеренным высотам для каждой пробной площади составляли ряды распределения деревьев по абсолютным и относительным ступеням с вычислением коэффициента варьирования, асимметрии и эксцесса. Динамику изменчивости высоты деревьев выявляли для одновозрастных ельников зеленомошных средней подзоны тайги по 18 пробным площадям, заложенным в различном возрасте: 21—60 лет — 8 проб, 61—100 лет — 6, 101—140 лет — 3 и 141—180 лет — 1 проба. В условно разновозрастных древостоях заложено 10, а в разновозрастных — 12 проб.

Корреляционный анализ тесноты связи коэффициента изменчивости, асимметрии и эксцесса с возрастом показал значительную зависимость ( $r = 0,82—0,88$ ), за исключением корреляции между эксцессом и возрастом, где она умеренная. Коэффициент изменчивости, асимметрия и эксцесс рядов распределения деревьев по высоте закономерно уменьшаются с увеличением возраста древостоя. Эти зависимости выражены уравнениями

$$C_h = \frac{128,1}{A^{0,69}} - 0,84; \tag{1}$$

$$\alpha_h = \frac{12,38}{A^{0,09}} - 10,025; \tag{2}$$

$$\epsilon_h = \frac{7,12}{A^{1,59}} - 0,739, \tag{3}$$

где  $A$  — возраст, десятки лет;

$C_h$  — коэффициент изменчивости высоты деревьев;

$\alpha_h$  — асимметрия вариационных рядов по высоте;

$\epsilon_h$  — эксцесс.

Уравнения (1)—(3) позволяют вычислить выравненные коэффициенты изменчивости, асимметрию и эксцесс, которые вместе взятые характеризуют распределение стволов ели по высоте в одновозрастных древостоях (табл. 1).

Изменчивость высоты деревьев зависит от типа возрастной структуры древостоя. По мере ее усложнения изменчивость высоты деревьев ели повышается. Так, в условно раз-

Таблица 1

Средний возраст, лет	Коэффициент изменчивости, %	Асимметрия	Эксцесс
30	59,2	1,191	0,502
50	41,3	0,684	-0,188
70	32,6	0,365	-0,416
90	27,3	0,133	-0,523
110	23,7	-0,048	-0,582
130	21,0	-0,197	-0,618
150	18,9	-0,323	-0,643
170	17,3	-0,431	-0,660

новозрастных ельниках среднее значение коэффициента изменчивости высоты равно  $27,3 \pm 1,4$ , а в разновозрастных  $33,9 \pm 1,4$  %. Если разновозрастный древостой разделить на два поколения, то в их пределах изменчивость понижается и составит для основного  $27,0 \pm 2,0$  %, для второстепенного  $22,9 \pm 1,5$  %. В условно разновозрастных ельниках влияние среднего возраста на параметры рядов распределения  $C_h$ ,  $\alpha_h$ ,  $\tau_h$  не оказывает существенного влияния. В этих древостоях для оценки вариационных рядов по высоте можно использовать их средние значения, которые для таежных ельников равны:  $C_h = 27,0$  %,  $\alpha_h = 0,06$ ,  $\tau_h = 0,45$ .

Чтобы облегчить определение  $C_h$ , можно воспользоваться зависимостью этого показателя от  $C_d$ , который значительно легче определить, чем  $C_h$ . Связь между  $C_h$  и  $C_d$  очень высокая ( $r = 0,91$ ,  $\eta = 0,92$ ), линейная и для таежных ельников различной возрастной структуры выражается уравнением:

$$C_h = 1,08 C_d - 9,1; \quad m_C = \pm 4,1 \%, \quad (4)$$

где  $C_d$  — коэффициент изменчивости диаметров деревьев;  
 $m_C$  — основная ошибка уравнения.

При переходе от молодняков к спелым древостоям изменяются параметры и вид кривых распределения. Они становятся более симметричными и высоковершинными по сравнению с молодыми и разновозрастными (рис. 1). В условно разновозрастных древостоях, несмотря на большую изменчивость возраста ( $C_A = 22,9 \pm 0,6$ ), распределение деревьев ели по высоте, как и в одновозрастных, имеет закономерный характер. Однако параметры, характеризующие распределение, в условно разновозрастных ельниках выше. В природной обстановке, когда не нарушается естественное развитие древостоя, распределение количества деревьев по высоте в подавляющем большинстве случаев может быть аппроксимировано по уравнению Шарлье. Применение этого уравнения для выравнивания вариационных рядов по высоте таежных ельников дало вполне удовлетворительные результаты. Критерий А. Н. Колмогорова и Н. В. Смирнова [4] составил 0,29—0,78, что значительно меньше стандартного при повышенной ответственности исследования  $\lambda_{st} = 1,36$ .

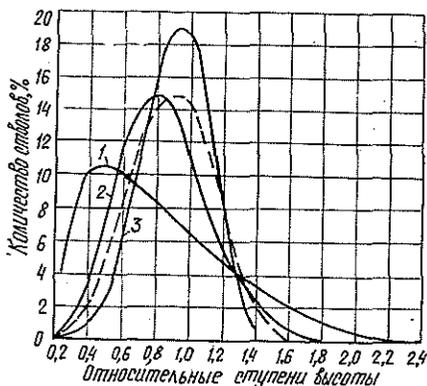


Рис. 1. Распределение количества деревьев по относительным ступеням высоты в еловых древостоях Севера (вычислено по формуле Шарлье).

Сплошная линия — одновозрастные древостой;  
 1 — молодняки; 2 — средневозрастные и приростающие; 3 — спелые; штриховая линия — условно разновозрастные.

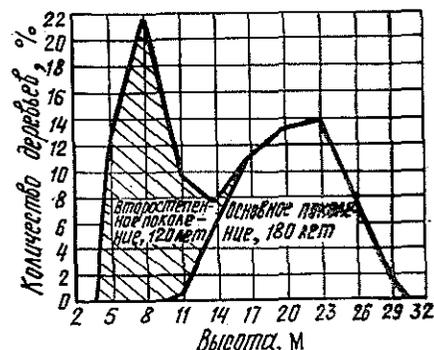


Рис. 2. Распределение количества деревьев по ступеням высоты в разновозрастном ельнике кисличном.

Таблица 2

Тип возрастной структуры древостоев	Средняя высота высоты, м	Количество деревьев, %, по классам высоты, м																
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
Одновозрастные	8	4,9	19,6	30,5	24,8	13,3	5,3	1,4	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	1,3	8,2	19,5	26,0	22,3	13,9	6,4	2,0	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	3,4	10,0	18,6	22,9	20,6	14,1	7,2	2,6	0,5	0,1	—	—	—	—	—	—
	14	—	1,2	4,7	10,9	17,3	20,6	19,2	14,3	7,9	1,7	2,1	0,1	—	—	—	—	—
	16	—	0,4	2,0	5,8	11,2	16,4	19,0	18,1	14,0	8,4	3,6	1,0	0,1	—	—	—	—
	18	—	—	0,9	2,8	6,4	11,0	15,3	17,5	17,2	14,0	9,0	4,3	1,5	0,1	—	—	—
	20	—	—	0,3	1,2	3,3	6,6	10,5	14,1	16,3	16,4	14,1	9,7	5,2	2,0	0,3	—	—
	22	—	—	0,1	0,5	1,5	3,6	6,5	9,9	12,9	15,1	15,6	14,1	10,5	6,3	2,8	0,6	—
	12	—	2,6	8,0	17,3	24,3	23,8	16,0	6,6	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—
	14	—	1,2	4,1	9,9	16,6	21,1	20,6	15,2	8,1	2,8	0,4	—	—	—	—	—	—
Условно разно-возрастные	16	—	0,6	2,3	5,9	11,0	15,9	19,0	18,7	13,9	7,8	3,5	1,1	0,3	—	—	—	—
	18	—	0,3	1,4	3,6	7,2	11,3	15,0	16,7	16,1	13,0	8,7	4,5	1,8	0,4	—	—	—
	20	—	0,2	0,9	2,2	4,7	8,0	11,3	14,0	15,2	14,4	12,1	8,6	5,1	2,3	0,9	0,1	—
	22	—	—	0,8	1,3	3,1	5,5	8,2	11,0	12,9	13,7	13,2	11,3	8,5	5,6	3,1	1,3	0,5

Большую неоднородность строения полога имеют разновозрастные древостои [6]. Распределение стволов по высоте здесь бывает крайне асимметричным или полимодальным (рис. 2). В пределах отдельных естественных поколений наблюдается закономерное распределение по высоте, которое хорошо аппроксимируется функцией Шарлье.

Для практических целей очень важно знать представленность деревьев различной высоты при данном возрасте, имеющем определенную среднюю высоту древостоя. Такие данные необходимы при таксации лесов, а также при расчете параметров транспортных средств, раскряжевочных агрегатов и других лесозаготовительных машин. Опираясь на закономерности распределения деревьев по высоте, мы составили табл. 2, в которой в зависимости от средней высоты древостоя можно определить долю участия различных по высоте деревьев.

Значительная изменчивость высот находит отражение в амплитуде их колебания, различии между максимальной и минимальной высотами. Эти предельные значения имеют связь со средней высотой древостоя. Для изучения соотношений пределов высот еловых древостоев использованы кривые высот на пробных площадях. Минимальные и максимальные высоты, взятые с графика высот для соответствующих ступеней толщины, выражали в долях средней высоты древостоя, которую приравнивали к единице. Группировка этих данных по классам возраста в пределах типа возрастной структуры и статистическая их обработка дают достаточное представление о динамике наименьшей и наибольшей высот (табл. 3). Из таблицы видно, что в разновозрастных древостоях относительные высоты ели повышены в молодых, средневозрастных и приспевающих ельниках. В спелых и перестойных еловых древостоях не обнаружено существенного влияния возраста на пределы высот. Таким образом, наиболее резкое падение относительных пределов высот отмечается в период интенсивного изреживания древостоя. В молодых и средневозрастных ельниках разность предельных высот в 2—3 раза больше, чем в спелых. Возраст оказывает наиболее существенное влияние на верхние пределы высот и меньше на нижние. В условно разновозрастных ельниках пределы высот несколько шире, чем в разновозрастных. Различие нередко подтверждается высоким критерием достоверности. При точных работах следует учитывать эти особенности.

Таблица 3

Тип возрастной структуры древостоев	Возраст, лет	Наименьшая высота		Наибольшая высота		Разность предельных высот, %
		$R_{min} \pm m_R$	$\sigma_{R_{min}}$	$R_{max} \pm m_R$	$\sigma_{R_{max}}$	
Одновозрастные	21—60	0,34 ± 0,04	0,13	2,08 ± 0,11	0,40	174
	61—100	0,49 ± 0,03	0,12	1,47 ± 0,02	0,09	98
	101—140	0,58 ± 0,01	0,10	1,28 ± 0,01	0,10	70
	141—180	0,51 ± 0,01	0,08	1,27 ± 0,02	0,10	76
	181—200	0,57 ± 0,02	0,08	1,24 ± 0,02	0,09	67
Условно разновозрастные	100—140	0,51 ± 0,02	0,11	1,27 ± 0,02	0,10	76
	141—180	0,50 ± 0,01	0,08	1,31 ± 0,02	0,11	81
	181—220	0,53 ± 0,04	0,12	1,27 ± 0,02	0,08	74
Разновозрастные: основное поколение второстепенное поколение	90—270	0,46 ± 0,02	0,08	1,38 ± 0,03	0,30	94
	80—280	0,62 ± 0,03	0,15	1,43 ± 0,06	0,30	81

В целях упрощения задачи для наиболее часто встречающихся случаев в практике при глазомерной таксации лесов можно пользоваться усредненными данными. В спелых и перестойных еловых древостоях Европейского Севера наименьшая высота составляет 0,54, наибольшая —

1,28 от средней высоты с разностью между ними 74 %. В сосняках [3] пределы высот колеблются от 0,69 до 1,16 с разницей между ними 47 %, т. е. на 27 % меньше, чем в ельниках. Ель как более теневыносливая порода значительно дольше может существовать при недостатке освещения и сильном угнетении, чем сосна. Поэтому амплитуда предельных высот у ели шире, чем у сосны. Для древостоев, прореженных рубками ухода, пределы высот еще меньше. А. В. Тюрин [5] по материалам Швейцарской лесной опытной станции для ели, пихты, бука установил предельные высоты от 0,80 до 1,15 с разницей между ними 35 %. Для таежных лесов эти данные не пригодны. Таксацию северных лесов следует проводить по местным нормативам. Таежные ельники имеют более глубокий полог древостоя. Изменчивость высот в северных ельниках по отдельным ступеням толщины и всего древостоя в 2—3 раза больше, чем в древостоях с убранным отпадом. В прореженных древостоях  $C_n = 6-12\%$  [1].

Таким образом, исследования изменчивости высот показали зависимость ее от возраста, структуры древостоя и региональных природных факторов. Все это необходимо помнить при таксации таежных ельников.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анучин Н. П. Лесная таксация: Учебн. для вузов.— 5-е изд., доп.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 552 с. [2]. Гусев И. И. Типы возрастной структуры еловых древостоев Севера.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 5, с. 5—11. [3]. Левин В. И. К вопросу о строении сосняков Архангельской области.— Тр./АЛТИ, 1949, вып. 13, с. 193—215. [4]. Плохинский Н. А. Биометрия.— М.: МГУ, 1970.— 368 с. [5]. Тюрин А. В. Строение нормальных насаждений.— В кн.: Лесн. хоз-во, лесопромышленность и топливо, 1923, № 2—3, с. 27—28. [6]. Фалалеев Э. Н. Пихтовые леса Сибири и их комплексное использование.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 166 с.

Поступила 28 февраля 1985 г.

УДК 630\*5

### ЭМПИРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ АЛГОРИТМОВ ТАКСАЦИИ ЗАПАСА ДРЕВОСТОЕВ

Е. И. ЦУРИК

Львовский лесотехнический институт

Проведенная ранее [5] математико-статистическая интерпретация формул для точного определения запаса древостоев показала, что при использовании для этих целей средних арифметических и (или) средних взвешенных значений основных объемообразующих таксационных признаков должны учитываться как их изменчивость в древостое, так и корреляционная взаимосвязь между ними. В частности, была доказана и интерпретировалась следующая формула:

$$M = NG_n H_n F_n K_{g|hf} K_{h|f},$$

где  $N$  — число деревьев в древостое;  
 $G_n, H_n, F_n$  — средние арифметические значения площади поперечного сечения, высоты и видового числа древостоя;  
 $K_{g|hf}, K_{h|f}$  — коэффициенты корректирования произведения средних арифметических величин соответствующих таксационных признаков, учитывающие их изменчивость и взаимосвязь.

Таблица 1

Номер пробной площади Площадь, га	Тип возрастной структуры древостоя	Состав Промышленное	Высота над уровнем моря, м Тип лесного участка	Класс бонитета Полнота	Запас, м <sup>3</sup> на пробной площади на 1 га
32 0,45	УО	10Е + Бк, ед.П Смешанное	1000 С <sub>2</sub>	I 0,9	311 691
33В 0,40	УР	10Е, ед.П Естественное	1150 С <sub>3</sub>	I 0,8	248 620
1 0,40	Р	10Е Естественное	1300 С <sub>3</sub>	II 1,0	272 681

Опытную проверку формул и выявление ошибок таксации запаса древостоев производили по материалам определения объемов и таксационных признаков деревьев ели на пробных площадях со сплошной рубкой, заложенных в ельниках Карпат (табл. 1). Эти еловые древостой представлены тремя типами возрастной структуры: условно одновозрастными (УО), условно разновозрастными (УР) и разновозрастными (Р). На пробных площадях всплошную срублено и измерено соответственно 305, 183 и 311 учетных деревьев ели по известной методике [3].

В наших работах [2, 3] уже констатировалось, что с увеличением разновозрастности карпатских ельников меняется местоположение среднего дерева в ранжированном ряду, повышается изменчивость диаметров, высот, видовых чисел и других таксационных признаков деревьев в древостоях, расширяется амплитуда значений редуционных чисел стволов и т. п. [3, с. 56]. Как видно из табл. 2, где приведены результаты дальнейшей математико-статистической обработки материалов указанных пробных площадей, с увеличением разновозрастности древостоев повышается также изменчивость площадей поперечного сечения стволов, их видовых высот и объемов равновеликих по высоте цилиндров. Так, коэффициенты варьирования площадей поперечного сечения стволов с повышением разновозрастности увеличиваются от 46,9 до 67,7 %, видовых высот — от 14,0 до 17,4 %, объемов равновеликих по высоте цилиндров — от 56,0 до 76,5 % и видовых площадей сечения — от 44,0 до 56,4 %. Характерно, что изменчивость объемов

равновеликих по высоте цилиндров заметно больше варьирования объемов стволов на соответствующих пробных площадях, а изменчивость площадей сечения стволов хотя и несколько меньше, но близка к варьированию их объемов.

Наличие такой взаимосвязи практически позволяет использовать коэффициенты варьирования площадей поперечного сечения деревьев для ориентировочного суждения об изменчивости их объемов. Коэффициенты же варьирования площадей поперечного сечения стволов в древостое могут определяться как обычным способом непосредственной математико-статистической обработки материалов перечета, так и через взаимосвязь их с коэффициентами изменчивости диаметров данной совокупности деревьев в древостое с использованием выведенной нами [4] формулы

Таблица 2

Показатели	Обозначение	Значение показателей для пробных площадей			
		32	33В	1	
Среднее арифметическое значение таксационных признаков $T_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$	$H_n$	29,58	28,48	24,21	
	$G_n$	0,0710	0,0998	0,0782	
	$F_n$	0,472	0,462	0,452	
	$H F_n$	13,94	12,99	10,74	
	$H G_n$	2,198	3,089	2,083	
	$F G_n$	0,0330	0,0441	0,0332	
	$V_n$	1,020	1,355	0,875	
	$D_n$	29,25	34,27	29,85	
Коэффициент варьирования таксационных признаков $C_t = \frac{\sigma_t}{T_n} 100$	$C_h$	12,69	19,27	19,77	
	$C_g$	46,91	56,46	67,71	
	$C_f$	9,08	11,72	14,09	
	$C_{hf}$	13,95	17,39	17,06	
	$C_{hg}$	56,03	71,21	76,51	
	$C_{gf}$	44,00	48,61	56,40	
	$C_v$	53,06	62,97	67,82	
	$C_d$	23,81	28,56	34,33	
Коэффициент корреляции между таксационными признаками $r_{t p} = \frac{\mu_{t p}}{\sigma_t \sigma_p}$	$r_{g h}$	0,784	0,799	0,427	
	$r_{h f}$	-0,209	-0,563	-0,665	
	$r_{g f}$	-0,364	-0,638	-0,369	
	$r_{h g f}$	0,797	0,830	0,795	
	$r_{g h f}$	0,471	0,464	0,375	
	$r_{f g h}$	-0,344	-0,603	-0,652	
	$r_{f g h}$	-0,344	-0,603	-0,652	
Среднее взвешенное значение таксационных признаков $T_p = T_n K_{t p}$	$H_g$	30,96	30,95	26,62	
	$H_f$	29,51	28,11	23,77	
	$H_{gf}$	30,90	30,69	26,36	
	$H F_g$	14,38	13,58	11,19	
	$H G_f$	2,160	2,933	1,937	
	$G_h$	0,0743	0,1085	0,0860	
	$G_f$	0,0699	0,0956	0,0735	
	$G_{hf}$	0,0732	0,1043	0,0815	
	$G F_h$	0,0345	0,0476	0,0362	
	$F_h$	0,471	0,456	0,444	
	$F_g$	0,465	0,442	0,424	
	$F_{gh}$	0,464	0,439	0,420	
	Коэффициент корректирования произведения средних арифметических величин в точных формулах таксации запаса древостоев $K_{t p} = 1 + r_{t p} \frac{C_t}{100} \frac{C_p}{100}$	$K_{g h}$	1,0467	1,0870	1,0994
		$K_{h f}$	0,9976	0,9873	0,9815
$K_{g f}$		0,9845	0,9578	0,9388	
$K_{h g f}$		1,0445	1,0778	1,0887	
$K_{g h f}$		1,0308	1,0456	1,0414	
$K_{f g h}$		0,9825	0,9497	0,9297	

Примечание. Индексами  $g, h, f$  и их сочетаниями обозначены таксационные признаки соответственно: площади поперечного сечения, высоты, видового числа, видовой высоты и т. д.

$$C_g = 2C_d \frac{\sqrt{1 + A_d \frac{C_d}{100} + \frac{E_d + 2}{4} \left(\frac{C_d}{100}\right)^2}}{1 + \left(\frac{C_d}{100}\right)^2},$$

где  $C_g$  и  $C_d$  — коэффициенты варьирования площадей поперечного сечения стволов и диаметров стволов соответственно;

$A_d$  и  $E_d$  — асимметрия и эксцесс ряда распределения числа деревьев по диаметру в древостое.

Из приведенной формулы видно, что коэффициент варьирования площадей сечения стволов зависит не только от коэффициента изменчивости по диаметру, но и от других основных показателей таксационного строения древостоев — асимметрии и эксцесса ряда распределения числа деревьев по данному признаку. Это обстоятельство в известной мере объясняет причину непостоянства места, занимаемого средним деревом в древостое по толщине и по другим показателям. А поскольку изменчивость площадей поперечного сечения в том или ином виде входит в корректирующий коэффициент формулы для точного определения запаса древостоев, то асимметрия и эксцесс ряда распределения числа стволов по диаметру, несомненно, оказывают свое влияние на точность определения запаса древостоя через его таксационное строение.

Наиболее тесная корреляционная связь линейного характера наблюдается между высотами и видовыми площадями поперечного сечения стволов (табл. 2). Взаимосвязь между другими таксационными признаками, характеризуемая коэффициентами корреляции, менее выражена, но является умеренной и значительной [1]. По-видимому, теснота корреляционной связи между этими таксационными признаками также достаточно высока, но эта связь нелинейная.

Коэффициенты корректирования произведения средних арифметических величин в формулах точного определения запаса древостоев, учитывающие одновременно изменчивость и взаимосвязь таксационных признаков, во всех случаях отличаются от единицы. Наибольшие различия имеют место в разновозрастных ельниках, а наименьшие — в условно разновозрастных. Необходимость учета этих коэффициентов при таксации запаса древостоев хорошо видна из данных сравнения запасов, рассчитанных по различным формулам (табл. 3).

Таблица 3

Расчетные формулы	Номер пробной площади					
	32		33В		1	
	Запас, м <sup>3</sup>	Ошиб. ка, %	Запас, м <sup>3</sup>	Ошиб. ка, %	Запас, м <sup>3</sup>	Ошиб. ка, %
Сумма объемов стволов	311	0	248	0	272	0
По точным формулам	311	0	248	0	272	0
$M = NG_n HF_n$	302	-3,0	237	-4,4	262	-4,0
$M = NGH_n F_n$	317	+1,9	261	+5,3	293	+7,6
$M = NH_n GF_n$	299	-4,3	230	-7,2	250	-8,1
$M = NH_n G_n F_n$	303	-2,8	240	-3,1	266	-2,2
$M = NGH_n F_g$	312	+0,1	250	+0,7	275	+1,0
$M = NGF_n H_g$	312	+0,1	250	+0,7	275	+1,0
$M = NG_n H_g F_g$	312	+0,1	250	+0,7	275	+1,0
$M = NG_n H_g F_n$	317	+1,9	261	+5,3	293	+7,6
$M = NG_n H_n F_g$	299	-4,3	230	-7,2	250	-8,1

Как видно из табл. 3, при определении запасов древостоев по средним арифметическим значениям объемообразующих таксационных признаков без корректирующих коэффициентов допускаются существенные систематические ошибки как с положительными, так и с отрицательными знаками. Так, наибольших отрицательных величин — (4,3—8,1) % достигают систематические ошибки при определении запасов древостоев по средним арифметическим значениям высот и видовых площадей сечения стволов; наибольшие положительные систематические ошибки + (1,9—7,6) % получаются при таксации запасов древостоев по средним арифметическим значениям видовых чисел и объемов равновеликих по высоте цилиндров. Меньшие систематические ошибки допуска-

ются при таксации запасов древостоев по средним арифметическим значениям площадей сечения, высот и видовых чисел стволов — (2,2—3,1) %, а также по средним арифметическим значениям площадей сечения и видовых высот стволов — (3,0—4,4) %. С увеличением разновозрастности исследованных ельников систематические ошибки заметно возрастают.

Произвольное, необоснованное использование средних взвешенных значений таксационных признаков в формулах для таксации запаса древостоев также приводит к систематическим ошибкам, как меньшим, так и большим, чем при использовании средних арифметических значений (табл. 3). В частности, к уменьшению ошибок до + (0,1—1,0) % приводит замена средних арифметических высот и видовых чисел ( $H_n$  и  $F_n$ ) на средние взвешенные значения этих таксационных признаков через площади сечения (соответственно  $H_g$  и  $F_g$ ) в следующих расчетных формулах:

$$M = NGH_n F_g; \quad M = NGF_n H_g; \quad M = NG_n H_g F_g.$$

Однако использование средней взвешенной высоты  $H_g$  в формуле  $M = NG_n H_g F_n$  приводит к увеличению положительных до + (1,9—7,6) %, а использование среднего взвешенного видового числа  $F_g$  в формуле  $M = NG_n H_n F_g$  — к увеличению отрицательных до — (4,3—8,1) % систематических ошибок.

Таким образом, результаты опытных вычислений запасов древостоев, выполненных по материалам таксации деревьев на пробных площадях со сплошной рубкой, подтверждают теоретические выводы, полученные нами при математико-статистической интерпретации точных формул для таксации запаса древостоев [5]. Использование для определения запаса древостоев средних арифметических и средних взвешенных величин без необходимого математического обоснования приводит к систематическим ошибкам, недопустимым во всех лесотаксационных работах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гусев И. И. Вариационная статистика.— Архангельск: АЛТИ, 1970.— 98 с.  
 [2]. Цурик Е. И. Возрастная структура еловых древостоев Украинских Карпат.— Лесоведение, 1974, № 6, с. 19—23. [3]. Цурик Е. И. Ельники Карпат.— Львов: Вища школа, 1981.— 184 с. [4]. Цурик Е. И. О точности методов таксации запаса древостоев.— Львов: ЛЛТИ, 1983.— 36 с.— Рукопись представлена ЛЛТИ. Деп. в ЦБНТИ-лесхоз 3 окт. 1983, № 248лх—Д83. [5]. Цурик Е. И. Математико-статистическая интерпретация таксации запаса древостоев.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 6, с. 10—14.

Поступила 4 февраля 1985 г.

УДК 630\*181.22

## К ПОЗНАНИЮ ПРИРОДЫ МОРОЗОБОЯ

А. К. ДЕНИСОВ, С. А. ДЕНИСОВ

Марийский политехнический институт

Морозобойными трещинами, или морозобоем, поражаются многие древесные породы: осина, ольха, ива, тополь, но особенно часто твердолиственные — дуб, ясень, ильмовые, клен, бук и др.

Морозобой поражает самую лучшую, свободную от сучьев, нижнюю часть ствола деревьев. Резко понижается выход деловой древесины, а нередко, особенно при множественном поражении, ствол переходит в ка-

тегорию дровяных. Вместе с тем повышается возможность проникновения в ствол грибной инфекции.

Размеры повреждений древостоев бывают очень значительны и нарастают к возрасту спелости; тонкомерные деревья не страдают от морозобоя. Повреждаемость увеличивается с юго-запада на северо-восток. Так, древостои дуба VII класса возраста повреждаются по числу стволов в Брянских лесах на 11 % [9], в Тульских засеках — на 17 % [3], в Чувашской АССР — на 32 %, Марийской АССР и Кировской области — до 50 %; по запасу, с учетом сказанного, еще значительнее. Крупномерные и старшие древостои повреждаются больше (табл. 1).

Таблица 1

Степень повреждения древостоя дуба  
IX класса возраста морозобойными трещинами  
(Шумерлинский лесхоз Чувашской АССР)

Степень толщины, см	Количество деревьев, шт./%		
	не повреж- денных	поврежден- ных	всего
52—56	48/30	112/70	160/100
60—64	14/21	53/79	67/100
68—76	9/13	62/87	71/100
Итого	71/24	227/76	298/100

В чем же причина морозобоя и возможны ли меры снижения наносимого им вреда? В нашей стране преимущественно континентального лесоводства эти вопросы, казалось бы, должны в значительной мере быть решены, однако морозобой исследован мало. Может быть, это вызвано представлением о неизбежном влиянии климата, изменять который человек пока не может? Но не следует забывать, что явления в жизни леса всегда двусторонни, выступают как результат взаимодействия среды и организма или (в системе биогеоценоза) — экотопа и биоценоза. Так, при обследовании морозобоя всегда обнаруживаются на одних и тех же пробных площадях деревья и пораженные, и свободные от морозобоя (см. табл. 1). Следовательно, возникновение морозобоя зависит также и от каких-то внутренних состояний дерева, что и должно вселять надежду на возможность уменьшения наносимого им вреда.

Какова же природа морозобоя? Второе столетие пользуется популярностью взгляд на морозобой [21] как на результат термического сжатия периферических частей ствола при наступлении морозов, когда внутренние его части вследствие плохой теплопроводности древесины сохраняют более высокую температуру и, следовательно, прежний объем. Результат этого — трещина, идущая по вертикальной оси ствола в коре и прилегающей древесине. В последующие годы при вновь возникающих напряжениях трещина обновляется по старому следу и образуются застарелые морозобоины с наплывом, уродующие ствол нередко на большую высоту. Однако это представление не разделял автор теории обезвоживания растений Г. Мюллер-Тургау [20], объясняя морозобой внутренним «усыханием», идущим вслед за замерзанием свободной воды в полостях клеток и отсасыванием затем образующимся льдом гигроскопической воды из стенок клеток. Позже аналогичные объяснения давали и другие авторы [2, 11]. Однако экспериментально было доказано [18], что такие трещины оказываются мелкими, а в морозобойных трещинах льда не обнаружено. Объясняли морозобой изменением объема ствола вследствие замедленного поступления воды из замерзшей почвы [17]; ветром, за счет разницы температур с наветрен-

ной и подветренной сторон ствола [14, 15]; влиянием экспозиции ствола [17] и заморозков [1]; колебаниями температуры дня и ночи [10]; анизотропностью древесины [19]. Отмечалась роль почв [18], ростовых напряжений ствола [13, 16, 19] и др.

Морозобой — явление очень сложное. Приведенные суждения заставляют видеть в нем влияние не только физических, но и лесоводственно-биологических причин. Последние исследовались нами длительное время в дубравах Среднего Поволжья и лесного Среднего Заволжья (Чувашская, Татарская и Марийская АССР, юг Кировской области). Объектом исследования был дуб черешчатый. Результаты сообщались ранее. Было подтверждено с полной математической достоверностью увеличение морозобойности с нарастанием толщины стволов деревьев; установлено влияние типов леса через изменение влажности древесины и ее анатомического строения [4, 5], выявлено повышение повреждаемости с увеличением возраста древостоев и снижением их бонитета, снижение морозобойности с повышением полноты древостоев и от опушек в глубь лесных массивов [6, 8], снижение повреждений с нарастанием однородности строения и состояния древесины (уменьшение ее анизотропности) в поперечном сечении ствола [7, 8]. Все эти причинные связи развития морозобоя с лесоводственно-биологическим состоянием древостоев — доказательство возможности борьбы с морозобоем.

Для выявления физических причин морозобоя нами исследована роль ветра, экспозиции ствола, заморозков, колебаний температуры дня и ночи и связь перепадов отрицательных температур воздуха с раскрытием морозобойных трещин. Ниже кратко излагаются полученные результаты.

При проведении исследований мы исходили из следующих предположений. Известно, что температура ствола на северной и южной сторонах различна. Например, средняя температура ствола березы на глубине 4 см была в первой декаде апреля —1,2 °С на южной —6,4 °С на северной стороне [8]. Темнокорые породы имеют еще большее различие. Следовательно, если кратковременные заморозки могут вызвать морозобой, то с большей вероятностью он должен возникнуть под влиянием ранневесенних суточных колебаний температур при смене солнечных дней морозными ночами. Доказательством этого было бы различное количество трещин на южном и северном секторах стволов. Поэтому учет трещин по секторам может ответить на вопрос о роли заморозков, суточных колебаний температуры дня и ночи, экспозиции. Различие в морозобойности разных секторов ствола в сопоставлении с розой зимних ветров может дать представление о роли ветра в образовании морозобоя.

В зимнее время в указанном регионе господствуют южные и юго-западные ветры. Поэтому было признано необходимым вести учет морозобоя по двум секторам ствола — северному и южному — при строгой разметке образующей ствола буссолю в направлении восток — запад. Результаты учета приведены в табл. 2.

Таблица 2

Количество морозобойных трещин на южном и северном секторах деревьев дуба

Район учета	Число деревьев с морозобоем	Число морозобойных трещин	В том числе по секторам			
			южному		северному	
			шт.	%	шт.	%
Чувашская АССР	539	956	492	51,5	464	48,5
Марийская »	139	212	100	47,2	112	52,8
Кировская область	101	150	79	52,7	71	47,3
Всего	779	1318	671	50,9	647	49,1

Приведенные цифры свидетельствуют, что в морозобойности южных и северных секторов стволов нет различий. Значит, отсутствует и влияние упомянутых агентов, хотя их влияние могло усиливать друг друга, будучи равнонаправленным. Причина — в теплоизоляционных свойствах коры и древесины. Так, по измерениям в Якутии [12], суточная амплитуда температуры воздуха 17—18 ноября 1954 г. составила 18,2°, а на глубине 2,5 см в стволе сосны 6,4°, что при пересчете на время дает изменение температуры 0,58 °С за 1 ч. Такой темп изменения, конечно, не в состоянии вызвать каких-либо термических деформаций древесины.

Исследование изменения ширины морозобойных трещин в связи с ходом температуры воздуха представляет большой интерес: морозобойна становится регистратором растяжения — сжатия деревьев под влиянием внешних температур, что проливает свет на причинность образования морозобоя.

Для фиксации измерения ширины трещин в их края попарно вводили иглы-фиксаторы. Операцию проводили в январе. Первый замер сделан в день наиболее мягкой температуры (—5 °С), последующие — при установившихся температурах (—18 и —25 °С). Расстояния между фиксаторами снимали быстро на плотный картон, который тотчас помещали в среду с постоянной температурой при последующем измерении расстояний микроскопом МБС-1 (табл. 3).

Таблица 3

Расширение морозобойных трещин при падении температуры воздуха в интервалах —(5—18)° (1) и —(5—25)° (2) и коэффициенты линейного сжатия растущих деревьев ивы (И), ольхи (О) и дуба (Д)

Порода	Окружность стволов без коры, см	Абсолютное расширение трещин, мм		Расширение на 1 см окружности ствола, мм		Коэффициент линейного сжатия	
		1	2	1	2	1	2
И	144,44	9,40	14,43	0,06508	0,10000	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
И	169,56	12,90	19,13	0,07608	0,11280	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$
О	59,66	10,87	16,73	0,18220	0,28040	$14 \cdot 10^{-4}$	$14 \cdot 10^{-4}$
О	65,94	13,43	19,70	0,20370	0,29870	$15,7 \cdot 10^{-4}$	$15 \cdot 10^{-4}$
Д	116,18	2,53	5,17	0,02178	0,04450	$1,68 \cdot 10^{-4}$	$2,23 \cdot 10^{-4}$

Как видно из табл. 3, морозобойные трещины чутко реагируют на изменения температуры воздуха, что согласуется с другими исследованиями и подтверждает термическую теорию морозобоя. Раскрытие трещин оказывается значительным и это не какие-либо экстремумы: зимнее сжатие стволов деревьев разных пород, не поврежденных морозобоем, в более мягком климате США достигало 0,32—5,65 значений годичного прироста толщины [22].

### Выводы

1. Заморозки, перепады ранневесенних температур дня и ночи, экспозиция стволов, не оказывают влияния на морозобой. Ветер как термический фактор также не влияет; однако механическое влияние ветра — раскачивание термически напряженных стволов, внедрение холодных воздушных масс в лесные массивы — требует дополнительного исследования.

2. Коэффициент линейного сжатия древесины растущих деревьев разных пород под влиянием снижения отрицательных температур воздуха различен. Из исследованных пород он наибольший у ольхи черной, затем у ивы белой и наименьший — у дуба черешчатого, что связано, по-видимому, с теплофизическими свойствами древесины. При

падении зимней температуры у всех пород морозобойные трещины расширяются, при повышении — сужаются.

3. Представление о морозобое как следствии термического сжатия внешних частей ствола оправдывается. Факты, противоречащие этой теории — различная морозобойность одномерных однопородных деревьев в одинаковых экологических условиях, множественное поражение дерева морозобоем, тогда как одна трещина, раз появившись, должна снять появление новых подобно тепловым швам в различных конструкциях — объясняются различной анизотропностью древесины растущих деревьев.

4. Термическое сжатие стволов — побудительная причина морозобоя. На реализацию ее влияют многие лесоводственно-биологические факторы. Находясь в распоряжении лесовода, они, как отмечено выше, дают реальную возможность снижения наносимого морозобоем вреда.

5. Представление о «внутренней усушке» древесины как причине морозобоя во многом несостоятельно: в этом случае трещины были бы мелкими и их протяженность не измерялась бы метрами, трещины возникали бы преимущественно в начале зимы (время перехода воды в лед) и др.

Морозобой — следствие термического сжатия периферических частей стволов деревьев при резком и глубоком падении зимних отрицательных температур воздуха, трансформируемого различной анизотропностью древесины растущих деревьев.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вакин А. Т. Грибные болезни и другие пороки дубрав.— М.: Гослестехиздат, 1932. [2]. Вакин А. Т. Фитопатологическое состояние дубрав Телермановского леса.— Тр. Ин-т леса АН СССР, 1954, т. 16. [3]. Голосов Н. А. Перестойные древостой Тульских засек.— Тр. по лесн. опыт. делу Тульских засек, 1937, вып. 2. [4]. Денисов А. К. Явление морозобоя дуба в связи с воспитанием дубрав.— Лесн. хоз-во, 1953, № 1. [5]. Денисов А. К. Влияние типов леса на поражаемость древостоев морозобойными трещинами.— Лесоведение, 1968, № 4. [6]. Денисов А. К. Влияние лесоводственных свойств насаждений на образование морозобоя и меры борьбы с ним.— В кн.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение, Л., 1980. (Межвуз. сб. науч. тр.; Вып. 9). [7]. Денисов А. К. О возможности селекции дуба черешчатого на устойчивость против образования морозобоя.— В кн.: Лесная генетика, селекция и семеноводство. Петрозаводск: Карелия, 1970. [8]. Денисов А. К., Пучкова А. А. Борьба с повреждаемостью древостоев морозобоем.— Лесн. хоз-во, 1985, № 2. [9]. Леонтьев А. К. К вопросу о фауности дуба.— Лесн. хоз-во, 1929, № 9. [10]. Норин В. Н. Некоторые данные о произрастании дуба в западном предуралье.— Бот. журн., 1954, т. 39, № 3. [11]. Чудинов Б. С. Новые исследования теплофизических свойств древесины.— В кн.: Свойства древесины, ее защита и древесные материалы. Красноярск, 1968. [12]. Щербаков И. П. Применение полупроводникового электротермометра для измерения температуры в тканях дерева.— Физиол. раст., 1955, т. 2, вып. 4. [13]. Archer R. R., Byrnes F. F. On the distribution of tree growth. P. 1. An anisotropic plane strain theory.— Wood Sci. and Technol., 1974, 8, N 3. [14]. Axman N. Auch die Bäume haben Frost beulen.— Unser Wald, 1958, I, 14. [15]. Busse. Frostring- und Kernrisse.— Forstw. Cbl., 1910, 32. [16]. Chafe S. C. Growth stresses.— Austral. Forest Rec., 1979, 9, N 3. [17]. Knuchel H.— Holzfehler. Zürich, 1947, 58. [18]. Malaisse F. Note sur la galivure du chêne rouge d'Amerigue en Campine.— Bull. Soc. roy. forest. Belgique, 1957, 64, N 10. [19]. Mayer-Wegelin H., Kübler H., Traber H. Über die Ursache der Frostriss.— Forstw. Cbl., 1962, H. 5/6, maj/juni. [20]. Müller-Thurgau H. Über des Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen.— Landwirtsch. Jahrb. 1886, 15. [21]. Pfeil F. Forstbenutzung und Forsttechnologie.— Zit bei Caspary, 1845, 112. [22]. Winget C. H., Koslowski T. T. Winter shrinkage in stems of forest trees.— J. Forestry, 1964, 62, N 5.

Поступила 15 мая 1985 г.

УДК 630\*241.1

## ОБРЕЗКА ПОЧЕК КАК СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ РОСТА ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ

М. Ю. ПОПКОВ

УкрНИИЛХА

Ускоренное выращивание высококачественной древесины сосны сопряжено с определенными объективными трудностями. Для достижения наиболее высоких темпов роста деревьев необходимо выращивать молодые насаждения в разреженном состоянии. Однако при этом усиленно растут ветви, замедляется процесс их отмирания и отпада сучьев, снижается процентное участие поздней древесины в годичном приросте по диаметру и, как следствие, ухудшается качество древесины. Поиск путей разрешения указанного противоречия заставляет лесоводов обращаться к методам индивидуального ухода за деревьями. Наиболее широкое применение на практике нашли меры ухода, основанные на механическом воздействии на кроны. По классификации В. П. Разумова [3], они делятся на четыре группы: обрезка сучьев и ветвей, удаление почек, укорачивание боковых побегов, обрезка вершин.

Опыт обрезки сучьев и ветвей в сосновых насаждениях имеет более чем 200-летнюю историю. Значительные работы по этому вопросу проведены на Украине ([1] и др.). Они свидетельствуют о положительном влиянии правильно выполненной обрезки на рост: улучшается форма ствола и качество древесины, несколько усиливается прирост в высоту и по диаметру, снижается пожарная опасность в древостоях и т. д. Наиболее эффективна ранняя обрезка ветвей, которая позволяет выращивать деревья, не имеющие в нижней части ствола порокообразующих сучков. Однако ее проведение в редких широкорядных культурах сосны ведет к отдалению сроков смыкания древостоя, улучшению освещенности междурядий и бурному разрастанию сорной злаковой растительности.

В целях сокращения сроков выращивания ценной, «бессучковой» древесины П. Г. Кроткевич [1] предложил способ ухода, заключающийся в опиловании боковых почек на верхушечном побеге деревьев сосны. Сорокалетний опыт выращивания древостоев, подвергшихся уходу по этому способу, в Боярском лесхозе Киевской области показал его непригодность из-за значительного снижения прироста деревьев по высоте и диаметру, неудовлетворительного качества получаемой стволовой древесины, слабой устойчивости стволиков, лишенных боковых побегов, против снеголома и ветролома [2].

Обрезка вершин сосны применяется в настоящее время при выращивании крупномерного посадочного материала хвойных в питомниках [4]. Биологическая сущность этого метода заключается в том, что удаление конуса нарастания главного побега ведет к перераспределению пластических веществ между подземной и надземной частями саженцев, усилению роста корней и, как следствие, увеличению жизнестойкости растений. Сведений о применении обрезки почек, как и укорачивания боковых побегов, в целях ускорения выращивания высококачественной древесины сосны, мы не имеем.

Биологический механизм всех рассмотренных мер ухода за деревьями один и тот же. То или иное воздействие на крону изменяет соотно-

шение между частями организма, вызывает нарушение нуклеинового и гормонального обмена в тканях меристем и камбия, ведет к перераспределению продуктов ассимиляции между ними, что находит выражение в изменении пропорций роста деревьев. Закономерности этого процесса во многом еще неясны и требуют дальнейшего изучения.

Цель нашей работы — выяснить возможность целенаправленного воздействия на прирост сосны путем удаления почек на боковых побегах верхних мутовок.

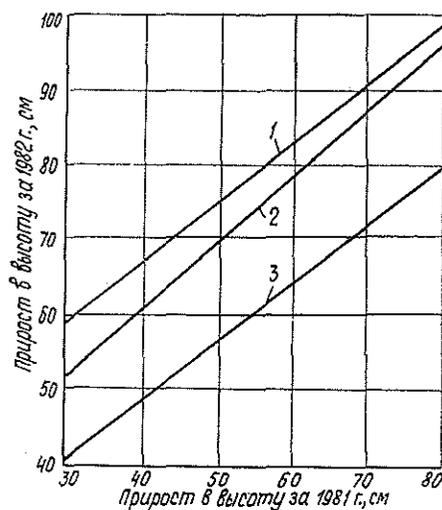
Осенью 1981 г. в Балаклейском ЛХЗ Харьковской области в 10-летних культурах сосны, размещением  $2,5 \times 0,5$  —  $0,6$  м, заложен 4-секционный опыт. На секции 1 у 100 случайно отобранных деревьев обрезаны почки на боковых побегах трех верхних мутовок. На секции 2 у стольких же деревьев удалены почки на боковых побегах верхней мутовки, а на секции 3 ошипана хвоя на последнем приросте осевого побега. Секция 4 служила контролем. Вершущенные почки во всех случаях никакому воздействию не подвергались.

По окончании вегетационного периода 1982 г. проведены обмеры деревьев на всех секциях опыта. У каждого дерева измеряли высоту, диаметр на высоте груди, прирост в высоту за 1981 и 1982 гг., а также число боковых побегов в мутовках этих лет. Для изучения закономерностей отложения прироста по длине ствола проанализировано 45 модельных деревьев (по 15 в вариантах обрезки почек и контроле). Срезы древесины для анализа хода роста стволов брали по мутовкам. Модельные деревья использовали также для изучения влияния обрезки почек на прирост по диаметру боковых побегов на мутовках 1981 и 1980 гг. Среднюю длину 100 хвоинок на осевом побеге 1982 г. определяли на основании обмера смешанного образца, составленного путем отбора проб хвои у 10—15 случайно взятых деревьев на каждой секции опыта.

Морфологическая характеристика деревьев  
на секциях опыта

Показатели	Номер секции			
	1	2	3	4
Средняя высота, м	3,52	3,24	2,92	3,15
Средний диаметр, см	5,1	4,9	4,6	4,8
Средний прирост в высоту, см:				
в 1981 г.	52	47	56	48
в 1982 г.	77	68	61	56
Среднее число боковых побегов на мутовках:				
в 1981 г.	5,2	4,9	5,4	5,0
в 1982 г.	6,9	6,4	5,7	5,5
Средняя толщина осевого побега в 1982 г., мм	19	17	11	13
Средний прирост по диаметру за 1982 г. боковых побегов на мутовках, образовавшихся:				
в 1981 г.	1,8	1,5	3,0	3,2
в 1980 г.	1,6	2,4	2,6	2,7
Средняя длина 100 хвоинок на осевом побеге 1982 г., см	12,3	12,0	6,9	8,7
Средний прирост ствола по диаметру на высоте 1,3 м, мм	17	14	10	11

Результаты исследований показывают, что обрезка почек и ошипывание хвои оказывают заметное влияние на рост (см. таблицу). Обрезка почек значительно усиливает темпы роста и развития верхней мутовки. У деревьев на секциях 1 и 2 в мутовках, образовавшихся в 1982 г., больше боковых побегов, а осевые побеги в среднем в 1,3—1,5 раза толще и в 1,3—1,4 раза длиннее, чем на контроле. Выявленные различия существенны на 5 %-ном уровне значимости. При статистической обработке полученного материала выявлена значительная и тесная прямодлинейная связь между приростом в высоту в 1981 и 1982 гг. Рассчитанные уравнения регрессии и соответствующие им графики приведены на рисунке. Их анализ подтверждает вывод о значительном увеличении темпов роста деревьев в высоту под влиянием обрезки. Во всех



Зависимость между величинами приростов в высоту в 1981 и 1982 гг. у деревьев на секциях опыта.

1 — обрезка почек на трех мутовках;  $y = 35,2 + 0,801x$  ( $r = 0,612$ );  
 2 — обрезка почек на одной мутовке;  $y = 25,3 + 0,901x$  ( $r = 0,751$ );  
 3 — контроль;  $y = 18,8 + 0,761x$  ( $r = 0,808$ ).

случаях изменения в росте деревьев более заметны при обрезке почек на боковых побегах трех мутовок. Рост по диаметру боковых побегов с обрезанными почками замедляется в 1,6—2,1 раза. Прирост ствола по диаметру увеличивается в среднем в 1,3—1,4 раза, причем форма линейного прироста становится возрастающей. Модельные деревья на контроле в 1982 г. имеют постоянную и падающую форму линейного прироста по длине ствола. Такой же прирост наблюдается у деревьев на всех секциях опыта в период, предшествующий обрезке. У деревьев на секции 3 в 1982 г. сформировались слабые, заметно утонченные верхушечные побеги, в то время как прирост по диаметру боковых побегов на мутовках 1980 г. не уменьшился.

Значительны изменения в ассимиляционном аппарате деревьев на секциях опыта. Обрезка почек усилила рост хвои на верхних мутовках дерева, а ощипывание хвои примерно в той же степени затормозило его. На боковых ветвях с обрезанными почками во второй половине вегетационного периода образовались укороченные побеги с плотными пучками хвои. Интересно, что у всех деревьев на секциях 1 и 2 угол отхода хвои от осевого побега близок к  $90^\circ$ , тогда как на контроле он равен  $60\text{--}70^\circ$ , а на секции 3 —  $40\text{--}50^\circ$ . По нашим наблюдениям, в культурах, не подвергавшихся хозяйственному воздействию, деревья по этому показателю сильно варьируют. Чем выше темпы их роста в толщину, тем больше угол отхода хвои от побегов.

Проведенные исследования развивают выдвинутые А. Р. Родиным [4, 5] идеи об улучшении гармоничного развития лесных деревьев путем целенаправленного воздействия на их части. Результаты опыта наталкивают на мысль об относительно автономном росте и развитии побегов одного дерева, определяемом количеством ростовых и пластических веществ, вырабатываемых в точках роста и хвое. По современным представлениям, темпы протекания комплекса биохимических процессов, регулирующих рост побегов дерева, определяются законом апикального доминирования и режимом освещения точек роста. Поставленный опыт свидетельствует о возможности искусственного управления этими процессами.

Обрезка почек на боковых побегах верхних мутовок может найти практическое применение при выращивании широколинейных культур сос-

ны, которые в первое десятилетие медленно растут в высоту, а также при исправлении роста деревьев, пораженных подкорным клопом и поврежденных копытными. По нашим расчетам, регулярное проведение указанного агроприема позволит на 3—6 лет сократить срок лесокультурного производства. Обрезка позволяет добиваться увеличения прироста ствола дерева за счет уменьшения прироста его ветвей, не снижая при этом общей сомкнутости древостоя. Одновременный сбор сосновых почек, являющихся ценным и достаточно дорогим лекарственным сырьем, позволяет значительно повысить рентабельность обрезки.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кроткевич П. Г. Выращивание высококачественной древесины.— М.—Л.: Гослесбумиздат, 1955. [2]. Никитин И. А. Выращивание бессучковой древесины сосны обрезкой сучьев и удалением почек.— В кн.: Лесокультурный опыт Боярского учебно-опытного лесхоза. М.: Лесн. пром-сть, 1968, вып. 3. [3]. Разумов В. П. Лесоводство.— Брянск: Приокск. кн. изд-во, 1973. [4]. Родин А. Р. Научные основы искусственного возобновления хвойных пород (на примере центральных областей зоны смешанных лесов): Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук.— М., 1980. [5]. Родин А. Р. Завершенное лесокультурное производство как основа искусственного лесовозобновления.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн, 1982, № 6.

Поступила 30 января 1984 г.

УДК 582.282.16 : 630\*232

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ СМОЛЯНОГО РАКА В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Б. П. ЧУРАКОВ

Алтайский университет

При лесопатологическом обследовании сосновых насаждений Алейского лесхоза отмечено развитие смоляного рака в лесных культурах возраста 20—25 лет. Раковые язвы различной величины расположены в верхней части кроны и вызвали суховершинность множества деревьев. Смоляной рак развивался здесь на фоне значительного повреждения сосны подкорным клопом (*Aradus cinnatomeus* Panz.).

Для выяснения связи между развитием смоляного рака и повреждением сосны подкорным клопом была определена степень зараженности болезнью сосновых культур без повреждения их подкорным клопом (контроль) и таких же культур, заселенных энтомовредителем (опыт). В обследованных насаждениях закладывали учетные площадки по 100 деревьев в каждой в шестикратной повторности. На пробных площадях проводили сплошной пересчет деревьев с подразделением на здоровые и больные (табл. 1). Обследовали чистые сосновые насаждения IV—V классов бонитета с полнотой 0,6—0,7 в типе леса сосняк лишайниковый, характеризующийся крайней сухостью и бедностью почв. Живой напочвенный покров представлен различными видами лишайников, кошачьей лапкой, вейником, ковылем.

Результаты лесопатологического обследования сосновых культур дают основание предположить, что зараженность сосны при развитии на ней подкорного клопа (41,3 %) значительно выше, чем в насаждениях без энтомовредителя (28,2 %).

Определена зависимость выживаемости сосновых культур от комплексного влияния на деревья рака-серянки и соснового подкорного клопа. Результаты обследования приведены в табл. 2.

По нашим данным, при одновременном поражении сосновых культур смоляным раком и подкорным клопом отмирает примерно в три раза больше деревьев, чем при развитии только рака-серянки. Процент отмирающих деревьев соответственно равен 27,1 и 9,2 %, различие достоверно.

Таблица 1

Влияние подкорного клопа на зараженность сосны  
смоляным раком

Номер пробной площади	Таксационные показатели				Контроль		Опыт	
	Полнота	Класс бонитета	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Число зараженных деревьев, шт.	Процент зараженных деревьев	Число зараженных деревьев, шт.	Процент зараженных деревьев
1	0,7	IV	4,5	4,3	31	31	40	40
2	0,6	V	3,2	3,3	34	34	43	43
3	0,6	IV	4,2	4,5	30	30	37	37
4	0,7	IV	4,3	4,6	26	26	36	36
5	0,7	IV	4,0	4,2	25	25	45	45
6	0,6	IV	4,1	4,4	24	24	43	43
Среднее	0,65	IV	4,0	4,2	28,2	28,2	41,3	41,3

Примечание. Для контроля в среднем  $\sigma = \pm 4$ ;  $m = \pm 1,6$ ; для опыта  $\sigma = \pm 3,3$ ;  $m = \pm 1,4$ ;  $T = 6,1$ .

Таблица 2

## Выживаемость сосновых культур в контроле и опыте, %

Номер пробной площади	Таксационные показатели				Контроль		Опыт	
	Полнота	Класс бонитета	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Число отмерших деревьев, шт.	Процент отмерших деревьев	Число отмерших деревьев, шт.	Процент отмерших деревьев
1	0,7	IV	4,0	4,2	8	8	21	21
2	0,6	V	3,2	3,5	11	11	30	30
3	0,6	IV	4,2	4,4	9	9	32	32
4	0,7	IV	4,3	4,1	8	8	29	29
5	0,7	IV	4,5	4,5	10	10	25	25
6	0,6	IV	4,4	4,5	11	11	27	27
Среднее	0,65	IV	4,1	4,2	9,2	9,2	27,1	27,1

Примечание. Для контроля в среднем  $\sigma = \pm 1,8$ ;  $m = \pm 0,7$ ; для опыта  $\sigma = \pm 3,8$ ;  $m = \pm 1,6$ ;  $T = 10,5$ .

Фитопатологические обследования приспевающих и спелых сосновых древостоев в различных типах леса, проведенные в 1980 г. в Барнаульском ленточном бору [3], показали, что пораженные смоляным раком деревья на 94 % являются суховершинными. У таких деревьев раковые язвы расположены обычно в верхней или средней частях кроны. Около 6 % пораженных деревьев имели раковые раны под кроной, что привело к полному их отмиранию. Степень зараженности сосновых древостоев в определенной степени зависит от их возраста. Например, в сосняке-черничнике сосна III класса возраста поражена раком-серянкой на 2,1 %, IV класса — на 6,1 %, VII класса — на 10,8 %. В сосняке травяном сосна в III классе возраста поражена на 2,6 %, в IV — на 7,2 %, в VII — на 11,6 %.

На степень зараженности сосны смоляным раком существенно влияет, по-видимому, полнота насаждений. Исследования сосновых древостоев IV класса возраста показали, что низкополнотные насаждения поражены болезнью сильнее, чем высокополнотные. Например, в сосняке-черничнике при полноте 0,3 зараженность деревьев составила 9,1 %, при полноте 0,5 — 4,2 %, 0,7 — всего 2,1 %. В сосняке-брусничнике при полноте 0,2 зараженность деревьев составила 9,8 %, 0,5 —

4,2 %, 0,7—3,5 %. Ржавчинные грибы, вызывающие смоляной рак, являются свето- и теплолюбивыми видами [1], поэтому они сильнее поражают низкополнотные расстроенные насаждения, а также деревья, растущие по опушкам, рединам, у дорог, просек. Смоляной рак поражает сосну в ленточных борах повсюду, но наибольший вред он наносит в пригородных лесах с высокими рекреационными нагрузками, где зараженность древостоев достигает 22 %.

Летом 1982 г. было определено влияние рекреационных нагрузок на степень зараженности сосны обыкновенной смоляным раком. Обследование проводили в Барнаульском ленточном бору в двух типах леса: сосняке-брусничнике и сосняке-черничнике. Сосняки-брусничники — чистые по составу древостои с полнотой 0,4—0,7, IV класса бонитета с редким подлеском из боярышника кроваво-красного. Живой напочвенный покров представлен различными видами лишайников, брусничкой, кошачьей лапкой, ковылем. Условия местопроизрастания характеризуются сухостью и бедностью почв. Сосняки-черничники — также чистые сосновые древостои с единичной примесью березы бородавчатой. В подлеске боярышник кроваво-красный, акация желтая, ива козья, малина обыкновенная. В напочвенном покрове преобладали черника, зеленые мхи, брусника, грушанки, зимолобка и т. д.

Зараженность сосны смоляным раком определяли по трем стадиям рекреационной дигрессии [2]. Вторая стадия — малонарушенные сосняки с полнотой 0,7, с подлеском из кустарников, с почти не нарушенным напочвенным покровом; третья стадия — нарушенные сосняки с полнотой 0,6, с разреженным подлеском, с нарушенным травяным покровом, в насаждении формируются тропы; четвертая стадия — сильно нарушенные сосняки с полнотой 0,4—0,5, подлесок отсутствует или очень редкий, угнетенный, в насаждении множество троп и вытопанных площадок. Стадии рекреационной дигрессии определяли глазомерно по общему состоянию древостоя, подлеска, живого напочвенного покрова, по степени нарушенности лесной подстилки, травяного покрова, полноте древостоя, характеру выпадения отдельных элементов лесного биоценоза.

В табл. 3 приведены средние из шести повторностей (проб) данные по определению степени зараженности сосны в приспевающих насаждениях смоляным раком в разных стадиях рекреационной дигрессии в двух типах леса.

Таблица 3.

Влияние степени рекреации  
на зараженность сосны смоляным раком  
в сосняках-брусничнике и черничнике

Стадия дигрессии	Полнота	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Число зараженных деревьев, шт.	Процент зараженности	$\pm \sigma$	$\pm t$	$T$
Сосняк-брусничник								
2	0,70	19	19	3,2	3,2	0,41	0,17	
3	0,55	20	20	5,4	5,4	0,52	0,21	8,5
4	0,45	19	18	11,1	11,1	0,90	0,37	17,3
Сосняк-черничник								
2	0,70	23	24	2,1	2,1	0,41	0,17	
3	0,60	20	22	4,1	4,1	0,75	0,31	6,0
4	0,50	22	23	9,1	9,1	0,98	0,40	10,0

Из данных табл. 3 видно, что в обследованных сосновых насаждениях Барнаульского ленточного бора тип леса не оказывает существенного влияния на зараженность сосны смоляным раком. Различия между степенями зараженности сосны в сосняке-черничнике и сосняке-брусничнике по всем стадиям рекреационной дигрессии недостоверны (соответственно  $T_1 = 4,5$ ,  $T_2 = 3,6$ ,  $T_3 = 3,6$ ). В то же время увеличение рекреационной нагрузки сильно сказывается на зараженности сосновых древостоев смоляным раком в обоих типах леса. В сосняке-брусничнике зараженность повышается от 3,2 % во второй стадии до 11,1 % в чет-

вертой, в сосняке-черничнике соответственно от 2,1 до 9,1 %. Различия между ними достоверны.

Результаты проведенных лесопатологических обследований показывают, что в обследованных сосновых насаждениях зараженность сосны смоляным раком находится в зависимости от таксационных показателей, а также факторов внешней среды, неблагоприятно действующих на жизнеспособность деревьев, в частности энтомовредителей и высоких рекреационных нагрузок. Комплексное влияние этих факторов часто приводит к отмиранию отдельных деревьев и к последующему распаду насаждений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воронцов А. И. Смоляной рак в лесах Приокско-Тerrasного заповедника.— Тр. Приокско-Тerrasного заповедника, 1971, вып. 5. [2]. Чураков Б. П. Зараженность сосны обыкновенной корневой и сосновой губками в зависимости от степени рекреационной нагрузки.— Микология и фитопатология, 1982, № 6. [3]. Чураков Б. П. Грибы и грибные болезни сосны обыкновенной в ленточных борах Алтайского края.— Иркутск: ИГУ, 1983.

Поступила 4 июля 1984 г.

УДК 630\*4 : 595.768.001.4

### РАЗВИТИЕ БОЛЬШОГО СОСНОВОГО ДОЛГОНОСИКА НА ВЫРУБКАХ И ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ВРЕДИТЕЛЯ ДЛЯ НАСАЖДЕНИЙ

О. В. ТАРАСОВА, В. Г. СУХОВОЛЬСКИЙ

Красноярский государственный университет

Большой сосновый долгоносик (*Hyllobius abietis* L.) — один из наиболее распространенных и опасных вредителей сосновых и еловых молодняков. Очаги массового размножения вредителя образуются на лесосеках различных видов сплошных и выборочных рубок. Повреждение жуками долгоносика культур и самосева хвойных пород приводит к их усыханию или деформации надземных частей у выживших растений. Деформированные сеянцы отстают в росте и в дальнейшем переходят в категорию угнетенных растений, из которых образуются многовершинные и кривоствольные деревья в спелом насаждении. Наибольший вред хвойным молоднякам причиняют взрослые жуки во время дополнительного питания вегетативными частями кормовых растений, в то время как личинки большого соснового долгоносика повреждают, как правило, корни усыхающих деревьев и в основном развиваются в пнях [5].

По данным Н. З. Харитоновой [9], заселенность пней большим сосновым долгоносиком зависит от их диаметра. С увеличением диаметра пней возрастает не только уровень их заселенности, но и удельная заселенность — число жуков на 1 см диаметра пня.

Существенный интерес представляют данные о периоде времени, проходящем с момента рубки до начала заселения пня большим сосновым долгоносиком. Пни осенней и зимней рубок заселяются на следующую весну [9], однако возможно заселение пней свежих весенних вырубков [4, 9].

Значительно разнятся данные о сроках пригодности пней для заселения большим сосновым долгоносиком. По данным Н. З. Харитоновой [9], жуки большого соснового долгоносика уходят с вырубки через два-три года, а на Севере — через три-четыре. В то же время, по данным А. С. Рожкова [5], пни пригодны для заселения в течение шести лет после рубки.

Приведенные данные говорят о том, что одним из основных факторов, определяющих численность большого соснового долгоносика, является наличие благоприятного субстрата для заселения. Исходя из объема кормовой базы, можно оценивать и опасность вредителя для данного насаждения. Однако неясно, какие из показателей кормового объекта характеризуют его взаимодействие с насекомыми. Для изучения этого вопроса в 1981—1983 гг. в Краснотуранском ленточном бору (южная часть Красноярского края) исследовали популяции большого соснового долгоносика на пнях зимних рубок 1980 и 1981 гг. (общая площадь вырубок — 72 га). Изучали половую и возрастную структуру популяции долгоносика, проводили количественные учеты численности вредителя на пнях [8].

Жуков учитывали по методике, предусматривающей раскопку почвы вокруг пней до глубины 30 см на площади радиусом 50 см [5]. Всего обследовано 89 пней. Все они были заселены вредителем только в течение одного сезона. Столь быстрое освоение и уход с кормового объекта является, по-видимому, спецификой Краснотуранского ленточного бора, находящегося на южной границе ареала сосны [3].

Данные по количественному распределению жуков большого соснового долгоносика на пнях в зависимости от диаметра пней представлены на рис. 1. Они существенно отличаются от результатов, полученных Н. З. Харитоновой [9]. Как видно из рис. 1, в распределении количества жуков в зависимости от диаметра пней нет каких-либо закономерностей. Не наблюдается также роста удельной заселенности пней с увеличением их диаметра.

Следовательно, в случае быстрого освоения кормовых объектов вредителями такой морфологический параметр, как диаметр пня, не может служить показателем взаимодействия между насекомыми и их кормовыми объектами. Не выступают в качестве показателя и сроки рубок, ибо для рубок одного и того же года число жуков на пнях одного диаметра может значительно различаться. В связи с этим возникает необходимость введения такой характеристики кормового объекта, которая давала бы возможность описать его взаимодействие с жуком.

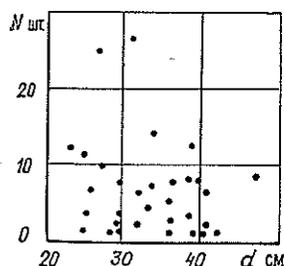


Рис. 1. Заселенность пней различных диаметров большим сосновым долгоносиком ( $N$  — число жуков на пне;  $d$  — диаметр пня).

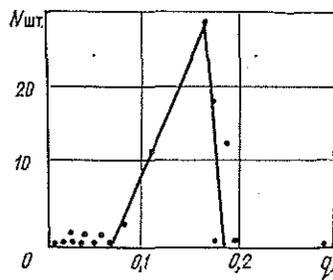


Рис. 2. Связь диэлектрического показателя состояния тканей пня  $q$  с заселенностью  $N$  пня большим сосновым долгоносиком.

Для оценки состояния тканей пней в настоящей работе использовали метод диэлектрической спектроскопии. Ранее подобный метод был применен для оценки состояния деревьев при изучении взаимодействия дерева с ксилофагами [2, 7]. Суть метода заключается в измерении сопротивления  $R$  и емкости  $C$  тканей при пропускании через них переменного электрического тока различных частот [10]. Показано, что диэлектрические характеристики тканей луба дерева в диапазоне частот 0,1—

100 кГц могут быть охарактеризованы параметрами  $a_R, b_R, a_C, b_C$ , рассчитываемыми из значений  $R$  и  $C$  на всех рабочих частотах [7]. В качестве показателя состояния тканей при этом может быть использована величина  $q = \frac{a_C^2 b_R^2}{a_R^2 b_C}$  [8]. В норме  $q \approx 0,2-0,3$ . При развитии в тканях патологических изменений  $q \rightarrow 0$ .

Диэлектрические характеристики тканей пней измеряли с помощью моста переменного тока в диапазоне частот 0,1—100 кГц. Контакт тканей с мостом осуществлялся через стальные игольчатые неизолированные электроды диаметром 0,1 см, введенные в пень в радиальном направлении на расстоянии 1,5 см друг от друга. Процесс измерения в общей сложности занимал 2—4 мин. Более подробно техника и методика измерений изложена ранее [6].

Использование диэлектрических показателей тканей пней позволяет дать оценку их состояния. Полученная оценка может быть сопоставлена с данными об уровне заселения пня жуками большого соснового долгоносика (рис. 2). Как видно из рисунка, связь между диэлектрическим показателем состояния тканей  $q$  и уровнем  $N$  заселенности пня большим сосновым долгоносиком немонотонна. До определенного значения  $q \approx 0,18$  пень не заселяется долгоносиками, так же как пни с  $q < 0,07$ . Для пней с  $0,07 < q < 0,18$  наблюдается пилообразная зависимость числа жуков большого соснового долгоносика на пне  $N$  от величины  $q$ .

Таким образом, жуки большого соснового долгоносика заселяют лишь пни, ткани которых находятся на определенном этапе изменения состояния. Это означает, что при анализе взаимодействия между жуками большого соснового долгоносика и кормовыми объектами применим принцип «скользящей устойчивости», согласно которому, каждый вид насекомых может заселять кормовой объект только на определенных этапах потери им физиологической устойчивости [1]. Диапазон состояний кормового объекта, при которых возможно заселение его данным видом вредителя, будет характеризовать «область захвата» для данного вида [2]. Очевидно, что область значений  $q = 0,07-0,18$  можно считать «областью захвата» для большого соснового долгоносика.

Как уже указывалось, для тканей здорового дерева  $q = 0,2-0,3$ . У мертвых тканей  $q \rightarrow 0$ . Очевидно, для тканей пня в процессе их отмирания  $q$  будет изменяться в этих же пределах. Однако скорость уменьшения  $q$  для различных пней с разным начальным состоянием и находящихся в различных экологических условиях неодинакова [8]. В связи с этим пни одного срока рубки и одного диаметра могут достигнуть «области захвата» в разное время. Этим же можно объяснить отсутствие зависимости уровня заселенности пней жуками большого соснового долгоносика от диаметра пней и от сроков рубки.

Опасность жуков большого соснового долгоносика для данного насаждения, очевидно, зависит от их численности. Простейшую оценку численности жуков на данном участке  $V$  дает выражение

$$V = MSp\bar{N},$$

где  $M$  — плотность пней, шт./га;

$S$  — площадь участка;

$p$  — доля пней с диэлектрическими характеристиками, попадающими в «область захвата»;

$\bar{N}$  — средняя плотность жуков на пне.

Для более точной оценки  $V$  «область захвата» необходимо разбивать на подобласти, для каждой из которых определять  $p$  и  $\bar{N}$  и далее суммировать полученные оценки численности жуков.

Для одной из изучавшихся пробных площадей, где рубки проводили на площади  $S \approx 1$  га, была оценена численность жуков большого соснового долгоносика. При  $M = 106$  шт./га,  $p = 0,24$ ,  $S = 1$  га,  $\bar{N} = 14$  (вычислена, исходя из шкалы «скользящей устойчивости» на рис. 2)  $V \approx 360$  жуков. Эта величина, очевидно, характеризует степень опасности большого соснового долгоносика для насаждений.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Исаев А. С., Гирс Г. И. Взаимодействие дерева и насекомых-ксилофагов.— Новосибирск: Наука, 1975.— 346 с. [2]. Исаев А. С., Киселев В. В., Суховольский В. Г. Индикация состояния пихты сибирской в очаге массового размножения большого черного хвойного усача.— Лесоведение, 1982, № 4, с. 3—8. [3]. Почвенные факторы продуктивности сосняков/ Н. В. Орловский, С. А. Коляго, Э. Е. Боболева и др.— Новосибирск: Наука, 1976.— 230 с. [4]. Рожков А. С. Чешуекрылые — вредители почек и побегов соснового молодняка в Прибайкалье.— В кн.: Леса и вредители лесов Восточной Сибири. Иркутск, 1957, с. 122—137. (Тр. Вост.-Сиб. фил. АН СССР). [5]. Рожков А. С. К изучению сезонной динамики численности и вредной деятельности долгоносиков в сосновых молодняках на лесосеках Прибайкалья.— В кн.: Леса и вредители лесов Восточной Сибири. Иркутск, 1957, с. 138—147. (Тр. Вост.-Сиб. фил. АН СССР). [6]. Суховольский В. Г., Гринин Э. Ф., Середкин В. А. Аппаратура и методы измерения электрофизиологических параметров тканей растущих деревьев в полевых условиях.— В кн.: Реакция хвойных на действие повреждающих факторов. Красноярск, ИЛиД СО АН СССР, 1979, с. 83—93. [7]. Суховольский В. Г. Изменение диэлектрических свойств тканей деревьев под воздействием насекомых.— В кн.: Консортивные связи дерева и дендрофильных насекомых. Новосибирск: Наука, 1982, с. 41—56. [8]. Тарасова О. В., Суховольский В. Г. Принцип скользящей устойчивости при исследовании насекомых-вредителей молодняков.— Красноярск, 1982.— 29 с. (Препринт ИЛиД). [9]. Харитонов Н. З. Большой сосновый долгоносик и борьба с ним.— М.: Лесн. пром-сть, 1965.— 88 с. [10]. Шван Г. Спектроскопия биологических веществ в поле переменного тока.— В кн.: Электроника и кибернетика в биологии и медицине. М.: ИЛ, 1963, с. 71—108.

Поступила 17 июля 1984 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630\*375.5

СКОРОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
И ВРЕМЯ ХОДА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ  
ПРИ ДВИЖЕНИИ НА ПОВОРОТАХ

А. В. ЖУКОВ, А. И. КИРИЛЬЧИК

Белорусский технологический институт

Как показали исследования [1, 2], определение скоростей движения и времени хода лесовозных автопоездов на маршрутах находится в непосредственной зависимости от технических характеристик автопоезда, рейсовой нагрузки, продольного профиля дороги и т. д. Однако при движении лесовозных автопоездов на криволинейных участках дорог и поворотах эти характеристики изучены недостаточно.

Рассмотрим движение лесовозного автопоезда на повороте и действия водителя. В начальном положении автопоезд движется по прямолинейному участку с определенной скоростью. Приближаясь к повороту, водитель убирает ногу с педали подачи топлива, и автопоезд продолжает двигаться с замедлением. В некоторых случаях водитель постепенно подтормаживает так, что скорость движения автопоезда уменьшается плавно. Плавность снижения скорости объясняется большой массой, к тому же при резком торможении возможно складывание автопоезда.

Как правило, движение замедляется до момента, когда водитель поворачивает управляемые колеса и автопоезд входит в поворот. В этот момент водитель инстинктивно нажимает на педаль подачи топлива, автопоезд продолжает двигаться по криволинейной траектории с допустимой скоростью движения на повороте  $v_R$  и, переходя на траекторию выхода из поворота, разгоняется до транспортной скорости.

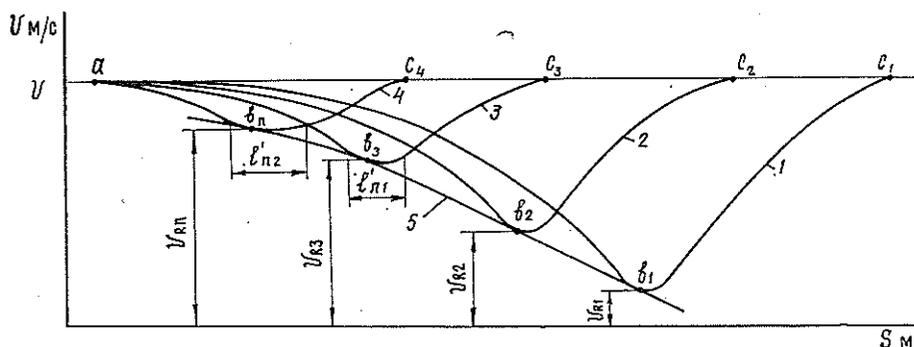


Рис. 1. Общая закономерность изменения скоростей движения лесовозного автопоезда на поворотах.

1-4 — изменение скоростей движения при соотношении радиусов поворотов соответственно:  $R_1 < R_2 < R_3 \dots < R_n$ ; 5 — изменение допустимых скоростей движения.

Предположим, что автопоезд движется по прямолинейному участку со скоростью  $v$  (м/с) и, находясь в точке  $a$  (рис. 1), начинает двигаться

с замедлением, приближаясь к повороту. Участки  $ab_1, ab_2, ab_3, \dots, ab_n$  представляют собой путь  $l_n$ , пройденный в процессе замедления при изменении скорости от  $v$  до  $v_R$ . Скорости  $v_R$  являются ординатами точек  $b$ . Кривая 5, соединяющая точки  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ , характеризует функциональную зависимость скорости  $v_R$  от радиусов поворотов. Участки  $b_1c_1, b_2c_2, b_3c_3, \dots, b_nc_n$  представляют собой путь  $l_p$ , пройденный автопоездом при разгоне.

При движении на поворотах с малыми радиусами кривизны автопоезд, совершив вход в поворот, сразу переходит на траекторию выхода из него (кривые 1 и 2). При достаточно больших радиусах (кривые 3 и 4) автопоезд, совершив вход в поворот, движется по криволинейному участку со скоростью  $v_R$  (отрезки  $l'_n$ ), переходя в дальнейшем на траекторию выхода.

Если выразить общее расстояние вывозки в виде:  $L = l_n + l_p$ , где  $l_n$  — длина прямолинейных участков пути, а  $l_p$  — длина криволинейных участков, то для определения общего времени движения лесовозного автопоезда можно записать:

$$T = \frac{l_n}{v_i} + \frac{l_p}{v_{in}} = \frac{L}{v_i} - \frac{l_p}{v_i} + \frac{l_p}{v_{in}}, \quad (1)$$

где  $v_i$  — средняя техническая скорость движения по  $i$ -тым участкам пути;

$v_{in}$  — средняя скорость движения на  $i$ -том криволинейном участке.

На основании уравнения (1) потери времени от снижения скорости лесовозного автопоезда при прохождении единичного поворота целесообразно определять по формуле

$$T_i^R = T_p^R - T_{дв}, \quad (2)$$

где  $T_p^R = l_n/v_{in}$  — реальные потери времени при прохождении единичного поворота;

$T_{дв} = l_p/v_i$  — время прохождения единичного поворота без снижения скорости.

Тогда общее время движения лесовозных автопоездов выражается формулой

$$T = \frac{L_m}{v_m} + \frac{L_b}{v_b} + \frac{L_{yc}}{v_{yc}} + \sum_{i=0}^n T_i^R, \quad (3)$$

где  $L_m, L_b, L_{yc}$  — протяженность участков дорог, соответственно, магистралей, веток, усов;

$v_m, v_b, v_{yc}$  — средние технические скорости движения по тем же участкам;

$n$  — число поворотов, которые лесовозный автопоезд проходит со снижением скорости.

Время замедления автопоезда перед поворотом можно найти из выражения:  $t_n = l_n/v_n$ , где  $v_n$  — средняя скорость на участке  $l_n$ , м/с:  $v_n = (v + v_R)/2$ . Аналогично определяется время разгона автопоезда:  $t_p = l_p/v_p$ , где  $v_p$  — средняя скорость на участке  $l_p$ , определяемая идентично скорости  $v_n$ . Время движения по криволинейному участку с допустимой скоростью:  $t_n = l'_n/v_R$ , где  $l'_n$  — длина криволинейного участка, по которому автопоезд движется со скоростью  $v_R$ .

Тогда реальное время при прохождении поворотов автопоездом

$$T_p^R = \frac{2(l_n + l_p)}{v + v_R} + \frac{l'_n}{v_R}. \quad (4)$$

Время прохождения единичного поворота без снижения скорости

$$T_{\text{дв}} = \frac{l_n + l'_n + l_p}{v}. \quad (5)$$

Подставим значения (4) и (5) в уравнение (2) и после преобразования получим

$$T_i^R = \left(1 - \frac{v_R}{v}\right) \left(\frac{l_n + l_p}{v + v_R} + \frac{l'_n}{v_R}\right). \quad (6)$$

При малых радиусах поворотов  $l'_n = 0$  и уравнение (6) принимает вид

$$T_i^R = \left(1 - \frac{v_R}{v}\right) \frac{l_n + l_p}{v + v_R}. \quad (7)$$

При проведении хронометражных наблюдений процесса движения лесовозного автопоезда на поворотах было установлено, что если общая длина криволинейной траектории поворота  $l_n \geq 2,5 L_6$ , где  $L_6$  — база лесовозного автопоезда, то путь криволинейной траектории, по которой автопоезд движется с постоянной скоростью, определяется выражением:

$$l'_n = R_n \varphi_n - 2,5 L_6, \quad (8)$$

где  $R_n$ ,  $\varphi_n$  — соответственно радиус и угол поворота.

В этом случае потери времени следует определять по формуле (6). Если  $l_n < 2,5 L_6$ , то  $l'_n = 0$ , т. е. в данном положении автопоезд, совершив вход в поворот, сразу переходит на траекторию выхода из него, и расчет следует вести по формуле (7).

В работе [4] приведена зависимость по определению допустимой скорости движения лесовозного автопоезда на поворотах из условия сопротивления боковому сдвигу

$$v_R = \sqrt{Rg(\varphi_2 \pm i)}, \quad (9)$$

где  $R$  — радиус поворота;

$g$  — ускорение свободного падения;

$\varphi_2$  — коэффициент сопротивления боковому сдвигу;

$i$  — поперечный уклон проезжей части дороги.

На основании анализа хронометражных наблюдений движения лесовозного автопоезда на поворотах, проводимых в Борисовском ЛПХ, была получена функциональная зависимость допустимой скорости движения на повороте от радиуса поворота, аппроксимированное выражение которой имеет вид:

$$v_R = K_1 \sqrt{R - R_{\text{min}}}, \quad (10)$$

где  $K_1$  — коэффициент пропорциональности ( $K_1 = 2,31$  при холостом ходе лесовозного автопоезда,  $K_1 = 1,62$  при грузовом ходе);

$R_{\text{min}}$  — минимальный радиус поворота автопоезда.

Зависимости допустимых скоростей движения на повороте, полученные расчетом по формуле (9), и результаты хронометражных наблюдений представлены на рис. 2. Расчетные значения при радиусах поворота  $R > 30$  м занимают промежуточное положение между хронометражными данными при холостом и грузовом ходах лесовозного автопоезда. При радиусах  $R < 30$  м расчетные значения несколько выше замеренных, т. е. реальные допустимые скорости движения лесовозного автопоезда на поворотах с малыми радиусами кривизны ниже предельно допустимых скоростей по условиям сопротивления боковому сдвигу. Данное по-

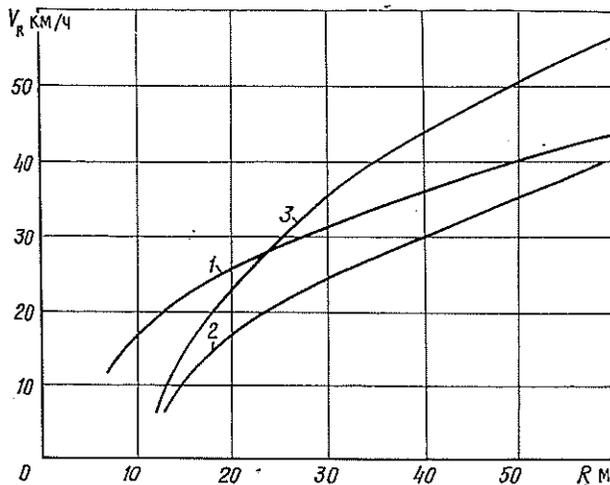


Рис. 2. Зависимости допустимых скоростей движения лесовозных автопоездов на поворотах.

1 — расчетные значения по формуле (9); 2, 3 — результаты хронометражных наблюдений соответственно для нормально загруженного и порожнего лесовозного автопоезда.

ложение можно объяснить, например, недостаточной видимостью на поворотах и психофизиологическими особенностями водителя.

Путь замедления и разгона автопоезда можно определить из выражения, полученного на основании аппроксимации данных хронометражных наблюдений:

$$l_{н,р} = K_2 (v - v_R)^{3/2}, \quad (11)$$

где  $K_2$  — коэффициент пропорциональности ( $K_2 = 3,61$  — для участка пути замедления;  $K_2 = 2,86$  — для участка пути разгона).

Из уравнения (11) видно, что если скорость  $v_R \geq v$ , то лесовозный автопоезд движется на повороте без снижения скорости. Если  $v_R \leq v$ , то скорость снижается и имеют место потери времени.

На рис. 3 представлены зависимости потерь времени лесовозного автопоезда при прохождении единичных поворотов с различными радиусами кривизны, полученные на основании расчета по аналитическим выражениям (5) и (6) с учетом проведенных исследований. Анализ данных зависимостей показал, что при малых скоростях движения 10—12 км/ч, соответствующих средним техническим скоростям движения по усам (кривая 1), потери времени возникают при радиусах поворотов  $R < 15$  м. При движении, например, по улучшенным грунтовым дорогам со средней технической скоростью

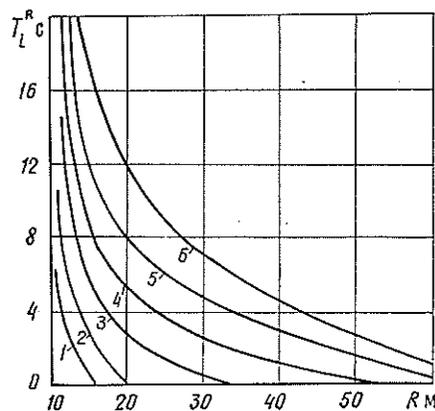


Рис. 3. Зависимости потерь времени лесовозного автопоезда при движении на поворотах с различными радиусами кривизны.

1—6 — зависимости  $T_i^R = f(R)$  при поворотах на  $90^\circ$  при линейных скоростях движения соответственно 10, 20, 30, 40, 50 и 60 км/ч.

38—40 км/ч (кривая 4), при радиусах  $R > 50$  м потери времени практически отсутствуют, а при уменьшении радиусов поворотов потери резко возрастают.

В таблице приведены результаты хронометражных наблюдений и аналитических расчетов потерь времени при движении лесовозного автопоезда на поворотах. Расхождения в общем случае не превышают 10%.

Показатели	При холостом ходе	При грузовом ходе
Число поворотов, пройденных лесовозным автопоездом со снижением скорости, за одну езду	18	34
Число ездов	6	6
Математическое ожидание суммарных потерь времени на поворотах (хронометражные наблюдения), с	110,0	202,2
Дисперсия суммарных потерь времени, с	53,2	381,1
Результаты аналитического расчета суммарных потерь времени на поворотах, с	102,3	182,3
Расхождение результатов аналитических и экспериментальных данных, %	6,9	9,8

Оценку средней технической скорости движения лесовозного автопоезда с учетом потерь времени на поворотах можно производить с помощью поправочного коэффициента.

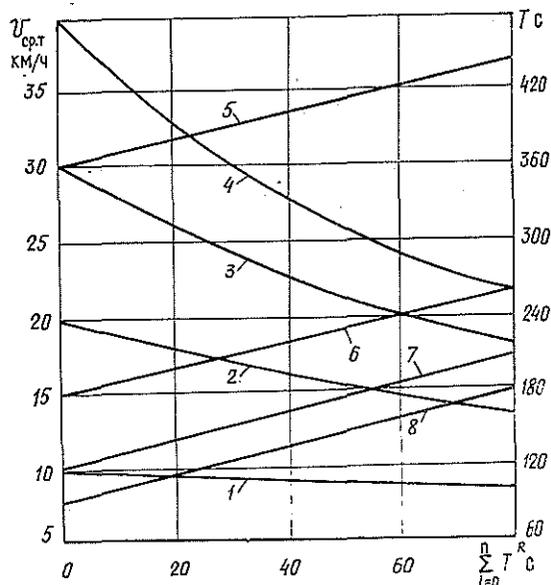


Рис. 4. Зависимости средней технической скорости движения и времени хода лесовозных автопоездов от потерь времени на поворотах.

1, 5 — соответственно  $v_{ср.т}$  и  $T$  при нормированной средней технической скорости движения 10 км/ч; 2, 6 — при 20 км/ч; 3, 7 — при 30 км/ч, 4, 8 — при 40 км/ч.

$$v_{\text{ср. т}} = p v_{\text{ср. т}}^{\text{н}}, \quad (12)$$

где  $p$  — поправочный коэффициент

$$p = \frac{1}{1 + 1,39 \cdot 10^{-4} v_{\text{ср. т}}^{\text{н}} \sum_{i=0}^n T^R}; \quad (13)$$

$v_{\text{ср. т}}^{\text{н}}$  — нормативная средняя техническая скорость движения [3];

$\sum_{i=0}^n T^R$  — суммарные потери времени лесовозного автопоезда при поворотах, приведенных на 1 км пути.

Зависимости средней технической скорости движения и времени хода от потерь времени при движении лесовозного автопоезда на поворотах представлены на рис. 4. Из графика видно, что при малых суммарных потерях времени на поворотах, составляющих 1—3 с на 1 км пути, изменение средней технической скорости и времени хода не превышает 5 % нормированных значений и при практических расчетах может не учитываться. При суммарных потерях времени более 3 с на 1 км пути необходимо пересчитывать нормированные средние технические скорости движения с учетом поправочного коэффициента и времени хода автопоезда по формуле (2).

Таким образом, на основании полученных зависимостей можно производить уточненный расчет средних технических скоростей движения и времени хода лесовозных автопоездов с учетом потерь времени при прохождении криволинейных траекторий поворотов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ильин Б. А., Корунов М. М., Кувалдин Б. И. Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог.—М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 575 с. [2]. Леонovich И. И. Автомобильные лесовозные дороги.— Минск: Высш. школа, 1965.— 393 с. [3]. ОНТП 02—80. Общесоюзные нормы технологического проектирования лесозаготовительных предприятий. Ч. 1. Нормы.—Л.: Минлесбумпром СССР, 1982.

Поступила 1 марта 1985 г.

УДК 625.31.001.24

### ВЛИЯНИЕ МЕСТНОГО ОСЛАБЛЕНИЯ БАЛЛАСТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНО-НАПРЯЖЕННОГО ПУТИ УЖД

С. И. МОРОЗОВ

Архангельский лесотехнический институт

Перемещению рельсошпальной решетки поперек пути противодействует сопротивление балласта сдвигу шпал. Обычно считают, что для всех шпал это сопротивление одинаково. Такое предположение не соответствует реальным условиям. По данным Е. М. Бромберга [1, с. 54—61], из-за неоднородности балласта и степени его уплотнения среднее квадратичное отклонение силы сопротивления сдвигу одиночной шпалы в балласте составляет 20—25 % от ее среднего арифметического. На практике возможны также случаи, когда вследствие уменьшения плотности балласта или размеров балластной призмы сопротивление сдвигу отдельных шпал (или их группы) может составить 50 % и менее от значения его в нормальных условиях. Для шпал с оголенными торцами оно уменьшается на 35—40 %, при засыпке шпальных ящиков на 2/3 их высоты (а не до верхней постели шпал) — на 30—35 %, при переходе от плотного к рыхлому балласту — примерно в 2 раза [2, с. 91—92].

Изменение сопротивления сдвигу под воздействием отмеченных факторов может повлиять на устойчивость температурно-напряженной рельсошпальной решетки.

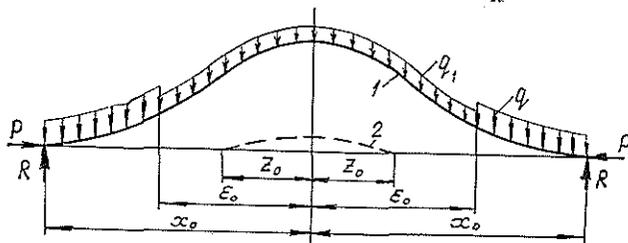


Рис. 1. Расчетная схема.

1 — искривленная ось пути; 2 — начальная неровность.

Влияние местного ослабления балласта на устойчивость пути было рассмотрено нами ранее [3]. Расчетная схема представлена на рис. 1. Искривленный участок пути длиной  $2x_0$  расположен в зоне начальной неровности длиной  $2z_0$  и стрелой прогиба  $f_0$ . В его средней части (наиболее неблагоприятный случай) протяженностью  $2\epsilon_0$  интенсивность сил сопротивления  $q_1$  меньше, чем интенсивность  $q$  по краям участка ( $q_1 < q$ ).

Для определения расчетной (минимальной) температурной критической сжимающей силы, по достижении которой возможен выброс пути, в работе [3] получено выражение:

$$P_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{[\pi - (1-n)(k\epsilon_0 + \sin k\epsilon_0)] qEI}{\mu f_0}}, \quad (1)$$

где  $k = \sqrt{P_{\text{кр}}/EI}$ ;  $\mu = 0,86$ ;

$q$  — погонное сопротивление неослабленного пути;

$n$  — степень ослабления:  $n = q_1/q$ ;

$EI$  — жесткость решетки в горизонтальной плоскости.

При отсутствии ослабления ( $q_1 = q$ ;  $\epsilon_0 = 0$ ) расчетная сила

$$P_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{\pi qEI}{\mu f_0}}. \quad (2)$$

Обозначим  $P_{\text{кр}}/P_{\text{кр}} = \alpha$ . Это — безразмерная величина, которая характеризует степень уменьшения устойчивости пути. Используя уравнения (1) и (2), получим:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\pi - (1-n)(k\epsilon_0 + \sin k\epsilon_0)}{\pi}}. \quad (3)$$

Величина  $\alpha$  зависит только от  $n$  и  $\epsilon_0$ , поэтому более удобна для анализа, чем формула (1). Значения  $\alpha$  при различной длине участка ослабления  $\epsilon_0$  и степени ослабления  $n$  приведены на рис. 2.

Графики на рис. 2 показывают, что устойчивость пути уменьшается при возрастании  $\epsilon_0$  и уменьшении  $n$ . Наименьшее значение  $\alpha$  имеет в случае, когда балласт ослаблен на всей длине изогнутого участка ( $\epsilon_0 = x_0$ ), особенно при малых значениях  $n$ . Если  $n = 0$  и  $\epsilon_0 = x_0$ , то путь обладает нулевой устойчивостью. Как следует из формулы (1), такой вывод справедлив для любого значения стрелы прогиба начальной неровности, в том числе и при  $f_0 = 0$ , т. е. когда участок пути геометрически прямолинеен.

Этот вывод может показаться неверным, так как он противоречит обычным представлениям об устойчивости стержня конечной длины, для которого при  $q = 0$  существует критическая сила, обусловленная жесткостью стержня и определяемая по формуле Эйлера  $P_{кр} = \gamma EI/l^2$ . Однако в данном случае рассматривается устойчивость участка стержня бесконечно большой длины, поэтому при  $P_{кр} = 0$  из условия  $kx_0 = \pi$  имеем  $x_0 = \frac{l}{2} = \infty$ , что соответствует реальным условиям задачи.

На практике случай  $n = 0$  невозможен, особенно на участках сварного пути, где верхнее строение должно содержаться в строгом соответствии с техническими условиями. Однако частичное местное ослабление балласта, как следует из опытов Е. М. Бромберга, возможно и в этом случае, что необходимо учитывать при оценке устойчивости температурно-напряженного сварного пути.

В реальных условиях ось рельсошпальной решетки на некотором ее протяжении представляет собой волнистую линию, состоящую из отдельных начальных неровностей, расположенных между точками перегиба этой оси.

Определим устойчивость в зоне отдельных неровностей, полагая, что  $\varepsilon_0 = x_0$ , т. е. ослабление сопротивления балласта поперечному сдвигу шпал имеет место на всей длине кривой прогибов.

В качестве примера рассмотрим участок, уложенный рельсами Р24 на деревянных шпалах с костыльными креплениями. Балласт — среднерезнистый песок, интенсивность погонного сопротивления которого ( $H \cdot \text{см}$ ) в нормальных условиях выражается экспериментальной зависимостью:

$$q = 2,4 + 15,6f^{0,23}, \quad (4)$$

где  $f$  — поперечное смещение сечения пути.

Значения стрел прогибов  $f_0$  и длин  $l = 2z_0$  отдельных неровностей приведены в таблице.

Длины начальных неровностей сравнительно невелики. В зоне большинства из них располагаются 2—3 шпалы, и только на отдельных неровностях число шпал доходит до 7—8. Так как факторы, влияющие на местное ослабление балласта, имеют не только вероятностную, но и систематическую природу, то возможность уменьшения сопротивления сдвигу нескольких рядом лежащих шпал следует считать реальной. Поэтому предположение, что  $\varepsilon_0 = x_0$ , вполне закономерно, так как позволяет учесть наименее благоприятные условия при оценке устойчивости верхнего строения пути.

Значение критической силы в зоне каждой начальной неровности определим по формулам, приведенным в работе [4]:

$$P_{кр} = \sqrt{\frac{\pi q_p EI}{f_0}} \sqrt{\frac{2kz_0}{\pi \lambda \cos kz_0}}; \quad (5)$$

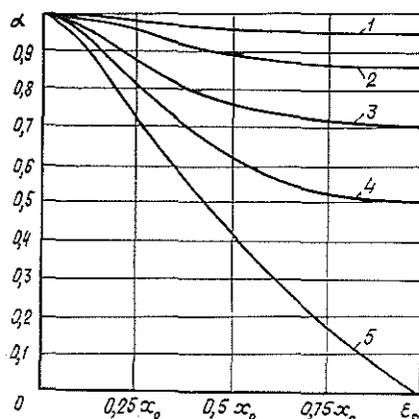


Рис. 2. Зависимость  $\alpha(\varepsilon_0)$ .

1 —  $n = 0,9$ ; 2 —  $n = 0,75$ ; 3 —  $n = 0,50$ ; 4 —  $n = 0,25$ ; 5 —  $n = 0$ .

Но- мер неров- ности	Параметры, см		Силы $P_{кр}$ , кН, при $n$				
	$f_0$	$l$	1	0,9	0,75	0,5	0,25
1	0,14	170	861	822	760	638	474
2	0,08	330	1006	952	866	703	502
3	0,01	114	2557	2439	2250	1882	1404
4	0,06	117	1300	1242	1149	968	722
5	0,27	168	680	650	601	506	377
6	0,20	432	3184	3020	2820	2500	1740
7	0,03	91	1803	1724	1596	1345	1005
8	0,15	127	910	870	805	678	507
9	0,14	133	921	880	814	685	511
10	0,02	68	2288	2189	2028	1710	1282
11	0,03	100	1754	1676	1551	1305	974
12	0,05	275	1221	1157	1054	861	620
13	0,04	108	1542	1474	1364	1148	857
14	0,20	133	810	774	717	604	451
15	0,20	105	871	833	772	651	487
16	0,06	78	1470	1407	1304	1100	825

$$f = 6,93 \frac{q_p EI}{P_{кр}^2} - f_0 \lambda \left( \frac{\pi}{kz_0} \sin kz_0 - 1 \right), \quad (6)$$

где  $\lambda = k^2/(\beta^2 - k^2)$ ;  $\beta = \pi/l$ ;  $EI = 32 \cdot 10^8$  Н·см<sup>2</sup>;

$q_p$  — расчетное значение интенсивности погонного сопротивления.

Введение  $q_p$  обусловлено тем, что формулы (5) и (6) получены для  $q = \text{const}$  на всей длине участка. На самом деле, как следует из формулы (4), погонное сопротивление  $q$  зависит от поперечного смещения сечения  $f$ , которое для различных сечений различно. Как отмечено в работе [4], для учета этого обстоятельства при втором слагаемом формулы (4) необходимо ввести поправочный коэффициент 0,5, т. е.

$$q_p = 2,4 + 7,8f^{0,23}. \quad (7)$$

Значения  $P_{кр}$  для заданных параметров неровности  $f_0$  и  $l$  вычисляются следующим образом.

1. Задают  $f \approx f_0$  и находят  $q_p$  по формуле [7].

2. Задают  $P_{кр}$ , например, вычисляя первое приближение по формуле (2). Решая методом итераций уравнение (5), находят второе приближение  $P_{кр}$ .

3. Определяют  $f$  по уравнению (6), для него находят третье приближение  $P_{кр}$ , затем опять  $f$  и т. д.

Расчеты заканчивают в том случае, когда разность между двумя приближениями  $P_{кр}$  не будет меньше заданной точности (например 1 кН). Обычно достаточно выполнить 6—7 циклов итераций.

Значения  $P_{кр}$  в рассматриваемом примере для некоторых значений  $n$  приведены в таблице, данные которой показывают, что при отсутствии местного ослабления балласта ( $n = 1$ ) наименьшей устойчивостью обладает рельсошпальная решетка в зоне неровности № 5. Значение  $P_{кр}$  зависит от величины  $q$  и при ее уменьшении также уменьшается. Таким образом, если  $n = 1$ , устойчивость всего рассматриваемого участка ограничена устойчивостью пути в зоне неровности № 5. При  $n = 1$  критическое значение температурной сжимающей силы равно 680 кН, так как в зоне других неровностей она существенно выше.

На практике случай, когда  $n = 1$  на всем участке, невозможен. Выше отмечено, что только из-за неравномерного уплотнения балласта

и неоднородности его состава среднее квадратичное отклонение сил сопротивления достигает 25 %. Значит, в этих условиях  $n = 0,75$  и допустимая критическая сила может снизиться до 10—13 %, что особенно опасно в зоне неровности № 5, так как приведет к снижению устойчивости всего участка пути. В зоне остальных неровностей значение  $R_{кр}$  также уменьшится, но будет все же выше, чем при  $n = 1$  для неровности № 5. Для обеспечения высокой устойчивости рельсошпальной решетки следует, очевидно, не допустить ослабления балласта прежде всего в зоне неровности № 5.

Вследствие несоблюдения размеров плеча балластной призмы, что наблюдается на лесовозных УЖД, где встречаются шпалы с оголенными торцами, в зоне отдельных неровностей значение  $n$  будет меньше 0,75. Это может существенно повлиять на положение участков выброса. Например, если для неровности № 5  $n = 1$ , а для неровности № 1  $n = 0,5$ , то выброс может произойти в зоне неровности № 1. Опасны также неровности № 14 и 15.

Таким образом, неравномерность интенсивности погонного сопротивления вдоль пути может существенно повлиять на его устойчивость. Поэтому на участках сварного пути (да и на обычных звеньевых участках) необходимо обеспечить содержание балластной призмы в соответствии с техническими условиями.

Отметим в заключение, что при любой степени ослабления балласта (кроме случая  $n = 0$ , который на практике невозможен) критическая сила существенно зависит от стрелы прогиба начальной неровности и при малых  $f_0$  может иметь большое значение (даже с учетом ослабления балласта).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бромберг Е. М. Устойчивость бесстыкового пути.— М.: Транспорт, 1966.— 67 с. [2]. Кувалдин Б. И., Лаптев В. А. Бесстыковой путь железных дорог колес 750 мм.— М.: Лесн. пром-сть, 1968.— 141 с. [3]. Морозов С. И. О факторах, способствующих выбросу пути.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 6, с. 44—48. [4]. Морозов С. И. Определение критической силы для температурно-напряженного рельсового пути.— Вестн. ВНИИЖТ, 1979, № 2, с. 46—48.

Поступила 25 октября 1985 г.

УДК 630\*377 : 621.86.063.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОПРИВОДА НЕПОЛНОПОВОРОТНОГО РОТАТОРА

В. В. КРЫЛОВ

Мелитопольский институт механизации сельского хозяйства

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ на основных и вспомогательных лесозаготовительных операциях в последнее время на базе серийно выпускаемых трелевочных тракторов и автомобилей созданы конструкции машин, оборудованных гидравлическими манипуляторами. Последние оснащаются сменными рабочими органами — грейферами и клещевыми захватами. Поворот грейферов и клещевых захватов с лесоматериалами вокруг вертикальной оси осуществляется неполноповоротными ротаторами.

Теоретически установлено, что на разворот грейфера с лесоматериалом существенно влияют перетечки рабочей жидкости из полости нагнетания в полость слива неполноповоротного ротатора [3]. Определение внутренних перетечек рабочей жидкости весьма затруднено, так как неизвестны зазоры в сопрягаемых деталях ротатора.

Внутренние перетечки рабочей жидкости оценивают коэффициентом  $\sigma$ , пропорциональным перепаду давления  $\Delta p$  между полостями нагнетания и слива ротатора, а также объемным коэффициентом полезного действия  $\eta_V$ . Найдем связь между объемным кпд  $\eta_V$  и коэффициентом  $\sigma$ .

Объемный кпд ротатора находим по формуле

$$\eta_V = \frac{Q_T}{Q_d}, \quad (1)$$

где  $Q_T$  — объем рабочих полостей ротатора;

$Q_d$  — расход рабочей жидкости, прошедшей через ротатор за один рабочий цикл.

Зная, что

$$Q_d = Q_T + \sigma \Delta p, \quad (2)$$

получим

$$\eta_V = \frac{Q_T}{Q_T + \sigma \Delta p}, \quad (3)$$

или

$$\sigma = \frac{Q_T(1 - \eta_V)}{\Delta p \eta_V}. \quad (4)$$

Для определения объемного кпд  $\eta_V$  используем метод баланса мощности гидропривода

$$N_{ep} = N_n \eta_n \eta_p \eta_m, \quad (5)$$

где  $N_{ep}$  — эффективная мощность ротатора;

$N_n$  — мощность на валу гидронасоса;

$\eta_n$  — полный кпд гидронасоса;

$\eta_p$  — полный кпд ротатора;

$\eta_m$  — гидравлический кпд магистралей, соединяющих гидронасос и ротатор.

Эффективную мощность ротатора определяем по формуле

$$N_{ep} = M\omega, \quad (6)$$

где  $M$  — установившийся крутящий момент на валу ротатора;

$\omega$  — установившаяся угловая скорость вала ротатора.

Полный кпд ротатора найдем из выражения

$$\eta_p = \eta_V \eta_{мех}, \quad (7)$$

где  $\eta_{мех}$  — коэффициент полезного действия, учитывающий механические потери в узлах ротатора.

Потери мощности за счет трения жидкости о стенки трубопроводов учитывают гидравлическим коэффициентом полезного действия  $\eta_m$

$$\eta_m = 1 - \frac{\Delta p'}{p_n}, \quad (8)$$

где  $\Delta p'$  — потери давления, связанные с перетеканием рабочей жидкости;

$p_n$  — давление рабочей жидкости в магистрали.

Величину  $\Delta p'$  можно определить как

$$\Delta p' = \frac{C_v}{g} v \frac{l_n}{d^3}, \quad (9)$$

где  $C$  — коэффициент, зависящий от типа жидкости;  
 $\nu$  — кинематическая вязкость жидкости;  
 $l_n$  — приведенная длина трубопровода;  
 $d$  — диаметр трубопровода;  
 $v$  — скорость движения жидкости.

С учетом местных сопротивлений найдем приведенную длину трубопровода

$$l_n = l + 1350n_z d, \quad (10)$$

где  $n_z$  — суммарный коэффициент, учитывающий местные потери.

Выражая  $\eta_p$  из уравнения (5) и используя уравнение (7), получим:

$$\eta_p = \frac{N_{ep}}{N_n \eta_n \eta_m} = \eta_v \eta_{mex}. \quad (11)$$

Так как теоретический крутящий момент на валу ротатора

$$M_T = \frac{B \Delta p}{8} (D^2 - d^2),$$

где  $B$  — ширина лопасти ротатора;  
 $D, d$  — диаметр цилиндра и диаметр вала ротатора,  
 то

$$M = M_T \eta_{mex}.$$

Подставив эти выражения в уравнение (6), а затем — в уравнение (11), получим:

$$\eta_v = \frac{\omega B \Delta p (D^2 - d^2)}{8 N_n \eta_n \eta_m}. \quad (12)$$

Таким образом, для определения объемного кпд необходимо экспериментально найти угловую скорость вала ротатора  $\omega$ , перепад давлений  $\Delta p$  и мощность на валу гидронасоса  $N_n$ . Эти величины найдены в процессе обработки осциллограмм при проведении эксперимента по плану  $B_4$ . Угловую скорость  $\omega$  определяли методом графического дифференцирования графиков угла поворота вала ротатора, полученных на осциллограммах процесса разворота грейфера (рис. 1, 2).

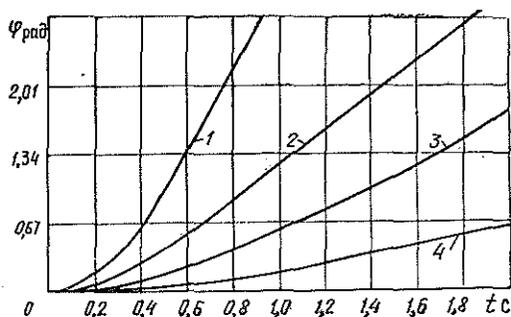


Рис. 1. Зависимость угла поворота грейфера с лесоматериалами от времени поворота  $t$  при различных сечениях дросселя нагнетания ротатора  $S$ .

1 —  $S = 12$  мм<sup>2</sup>; 2 —  $S = 9$ ; 3 —  $S = 6$ ; 4 —  $S = 3$  мм<sup>2</sup>.

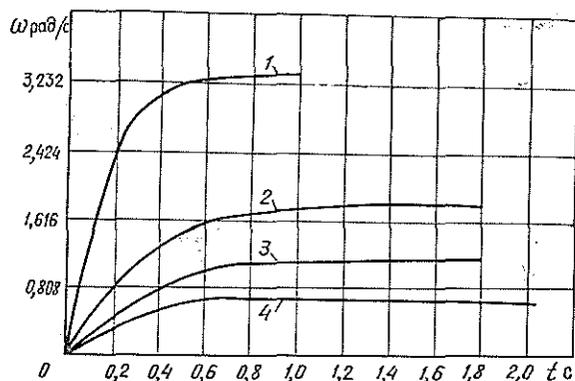


Рис. 2. Зависимость угловой скорости разворота грейфера неполноповоротным ротором, полученная методом графического дифференцирования графика угла поворота, от времени поворота  $t$  при различных сечениях дросселя нагнетания. Обозначения см. на рис. 1.

Для регистрации мощности гидронасоса  $N_H$  применяли ваттметр-самописец М-348, подключенный в электрическую схему электродвигателя привода насоса.

После статистической обработки результатов экспериментальных данных на ЭВМ ЕС-1030 получено уравнение регрессии

$$\eta_V = -0,0174 + 0,07082 \omega \Delta p. \quad (13)$$

Очевидно, что объемный коэффициент полезного действия ротора связан с жесткостью гидропривода  $c_r$

$$c_r = \frac{M}{\varphi}, \quad (14)$$

где  $\varphi$  — угол поворота вала ротора от действия крутящего момента  $M$  при «запирании» гидрораспределителем полости нагнетания и слива.

Если в качестве зависимой переменной выбрать  $c_r$ , а независимой —  $\eta_V$ , то при обработке результатов экспериментальных данных с помощью программы STEPR на ЭВМ ЕС-1030 получим регрессионное уравнение:

$$c_r = 357,16 + 1076,62 \eta_V^2. \quad (15)$$

Это уравнение справедливо в диапазоне изменения объемного КПД от 0,1 до 0,9.

Таким образом, для определения коэффициента внутренних перетечек  $\sigma$  по формуле (4) и жесткости гидропривода ротора  $c_r$  по формуле (15) необходимо найти объемный КПД по формуле (13).

Как отмечали ряд авторов [1, 2], объемный КПД неполноповоротного ротора с прямоугольной рабочей лопастью имеет низкие значения (0,3—0,5). Повысить его весьма затруднительно, особенно при малых угловых скоростях разворота грейфера, так как объем рабочей жидкости, поступающей в нагнетательную полость ротора, сопоставим с внутренними перетечками рабочей жидкости из полости нагнетания в полость слива ротора.

Из сказанного можно сделать вывод, что неполноповоротные ротаторы с прямоугольной рабочей лопастью наиболее эффективны при максимальных угловых скоростях разворота грейфера.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Желтобрюхов А. Н. Определение утечек масла при движении пластины в поворотном гидродвигателе.— В кн.: Гидропривод и гидропневмоавтоматика.— Киев: Техника, 1974, № 15, с. 62—63. [2] Крылов В. В. Динамика гидропривода неполноповоротного ротатора с жестким подвесом грейфера.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 4, с. 70—73. [3]. Таубер Б. А. Подъемно-транспортные машины.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 456 с.

Поступила 18 июня 1984 г.

УДК 630\*383

### ДИСПЕРГИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ НИТРИТА НАТРИЯ НА МЕРЗЛЫЕ И ТАЛЫЕ ГРУНТЫ

В. П. МИГЛЯЧЕНКО

Московский лесотехнический институт

Климатические особенности большинства лесозаготовительных районов нашей страны, а также возросшие планы по вводу лесовозных дорог в действие заставляют изыскивать новые пути, направленные на снижение энергоемкости технологического процесса возведения земляного полотна в зимних условиях.

В настоящее время для предохранения талого грунта от сморзания, а также для разупрочнения мерзлых грунтов при их разработке применяют: хлористый натрий ( $\text{NaCl}$ ), кальций хлористый технический ( $\text{CaCl}_2$ ), калий хлористый технический ( $\text{KCl}$ ), гидрат окиси калия ( $\text{KOH}$ ).

Нами был исследован в качестве химического реагента нитрит натрия в растворе ( $\text{NaNO}_2$ ), выпускаемый серийно в 18—20 %-ной концентрации, согласно ТУ-38-10274-79.

Стоимость 1 т нитрита натрия (марка В, сорт высший) составляет 18 р. Для сравнения укажем, что техническая поваренная соль имеет розничную цену 20 р./т, хлористый кальций от 12 до 40, хлористый калий — 26—34, гидрат окиси калия — 84—97 р./т.

Сущность способа химического размораживания мерзлых грунтов состоит в том, что при вводе 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$  в грунт сильно гидратированные одновалентные катионы  $\text{Na}^+$  замещают катионы кальция и магния участвующих в склеивании микроагрегатов грунта. Это, в свою очередь, вызывает их распад на более мелкие частицы, вокруг которых образуется прочносвязанная вода, не замерзающая при температуре  $-70^\circ\text{C}$ .

Объектом исследований служили образцы из различных типов грунтов, уплотненные на приборе стандартного уплотнения при оптимальной влажности для каждого типа грунта, а затем замороженные при температуре  $-20^\circ\text{C}$  в течение 4 сут. В замороженных образцах просверливали углубления объемом  $1\text{ см}^3$ , куда заливали 20 %-ный водный раствор  $\text{NaNO}_2$ , охлажденный до температуры, близкой к точке эвтектики. При отрицательной температуре до  $-20^\circ\text{C}$  20 %-ный водный раствор  $\text{NaNO}_2$  диспергировал грунт, разупрочняя его. Значит, в грунте 20 %-ный водный раствор  $\text{NaNO}_2$  имеет более низкую эвтектику. Для сравнения отметим, что криогидратная точка лежит в области  $-26^\circ\text{C}$  при концентрации водного раствора  $\text{NaNO}_2$  38 %. Отдельно были исследованы диспергирующие влияния 20 %-ных водных растворов  $\text{NaNO}_2$  и  $\text{NaCl}$  в мерзлых грунтах при температуре реагентов в интервале от 0 до  $+100^\circ\text{C}$ . После полного просачивания солевых растворов разупрочненный грунт удаляли, а для замера его объема из мерной мензурки заливали охлажденную воду при температуре, близкой к  $0^\circ\text{C}$ .

Эффективность диспергирующего влияния водных 20 %-ных растворов  $\text{NaNO}_2$  и  $\text{NaCl}$  оценивали объемом разупрочненного грунта. Повторность опытов составляла не менее 20 при ошибке 10 % и вероятности 0,95.

Результаты эксперимента представлены на рис. 1.

При нагревании одного объема 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$  до температуры  $+100^\circ\text{C}$  и последующем вводе его в мерзлый грунт разупрочнилось 18 объемов супесчаных грунтов и 16 объемов глинистых.

Диспергирующее и разупрочняющее влияние 20 %-ного водного раствора  $\text{NaCl}$  оказалось ниже в среднем на 28 % в аналогичных интервалах изменения температур.

Проверка результатов экспериментов в натуральных условиях привела к аналогичным зависимостям.

Чтобы выработать рекомендации по технологии внесения водного раствора нитрита натрия как химического реагента, препятствующего смораживанию талых грунтов в зимний период, мы исследовали просачивание в грунты определенного объема 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$ .

На высоте  $H$ , равной 30, 50, 70 и 100 см, устанавливали мерную емкость с 20 %-ным водным раствором  $\text{NaNO}_2$ . По гибкому шлангу с внутренним диаметром 2 мм при помощи зажима подавали 20 %-ный водный раствор  $\text{NaNO}_2$  на поверхность супесчаных, а затем глинистых грунтов, влажность которых была оптимальна (соответственно 10 и 20 %).

Время истечения 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$  во всех опытах было постоянным — 10 с. Средний объем истечения 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$  за 10 с с высоты  $H$ , равной 30, 50, 70 и 100 см, соответственно составил: 18,6; 20,8; 24,5 и 30,9 мл. Глубину проникновения ( $h$  мм) 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$  в грунты фиксировали по окраске через 20 мин.

При выполнении экспериментов по изучению просачивания в грунты 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$  повторность опытов была не менее 15 при ошибке 8 % и вероятности 0,95.

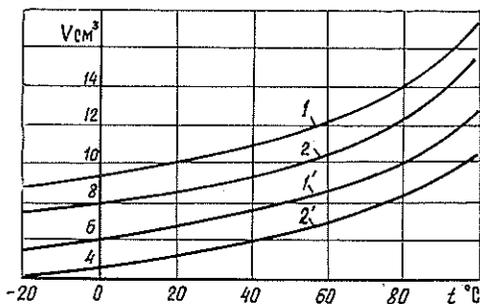


Рис. 1. Экспериментальная зависимость объемов разупрочненных мерзлых грунтов от температуры реагентов.

1 — супесь +  $\text{NaNO}_2$ ; 1' — супесь +  $\text{NaCl}$ ; 2 — глина +  $\text{NaNO}_2$ ; 2' — глина +  $\text{NaCl}$ .

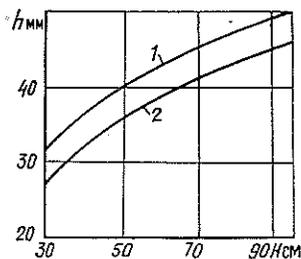


Рис. 2. Экспериментальная зависимость проникновения 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$  в грунт по глубине от высоты падения струи.

1 — супесь; 2 — глина.

Глубина проникновения 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$  при падении струи с высоты 30 см для супеси составила 30 мм, а для глины 28 мм (рис. 2). С увеличением высоты падения до 100 см глубина проникновения в супесчаных и глинистых грунтах увеличилась в 2 раза и составила соответственно 50 и 48 мм. Это объясняется тем, что струя размывает лунку, при этом проникающие свойства грунта увеличиваются.

Выполненные исследования позволяют говорить о высоком диспергирующем влиянии нагревания 20 %-ного водного раствора  $\text{NaNO}_2$  до  $+100^\circ\text{C}$  и об эффективности падения струи с высоты до 100 см.

Поступила 1 апреля 1985 г.

УДК 625.312 : 539.4

## РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ПЕРЕНОСНОГО ЭЛЕМЕНТА ВРЕМЕННОГО ПУТИ УЖД

Н. Н. БУТОРИН, Г. А. КАЛИНИН, В. В. КАЗАНЦЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Кафедрой сухопутного транспорта леса АЛТИ предложена инвентарная переносная конструкция пути для усов лесовозных узкоколейных железных дорог. Разработано несколько вариантов конструкций усов, позволяющих учесть различные почвенно-грунтовые условия лесосырьевых баз предприятий. В большинстве вариантов в качестве переносного элемента пути используют рельсошпальную решетку, уложенную на два продольных лежня и скрепленную с ними (рис. 1). На сильно увлажненных участках местности основание может быть усилено с помощью секций-каркасов или путем прошпаливания.

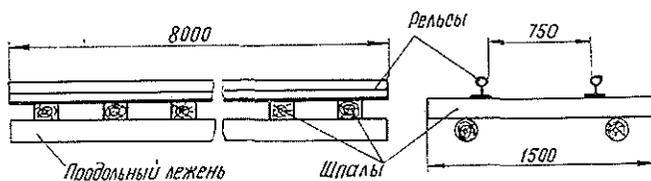


Рис. 1. Схема переносного элемента пути.

При расчете принятой конструкции рельс представляется как балка, лежащая на упругом основании, которым служат шпалы, работающие на изгиб. Распределенная реакция упругого основания рельса, в свою очередь, служит нагрузкой для лежня, лежащего на упругом основании-грунте. Таким образом, прогиб рельса включает в себя два слагаемых: от изгиба шпал и от прогиба лежня. Упругое основание рельса соответствует гипотезе о пропорциональности реакции и упругой осадки, так как здесь отсутствует взаимное влияние смежных шпал на их прогиб. Упругое основание лежня также можно считать соответствующим этой гипотезе [1].

Уравнение упругой линии рельса, лежащего на упругом основании, имеет вид [2]:

$$y_p = \frac{P\beta}{2U} e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x), \quad (1)$$

где  $P$  — усилие, передаваемое от рельса на шпалу;  
 $\beta$  — коэффициент относительной жесткости основания и рельса;  
 $U$  — модуль упругости рельсового основания.

Реакция упругого основания рельса, являющаяся нагрузкой лежня:

$$g = Uy_p. \quad (2)$$

Дифференциальное уравнение упругой линии лежня имеет вид

$$E_n I_n \frac{d^4 y_n}{dx^4} + U_n y_n = U y_p,$$

или, если  $\alpha = \sqrt[4]{\frac{U_n}{4E_n I_n}}$ ,

$$\frac{d^4 y_n}{dx^4} + 4\alpha^4 y_n = \frac{P\beta}{2E_n I_n} e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x), \quad (3)$$

где  $E_n$  — модуль упругости древесины;

$I_n$  — момент инерции сечения лежня;

$\alpha$  — коэффициент относительной жесткости основания и лежня.

Общее решение такого неоднородного дифференциального уравнения, представленное в виде суммы некоторого частного его решения и общего решения однородного уравнения, соответствующего уравнению (3), в конечном итоге имеет вид:

$$y_n = e^{\alpha x} (C_1 \cos \alpha x + C_2 \sin \alpha x) + e^{-\alpha x} (C_3 \cos \alpha x + C_4 \sin \alpha x) + \frac{P\beta}{8E_n I_n (\alpha^4 - \beta^4)} e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x). \quad (4)$$

Для нахождения постоянных интегрирования учтены следующие граничные условия: 1) при  $x = \infty$  должно быть  $y_n = 0$ , что возможно только при  $C_1 = C_2 = 0$ ; 2) при  $x = 0$  из симметрии вытекает, что угол поворота сечения

$$\frac{dy_n}{dx} = 0$$

и, следовательно,  $C_3 = C_4 = C$ ; 3) при воздействии на лежень распределенной нагрузки поперечная сила при  $x = 0$  из условия симметрии должна быть равна нулю, т. е.:

$$\frac{d^3 y_n}{dx^3} = 0.$$

Окончательное уравнение упругой линии лежня

$$y_n = \frac{P\beta}{8E_n I_n (\alpha^4 - \beta^4)} \left[ e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x) - \frac{\beta^3}{\alpha^3} e^{-\alpha x} (\cos \alpha x + \sin \alpha x) \right]. \quad (5)$$

Полный изгиб рельса ( $y$ )

$$y = y_n + \frac{P\beta}{2U} e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x). \quad (6)$$

Изгибающий момент в лежне из формулы (5)

$$M_n = \frac{P\beta^3}{4(\alpha^4 - \beta^4)} \left[ e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x) - \frac{\beta}{\alpha} e^{-\alpha x} (\cos \alpha x - \sin \alpha x) \right]. \quad (7)$$

Изгибающий момент в рельсе из формулы (6)

$$M = M_n + \frac{P}{4\beta} e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x). \quad (8)$$

Наиболее слабым элементом конструкции является шпала, работающая на изгиб. Опасное сечение при изгибе шпалы — подрельсовое сечение, в котором изгибающий момент:

$$M = Q \frac{b-s}{2}, \quad (9)$$

где  $Q$  — давление, приходящееся на шпалу со стороны рельса;  
 $b$  — расстояние между точками опоры шпалы на лежни;  
 $s$  — расстояние между осями рельсов.

Максимальное напряжение в подрельсовом сечении шпалы

$$\sigma = \frac{Q(b-s)h}{4I_{ш}}, \quad (10)$$

где  $h$  — высота поперечного сечения шпалы;  
 $I_{ш}$  — момент инерции поперечного сечения шпалы.

Учитывая, что упругая линия рельса является линией влияния от двух колес тележки сцепа [5], давление на шпалу определяем как сумму двух интегралов от реакции рельсового основания в интервале, равном расстоянию между смежными шпалами:

$$Q = \frac{P\beta}{2} \left[ \int_{\xi-1/2}^{\xi+1/2} e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x) dx + \int_{c-\xi+1/2}^{c-\xi-1/2} e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x) dx \right], \quad (11)$$

где  $c$  — база тележки сцепа;  
 $\xi$  — координата шпалы, т. е. расстояние от точки опирания на рельс одного из колес тележки до оси шпалы.

Вычислив интегралы, получим:

$$Q = \frac{P}{2} \left( -e^{-\beta x} \cos \beta x \Big|_{\xi-1/2}^{\xi+1/2} - e^{-\beta x} \cos \beta x \Big|_{c-\xi-1/2}^{c-\xi+1/2} \right). \quad (12)$$

Максимальное давление на шпалу определяем численно методом проб по формуле (12) при разных значениях  $\xi$ . Результаты этих расчетов с использованием формулы (10) приведены на рис. 2. Напряжения в шпалах от изгиба даны для четырех вариантов эпюры их укладки по длине рельсов. Видно, что с увеличением расстояния между лежнями напряжения в шпалах значительно возрастают.

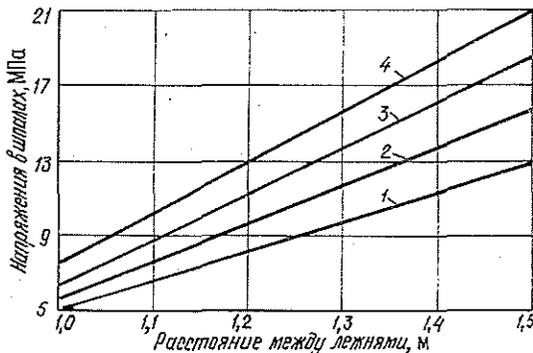


Рис. 2. Напряжения в шпалах.

1 — расстояние между шпалами 0,45 м; 2 — 0,55 м;  
 3 — 0,65 м; 4 — 0,75 м.

Поскольку шпалы, как деревянные конструкции, находятся в неблагоприятных условиях эксплуатации — в условиях переменного ув-

лажнения, то предельно-допустимые напряжения в них могут быть приняты не более 9 МПа. С учетом этого для эпюры укладки шпал по длине рельсового звена с расстоянием 65 см, что соответствует 1600 шпалам на 1 км пути [4], по рис. 2 определяют расстояние между лежнями, равное 110 см. Это одна из основных характеристик переносного элемента рекомендуемой конструкции пути. Большее расстояние между лежнями вызовет недопустимые напряжения в шпалах. Кроме того, в процессе эксплуатации должен осуществляться постоянный контроль за правильностью положения шпал по длине рельсового звена (расстояние между шпалами не должно превышать 65 см). Соблюдение этих требований — важное условие устойчивой работы пути, долговременной службы переносной рельсошпальной решетки.

В конструктивном отношении представляет интерес вопрос о толщине продольных лежней, которая может быть определена из условия их работы под поездной нагрузкой в соответствии с расчетной схемой рис. 1. Одновременно нами проведен проверочный расчет на допустимые напряжения в рельсе. Максимальные напряжения от изгиба в рельсе и в лежне определяют под одним из колес колесной пары сцепа. Изгибающие моменты вычисляют по формулам (7) и (8).

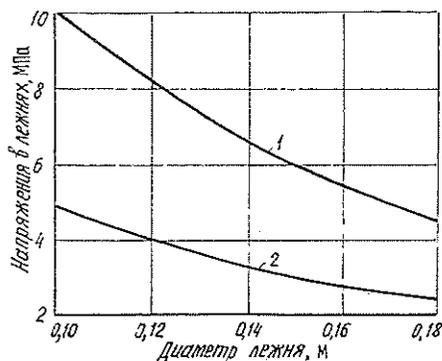


Рис. 3. Напряжения в лежнях.

1 — торфяное основание; 2 — песчаное основание.

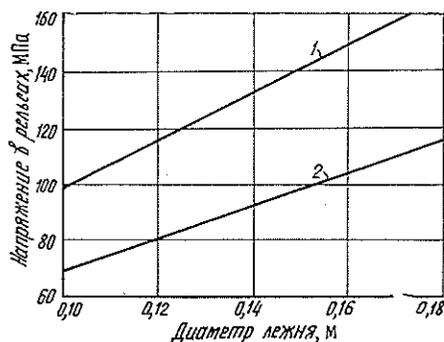


Рис. 4. Напряжения в рельсах.

1 — торфяное основание; 2 — песчаное основание.

Значения максимальных напряжений в рельсах и лежнях для условий принятой конструкции переносного элемента пути, т. е. при расстоянии между лежнями 110 см и эпюре укладки шпал с расстоянием между ними 65 см, для различных диаметров лежней и двух видов основания пути (торфяное и песчаное) приведены на рис. 3 и 4. Из рис. 3 видно, что на торфяном основании, характерном для заболоченных участков местности, складываются наиболее неблагоприятные условия работы лежня. Но даже для этих условий с точки зрения возникающих напряжений могут применяться лежни диаметром 12 см. С учетом этого в качестве продольных лежней в конструкции переносного элемента пути необходимо использовать круглые лесоматериалы хвойных пород с диаметром в верхнем отрубе не менее 12 см.

Данные рис. 4 показывают, что наиболее неблагоприятные условия работы рельса возникают также на слабых торфяных грунтах, но даже на них максимальные напряжения не превышают допустимых, которые равны 140 МПа для рельсов 2-го сорта и 170 МПа для рельсов 1-го сорта [3]. В то же время эти данные позволяют дать важную практическую рекомендацию, что не следует увлекаться применением лежней

больших диаметров. Лежни диаметром 12—14 см вполне удовлетворяют условиям их прочности, а лежни больших диаметров, повышая жесткость основания, вызывают увеличение напряжений в рельсах.

Приведенный анализ подтверждает положение, что элементы железнодорожного пути работают взаимосвязанно, изменение конструкции одного элемента влечет изменения условий работы других. В конструкции переносного элемента временного пути УЖД увеличение размеров диаметра лежня, вызывая снижение напряжений в нем (рис. 3), в то же время повышает напряжения в рельсе (рис. 4). Кажущееся на первый взгляд усиление конструкции переносного элемента уса вследствие применения более толстых лежней, фактически не дает положительного эффекта, а, наоборот, ухудшает работу рельсов. Нельзя не учитывать также, что применение толстых лежней увеличивает расход древесины на конструкцию переносного элемента пути и затрудняет условия их перевозки и укладки — разборки.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Галин Л. А. Контактные задачи теории упругости.— М.: ГИТТЛ, 1953.— 264 с. [2]. Ильин Б. И., Кувалдин Б. И. Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 384 с. [3]. Правила производства расчетов узкоколейного пути (колея 750 мм) на прочность.— М.: Трансжелдориздат, 1963.— 64 с. [4]. Технические указания по содержанию лесовозных железных дорог колеи 750 мм.— М.: Лесн. пром-сть, 1968.— 168 с. [5]. Шахунянец Г. М. Железнодорожный путь.— М.: Транспорт, 1969.— 615 с.

Поступила 21 мая 1985 г.

УДК 630\*37 : 621.355

### ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОИНЕРЦИОННОГО АККУМУЛЯТОРА ДЛЯ ТРОЛЛЕЙНОГО ЛЕСОВОЗА

В. Ф. РУСАКОВ

Московский лесотехнический институт

На кафедре электротехники и электропривода Московского лесотехнического института ведутся работы по созданию и экспериментальному внедрению троллейного лесотранспорта [3]. Троллейвоз передвигается за счет тяговых электродвигателей, получающих электроэнергию от контактной сети, подвешенной вдоль лесовозной дороги.

Наличие контактного провода в местах погрузки и разгрузки древесины создает опасную зону для работы погрузочно-разгрузочных механизмов, которые, в свою очередь, могут стать причиной повреждения контактной сети. Можно предложить несколько способов, обеспечивающих передвижение троллейвоза на этих участках, например, обеспечить питание тяговых электродвигателей при помощи кабельного ввода или от электрической аккумуляторной батареи, установленной на троллейвозе; передвигать троллейный лесовоз с помощью лебедки или колесного трактора. Можно установить на троллейвозе двигатель внутреннего сгорания небольшой мощности или электроинерционный аккумулятор [2]. По нашему мнению, последний вариант заслуживает большего внимания.

Электроинерционный аккумулятор (ЭИА) представляет собой маховик, установленный на одном валу с электрической машиной. При зарядке ЭИА электрическая машина работает в режиме двигателя и разгоняет маховик, а при использовании энергии, накопленной маховиком, — в режиме генератора и питает тяговые электродвигатели. ЭИА прост по конструкции, не требует больших эксплуатационных затрат,

может работать в любых климатических условиях, обладает высокой надежностью, практически не имеет быстроизнашивающихся деталей (за исключением подшипников).

ЭИА выполняется отдельным, механически не связанным с трансмиссией машины агрегатом, который может быть установлен в любом месте, удобном с точки зрения компоновки троллейвоза.

Параметры ЭИА в основном определяются его энергоемкостью  $W_{\text{ЭИА}}$  (т. е. количеством энергии, которую он должен запастись, чтобы обеспечить движение троллейного лесовоза без контактной сети в местах погрузки и выгрузки):

$$W_{\text{ЭИА}} = W_{10} + W_{\text{ман}} + W_0 + W_{02}, \quad (1)$$

где  $W_{10}$  — энергия, затрачиваемая на движение троллейного лесовоза от контактного провода до места погрузки;  
 $W_{\text{ман}}$  — энергия, затрачиваемая на маневрирование троллейного лесовоза;  
 $W_0$  — энергия, теряемая маховиком при холостом ходе во время стоянки троллейного лесовоза под погрузкой;  
 $W_{02}$  — энергия, затрачиваемая на движение троллейного лесовоза от места погрузки до контактного провода.

Величины  $W_{10}$  и  $W_{02}$  равны

$$W_{10} = \frac{m_{10} v_{10}^2 / 2 + L_{10} F_{10}}{\eta_{\text{тр}} \eta_{\text{ЭИА}}}; \quad (2)$$

$$W_{02} = \frac{m_{02} v_{02}^2 / 2 + L_{02} F_{02}}{\eta_{\text{тр}} \eta_{\text{ЭИА}}}, \quad (3)$$

где  $m_{10}; m_{02}$  — массы троллейного лесовоза соответственно при движении от контактной сети до места погрузки и от места погрузки до контактной сети;  
 $L_{10}; L_{02}$  — расстояния соответственно от контактного провода до места погрузки и от места погрузки до контактного провода;  
 $v_{10}; v_{02}; F_{10}; F_{02}$  — соответственно скорости и силы сопротивления на участках  $L_{10}$  и  $L_{02}$ ;  
 $\eta_{\text{тр}}$  — кпд электромеханической трансмиссии троллейного лесовоза ( $\eta_{\text{тр}} = 0,7$ );  
 $\eta_{\text{ЭИА}}$  — кпд электроинерционного аккумулятора.

С достаточной достоверностью можно принять, что погрузка осуществляется в середине незлектрифицированного участка длиной  $L$ , тогда:

$$L_{10} = L_{02} = L/2. \quad (4)$$

Скорости движения троллейного лесовоза на участках можно принять одинаковыми.

$$v_{10} = v_{02} = v. \quad (5)$$

На маневрирование троллейного лесовоза тратится 10 % от общей энергии, запасаемой ЭИА:

$$W_{\text{ман}} = 0,1 W_{\text{ЭИА}}. \quad (6)$$

Энергия  $W_0$ , теряемая во время простоя лесовозного поезда под погрузкой, зависит от продолжительности процесса погрузки, потери составят 10—20 % от общей запасенной энергии  $W_{\text{ЭИА}}$  (при невакууми-

рованном ЭИА). Если внутри корпуса ЭИА создать разряжение, то потери значительно сократятся.

Силы сопротивления движению лесовоза

$$F_{10} = P_{пор} \omega; \tag{7}$$

$$F_{02} = P_{гр} \omega, \tag{8}$$

где  $\omega$  — удельное сопротивление движению на участке погрузки.

Подставляя значения (2)—(4), (6)—(8) в формулу (1) и преобразуя, получим зависимость для определения количества энергии, которую должен запасть ЭИА и которая необходима для обеспечения движения троллейного лесовоза на погрузочно-разгрузочных площадках, не оборудованных контактным проводом:

$$W_{ЭИА} = \frac{(P_{гр} + P_{пор}) (0,1v^2 + L\omega)}{1,4\eta_{гр} \eta_{ЭИА}}, \tag{9}$$

где  $P_{пор}$ ;  $P_{гр}$  — вес порожнего и груженого троллейного лесовозного поезда.

Результаты расчетов при помощи формулы (9) для различных погрузочно-разгрузочных участков, характеризующихся длиной  $L$ , удельным сопротивлением движению  $\omega$  и скоростью перемещения на них троллейного лесовоза  $v$ , сведены в таблицу. При этом были приняты  $P_{гр} = 414,5$  кН,  $P_{пор} = 184,5$  кН (вес опытного образца троллейного лесовоза, разработанного МЛТИ [1]).

$v$ км/ч	$L$ м	$\omega$ кг/кг	$\eta_{ЭИА}$	$W_{ЭИА}$ кВт · ч
10	200	0,02	98	1,16
20	200	0,02	99	1,22
30	200	0,02	97	2,36
20	300	0,03	98	2,34
30	300	0,03	98	3,35
10	400	0,02	97	2,28
20	400	0,02	96	2,73
30	400	0,03	97	3,25

Как видно из таблицы, для перемещения троллейного лесовоза по погрузочно-разгрузочным площадкам на нем следует установить ЭИА, способный запасть энергию 3—4 кВт · ч. Такой ЭИА довольно просто изготовить в заводских условиях на базе маховика энергоемкостью 5,6 кВт · ч, который серийно выпускается нашей промышленностью для шахтных гирозовов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вопросы эффективности электрификации безрельсового транспорта на вывозке леса/ П. П. Пацнора, Е. М. Чинченко, Г. И. Кольниченко, В. М. Быков.— В кн.: Автоматизация и комплексная механизация производственных процессов лесопромышленных предприятий. М., 1982. (Науч. тр./ МЛТИ; Вып. 142). [2]. Русаков В. Ф. Использование электромеханического аккумулятора на лесовозе.— В кн.: Автоматизация и комплексная механизация производственных процессов лесопромышленных предприятий. М., 1982. (Науч. тр./ МЛТИ; Вып. 142). [3]. Троллейвоз в лесу/ П. П. Пацнора, Г. И. Кольниченко, Е. М. Чинченко и др.— Лесн. пром-сть, 1983, № 11, с. 24.

Поступила 19 марта 1985 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.932.2

КОЛЕБАНИЯ НОЖЕЙ  
ПЕРЕДВИЖНЫХ СУЧКОРЕЗНЫХ МАШИН

О. П. АФАНАСЬЕВ, А. Л. ЛЕОНОВ

Московский лесотехнический институт, ЦНИИМЭ

Опыт эксплуатации сучкорезных машин свидетельствует, что при некоторых условиях возникают резонансные колебания ножей. В результате происходит преждевременный износ механизмов прижима и снижается качество обрезки: высота остатков сучьев превышает допустимые значения, а, кроме того, в некоторых местах ножи внедряются в ствол. Это побудило изучить колебательные характеристики системы: определить спектр частот вынуждающей силы и рассчитать собственные частоты колебаний ножей.

В данном случае вынуждающую силу определяют неровности древесного ствола. Профиль ствола рассматривают здесь как случайный процесс изменения высоты неровностей во времени. Для определения спектра частот возмущающей силы профили стволов записывали на ленту самопишущего прибора при скорости протаскивания 1 м/с, затем профилограммы переводили в дискретно-цифровую форму и исследовали на ЭЦВМ методами спектрально-корреляционного анализа случайных процессов по стандартным программам.

В результате обработки получены спектральные плотности входных воздействий для стволов различных пород и диаметров. На рис. 1 представлен спектральный ансамбль вынуждающей силы для разных текущих диаметров  $D_T$  стволов ели при скорости протаскивания 1 м/с.

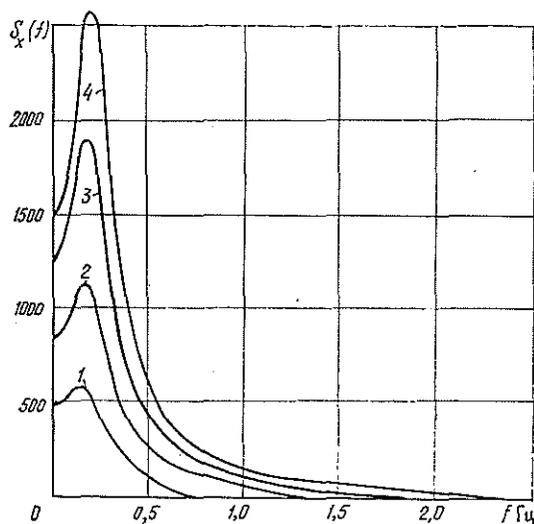


Рис. 1.

1 —  $D_T = 10$  см; 2 — 20; 3 — 30; 4 — 40 см.

Спектральные плотности для осины и березы имеют аналогичный характер.

Как показал анализ, максимальная энергия колебаний сосредоточена на частотах, Гц, равных 0,13—0,16 для ели; 0,16—0,23 для березы; 0,15—0,20 для осины. Весь спектр частот находится в диапазоне 0,0—2,3 Гц. Очевидно, при скорости протаскивания 2,5—3 м/с верхняя граница диапазона находится в интервале 5,75—6,9 Гц.

Динамические схемы, описывающие поперечные движения ножей, существенно зависят от конструктивного исполнения машины. Поэтому исследуем колебания ножей для двух конкретных типов машин: ЛП-30Б и ЛО-115.

На рис. 2 приведена кинематическая схема привода ножей сучкорезной головки машины ЛП-30Б. Работает она следующим образом. Рабочая жидкость от гидронасоса через распределитель поступает в поршневую полость гидроцилиндра 2 прижима ножей. Шток гидроцилиндра через систему рычагов прижимает боковые сучкорезные ножи 1 и 4 с зубчатыми секторами к стволу дерева 6; 5 — центральный неподвижный нож; 3 — зубчатая рейка. Если после прижима ножей к хлысту гидрораспределитель закрыть, а ствол из-под ножей убрать, то получим колебательную систему, близкую к линейной. Некоторая нелинейность обусловлена различием объемов жидкости в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра, различием поверхности поршня, соприкасающейся с жидкостью в этих полостях, газонасыщением рабочей жидкости и, наконец, люфтами в шарнирах, особенно у изношенной машины.

Определим частоту собственных колебаний ножей, рассматривая их как линейную систему с одной степенью свободы. Для этого применим уравнение Лагранжа II рода. В качестве обобщенной координаты выбираем угол поворота ножа, отсчитанный от положения равновесия. Угловая скорость  $\omega$  ножей является обобщенной скоростью.

Кинетическая энергия системы складывается из энергии собственно ножей, энергии рычагов, связывающих ножи со штоком гидроцилиндра, энергии штока, поршня и жидкости в гидроцилиндре и, наконец, энергии жидкости в трубопроводах, соединяющих гидроцилиндр с распределителем. Кинетическую энергию соединительных рычагов считаем малой вследствие малости их общей массы и малости перемещений по сравнению с массой и перемещением ножей. Выражения для кинетической энергии отдельных элементов системы имеют вид:

$$E_1 = 2 \left( \frac{1}{2} I \omega^2 \right);$$

$$E_2 = \frac{1}{2} m \dot{x}^2;$$

$$E_3 = \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1^2.$$

Здесь  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  — кинетическая энергия соответственно ножей, штока с поршнем и жидкости в гидроцилиндре, жидкости в трубопроводах;

$I$  — моменты инерции ножей относительно оси вращения;

$\omega$  — угловая скорость ножей;

$m = 5,14$  кг — масса штока с поршнем и жидкости в гидроцилиндре;

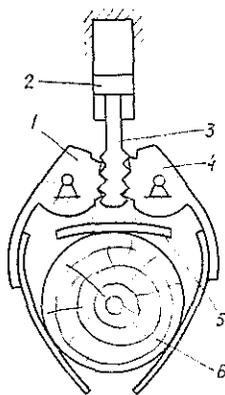


Рис. 2.

$$\begin{aligned} \dot{x} & \text{— скорость поршня;} \\ m_1 = 1,7 \text{ кг} & \text{— масса жидкости в трубопроводах;} \\ \dot{x}_1 & \text{— скорость жидкости в трубопроводах*}. \end{aligned}$$

Моменты инерции ножей определяли экспериментально на основе измерения периода их собственных колебаний под действием силы тяжести при отсоединенных рычагах

$$I = 4,44 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Передаточное отношение определено экспериментально

$$i = \frac{\varphi}{x} \approx \frac{\omega}{\dot{x}} = 5,27 \text{ 1/м},$$

где  $\varphi$  — угол поворота ножа;  
 $x$  — соответствующее перемещение штока.

Связь между скоростями  $\dot{x}$  и  $\dot{x}_1$  устанавливали расчетным путем из условия равенства объемного расхода в гидроцилиндре и трубопроводах

$$\frac{\dot{x}_1}{\dot{x}} = \frac{d^2}{(d_1)^2} = \frac{12,5^2}{2,5^2} = 25.$$

В итоге кинетическую энергию системы можно записать в виде

$$E = E_1 + E_2 + E_3 = \frac{1}{2} a \omega^2,$$

где  $a = 10,6$  — коэффициент инерции.

С целью определения потенциальной энергии, запасаемой системой при отклонении от равновесного положения, проведены следующие эксперименты. С помощью домкрата шток гидроцилиндра при нейтральном положении распределителя перемещали в сторону поршневой полости и снимали зависимость давления в поршневой полости от перемещения штока.

На рис. 3 приведена зависимость давления  $p$  в поршневой полости цилиндра от перемещения штока  $\Delta$ .

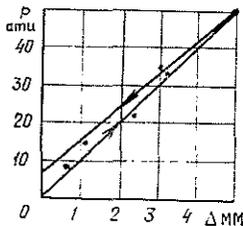


Рис. 3.

Используя эту зависимость и зная диаметр поршня ( $d = 125$  мм), определяли жесткость гидросистемы; она составила  $1,2 \cdot 10^4$  Н/мм. Аналогично вычисляли жесткость рычагов, соединяющих ножи со штоком гидроцилиндра. Для этого ножи устанавливали неподвижно, а точку соединения рычагов со штоком гидроцилиндра перемещали; жесткость рычагов составила  $4 \cdot 10^4$  Н/мм. С учетом найденного выше передаточного отношения вычислена угловая жесткость  $C_{\text{угл}}$ , т. е. величина момента, который нужно приложить к одному из ножей для того, чтобы угол между ними изменился на один радиан:

$$C_{\text{угл}} = 3,33 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Запасаемую потенциальную энергию  $\Pi$  можно вычислить по формуле

$$\Pi = C_{\text{угл}} \frac{\varphi^2}{2}.$$

Пренебрегая трением и подставляя найденную кинетическую и потенциальную энергии в уравнение Лагранжа II рода, записанное в виде

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial E}{\partial \omega} \right) - \frac{\partial E}{\partial \varphi} + \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi} = 0,$$

получаем дифференциальное уравнение движения системы

$$a\ddot{\varphi} + C_{\text{угл}} \varphi = 0.$$

\* Пограничный слой считаем тонким, а значит, изменение скорости по сечению трубопровода — малым.

Угловая частота собственных колебаний системы

$$\omega = \sqrt{\frac{C_{\text{угл}}}{a}} = \sqrt{\frac{3,33 \cdot 10^4}{10,6}} = 56 \text{ 1/с.}$$

Собственная частота

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 8,92 \text{ Гц.}$$

Данная частота несколько превышает найденные ранее частоты вынужденных колебаний ножей, обусловленных неровностями обрезаемого хлыста. Поэтому резонансные явления возникать не должны. Однако собственная частота системы может существенно снизиться, если жидкость в гидросистеме газонасыщена, так как в этом случае падение давления в гидроцилиндре, вследствие утечек или из-за уменьшения толщины хлыста, сопровождается падением жесткости гидросистемы.

Следовательно, для борьбы с резонансом необходимо поддерживать высокое давление в гидроцилиндре, для этого, например, следует производить обрезку сучьев при открытом гидрораспределителе.

Теперь оценим собственные частоты колебаний ножей у машины ЛО-115. Кинематическая схема сучкорезной головки машины ЛО-115 приведена на рис. 4.

В данной конструкции усилие прижима ножей создается с помощью предварительно сжатых пружинных прижимных элементов 1 и 5. Гидроцилиндры поворота ножей 7 служат лишь для раскрытия боковых поворотных ножей 2 и 4 при загрузке хлыста, а на процесс обрезки они практически не влияют, так как их полости в это время соединены между собой. При оценке колебательных свойств системы влияние гидроцилиндра учитывать не будем. На рис. 4 обозначено также: 3 — ствол дерева; 6 — центральный неподвижный нож.

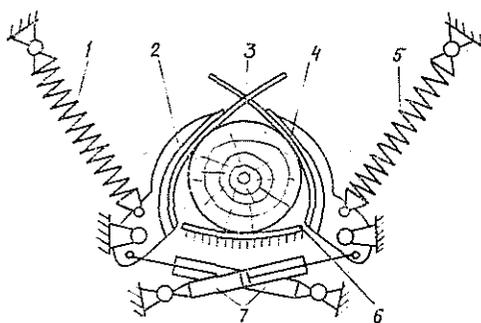


Рис. 4.

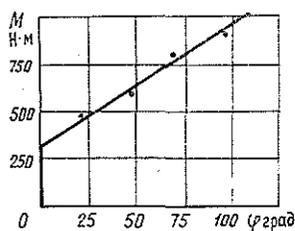


Рис. 5.

На рис. 5 приведена зависимость между углом поворота ножей  $\varphi$  и величиной момента  $M$ , приложенного к ножам. Анализ ее приводит к выводу о невозможности описания данной системы в рамках линейной теории.

Действительно, при изменении толщины хлыста даже на несколько сантиметров ножи поворачиваются всего на несколько градусов, а пружина 3 (рис. 4) изменяет свою длину не более, чем на 10 % от величины ее полной деформации.

Допустим, что после отскока ножа от хлыста его последующий удар о ствол абсолютно упругий, а значит, движение ножа виброудар-

ное. Для описания такого движения разработан математический аппарат\*. Пусть собственные (без ударов) колебания системы являются гармоническими, тогда зависимость обобщенной координаты  $q$  от времени  $t$  представляет собой синусоиду (рис. 6, а). Пусть при некотором значении  $q_1$  обобщенной координаты происходит упругий удар, так что обобщенная скорость меняет знак на противоположный. На рис. 6, а это означает, что система из положения 1 скачком переходит в положение 2, а в итоге обобщенная координата, отсчитанная от значения  $q_1$ , изменяется по закону, показанному на рис. 6, б. В действительности картина несколько сложнее, однако для оценки частоты нелинейных колебаний ножа мы ограничимся этой упрощенной схемой.

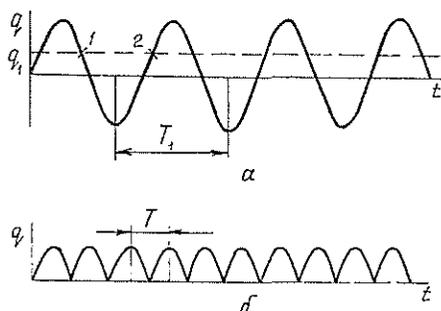


Рис. 6. Зависимость обобщенной координаты  $q$  от времени  $t$ .

а — при безударных колебаниях; б — при упругом ударе.

Из анализа рис. 6 нетрудно определить, что период  $T$  нелинейных колебаний зависит как от упругих и инерционных свойств системы, так и от амплитуды колебаний.

Допустим, что величина  $q_1$  составляет 90 % от  $q_{max}$ , тогда

$$T = 0,142 \sqrt{\frac{T}{C}} = 0,156 \text{ с.}$$

Этому соответствуют частоты, соизмеримые с частотой вынужденных колебаний, а значит становятся возможными отскоки ножей при обрезке сучьев.

Проведенный анализ показал, что у рассмотренных сучкорезных машин возможны резонансные явления, для подавления которых необходимо изменять либо режим работы, либо динамические свойства систем.

Поступила 10 декабря 1984 г.

УДК 621.933.6 : 620.17

## ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ СЕПАРАТОРА НИЖНИХ ШАТУННЫХ ПОДШИПНИКОВ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

Л. А. ШАБАЛИН, Е. Г. КУЧУМОВ

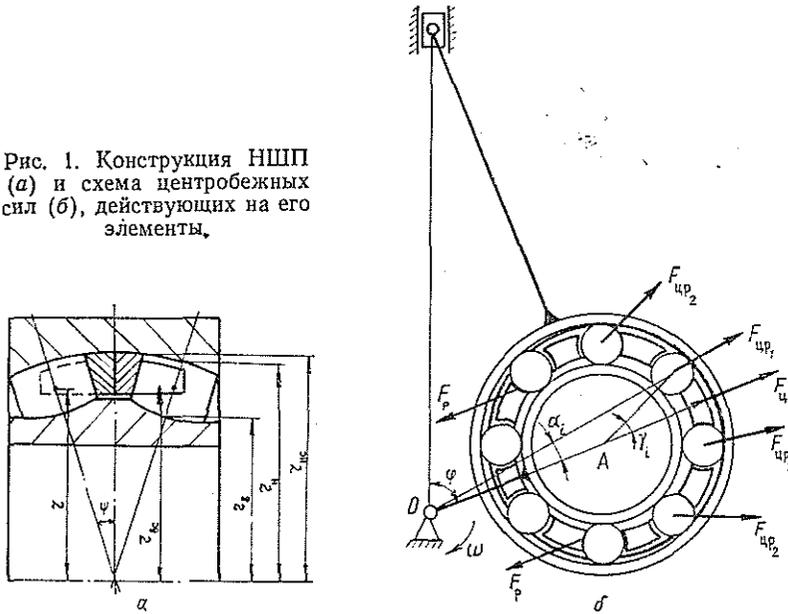
Уральский лесотехнический институт

Повышение частоты вращения кривошипа и увеличение хода пильной рамки (ПР) двухэтажных лесопильных рам последних моделей привели к существенному снижению долговечности их нижних шатунных подшипников (НШП). При этом выход из строя НШП часто обусловлен усталостными отказами сепараторов, прочность элементов которых в настоящее время не вычисляют из-за отсутствия расчетных зависимостей по динамической нагруженности и напряженному состоянию.

На рис. 1, а приведена конструкция двухрядного сферического роликоподшипника, установленного в нижней головке шатуна. Сепаратор этого подшипника выполнен в виде кольца (только для лесорам с ходом пильной рамки 600 мм) или же двух колец с зубьями на торцевых поверхностях.

\* Кобринский А. Е., Кобринский А. А. Виброударные системы.—М.: Наука, 1973.

Рис. 1. Конструкция НШП (а) и схема центробежных сил (б), действующих на его элементы.



При работе на наружное и внутреннее кольца НШП действуют переменные радиальные нагрузки, достигающие максимальных величин в верхней (ВМТ,  $\varphi = 0^\circ$ ) и около нижней (НМТ,  $\varphi = 195^\circ$ ) мертвых точек. Особенности нагружения этих колец и расчет на долговечность НШП лесорам приведены в работах [4, 5]. Здесь следует отметить, что передача радиальных усилий через ролики между внутренним и наружным кольцами происходит на различном угле зоны нагружения, который, по данным исследований [5], минимален ( $65-90^\circ$ ) в нижней и максимален ( $150-180^\circ$ ) в верхней мертвых точках, т. е. число нагруженных и ненагруженных роликов в НШП непостоянно в течение одного оборота кривошипа.

На сепаратор НШП действуют нагрузки: при вращении роликов относительно оси подшипника (точка А, рис. 1, б) — центробежные силы  $F_{цa}$ ; при вращении его относительно оси кривошипа (точка О) возникают центробежная сила сепаратора  $F_{цс}$  и центробежные силы-ненагруженных (незажатых) роликов  $F_{црi}$ . Кроме того, из-за качательного движения шатуна (наружного кольца подшипника) сепаратор вращается неравномерно и на него действует динамическое окружное усилие  $F_t$ . Нагрузки  $F_{цa}$ ,  $F_{цс}$ ,  $F_{црi}$  и суммарное усилие  $F_{ц}$ , действующее по напряжению кривошипной линии ОА от центра вращения кривошипа, определяют по формулам [3]:

$$F_{цс} = m_c \omega^2 R; \tag{1}$$

$$F_{црi} = m_p \omega^2 R_i; \tag{2}$$

$$F_{ц} = \sum_{i=1}^n \frac{\sin(\gamma_i - \frac{\beta}{2})}{\cos \frac{\beta}{2}} [F_{црi} \sin(\gamma_i - \alpha_i) - m_p g \cos \varphi \sin \gamma_i] + m_c \omega^2 R - m_c g \cos \varphi. \tag{3}$$

В выражениях (1) — (3) обозначено:

- $m_c$  и  $m_p$  — соответственно масса сепаратора и ролика;  
 $\omega$  — угловая скорость кривошипа;  
 $R$  — радиус кривошипа;  
 $\beta$  — угол между прямой, проходящей через центр ролика и касательной к его поверхности;  
 $\alpha_i$  — угол между кривошипной линией  $OA$  и радиусом  $R_i$ , определяемый по формуле  $\alpha_i = \arccos \frac{R + r \cos \gamma_i}{R_i}$ ;  
 $\varphi$  — угол поворота кривошипа;  
 $R_i$  — расстояние от оси вращения кривошипа до центра ролика;

$$R_i = \sqrt{R^2 + r^2 + 2Rr \cos \gamma_i},$$

- где  $r$  — радиус центра вращения ролика;  
 $\gamma_i$  — угол между радиальной плоскостью соответствующего ролика и кривошипной линией  $OA$  ( $\gamma_1 = 360^\circ/z$ ;  $\gamma_2 = 2\gamma_1$ ; ...;  $z$  — число тел качения в одном ряду).

Суммарное усилие  $F_{\Sigma}$  в течение одного оборота кривошипа не постоянно, зависит для конкретного подшипника от числа ненагруженных роликов, достигает максимальных и минимальных значений соответственно в нижней и верхней мертвых точках. Нами [3] был сделан вывод, что сила  $F_{\Sigma}$  вызывает усталостные поломки зубьев сепаратора.

В работах [1, 2] для НШП двигателей внутреннего сгорания отмечено, что причина выхода из строя перемычек (зубьев) сепаратора — значительная переменная сила  $F_t$ , определяемая графически.

Указанную силу можно найти и аналитически

$$F_t = \frac{\Sigma I_i \epsilon_c}{r}. \quad (4)$$

Здесь  $\Sigma I_i$  — суммарный момент инерции сепаратора и комплекта ненагруженных роликов;

$\epsilon_c$  — угловое ускорение сепаратора, определяемое по формуле [2]:

$$\epsilon_c = \frac{\omega^2 \lambda r_{nc} \sin \varphi}{2r}, \quad (5)$$

- где  $r_{nc}$  — наружный радиус сепаратора (см. рис. 1, а);  
 $\lambda = R/L$  — отношение радиуса кривошипа к длине шатуна  $L$ .

Если массу зубьев отнести к массе кольца сепаратора и толщину его принять постоянной, то моменты инерции сепаратора  $I_c$ , комплекта ненагруженных роликов  $I_p$  и силу  $F_t$  можно определить по формулам:

$$I_c = \frac{m_c (r_{nc}^2 + r_{вс}^2)}{2}; \quad (6)$$

$$I_p = \left( \frac{m_p r_p^2}{2} \cos \psi + m_p r^2 \right) n; \quad (7)$$

$$F_t = \frac{[m_c (r_{nc}^2 + r_{вс}^2) + m_p (r_p^2 + 2r^2) n] \omega^2 \lambda r_{nc} \sin \varphi}{4r^2}. \quad (8)$$

Здесь  $r_{вс}$  — внутренний радиус сепаратора (см. рис. 1, а);

$\psi$  — угол контакта роликов;

$n$  — число ненагруженных роликов.

Расчеты показали, что сила  $F_t$  для НШП лесорам более чем на порядок меньше усилия  $F_{ц}$ . Кроме того, сила  $F_t$  в мертвых положениях механизма резания, когда  $F_{ц}$  достигает экстремальных значений, равняется нулю. Поэтому в прочностных расчетах зубьев сепараторов НШП лесорам силу  $F_t$  можно не учитывать.

Определение реакций между нагруженными (зажатыми) роликами и зубьями, возникающими от суммарного усилия  $F_{ц}$ , — статически неопределимая задача. Поэтому для установления характера взаимодействия зубьев с роликами в нагруженной зоне подшипника были проведены экспериментальные тензометрические исследования напряженного состояния сепараторов подшипников № 113634К, 3153236Л1 и 13630 на лесопильной раме 2Р80-2 (ход ПР 700 мм, частота вращения кривошипа  $\omega = 33,49 \text{ с}^{-1}$ ).

На поверхности в основании зубьев, ближе к их угловым точкам, наклеивали малобазные тензодатчики сопротивлением 50 Ом. С помощью специального токо-съемника сигнал от датчиков передавался на ось кривошипа и далее через амальгамированный токосъемник к измерительной аппаратуре.

Эксперименты показали, что при износе базирующей поверхности кольца сепаратора (износ имитировался проточкой кольца по наружному диаметру  $r_{не}$  на соответствующую величину) усилие  $F_{ц}$ , в основном, воспринимается двумя крайними в нагруженной зоне роликами. При этом наибольшие напряжения были в зубьях со стороны входа роликов в нагруженную зону вблизи нижней мертвой точки.

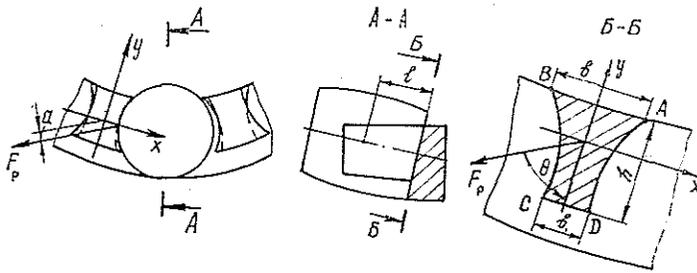


Рис. 2. Расчетная схема к определению напряжений в основании зуба сепаратора.

Для расчета напряжений изгиба в основании зубьев также примем, что усилие  $F_{ц}$  воспринимается двумя зубьями. Тогда реакции роликов  $F_p = 0,5 F_{ц}$  (рис. 1, б). Сечение в основании зуба представим в виде равнобокой трапеции с основаниями  $b$ ,  $B$  и высотой  $h$  (рис. 2). Усилие  $F_p$  перенесем в центр тяжести сечения зуба, а моментом кручения (равным произведению  $F_p$  на расстояние переноса  $a$ ) пренебрегаем. Так как усилие  $F_p$  не совпадает ни с одной из главных осей инерции сечения, то напряжения в угловых точках основания зуба определим как для косоугольного изгиба

$$\sigma = \frac{F_p l \cos \theta}{I_x} y + \frac{F_p l \sin \theta}{I_y} x, \quad (9)$$

где  $\theta$  — угол между осью  $y$  и линией действия силы  $F_p$ ;  
 $l$  — плечо силы  $F_p$ ;

$x$  и  $y$  — координаты точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  с соответствующим знаком;  
 $I_x$  и  $I_y$  — осевые моменты инерции сечения.

Неизвестные параметры в выражении (9) определяют по формулам

$$\theta = 180^\circ - (n + 1) \gamma_1 + \beta; \quad (10)$$

$$I_x = \frac{(b^2 + 4bb_1 + b_1^2) h^3}{36(b + b_1)}; \quad (11)$$

$$I_y = \frac{(b^4 - b_1^4) h}{48(b - b_1)}. \quad (12)$$

Напряжения в основании зубьев меняются по асимметричному режиму. Для нахождения максимального  $\sigma_{max}$ , минимального  $\sigma_{min}$ , амплитудного  $\sigma_a$  и среднего  $\sigma_m$  значений напряжений необходимо определить, с учетом количества ненагруженных роликов, усилия  $F_{ц}$  в верхней и нижней мертвых точках.

На рис. 3 приведены графики для НШП лесорам новых моделей при следующих данных:  $m_c = 1,61$  кг;  $m_p = 0,28$  кг;  $R = 0,35$  м;  $z = 20$ ;  $\gamma_1 = 18^\circ$ ;  $\beta = 7,6^\circ$ ;  $r = 125$  м;  $\omega = 29,31$  с<sup>-1</sup> для лесорам с частотой вращения кривошипа 280 об/мин и  $\omega = 37,68$  с<sup>-1</sup> при 360 об/мин;  $r_{вс} = 0,121$  м;  $r_{нс} = 0,145$  м;  $\lambda = 0,175$ ;  $r_p = 0,016$  м;  $n = 10$  роликов в ВМТ и  $n = 15$  роликов в НМТ;  $\Theta = 82,4^\circ$  в ВМТ и  $\Theta = 28,4^\circ$  в НМТ;  $I_x = 1,07 \cdot 10^{-9}$  м<sup>4</sup>;  $I_y = 8,77 \cdot 10^{-10}$  м<sup>4</sup>.

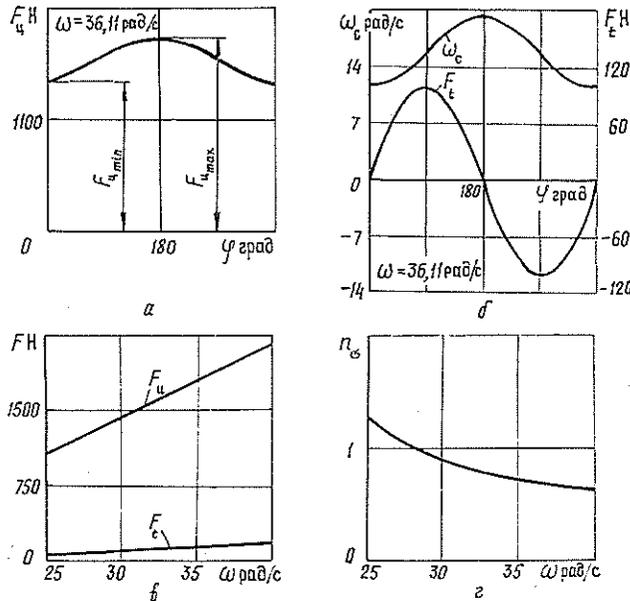


Рис. 3. Расчетные графики изменения суммарного  $F_{ц}$  и окружного  $F_t$  усилий сепаратора, его угловой скорости  $\omega_c$  и запаса прочности зубьев  $n_c$  для НШП № 3153236Л1 в зависимости от угла поворота (а, б) и частоты вращения кривошипа (в, г).

Напряжения в угловых точках основания зубьев приведены в таблице.

Угловые точки основания зубьев	Напряжения в угловых точках, МПа			
	$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_a$	$\sigma_m$
A, B	179,7	-91,5	135,6	44,1
C, D	72,4	-176,9	124,6	-52,2

Максимальные расчетные напряжения оказались несколько больше экспериментальных, что идет в запас прочности.

Как видно, напряжения в основании зубьев от силы  $F_{ц}$  значительны и являются причиной их поломок. Действительно, запасы прочности зубьев  $n_c$  сепаратора рассмотренного подшипника меньше единицы для всей гаммы лесопильных рам с ходом пильной рамки 700 мм (рис. 3, в). При этом первые трещины усталости зарождаются в угловых точках  $C$  и  $D$ , где эффективный коэффициент концентрации напряжений выше, чем в точках  $A$  и  $B$ .

Опыт эксплуатации новой гаммы лесорам с ходом ПР 700 мм также подтверждает выводы расчетов: при одном и том же уровне радиальных нагрузок на НШП у лесорам 2Р80-1 ( $\omega = 33,49 \text{ с}^{-1}$ ), 2Р63-1 ( $\omega = 36,11 \text{ с}^{-1}$ ), 2Р50-1 ( $\omega = 37,68 \text{ с}^{-1}$ ) долговечность его резко снижается с повышением частоты вращения кривошипа; выход из строя подшипников обусловлен, в основном, недостаточной прочностью сепаратора.

Ученые УЛТИ совместно с заводом «Северный коммунар» и ГПЗ-11 разработали, изготовили и испытали опытную партию подшипников № 3053236 с повышенной усталостной прочностью зубьев и колец сепаратора. Производственные испытания показали, что срок службы таких подшипников увеличился более чем в два раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Внуков В. П. Кинематический расчет шатунного подшипника качения.— Вестник машиностроения, 1973, № 5, с. 26—27. [2]. Внуков В. П. Напряжения в сепараторе шатунного подшипника качения.— Вестник машиностроения, 1981, № 1, с. 28—30. [3]. Шабалин Л. А. Расчет нагрузок, действующих на сепаратор мотылевого подшипника в двухэтажных лесопильных рамах.— Сб. науч. тр. аспирантов и соискателей УЛТИ. Ч. II. Свердловск, 1969, с. 51—59. [4]. Шабалин Л. А. К расчету долговечности мотылевых подшипников лесопильных рам.— Тр. УЛТИ, 1972, вып. 25, с. 81—87. [5]. Шабалин Л. А., Зязин В. В. О долговечности нижних шатунных подшипников двухэтажных лесопильных рам.— Деревообаб. пром-сть, 1972, с. 43—45.

Поступила 17 июня 1985 г.

УДК 674.053 : 621.933.6

### ВЛИЯНИЕ НАПЛАВКИ СТЕЛЛИТА НА ПРОЧНОСТЬ РАМНЫХ ПИЛ

В. В. СОЛОВЬЕВ, А. М. МОРГАЧЕВ, А. Р. МИХАЙЛОВА

Архангельский лесотехнический институт

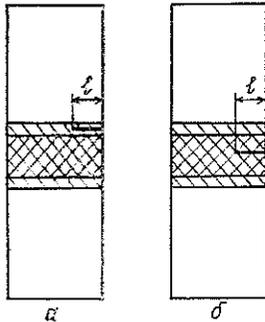
Работоспособность дереворежущих пил, в основном, определяется двумя факторами: износостойкостью режущих граней и прочностью полотно пилы. В целях повышения износостойкости режущих граней разработан и широко внедрен в производственную практику способ оснащения зубьев стеллитовыми наплавками. Это позволило увеличить период работы пил между переточками до 8 ч. Однако опыт эксплуатации таких пил показал, что прочность их оказалась значительно ниже, чем тех же пил без наплавки. Причем основным видом разрушения является распространение трещин по основанию зуба.

Можно предполагать, что к повышенному аварийному расходу пил приводят структурные превращения стали, которые могут возникать в процессе наплавки, а также увеличение числа и размеров накапливаемых дефектов, обусловленное возрастанием периода работы пилы между переточками. Изучению этих вопросов посвящена данная работа.

Известно, что в процессе наплавки вершина зуба разогревается до плавления. При этом температуры, способные вызвать структурные

превращения стали, распространяются до основания зуба. Охлаждение зуба на воздухе приводит к закалке материала. Для придания стали исходной структуры производят дополнительный нагрев до температуры отпуска (степень нагрева в производственных условиях оценивают визуально).

Измерения твердости материала пилы в различных точках по высоте зуба, выполненные на пилах, наплавленных в разное время на ЛДК им. В. И. Ленина г. Архангельска, показали, что операция отпуска не обеспечивает в полной мере возвращения структуры в исходное состояние. В области зуба выделяются две зоны, отличающиеся по твердости от исходного материала. В зоне отпуска, которая занимает примерно 3/4 высоты зуба, твердость материала выше исходного на 3—4 HRC. В зоне сопряжения зуба с полотном пилы (переходная зона) твердость материала достигает 61 HRC по сравнению с 40—44 HRC в исходном состоянии.



Схемы расположения трещины.

*a* — в переходной зоне; *b* — в зоне отпуска.

Для оценки влияния операции наплавки на механические свойства материала проведены испытания на вязкость разрушения  $K_{Ic}$ . Форма образцов и методика испытаний приведены в работе [3]. Подготовку образцов производили с помощью газовой горелки по технологии, соответствующей операции наплавки. Соответствие в изменении свойств материала считалось достигнутым, если твердость образца в зоне отпуска и переходной зоне не отличалась более чем на 4 HRC от твердости тех же зон в пиле. На одной партии образцов начальные трещины наносили в переходной зоне (рис. *a*), на другой — в зоне отпуска (рис. *b*). Одновременно проведены испытания партии образцов, материал которых находился в исходном состоянии. Все образцы выполнены из стали 9ХФМ.

Результаты испытаний показали, что для стали в исходном состоянии  $K_{Ic} = 186 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$  в зоне отпуска —  $156 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ , в переходной зоне —  $148 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ . Следовательно, в результате наплавки наибольшее ослабление материала (на 20,5 %) наблюдается в переходной зоне, которая расположена в основании зуба.

Анализ напряженного состояния рамных пил, выполненный методом конечных элементов [4], показал, что существуют два сечения: перпендикулярно оси полотна и по основанию зуба, в которых при эксплуатационных нагрузках возникают наибольшие напряжения и по которым возможно развитие трещин. Так как в процессе наплавки происходит ослабление материала в основании зуба, то наиболее вероятно второе направление развития трещин.

Исходя из предположения о наличии трещиноподобных дефектов, оценку прочности сечения в основании зуба выполним по условию:

$$K_I = K_{Ic}, \quad (1)$$

где  $K_I$  — коэффициент интенсивности напряжений;

$K_{Ic}$  — критический коэффициент интенсивности напряжений (или вязкость разрушения).

Предельное состояние по условию (1) может быть достигнуто за счет как возрастания напряжений, так и увеличения длины трещины. Соответственно этим случаям вводят два коэффициента запаса [2]: по напряжениям  $n$  и на длину трещины  $m$ . При этом условие прочности имеет вид

$$K = \frac{K_{Ic}(n)}{m}, \quad (2)$$

где 
$$K_c(n) = K_c \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}};$$

$$n = \frac{\sigma_b}{\sigma}.$$

Здесь  $\sigma_b$  — предел прочности;  
 $\sigma$  — номинальное напряжение, вызывающее развитие трещины.

В рассматриваемой задаче коэффициенты интенсивности напряжений при малых длинах трещин можно определить по формуле

$$K = 1,12\sigma \sqrt{\pi l} = 1,12 \frac{\sigma_b}{n} \sqrt{\pi l}. \quad (3)$$

Из уравнения (2) с учетом (3) находим допускаемую длину трещины

$$l_0 = \frac{K_c^2(n^2 - 1)}{1,12^2 \sigma_b^2 m^2 \pi}. \quad (4)$$

При пилении талой древесины экстремальные за цикл пиления напряжения в рассматриваемом сечении имеют следующие значения:  $\sigma_{max} = 369$  МПа,  $\sigma_{min} = 125,4$  МПа. Для стали 9ХФМ  $\sigma_b = 1434$  МПа при твердости 40 НРС.

Коэффициенты запаса по напряжениям и на длину трещины прием равными  $n = m = \frac{\sigma_b}{\sigma_{max}} = 3,88$ . При этом на основании формулы (4) получим:  $l_0 = 3,98$  мм для стали в исходном состоянии,  $l_0 = 2,29$  мм для стали в переходной зоне ( $K_c = 148$  МПа·м<sup>1/2</sup>) после операции наплавки.

Ресурс работы сечения определим по формуле

$$T = \frac{1}{60\omega\beta} \int_l^\delta \frac{dl}{\frac{K_{max}^2 - K_{min}^2}{K_c^2} + \ln \frac{K_c^2 - K_{max}^2}{K_c^2 - K_{min}^2}}, \quad (5)$$

где  $T$  — время работы пилы, ч;  
 $K_{max}, K_{min}$  — максимальный и минимальный за цикл пиления коэффициенты интенсивности напряжений;  
 $\delta$  — конечная длина трещины;  
 $l$  — начальная длина трещины;

$\beta = 0,041$  мм/цикл — характеристика материала, определяющая прирост длины трещины за цикл нагружения;  
 $\omega = 360$  об/мин — частота вращения кривошипа лесопильной рамы.

В дальнейшем полагаем, что начальная длина трещины не меньше глубины риски, получаемой при заточке ( $l = 0,1$  мм).

При  $\delta = l_0$  получим полный ресурс работы сечения без учета переточек инструмента. Для стали в исходном состоянии  $T = 221$  ч, для стали в переходной зоне  $T = 143$  ч. Принимая верхний предел равным нормативной толщине снимаемого при заточке слоя 0,3 мм, получим ресурс работы между переточками. Для стали в исходном состоянии он составляет 45 ч, а для стали в переходной зоне — 24 ч. Данный расчет показал, что при установленных условиях затупления периоде работы пилы между переточками (8 ч) прочность обеспечена и не является ограниченной, так как развивающиеся трещины не выходят за пределы снимаемого при заточке слоя.

При пилении мерзлой древесины силы резания возрастают в 1,3—1,5 раза [1]. Напряжения в области зуба определяются величиной сил

резания. Следовательно, напряжения также возрастают в 1,3—1,5 раза, и ресурс работы пилы между переточками при  $\delta = 0,3$  мм составляет 7,77 ч для стали в исходном состоянии и 5,7 ч для стали в переходной зоне. При периоде работы пилы между переточками 8 ч трещины выйдут за пределы снимаемого слоя, ресурс работы пилы окажется ограниченным и будет определяться величиной допускаемой длины трещины  $l_0 = 2,29$  мм. В данном случае он составит 35 ч.

На основании проведенных исследований можно отметить, что в процессе операции наплавки зубьев стеллитом происходит значительное снижение вязких свойств материала. При существующей технологии наплавки зона наиболее низкой вязкости разрушения оказывается в области наибольших растягивающих напряжений в основании зуба. При пилении талой древесины снижение вязкости не требует уменьшения периода работы пилы между переточками, установленного из условий затупления. При пилении мерзлой древесины период работы пилы между переточками при  $\delta = 0,3$  не должен превышать 5,7 ч.

Отрицательное влияние операции наплавки можно устранить следующим образом: 1) увеличить толщину снимаемого при заточке слоя до 0,6—0,7 мм; 2) уменьшить начальный размер трещины путем дополнительной зачистки дна впадин; 3) изменить технологию наплавки так, чтобы переходная зона не располагалась в области опасных растягивающих напряжений. При этом необходимо иметь в виду, что расширение области нагрева приведет к смещению переходной зоны в полотно пилы, что повлечет за собой повышение опасности развития трещин в поперечных сечениях пилы. Область нагрева зуба можно сократить путем установки теплоотводящих устройств на расстоянии  $0,3h$  от вершины зуба. При этом ослабленная переходная зона окажется выведенной из области наибольших напряжений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ларионов А. И., Курицын В. Н., Лукашин М. М. Особенности резания мерзлой древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1972.— 56 с. [2] Партон В. З., Морозов Е. М. Механика упруго-пластического разрушения.— М.: Наука, 1974.— 416 с. [3] Соловьев В. В., Михайлова А. Р. К вопросу о прочности рамных пил.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 1, с. 77—80. [4] Соловьев В. В., Михайлова А. Р., Семенова Л. П. К вопросу исследования напряженного состояния зубьев пильных инструментов методом конечных элементов.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 6, с. 87—91.

Поступила 5 мая 1985 г.

УДК 674.053

### ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

В. Ф. ФОНКИН

Кировский политехнический институт

Высокие требования к остроте резцов, незначительные углы заострения, очень большие скорости резания и практическое отсутствие отвода тепла из зоны лезвия в стружку определяют весьма напряженные условия работы материалов дереворежущего инструмента в прилезвийных зонах. В связи с этим в мировой и отечественной практике возросло производство дереворежущего инструмента из высоколегированных сталей и металлокерамических твердых сплавов.

Весьма характерно и принципиально то, что применение высоколегированных сталей и твердых сплавов в деревообрабатывающей промышленности дает различный эффект при обработке разных древесных материалов. В ряде случаев можно не применять или сократить применение

ние остродефицитных твердых сплавов и сохранить высокие эксплуатационные свойства дереворежущего инструмента. Существуют возможности повышения стойкости дереворежущего инструмента за счет режимных факторов, совершенствования конструкции инструмента, способов его подготовки, настройки и установки.

Установлена незначительная эффективность применения высоколегированных твердых сплавов при обработке сырой натуральной древесины. Так, наплавка зубьев сормайт и стеллитом повышает стойкость зубьев пил в лесопилении всего в 1,3—1,5 раза по сравнению с пилами из стали марки 85ХФ. Стойкость зубьев пил, армированных пластинками из твердых металлокерамических сплавов марок ВК6 и ВК15, при обработке сырой древесины повышается только в 2—3 раза по сравнению со стойкостью пил из той же стали. Исходная твердость стальных рамных пил равнялась 39—44 HRC, стальных круглых пил — 52—56 HRC, а твердость пластинок твердого сплава в рассматриваемом случае равнялась 84—89 HRC. Стойкость резцов фрез ЛАПБ, изготовленных из быстрорежущей стали марки Р18, при обработке еловой древесины влажностью 50—80 % превышает стойкость резцов из стали марки Х6ВФ только на 30—40 %. Лезвия луцильных ножей оснащаются нетеплостойким слоем из сталей В1; 85ХФ; 9ХВФ, что обеспечивает их высокую стойкость.

В табл. 1 приведены сравнительные показатели стойкости резцов фрезерных головок и ножей строгальных станков, изготовленных из различных материалов при обработке сосновых досок влажностью 20—24 %. С целью повышения условий сопоставимости все резцы, включенные в таблицу, имели одинаковую исходную твердость 60 HRC.

Таблица 1

Материал ножа	Марка	Сравнительная стойкость
Углеродистая сталь	У8А	1,0
Хромовольфрамовая сталь	ХВГ	1,3
Хромованадиевая »	85ХФ	1,4
Высоколегированная хромистая сталь	Х12Ф	3,0
Быстрорежущая сталь	Р18	3,5
Сормайт	1	4,6

Как видно из данных табл. 1, применение высоколегированной быстрорежущей стали Р18 и твердого сплава № 1 для обработки натуральной древесины увеличивает стойкость инструмента по сравнению со сталями У8А и 85ХФ в 3—3,5 и 2,5—3,3 раза. Это совсем невысокая эффективность.

Иная картина получается при обработке высоколегированными сталями и твердыми сплавами сухой натуральной уплотненной древесины и в особенности клееной древесины, древесностружечных и древесноволокнистых плит. Так, резцы из металлокерамического сплава марки ВК10 при обработке древесноволокнистых плит обеспечивают повышение стойкости по сравнению с резцами из среднелегированных сталей в 50 раз, а резцы из сплава марки ВК15 — в 30 раз.

Бесспорно, что стойкость инструмента непосредственно связана с твердостью и прочностью его материала. Однако и в этом утверждении есть неясность. Прежде всего, следует уточнить, о какой твердости и прочности говорится. Обычно в технической литературе сопоставление твердостей и прочностей производят для материалов при температуре +20 °С. Однако температура прилезовых зон резцов в момент среза стружек совершенно иная. Инструмент для возобновления остроты

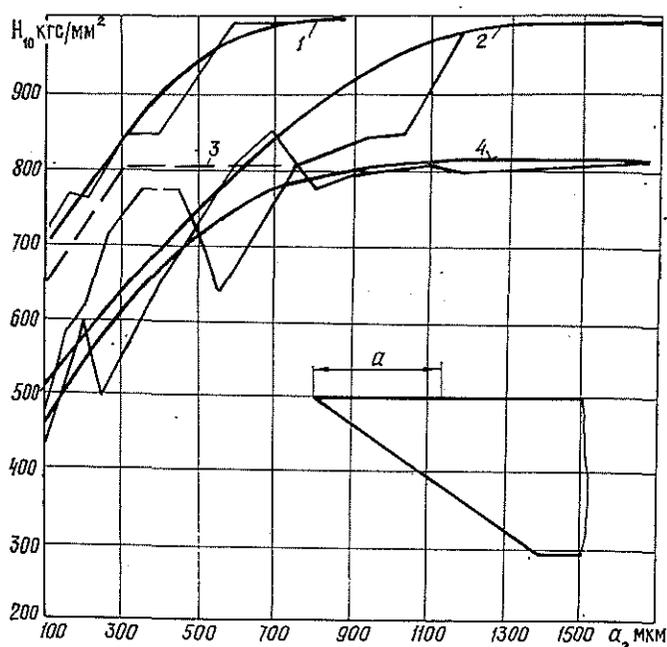


Рис. 1. Твердость материалов прилежвийных зон.

Углеродистая сталь У7А: 1 — после заточки, 2 — после работы; Х12М: 3 — после заточки, 4 — после работы.

затачивают, при этом температура материала в прилежвийных зонах повышается до нескольких сотен градусов. В результате такого теплового воздействия исходные физико-механические показатели материала претерпевают значительные изменения.

На рис. 1 приведены графики остаточных микротвердостей  $H_{10}$  резцов из различных марок сталей после заточки и после работы.

С целью уменьшения потери твердости материала в прилежвийных зонах после заточки проводили подшлифовку резцов по задним граням пастой ГОИ. Тем не менее, на графиках зафиксировано заметное уменьшение твердости материала в прилежвийных зонах резцов после заточки. Для углеродистой стали марки У7А микротвердость снизилась от 810 до 650 кгс/мм<sup>2</sup>. Легированная сталь ХВГ снизила твердость в зоне заточки от 1000 до 725 кгс/мм<sup>2</sup>. Протяженность зоны с уменьшенной твердостью составила 0,3—0,5 мм, что значительно больше зоны износа инструмента в процессе затупления. Еще бóльшие изменения твердостей материала наблюдаются в прилежвийных зонах у этих резцов после обработки ими при попутной подаче сухих сосновых заготовок в количестве 200 пог. м. Уменьшение их твердости по сравнению с исходным состоянием составило соответственно для У7А от 810 до 475 кгс/мм<sup>2</sup> и для Х12М — от 1000 до 510 кгс/мм<sup>2</sup>, протяженность зон с пониженной твердостью возросла до 0,7—1,2 мм.

Результаты данных исследований говорят только о последствиях теплового воздействия на материал прилежвийных зон, т. е. остаточной микротвердости; физико-механические показатели сталей в прилежвийных зонах при температурах взаимодействия резцов с древесиной несравненно ниже.

Повышение температур прилежвийных зон дереворежущего инструмента связано с интенсивностью теплового потока, образующегося

в зоне резания, и с условиями теплоотвода. Низкая теплопроводность древесины ведет к отводу тепла только через тело резца.

Напряженность (интенсивность) теплового потока от силы трения стружки о переднюю поверхность резца находили по формуле

$$Q_{п. г} = \frac{9,8k_d fLn}{60 \cdot 102} \text{ Дж/мм}^2 \cdot \text{с.} \quad (1)$$

Напряженность теплового потока от сил трения задней грани резца о поверхность обработки на  $1 \text{ мм}^2$  лезвия по площадке контакта стружки с резцом в зоне резания вычисляли из выражения

$$Q_{з. г} = \frac{9,8\sigma_{ск \parallel} fLn}{60 \cdot 102} \text{ Дж/мм}^2 \cdot \text{с.} \quad (2)$$

где  $k_d$  — удельное (усредненное) давление стружки о поверхность передней грани,  $\text{кгс/мм}^2$  (10 МПа);

$\sigma_{ск \parallel}$  — то же о поверхность задней грани,  $\text{кгс/мм}^2$  (10 МПа);

$f$  — коэффициент трения древесины по материалу резца;

$L$  — длина дуги резания, мм;

$n$  — частота вращения фрезы, об/мин.

Расчеты показали, что мощность теплового потока, приходящегося на  $1 \text{ мм}^2$  поверхности контакта резца со стружкой при продольном фрезеровании сосны с частотой вращения инструмента 6000 об/мин, составляет 2—3 Вт, что вдвое больше теплового потока с единицы поверхности волоска электрической лампочки.

По данным прямых замеров, выполненных в БТИ А. В. Моисеевым [2], значения температур прилежвийных зон в резцах дереворежущего

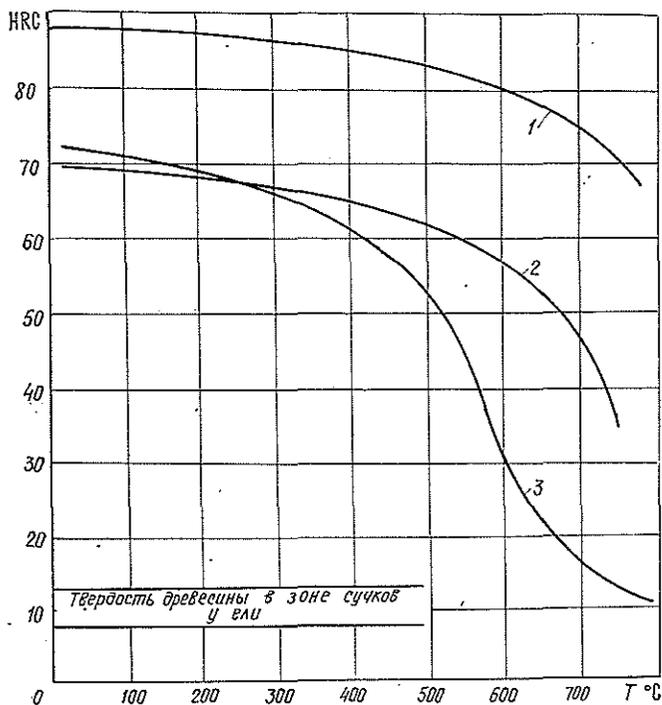


Рис. 2. Твердость инструментальных материалов при различных температурах.

1 — VK6; 2 — P18Ф2; 3 — Х6ВФ.

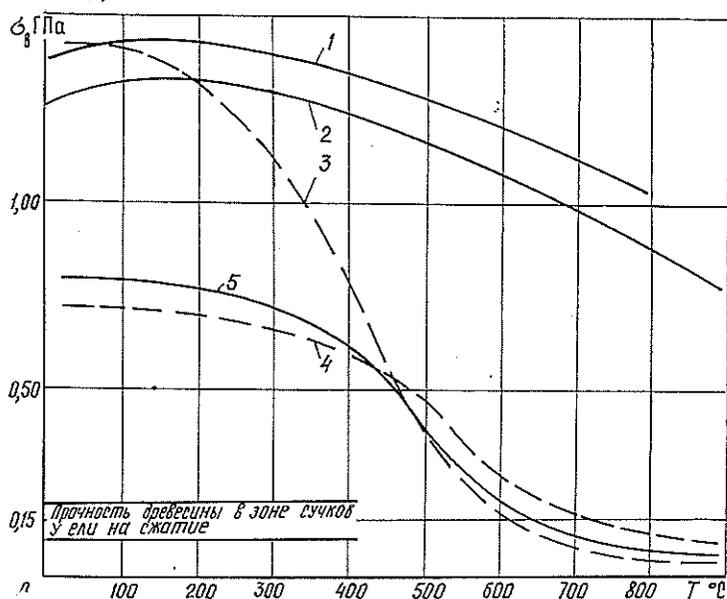


Рис. 3. Прочность инструментальных материалов при различных температурах.

1 — ВК6; 2 — ВК10; 3 — У7А; 4 — Х6ВФ; 5 — 9ХС.

инструмента могут достигать 1100—1200 °С. Температура лезвий металлорежущего инструмента редко превышает 500 °С.

Прилезвийные зоны резцов дереворежущего инструмента на фрезерных головках, ножевых валах при каждом обороте инструмента подвергаются нагреванию и охлаждению; это ведет к изменению исходной структуры стали с ухудшением ее механических свойств. Подобное же явление может происходить и при заточках с повышенными температурами.

На рис. 2 приведены графики изменений твердостей *HRC*, а на рис. 3 — графики изменения прочности на изгиб  $\sigma_b$  в зависимости от температуры для типичных инструментальных сталей по данным [1]. На этих же рисунках показаны ориентировочные значения твердости и прочности древесины в зоне сучков для ели.

Как видно из графиков, при повышении температуры во всех случаях значительно уменьшаются твердость и прочность материала, включая высоколегированные стали и металлокерамические твердые сплавы.

Результаты замеров твердостей и прочностей при высоких температурах во многом зависят от использованной аппаратуры и по этой причине не всегда возможно с достаточной надежностью сопоставлять данные работ различных авторов.

С целью обеспечения большей сопоставимости результатов КирПИ были выполнены исследования влияния температур на микротвердость и прочность.

Исследования проведены на установке ИМАШ-9-66. Замеры проводили в защитной среде, исключающей окисление и обезуглероживание поверхностных слоев.

При замерах твердостей в защитной среде характер графиков не изменился по сравнению с показанными на рис. 2 и 3.

Для понимания условия взаимодействия резцов с древесиной показательно сопоставить твердость и прочность материалов резцов прилезовых зон при конкретных температурах с твердостью и прочностью древесины при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Результаты расчетов приведены в табл. 2 (твердость — числитель, прочность — знаменатель). Из-за недостаточной сопоставимости различных шкал твердостей эти расчеты следует рассматривать как ориентировочные.

Таблица 2

Марка материала инструмента	Превышение твердости и прочности материалов резцов над твердостью и прочностью древесины в зоне сучков при температуре материала инструмента, $^{\circ}\text{C}$				
	20	350	500	700	800
У7А	—	—	—	—	—
	9,5	6,7	2,5	0,5	0,3
Х6ВФ	7,2	6,4	5,3	1,6	1,0
	4,9	4,5	3,3	1,1	0,8
Р18Ф2	7,0	6,3	6,1	4,8	—
	—	—	—	—	—
ВК6	8,8	8,5	8,2	7,5	6,6
	9,3	9,1	8,5	7,5	6,9

Из данных табл. 2 видно, что уже при  $500\text{--}700^{\circ}\text{C}$  твердость и прочность древесины сопоставимы с соответствующими показателями углеродистых и среднелегированных сталей. Минимально достаточное превышение твердостей и прочностей инструментальных сталей над твердостями и прочностями древесины наблюдается только до температур  $400\text{--}450^{\circ}\text{C}$ .

Сопоставляя показатели стойкостей инструментов из различных материалов при разных температурах, можно совершенно определенно утверждать, что в условиях низких тепловых напряжений стойкость дереворежущего инструмента из углеродистых и низколегированных сталей сопоставима со стойкостями инструментов из высоколегированных сталей и твердых сплавов, если их исходные твердости близки.

Интенсивность тепловых потоков в прилезовых зонах, прежде всего, зависит от режима работы, вида срезаемой стружки, свойств древесины, условий отвода тепла из прилезовых зон.

При обработке сырой древесины неизбежно выдавливание свободной влаги в зону контакта стружки с резцом. Влага эта может испаряться и тем самым охлаждать прилезовые зоны. Подтверждение этому — малая эффективность применения твердых сплавов при обработке сырой древесины по сравнению со стойкостью стального инструмента. Расчеты показали, что затраты тепла на испарение слоя влаги толщиной всего  $0,01$  мм эквивалентны тепловому потоку, образуемому на передней грани резца фрезерной головки, вращающейся с частотой  $6000$  об/мин, при продольном фрезеровании на глубину до  $5$  мм.

Однако для того, чтобы эффективно использовать инструмент из материалов, не имеющих такой высокой теплостойкости, как у твердых сплавов, предварительно следует обеспечить сохранение их высоких твердостей и прочностей в процессе заточки. Выбор способа и режима подготовки, обеспечивающих сохранение исходных свойств материала инструмента, — второе важнейшее условие успешного применения малодефицитных и достаточно дешевых инструментальных сталей.

Для достижения поставленной цели следует выбрать:

1) необходимую скорость резания. (Снижая скорость резания, можно уменьшить температуру прилезовых зон до необходимого уровня);

2) направление подачи. (Используя встречную подачу, можно обеспечить стружкообразование с опережающим отщепом стружки, уменьшить длину дуги резания);

3) толщину стружки. (Увеличивая до допустимых пределов толщину стружки, можно пропорционально снижать частоту вращения инструмента).

Интенсификация отвода тепла из прилезовых зон достигается увеличением углов заострения, образованием фасок по задним граням, уменьшением до допустимых пределов выступа резцов над корпусом инструмента и стружколомателем.

Следовательно, выбирая материал для конкретного дереворежущего инструмента, следует, прежде всего, знать температуры прилезовых зон, при которых будут работать резцы инструмента на конкретных станках. Необходимо определить возможности снижения их температур за счет режимных факторов, правильного выбора конструкции инструмента. Если снизить температуры лезвий, то можно использовать для резцов углеродистые и низколегированные стали с обязательным внедрением прогрессивных методов заточки, исключая отпуск лезвий при подготовке инструмента. Если нет условий для качественной подготовки лезвий без отпуска и нет возможности снизить температуру прилезовых зон, то для такого инструмента следует выбирать высоколегированные стали и твердые сплавы, сохраняющие достаточную твердость и прочность при конкретных температурах эксплуатации.

Рациональное использование всей номенклатуры инструментальных сталей и твердых сплавов требует обязательного научного обеспечения. Требуются работы по изучению взаимодействия размягченных нагревом поверхностных слоев прилезовых зон с различными структурными элементами древесины.

Следует пересмотреть стремление к обязательному повышению быстроходности оборудования. Разработка тихоходного оборудования повышенной жесткости при одновременном применении многолезвийного инструмента позволяет использовать стали с пониженной теплостойкостью без ущерба для качества обработки, производительности и стойкости инструмента.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гуляев А. П. Инструментальные стали: Справочник.— М.: Машиностроение, с. 270. [2]. Моисеев А. В. Износостойкость дереворежущего инструмента.— М.: Лесн. пром-сть, 1981, с. 107.

Поступила 2 января 1985 г.

УДК 630\*24 : 630\*812

### ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ КУЛЬТУР СОСНЫ

Н. С. МИНИН, С. А. МОСКАЛЕВА

Архангельский институт леса и лесохимии

При целевом выращивании древостоев важно получить древесину с определенными физико-механическими свойствами. В связи с этим

соотношение между степенью и характером разреживания древостоев и качеством формирующейся древесины приобретает особое значение.

В настоящее время накоплен материал о влиянии рубок ухода на физико-механические свойства древесины хвойных пород в разных географических районах страны [3—9]. В условиях Европейского Севера работ по изучению влияния рубок ухода на свойства древесины в искусственно созданных насаждениях мы не обнаружили.

Физико-механические свойства древесины, формирующейся под влиянием рубок ухода, нами исследованы в 42-летних культурах сосны, созданных групповым посевом. Тип леса черничный. Рубки ухода двумя приемами различной интенсивности проведены 30 и 12 лет назад. Густота насаждений в год обследования по вариантам составила 2,8 тыс. шт./га (контроль, состав 4С3Е20с1Б, отпад 1132 ствола); 3,1; 2,7; 1,4 тыс. шт./га, а число сохранившихся групп 950, 1102, 1077, 912 соответственно.

Определяли следующие показатели: плотность  $\rho_{12}$  (ГОСТ 16483.1—74), предел прочности  $G_{12}$  при сжатии вдоль волокон (ГОСТ 16483.10—73) и при статическом изгибе (ГОСТ 16483.3—73), модуль упругости при статическом изгибе  $E_{12}$  (ГОСТ 16483.2—73).

Для анализа взято 18 модельных деревьев крупной и средней категорий. Отрубки длиной 500 мм, из которых были изготовлены образцы для испытаний, вырезали на высоте от 2,5 до 3,0 м. При определении необходимого количества образцов использовали ГОСТ 11484—65 (пункт 19). Испытано более 500 образцов древесины сосны (послерубочная часть).

Показатели физико-механических свойств древесины приведены в табл. 1.

К числу основных качественных характеристик древесины относится плотность. С помощью этого показателя можно дать объективную оценку эффективности рубок ухода.

Таблица 1

Густота насаждений, тыс. шт./га	Интенсивность рубок ухода, %		Плотность $\rho_{12}$ , кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности $G_{12}$ , МПа		Модуль упругости при статическом изгибе $E_{12}$ , МПа
	по числу стволов	по запаса		при сжатии вдоль волокон	при статическом изгибе	
2,8	—	—	387 ± 6,3	34,5 ± 1,0	39,2 ± 1,40	83 · 10 <sup>2</sup> ± 0,23
3,1	39	14	383 ± 3,0	35,7 ± 0,78	44,3 ± 1,88	87 · 10 <sup>2</sup> ± 0,21
2,7	30	15	389 ± 9,2	35,9 ± 1,17	42,2 ± 3,79	84 · 10 <sup>2</sup> ± 0,64
1,4	54	26	372 ± 7,0	30,4 ± 1,10	41,5 ± 1,42	88 · 10 <sup>2</sup> ± 0,22

Данные табл. 1 показывают, что плотность древесины, формирующейся под влиянием рубок ухода, несколько различается в зависимости от интенсивности изреживания. В варианте с густотой 1,4 тыс. шт./га отмечается наименьший показатель плотности (на 4 % ниже контроля), а в остальных вариантах по величине он такой же, как на контроле.

Данные статистической обработки не установили достоверных различий в плотности при сравнении всех вариантов опыта (табл. 2). Некоторые особенности в формировании плотности древесины после рубок ухода наблюдаются по категориям деревьев (табл. 3).

В пределах групп деревьев плотность «послерубочной» части древесины изменяется в зависимости от интенсивности рубки. В культурах с количеством деревьев 1,4 тыс. стволов на 1 га плотность формиру-

Таблица 2

Показатели различия  $t$  плотности древесины (табличный критерий Стьюдента при доверительном уровне 99 % равен 2,8)

Густота насаждений, тыс. шт./га	2,8	3,1	2,7	1,4
2,8	—	0,57	0,18	1,59
3,1	0,57	—	0,62	1,40
2,7	0,18	0,62	—	1,47
1,4	1,59	1,40	1,47	—

Таблица 3

Показатели физико-механических свойств древесины по категориям деревьев

Густота насаждений, тыс. шт./га	Категория деревьев	Плотность $\rho_{12}$ , кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности $G_{12}$ , МПа		Модуль упругости $E_{12}$ при статическом изгибе, МПа
			при сжатии вдоль волокон	при статическом изгибе	
2,8	Крупные	361 ± 3,0	31,2 ± 0,65	37,9 ± 1,56	82 · 10 <sup>2</sup> ± 0,18
2,8	Средние	414 ± 7,0	38,7 ± 1,03	42,4 ± 2,43	93 · 10 <sup>2</sup> ± 0,67
3,1	Крупные	378 ± 3,5	33,7 ± 0,61	44,1 ± 3,30	87 · 10 <sup>2</sup> ± 0,33
3,1	Средние	393 ± 3,6	39,8 ± 1,03	47,9 ± 2,95	93 · 10 <sup>2</sup> ± 0,47
2,7	Крупные	380 ± 12,3	35,1 ± 1,49	40,8 ± 3,95	84 · 10 <sup>2</sup> ± 0,38
2,7	Средние	408 ± 7,7	37,6 ± 1,49	48,4 ± 3,01	86 · 10 <sup>2</sup> ± 0,48
1,4	Крупные	378 ± 5,2	32,9 ± 0,88	42,2 ± 1,60	87 · 10 <sup>2</sup> ± 0,23
1,4	Средние	342 ± 2,2	24,5 ± 0,99	38,0 ± 1,44	91 · 10 <sup>2</sup> ± 0,83

Таблица 4

Показатели различия  $t$  плотности древесины по категориям деревьев (табличный критерий Стьюдента при доверительном уровне 99 % равен 3,7)

Густота древостоя, тыс. шт./га	2,8	3,1	2,7	1,4
2,8	—	$\frac{3,71}{2,66}$	$\frac{1,50}{0,57}$	$\frac{2,83}{8,45}$
3,1	$\frac{3,71}{2,66}$	—	$\frac{0,16}{1,76}$	$\frac{0,00}{9,83}$
2,7	$\frac{1,50}{0,57}$	$\frac{0,16}{1,76}$	—	$\frac{0,15}{7,01}$
1,4	$\frac{2,83}{8,45}$	$\frac{0,00}{9,83}$	$\frac{0,51}{7,01}$	—

Примечание. В числителе — крупные деревья; в знаменателе — средние.

Плотность значительно влияет на механические свойства древесины. Снижение плотности древесины означает уменьшение ее механических свойств, и наоборот [4]. По исследованиям [6], в условиях лесостепи УССР при уменьшении густоты насаждений существенно снижается прочность древесины. По данным наших исследований, для густоты насаждений 1,4 тыс. стволов на 1 га предел прочности при сжатии вдоль волокон уменьшился на 12 % по сравнению с контролем.

На основании проведенных исследований установлена различная степень связи показателей прочности и деформативных свойств древесины с ее плотностью. Корреляционный анализ данных о связи механических свойств древесины с ее плотностью позволил выявить эту зависимость и установить степень тесноты связи этих показателей. Наиболее тесной оказалась связь плотности древесины с пределом прочности при сжатии вдоль волокон ( $r \pm m_2 = 0,850 \pm 0,0266$ ) и при статическом изгибе ( $r \pm m_2 = 0,764 \pm 0,103$ ) и выражается уравнением прямой вида  $y = a + bx$ . Связь плотности с модулем упругости при статической изгибе оказалась умеренной ( $r \pm m_r = 0,473 \pm 0,194$ ).

шейся древесины средних деревьев существенно ниже, чем в вариантах с густотой 3,1 и 2,7 тыс. шт./га и контрольном (табл. 4).

Плотность древесины крупных деревьев во всех вариантах опыта на 5 % выше по отношению к контролю.

При сравнении плотности древесины между деревьями разной крупности наибольшее различие отмечается только в двух вариантах — контрольном и с наименьшей густотой; здесь наблюдается различие плотности между категориями деревьев на высоком уровне значимости ( $t = 7,10$  и  $6,4$ ). В остальных вариантах различия незначительные и статистически не доказаны.

Выявление и оценку степени влияния густоты и категории деревьев на плотность древесины проводили по схеме двухфакторного дисперсионного анализа [1, 2].

За фактор *A* принята густота насаждений; он имеет четыре уровня по вариантам густоты. Фактор *B* — категория деревьев; он имеет два уровня. К первому уровню отнесены крупные деревья, ко второму — средние. Нами изучено влияние этих факторов на плотность древесины. Данные дисперсионного анализа по двум факторам приведены в табл. 5.

Таблица 5

Вариация	Степень свободы	Сумма квадратов отклонения	Оценка дисперсии	Фактический критерий Фишера	Табличный критерий Фишера при соответствующей вероятности		Доля влияния
					0,99	0,95	
Повторностей	6	1683	281	—	—	—	0,03
Вариантов	7	57 807	8258	42,5	3,1	2,2	0,85
Остаточная	42	8145	194	—	—	—	0,12
Общая	55	67 635	1230	—	—	—	—
Фактора <i>A</i>	3	16 699	5566	28,0	4,3	2,8	0,25
» <i>B</i>	1	10 836	10 836	55,8	7,3	4,1	0,16
Совместное <i>AB</i>	3	30 272	10 091	52,0	4,3	2,8	0,44

Дисперсионный анализ показал достоверное влияние на плотность древесины обоих факторов, а также их сочетания. Вопрос о повышении или снижении плотности древесины при рубках ухода нельзя рассматривать вне связи с густотой насаждений и категорией деревьев, причем густота влияет сильнее.

Таким образом, рубки ухода в культурах интенсивностью от 15 до 25 % по запасу не приводят к снижению плотности древесины. Плотность древесины, формирующейся под влиянием рубок ухода, у крупных деревьев изменяется незначительно и в данном случае на 5 % выше контрольной. С уменьшением густоты и повышением интенсивности рубки плотность формирующейся древесины средних деревьев понижается на 17 % по сравнению с контролем. Повышение или снижение плотности древесины при рубках ухода в культурах сосны зависит от числа оставляемых деревьев и категорий крупности.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ильин И. Р. Таблицы для статистической обработки экспериментальных данных.— Кишинев: Штиинца, 1976.— 150 с. [2]. Лакин Г. Ф. Биометрия.— М.: Высш. школа, 1980.— 291 с. [3]. Москалева С. А., Тисова В. А. Физико-механические свойства древесины сосны, формирующейся под влиянием рубок ухода.— В кн.: Материалы отчетной сессии по итогам научно-исследовательских работ за 1977 г. Архангельск, 1978, с. 27—28. [4]. Полубояринов О. И. Плотность древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1976, с. 120—127. [5]. Рябоконт А. П., Литаш Н. П. Влияние густоты на физико-химические свойства древесины сосны.— Лесхоз. информ., 1978, вып. 9, с. 6—7. [6]. Рябоконт А. П. Влияние густоты древостоев сосны обыкновенной на качество стволов в условиях лесостепи УССР: Автореф. дис. . . . канд. с.-х. наук.— Харьков, 1979.— 22 с. [7]. Савина А. В., Якимов И. В. Влияние рубок ухода на рост и развитие сосны.— Лесн. хоз-во, 1976, № 6, с. 25—27. [8]. Чибисов Г. А. Влияние коридорного ухода на качество древесины ели.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1968, № 4, с. 137—138. [9]. Чибисов Г. А., Поротов В. Н., Москалева С. А. Эффективность рубок ухода в смешанных сосняках Европейского Севера.— В кн.: Рубки ухода и главного пользования на Европейском Севере. Архангельск, 1980, с. 26—29.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.017

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОРИЕНТАЦИИ  
ВОЛОКОН В БУМАГЕ

И. А. ПЛОТНИКОВ, В. Н. НЕПЕИН, А. И. КИПРИАНОВ

Пермский филиал ВНИИБ ВНПОбумпром  
Ленинградская лесотехническая академия

Как известно, многие показатели качества бумаги находятся в прямой зависимости от степени ориентации волокон в полотне [1, 2]. Эта степень может быть выражена отношением числа волокон  $K_0$ , расположенных своими осями в машинном направлении, к числу волокон, расположенных своими осями в поперечном направлении.

Для измерения ориентации волокон в бумаге разработаны приборы, использующие различные свойства бумажного листа [2—4, 8]. Однако известные методы определения ориентации волокон в бумажном полотне, как правило, сложны в применении на практике, недостаточно точны при непрерывном измерении параметров полотна, не несут информации о причинах изменения величины ориентации волокон при изготовлении бумаги на бумагоделательной машине.

Коэффициент ориентации волокон в готовом бумажном полотне зависит от условий напуска бумажной массы на сетку бумагоделательной машины, от реологических свойств бумажной массы [4]; последние зависят от степени помола, температуры, концентрации бумажной массы и т. д. [6].

В связи с вышеизложенным авторы поставили задачу разработать метод определения ориентации волокон на основании реологических свойств бумажной массы, измеряемых периодически с помощью установки [7], подключенной к массопроводу, на входе массы в бумагоделательную машину, а также параметров напуска на сеточный стол.

На линии напуска бумажной массы на сетку бумагоделательной машины, за счет разницы скоростей их движения, в прилегающем к сетке слое бумажной массы возникает градиент сдвига, который уменьшается по толщине слоя суспензии. По мере формирования волокнистого слоя на сетке, скорость движения которого равна скорости сетки, на границе с бумажной массой имеет место градиент сдвига, определяющий величину ориентации волокон.

Мы предполагаем, что этот градиент  $\dot{\epsilon}$  можно определить из уравнения вида:

$$\dot{\epsilon} = \frac{v_c - v_m}{2L}, \quad (1)$$

где  $v_c$  — скорость сетки, м/с;

$v_m$  — скорость выхода массы на сетку, м/с;

$L$  — средняя длина волокон, м.

Под действием градиента сдвига в пограничном слое бумажной массы возникают напряжения сдвига  $\tau$ , которые можно оценить из равенства [5]:

$$\tau = A_0 + A_1 \dot{\epsilon} + A_2 \dot{\epsilon}^2. \quad (2)$$

Здесь  $A_0, A_1, A_2$  — реологические характеристики бумажной массы. Решая совместно выражения (1) и (2), получим:

$$\tau = A_0 + A_1 \left( \frac{v_c - v_m}{2L} \right) + A_2 \left( \frac{v_c - v_m}{2L} \right)^2. \quad (3)$$

В зависимости от величины напряжений сдвига в пограничном слое бумажной массы происходит меньшая или большая ориентация волокон. Справедливо предположить, что если напряжение сдвига меньше или равно предельному напряжению сдвига бумажной массы  $A_0$ , то ориентации не наблюдается. В случае, когда напряжение сдвига больше предельного напряжения, то происходит ориентация волокон в направлении приложения гидродинамических сил. Исходя из вышеизложенного, можно записать:

$$\frac{\tau}{A_0} = K_0. \quad (4)$$

Решая уравнения (3) и (4) относительно  $K_0$ , имеем:

$$K_0 = 1 + \frac{A_1}{A_0} \left( \frac{v_c - v_m}{2L} \right) + \frac{A_2}{A_0} \left( \frac{v_c - v_m}{2L} \right)^2. \quad (5)$$

Для проверки уравнения (5) был проведен эксперимент в производственных условиях на бумагоделательной машине. В ходе эксперимента варьировали условия напуска на сетку: скорость сетки 180—250 м/мин, скорость выхода массы на сетку 170—240 м/мин, средняя длина волокон 1,18—1,76 мм. Длину волокон определяли на микрофоте путем усреднения 1000 измерений, а коэффициент ориентации волокон в бумаге — по отношению нулевых разрывных длин в машинном и поперечном направлениях [4].

Реологические свойства суспензии измеряли перед напуском на сетку на установке [7]. По уравнению (5) рассчитывали коэффициент ориентации волокон в бумаге и сравнивали его с определенным экспериментально.

Результаты обработки эксперимента представлены в таблице.

Вид бумаги	Скорость истечения массы, м/мин	Скорость сетки, м/мин	Средняя длина волокон, мм	Реологические характеристики			Коэффициент ориентации	
				$A_0$	$A_1$	$A_2 \cdot 10^{-2}$	расчетный	экспериментальный
Офсетная, 120 г/м <sup>2</sup>	183,9	180,6	1,56	0,54	21 042	544 674	1,22	1,15
	183,9	180,6	1,76	0,63	20 625	504 112	1,14	1,32
	183,9	181,8	1,56	0,60	21 875	498 682	1,13	1,22
	183,9	181,8	1,40	0,43	18 542	553 093	1,18	1,11
	182,1	181,4	1,50	0,60	20 208	574 076	1,04	1,15
	194,2	190,9	1,76	0,66	20 000	574 921	1,16	1,24
	194,2	191,3	1,65	0,63	17 500	570 391	1,15	1,32
	194,2	191,3	1,71	0,66	18 583	542 565	1,15	1,31
	194,2	191,3	1,35	0,72	19 375	509 351	1,18	1,29
	Конвертная, 75 г/м <sup>2</sup>	237,2	248,0	1,30	0,66	20 208	553 574	1,74
237,2		248,1	1,23	0,66	20 625	578 887	1,72	1,43
237,2		248,0	1,25	0,66	20 667	545 414	1,81	1,44
238,3		249,5	1,25	0,66	21 771	541 952	1,84	1,45
237,5		249,5	1,40	0,66	21 250	577 244	1,73	1,74
238,0		249,1	1,39	0,54	20 838	587 098	1,87	1,55
236,6		246,3	1,18	0,66	21 125	569 732	1,74	1,60
235,0		246,2	1,41	0,67	22 656	571 300	1,75	1,48
235,4		246,1	1,66	0,54	22 722	576 238	1,75	1,62
236,4		246,2	1,45	0,60	21 041	596 428	1,67	1,44
Ролевая, 120 г/м <sup>2</sup>	235,8	246,2	1,23	0,66	20 781	592 789	1,76	1,52
	190,8	192,7	1,56	0,60	21 041	535 376	1,11	1,15
	173,0	192,6	1,64	0,72	20 625	600 062	1,99	1,78
	196,7	192,3	1,33	0,72	21 250	587 837	1,26	1,25
	204,0	192,3	1,52	0,72	18 750	632 103	1,57	1,53
	180,3	192,3	1,48	0,72	20 833	548 709	1,66	1,51
	187,4	192,3	1,68	0,96	23 750	544 006	1,21	1,23

Как следует из данных таблицы, коэффициент ориентации волокон в бумаге можно определить по реологическим свойствам суспензии, условиям напуска, свойствам волокон. Коэффициент корреляции  $\Gamma$  расчетных и экспериментальных значений коэффициента ориентации волокон, рассчитанный по данным таблицы, составляет 0,87.

Следовательно, данный метод можно использовать в промышленности для определения коэффициента ориентации волокон в плоскости листа при получении различных видов бумаги.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Богомол Г. М. Исследование ориентированного формирования на сеточном цилиндре.— Бум. пром-сть, 1968, № 5, с. 8—11. [2]. Вайсман Л. Н. Структура бумаги и методы ее контроля.— М.: Лесн. пром-сть, 1973, с. 149. [3]. Иванов В. В. Определение ориентации волокон бумаги. Электрохимические преобразователи и устройства.— Л., 1979, с. 155—159.— Деп. в ГОСИНТИ 11 июля 1979, № 44—79. [4]. Непейн В. Н., Киприанов А. И., Бабурин С. В. Роль ориентации волокон в формировании прочности промышленной бумаги.— В кн.: Новое в технологии бумаги: Сб. тр. ЦНИИБа, 1973, № 8, с. 234—238. [5]. Плотников И. А., Непейн В. Н., Киприанов А. И. К оценке реологических свойств волокнистых суспензий.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 1, с. 78—80. [6]. Терентьев О. А. Гидродинамика волокнистых суспензий в целлюлозно-бумажном производстве.— М.: Лесн. пром-сть, 1980, с. 247. [7]. Установка для определения свойств волокнистых суспензий/ И. А. Плотников, Р. Ф. Валеев, А. И. Логинов, А. И. Киприанов.— В кн.: Биохимическая переработка шелков и защита оборудования от коррозии в ЦБП: Сб. тр. ВНИИБ ВНПОбумпром. Л., 1981, с. 147—154. [8]. Rudström Lars. A Method for determining fibre orientation in paper by using laser linhg.— Svensk papperstidning, 1970, v. 73, N 5, p. 117—121.

Поступила 4 июня 1984 г.

УДК 66.094.3 : 676.014.34 : [547.914 + 547.915]

### ДЕЙСТВИЕ ОКИСЛИТЕЛЕЙ НА ЭКСТРАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Т. А. ТУМАНОВА, М. И. БУЙНИЦКАЯ, В. А. ЧАСОВЕННАЯ  
Е. И. МАЛЬКОВА, Ю. И. ДЬЯЧЕНКО

Ленинградская лесотехническая академия, ВНПОбумпром

В целлюлозно-бумажном производстве остается нерешенным вопрос устранения отложений осадков на поверхностях оборудования, что связывают с наличием экстрактивных веществ в древесине и целлюлозе [1].

Учеными предложены различные методы борьбы с отложениями [1, 8, 9]. Недостаточная эффективность этих методов объясняется тем, что мало изучены физико-химические и химические свойства экстрактивных веществ, особенно сульфатной целлюлозы [4, 10—13, 15].

В наших исследованиях использованы небеленая сульфатная целлюлоза из древесины осины и березы Архангельского ЦБК и экстрактивные вещества, выделенные из этой целлюлозы.

Характеристика использованной в работе небеленой целлюлозы: жесткость по перманганатному числу 88,5 п. е. (ГОСТ 6845—54); содержание смол и жиров 1,21 % (ГОСТ 5982—75); степень полимеризации (СП) 1400 (по характеристической вязкости растворов целлюлозы в кадоксене) [7].

Образцы небеленой целлюлозы обрабатывали различными окислителями (табл. 1).

После обработки в образцах определяли остаточное содержание экстрактивных веществ. Наибольшая степень «обессмоливания» достигается при применении растворов диоксида хлора (до 58 % от общего содержания смол и жиров в целлюлозе).

Таблица 1

## Характеристика обработки небеленой целлюлозы и смолы растворами окислителей

Окислитель	pH	Режим обработки		Содержание смол и жиров, %	Процент удаления смол из целлюлозы	СП
		Расход окислителя, %	t, °C			
Cl <sub>2</sub>	2,0	1,5	25	1,05	13	1080
ClO <sub>2</sub>	11,0	1,5	70	0,51	58	1210
ClO <sub>2</sub>	3,5	1,5	70	0,53	56	—
NaClO	11,0	1,5	70	0,69	43	1140
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	11,0	2,0	70	0,68	42	1290
NaClO <sub>2</sub>	3,5	1,5	70	—	—	—

Примечание. Во всех случаях продолжительность обработки 60 мин.

Путем многократной экстракции из небеленой целлюлозы выделяли экстрактивные вещества, анализировали их по схеме [2] и определяли содержание отдельных групп органических веществ. В табл. 2 представлены результаты анализа исходного образца смолистых веществ.

В состав смолистых веществ входят жирные кислоты, их эфиры (группа «связанные кислоты») и неомыляемые вещества. Для одной и

Таблица 2

## Состав смолы, экстрагированной из сульфатной целлюлозы

Растворитель	Содержание компонентов, % к общему количеству выделенных веществ				
	Свободные жирные кислоты	Нейтральные вещества			Общая сумма органических веществ
		Связанные кислоты	Неомыляемые вещества	Всего	
Этиловый спирт	33,4	17,8	10,4	28,2	61,6
Диэтиловый эфир	44,0	21,2	31,3	52,5	96,5

той же целлюлозы (древесины) соотношение этих групп зависит от растворителя, который применен для экстракции. В группах органических веществ определяли йодное число (ЙЧ) [3]. По найденным значениям ЙЧ (для кислот оно равно 90, для группы нейтральных веществ — 95) можно сказать, что в этих группах содержатся непредельные соединения.

Таблица 3

Окислитель	Перешло в раствор		Количество твердой фазы		Общее количество смолистых веществ
	1	2	1	2	
Cl <sub>2</sub>	0,600	59,4	0,412	40,6	1,01
ClO <sub>2</sub>	0,228	21,5	0,828	78,5	1,06
NaClO	0,600	59,4	0,412	40,6	1,01
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,673	57,6	0,500	42,4	1,17
NaClO <sub>2</sub>	0,417	38,6	0,667	61,4	1,08
Исходный образец	—	—	—	—	1,09

Примечание. 1 — количество смолистых веществ в жидкой и твердой фазах после обработки окислителями, г/100 г небеленой целлюлозы; 2 — процент от общего содержания смолистых веществ.

Навески экстрактивных веществ обрабатывали различными окислителями (табл. 1). После обработки часть смолы переходила в раствор (жидкая фаза), часть оставалась в виде твердой фазы (табл. 3). Отдельно анализировали жидкую фазу (табл. 4) и твердую фазу (табл. 5).

Таблица 4

Окислитель	Сульфатный лигнин		Нейтральные вещества		Свободные кислоты		Фенолы		Сумма органических веществ
	1	2	1	2	1	2	1	2	
NaClO	0,102	17,0	0,298	49,7	0,150	25,0	0,05	8,3	0,600
Cl <sub>2</sub>	Нет	—	0,229	41,5	0,194	35,1	0,129	23,4	0,552
ClO <sub>2</sub>	>	—	0,049	21,5	0,062	27,1	0,117	51,4	0,228
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,043	6,4	0,360	53,5	0,108	16,0	0,162	24,1	0,673
NaClO <sub>2</sub>	Нет	—	0,051	12,2	0,093	22,3	0,272	65,5	0,417

Примечание. 1 — состав отработанного отбелного раствора по органическим группам после обработки смолистых веществ окислителями, г/100 г небеленой целлюлозы; 2 — процент от общего количества органических веществ в растворе.

Таблица 5

Окислитель	Нейтральные вещества			Свободные кислоты			Эфиронерастворимая часть		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
NaClO	0,140	13,2	44,6	0,174	17,2	55,4	0,098	9,5	23,7
Cl <sub>2</sub>	0,274	25,3	61,0	0,175	16,2	39,0	0,083	7,6	15,6
ClO <sub>2</sub>	0,312	29,4	17,0	0,348	32,9	53,0	0,168	15,9	20,2
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,145	12,4	33,6	0,286	24,4	66,4	0,069	6,4	13,8
NaClO <sub>2</sub>	0,278	25,7	43,7	0,358	33,1	56,3	0,031	3,1	4,6
Исходный образец	0,525	48,6	—	0,568	51,4	—	—	—	—

Примечание. 1 — состав твердой фазы смолистых веществ после обработки окислителями, г/100 г небеленой целлюлозы; 2 — процент от общего содержания смолистых веществ; 3 — процент от суммы органических веществ.

После обработки щелочными растворами гипохлорита натрия и пероксида водорода переходит в раствор ~50—60 % от общего количества, взятого для анализа. В жидкой фазе найдены группы органических соединений: сульфатный лигнин (правильнее — группа высокомолекулярных соединений), нейтральные вещества, свободные кислоты, фенолы.

Основная часть органических веществ в растворе относится к группе «нейтральные вещества» (~50 % от общего содержания всех органических веществ в жидкой фазе). В меньшем количестве (10—21 %) они определены в растворе после обработки экстрактивных веществ растворами диоксида хлора, хлорита натрия. В этих растворах содержится больше соединений, входящих в группу фенолов (50—65 %).

Анализ твердой фазы показал, что в ней присутствуют органические вещества группы «нейтральные» (от 12 до 29 %) и свободные кислоты (16—33 % от общего содержания смолистых веществ). Соотношение между этими группами зависит от природы окислителя. Кислот остается больше после обработки диоксидом хлора и хлоритом натрия. Твердая фаза системы отбелный раствор — экстрактивные вещества содержит также часть веществ, нерастворимых в диэтиловом эфире. Количество их зависит также от природы отбелного реагента (табл. 5).

При обработке образцов экстрактивных веществ окислителями в щелочной среде из них в раствор переходят органические вещества, относящиеся к группе нейтральных веществ.

Для сравнения группового химического состава отложений с химическим составом экстрактивных веществ проведена серия опытов с образцами производственных отложений, снятых с оборудования Котласского ЦБК после очистного отдела, с оборудования отбельного цеха после обработки целлюлозы по схеме X—Щ—Г—Д и после стадии X—Щ.

Снятые осадки частично растворяются в этиловом спирте (45—55 %), диэтиловом эфире (до 40 %) и ацетоне (до 45 % от массы осадка). Анализ эфирного экстракта отложений после очистного отдела показал, что в них содержится свободных кислот 23 % и нейтральных веществ до 60 % от общей массы образца, ~17 % от массы в эфире не растворяются. Содержание нейтральных веществ практически совпадает с количеством этой группы в образцах смолистых веществ, выделенных из небеленой сульфатной целлюлозы.

Навески отложений обрабатывали окислителями (табл. 1). После обработки в раствор переходило от 19 до 25 % от массы осадка, в случае обработки хлором в раствор перешло только 5 % от взятой навески. Кроме органических веществ, в отложениях могут присутствовать неорганические компоненты (ионы металлов, связанный хлор и др.). В осадках, снятых с оборудования, определяли содержание связанного хлора [6] и зольность [3]. В золе определяли число ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  [14],  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  [5],  $\text{Fe}^{3+}$ . Данные анализа приведены в табл. 6.

Таблица 6

Данные анализа отложений Котласского ЦБК по неорганическим компонентам

Место отбора	Определяемые составляющие, % к исходной массе						
	Хлор	Зольность	Компоненты золи				
			$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$
1	0,7	7,6	4,14	0,30	0,14	0,15	Следы
2	2,9	50,9	32,80	1,73	0,22	0,17	0,35
3	7,9	5,8	0,29	0,13	1,83	0,40	Следы

Примечание. 1 — отложения отобраны с оборудования после очистного отдела; 2 — с оборудования отбельного цеха после обработки целлюлозы по схеме X—Щ—Г—Д; 3 — после стадии X—Щ.

Смоляные отложения в зависимости от места отбора значительно различаются по зольности, содержанию связанного хлора, а также ионов кальция и магния. Резкое уменьшение хлора в золе по сравнению с его содержанием в отложениях, снятых с оборудования, указывает на то, что хлор, в основном, связан с органической частью отложений.

Данные о содержании кальция в осадке (32,80) и расчеты показали, что в состав отложений входят соли типа оксалатов и карбонатов.

Для получения дополнительной информации о природе отложений сняты ИК-спектры поглощения на спектрофотометре UR-20 в области 400—3600  $\text{см}^{-1}$ . В полученных спектрах наблюдаются полосы, которые можно отнести к валентным колебаниям групп  $-\text{CH}_3$  (~2880 и ~2950  $\text{см}^{-1}$ ), деформационным колебаниям групп  $-\text{CH}_3$  или  $-\text{CH}_2\text{CO}-$  (1390—1400  $\text{см}^{-1}$ ) и  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$  (1470  $\text{см}^{-1}$ ), а также к деформационным колебаниям цепочек  $(-\text{CH}_2-)_n$ ,  $n \geq 4$  (720—740  $\text{см}^{-1}$ ). К колебаниям кислородосодержащих группировок можно отнести полосы 1040  $\text{см}^{-1}$  ( $\nu_{\text{C=O}}$ ), 1090 и 1110—1120 ( $\nu_{\text{C-O-C}}$ ), 1730—

1740  $\text{см}^{-1}$  ( $\nu_{\text{C=O}}$  сложных эфиров). В спектрах образцов также имеются полосы, характерные для ароматических соединений, очевидно, лигнина или продуктов его деградации (1550—1590, 890  $\text{см}^{-1}$  — колебания бензольного кольца, 1200  $\text{см}^{-1}$  —  $\nu_{\text{C-O}}$  фенольной группы —ОН).

Спектры фракций экстрактивных веществ, растворимых и нерастворимых в органических растворителях, по числу и положению полос весьма близки к спектрам исходных отложений. ИК-спектры отложений, обработанных окислителями, по положению полос близки к спектрам исходных смол, но число полос в них больше. В спектрах нет полос, отвечающих волновым числам 1600—1670  $\text{см}^{-1}$  (колебания двойных связей), что можно объяснить исчезновением ненасыщенных связей в процессе отбелки. Спектры показали отсутствие полос, характеризующих наличие в отложениях целлюлозного волокна (область 1200—1450  $\text{см}^{-1}$ ).

Авторы благодарят Л. Н. Пахомову за участие в анализе производственных отложений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аким Л. Е., Зырянова Л. В., Данилин З. В. Получение вискозной целлюлозы на Советском комбинате.— Хим. перераб. древесины, 1963, № 22, с. 3—6. [2]. Васильева А. В., Горохова В. Г., Осеева Н. И. Групповой химический состав черных щелоков химических стоков Байкальского целлюлозного завода.— Химия древесины, 1976, № 6, с. 81—85. [3]. Вершук В. И., Гурнич Н. А. Методы анализа сырья и продуктов канифольно-скипидарного производства.— М.—Л.: Гослесбумиздат, 1960.—191 с. [4]. Групповой состав смолистых веществ сульфатных щелоков и целлюлозы/ В. И. Рошин, В. Е. Ковалев, Л. Г. Дьяченко и др.— Химия древесины, 1972, № 2, с. 42—47. [5]. Долгалева А. А. Методы контроля сульфит-целлюлозного производства.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.—344 с. [6]. Климова В. А. Основные микрометоды анализа органических соединений.— М.: Химия, 1967.—215 с. [7]. Костникова Л. В., Могилевский Г. И. Методы определения молекулярных весов.— ЖПХ, 1966, вып. 39, с. 304—306. [8]. Малевская С. С., Иванов М. А. Смола в сульфитной бленной целлюлозе.— Бюл. науч.-техн. информ. по результатам научно-исследовательских работ, ЛТА, 1957, № 47, с. 5—7. [9]. Получение сульфатной вискозной целлюлозы из древесины березы с низким содержанием смолы/ Н. М. Бирбровер, Г. С. Косая, Н. А. Добрынин и др.— Химия и технология целлюлозы. Межвуз. сб. науч. тр. Л., 1978, вып. 5, с. 43—46. [10]. Рошин В. И., Ковалев В. Е., Дьяченко Л. Г. Смолистые вещества древесины и продуктов ее сульфатной варки.— Химия древесины, 1978, № 2, с. 37—42. [11]. Смолистые вещества древесины и целлюлозы/ М. А. Иванов, Н. Л. Косович, С. С. Малевская, И. А. Нагорский.— М.: Лесн. пром-сть, 1968.—351 с. [12]. Собцев Г. Д., Исаева А. В. О смоле «вредной» и «невредной».— Бум. пром-сть, 1962, т. 37, № 9, с. 28. [13]. Химический состав «вредной» смолы сульфитно-целлюлозного производства/ Н. А. Иванов, В. Н. Пиялкин, А. А. Юринова, А. Т. Олейник.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 2, с. 97—103. [14]. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений.— 2-е изд., испр. Ч. 2.— М.: Химия, 1969.—1206 с. [15]. Kahila S. K., Rinne A. Y. E. Extract of *Betula verrucosa* and sulfite pulp.— Paperi ja Puu, 1957, vol. 39, N 11, p. 526—528, 530.

Поступила 9 сентября 1985 г.

УДК 630\*861 : 547.992.3

### ИССЛЕДОВАНИЕ СУЛЬФАТНЫХ ЛИГНИНОВ

О. Ф. ГОРБУНОВА, Б. Д. БОГОМОЛОВ, Г. М. БОГОЛИЦЫНА

Архангельский лесотехнический институт

Для исследования лигнина и его превращений при делигнификации древесины применяют полярографический метод [10—12]. Основное внимание, однако, уделяется не собственно лигнинам, а низкомолекулярным веществам лигнинного характера.

Известно, что препараты лигнина, выделенные из древесины различными способами, в растворе гидроксида лития дают полярографическую волну в области отрицательных потенциалов —(1,2—1,4) В. Возникновение этой волны обусловлено присутствием сопряженных структур. Для некоторых препаратов лигнина характерны волны при —(1,6—1,8) В. Применение солей тетраалкиламмония расширяет отрицательную область полярографирования [3, 9].

При полярографировании разных фракций промышленного сульфатного лигнина, полученных из одного препарата, нами при потенциале —1,3 В были отмечены разные по силе диффузионные токи в случае равных концентраций лигнина. Можно было бы предположить, что это различие обусловлено разным количеством структурных форм с сопряженными двойными связями, подобных дегидродизовенголу и кофейной кислоте, так как увеличение сопряжения в молекуле лигнина должно было бы вызвать смещение потенциала полуволны (пика) к менее отрицательному значению, а этого не наблюдалось [1].

Сопоставление силы полярографического тока щелочных сульфатных лигнинов с молекулярной массой позволило нам установить влияние среднемассовой молекулярной массы (СММ) на силу тока (высоту пика) при потенциале —1,3 В, однако для фракций промышленного сульфатного лигнина наблюдалась иная закономерность, чем для диоксанлигнина [6], при  $E = -1,6$  В.

Для сравнительного исследования использовали образцы промышленного сульфатного лигнина, полученные на Соломбальском ЦБК в 1981—1983 гг., и их фракции, растворимые и нерастворимые в бутаноле, диоксане, диэтиловом эфире. Характеристика сульфатных лигнинов и их фракций представлена в таблице.

Из данных, приведенных в таблице, следует, что для каждого из трех исходных образцов лигнина с величиной СММ, равной 6800, 7200 и 8300, получены фракции, имеющие СММ от 1350 до 10 400, от 1600 до 22 000 и от 940 до 17 000 соответственно. В содержании функциональных групп полученных и исходных образцов не было отмечено значительных различий. В то же время полярографические данные показали заметные различия в силе тока вышеприведенных образцов при потенциале —1,3 В.

Полярографические исследования проводили с использованием смеси 0,05 М хлорида и 0,05 М гидроксида лития в соотношении 1:1 в качестве фонового электролита. Индикаторным электродом служила ртутная капля с продолжительностью жизни 60 с, а в качестве электрода сравнения использовали хлорсеребряный электрод. В таблице представлены величины приведенного тока и коэффициенты диффузии, найденные из уравнений диффузионного тока и разности потенциалов пика и полупика для необратимых процессов [4, с. 21; 5, с. 599]:

$$I_p = 2,56 \cdot 10^5 n (an)^{1/2} (mt)^{2/3} CD^{1/2} v^{1/2}; \quad (1)$$

$$E_p - E_{p/2} = \frac{0,048}{an}. \quad (2)$$

В уравнениях (1) и (2) обозначено:

- $n$  — число электронов;
- $a$  — коэффициент, характеризующий степень необратимости процесса, или коэффициент переноса заряда;
- $C$  — концентрация лигнина, мг/л или мг · экв/л;
- $v$  — скорость записи, В/с;
- $I_p$  — ток пика или максимальный ток, мкА;
- $E_p$  — потенциал пика, В;
- $E_{p/2}$  — потенциал полупика, В;

Препарат	Индекс препарата	СММ M <sub>W</sub>	Степень полидисперсности	Массовая доля с молекулярной массой, %					Полярографический ток при E = -1,3 В	
				до 1000		5000—10 000		10 000—20 000		
				1000—5000	5000—10 000	10 000—20 000	более 20 000	H, мм		I, мкА
Исходный лигнин БНР	ПП-81(1)	6800	3,70	16,1	64,0	10,5	4,90	4,50	106	1,87
	ПП-81(1-3)	10 400	3,80	7,0	46,0	22,0	14,00	11,00	63	1,23
	БР	2000	1,65	29,1	66,2	4,3	0,40	—	133	2,34
	БРЭНР	2900	1,50	9,8	81,5	7,7	0,90	0,10	—	—
	ЭР	1350	1,40	50,4	49,2	0,4	—	—	153	2,69
Исходный лигнин БР	ПП-82(2)	7200	4,65	21,6	47,3	11,1	12,50	7,50	109	1,90
	ПП-82(2-1)	5200	3,17	23,4	52,3	12,7	7,30	4,30	112	1,96
	БРЭНР	7400	3,44	10,3	53,4	16,9	12,30	7,10	92	1,60
	БНР	22 000	1,90	0,1	7,1	22,5	30,70	36,70	29	0,51
	ЭР	1600	2,87	63,2	29,6	4,8	2,40	—	164	2,89
Исходный лигнин БР	СФА-83(3)	8300	3,86	12,8	50,1	13,7	13,40	10,00	102	1,75
	СФА-83(3-1)	4900	3,10	21,8	56,1	10,9	7,50	3,80	117	2,07
	БРЭНР	6200	3,70	17,2	48,7	16,6	13,00	4,20	107	1,88
	БНР	17 000	3,30	5,3	12,3	32,6	18,90	30,00	61	0,81
	ЭР	950	2,00	85,4	13,1	0,6	0,45	0,45	155	2,70

Примечание. БНР — бутанолрастворимая фракция; БР — бутанолрастворимая; БРЭНР — бутанолрастворимая, но эфиронерастворимая; ЭР — эфиронерастворимая фракция.

$D$  — коэффициент диффузионного тока,  $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$m$  — количество ртути, вытекающей из капилляра, г/с;

$t$  — время жизни капли, с.

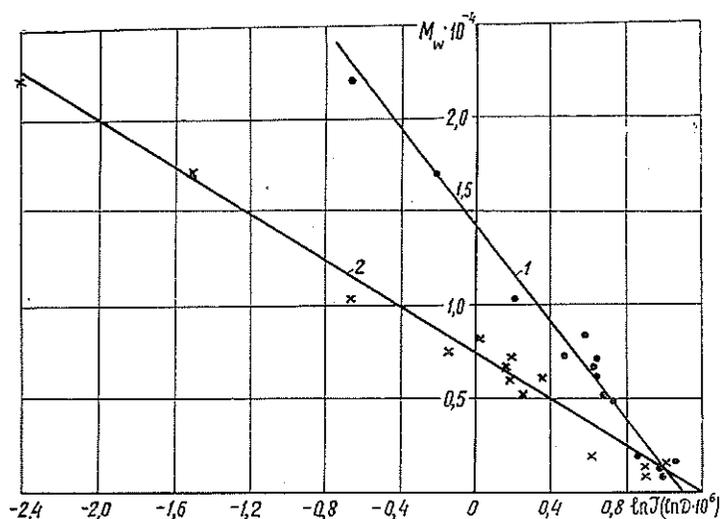
Приведенный ток  $I$  находили по формуле [4]

$$I = \frac{I_p}{(mt)^{2/3} C v^{1/2}},$$

где  $m$  — в мг/с.

Величина полярографического тока (см. табл.) при потенциале  $-1,3$  В снижается с увеличением СММ препарата лигнина, что нахо-

дится в соответствии с уравнением диффузионного тока, т. е. существует обратная зависимость между величинами СММ и коэффициента диффузии. При сравнении фракций, полученных из разных образцов, наблюдаются некоторые колебания в интенсивности диффузионного тока, однако общая тенденция снижения силы тока с увеличением СММ сохраняется. На величину диффузионного тока оказывает влияние не только СММ, но и состав фракций, что особенно заметно у низкомолекулярных фракций с СММ 940—1600.



Зависимость между среднemasсовой молекулярной массой  $M_w$ , силой полярографического тока  $I$  и коэффициентом диффузии  $D$ .

1 —  $M_w$  от  $\ln I$ ; 2 —  $M_w$  от  $\ln D \cdot 10^6$ .

Если силу приведенного тока представить в виде натурального логарифма, то зависимость величины СММ ( $M_w$ ) от силы тока  $I$  выразится прямой линией 1 (см. рис.). Соотношение между величиной СММ и силой диффузионного тока можно представить в виде уравнения

$$M_w = (1,44 - 1,32 \ln I) \cdot 10^4$$

или

$$M_w \cdot 10^{-4} = 1,44 - 1,32 \ln \frac{I_p}{(mt)^{2/3} C v^{1/2}},$$

а соотношение между СММ ( $M_w$ ) и коэффициентом диффузии  $D$  в условиях полярографирования в среде 0,05 М гидроксида — хлорида лития можно представить выражением, найденным из формул (1) и (2):

$$M_w \cdot 10^{-4} = 0,708 - 0,660 \ln D \cdot 10^6.$$

Из полученного выражения следует, что зависимость величины СММ от  $\ln D \cdot 10^6$  можно выразить в виде уравнения прямой линии. Угол наклона  $\varphi$  между линиями зависимости молекулярной массы от  $\ln I$  и  $\ln D \cdot 10^6$  можно найти из уравнения [2]

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{K_2 - K_1}{1 + K_1 K_2},$$

где  $K_1$  и  $K_2$  — угловые коэффициенты прямых. Угол  $\varphi$  равняется  $\approx 20^\circ$ .

## Методика эксперимента

Для получения фракций 10 г исходного образца экстрагировали *n*-бутанолом порциями по 100 мл при температуре не выше 50 °С. Бутанольный экстракт отделяли декантацией и фильтровали от нерастворившегося остатка через бумажный фильтр. Обработка включала 5—10 экстракций. Бутанольный экстракт упаривали в вакууме, получая таким образом бутанолрастворимую фракцию (БР). Остаток, нерастворившийся в бутаноле, представлял собой бутанолнерастворимую фракцию (БНР). Он растворялся в диоксане и не растворялся в диэтиловом эфире. Часть БР фракции растворяли в диоксане (1 г на 10 мл диоксана) и вливали в 100 мл диэтилового эфира. Осажденный, отфильтрованный и промытый диэтиловым эфиром осадок представлял собой бутанолрастворимый лигнин, освобожденный от лигнинных веществ, растворимых в диэтиловом эфире, т. е. бутанолрастворимую, но эфиронерастворимую фракцию лигнина (БРЭНР). При упаривании раствора диэтилового эфира с примесью диоксана получена эфирорастворимая фракция лигнинных веществ (ЭР).

Для определения молекулярных масс и полимолекулярного состава использован метод гель-хроматографии на сефадексе G-75 в диметилсульфоксиде. Хроматографирование проводили в колонке высотой 70 мм, диаметром 17 мм. Колонку калибровали по декстрану и ванилину. Оптическую плотность определяли на спектрофотометре СФ-26 [7]. Молекулярные массы рассчитывали с помощью ЭВМ «Минск-32» [8]. Полярнографические исследования выполнены на полярографе типа ПУ-1 с использованием трехэлектродного переменного тока однокапельного режима. Катодом служила ртутная капля со скоростью истечения ртути  $m = 0,000050696$  г/с и продолжительностью жизни капли  $t = 60$  с. В качестве анода использовали донную ртуть, в качестве электрода сравнения — хлорсеребряный электрод марки ЭВЛ-1М4. Полярнограммы записывали со скоростью 100 мВ/с с задержкой 22 с, при чувствительности 0,25 · 10, амплитуде 30, начале записи — 0,7 В, катодном направлении в интервале 1 В. Определения проводили при концентрации лигнина 0,5 мг/мл или 10 мг в 20 мл исследуемых растворов. Растворы перед записью продували сильной струей гелия в течение 10—15 мин.

Таким образом, для фракций промышленного сульфатного лигнина при потенциале —1,3 В с возрастанием среднemasсовой молекулярной массы снижаются сила диффузионного тока и коэффициент диффузии.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Безуглый В. Д. Полярнография в химии и технологии полимеров.— Л.: Химия, 1968.— 231 с. [2]. Бронштейн И. И., Семендяев К. А. Справочник по математике.— М.: Гос. изд-во физ.-хим. лит., 1959.— 608 с. [3]. Горбунова О. Ф., Богомоллов Б. Д. О полярнографических волнах лигнина на фоне гидроокиси лития.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1973, № 3, с. 114—118. [4]. Гороховская В. И., Гороховский В. М. Практикум по осциллографической полярнографии.— М.: Высш. школа, 1973.— 112 с. [5]. Крюкова Т. А., Синякова С. И., Арефьева Т. В. Полярнографический анализ.— М.: Госнаучтехиздат хим. лит., 1959.— 772 с. [6]. Московцева Т. А. Окислительно-восстановительные процессы в лигнине на начальных стадиях щелочной делигнификации: Автореф. дис. ... канд. хим. наук.— Л., 1981.— 20 с. [7]. Соколов О. М. Определение молекулярных масс лигнина на ультрацентрифуге и методом гель-хроматографии: Учеб. пособие.— Л.: ЛТА, 1978.— 76 с. [8]. Соколов О. М., Фесенко А. В. Расчет на ЭВМ «Минск-32» молекулярных масс и молекулярно-массовых распределений по данным гель-хроматографии: Метод. указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Химия древесины и основы высокомолекулярных соединений».— Архангельск: АЛТИ, 1979.— 30 с. [9]. Стромская Г. И. Исследование лигнина и углеводов при электрохимическом восстановлении: Автореф. дис. ... канд. хим. наук.— Л., 1980.— 20 с. [10]. Lindberg J. Johan, Penttinen Kyösti, Sundholm Fransiska. Polarographic Reduction and Chemical Structure of Lignin.— Paperi ja Puu, 1969, N 11, p. 823—844. [11]. Penttinen Kyösti, Lindberg J. Johan. Polarographic investigations on nitroguaiacols.— Suomen Kemistilehti, 1969, v. 42, N 24, p. 203—207. [12]. Polcin Peter, J. Rapson. Polarographic Investigations of some Model Compound Related to Lignin and Ground Wood Bleaching. Part 1: Aromatic Aldehydes.— Pulp Paper Magazine of Canada, 1973, v. 74, N 7, p. 89—96.

Поступила 27 июня 1985 г.

УДК 630\*811 : 676.16

**ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЛИСАХАРИДОВ  
НА ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УРАВНЕНИЙ  
ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ**

И. Ф. ЗОРИН, Р. И. ЗОРИНА, О. К. ФЕДОРОВ

ВНПОбумпром, Ленинградский технологический институт ЦБП

Для количественной характеристики кинетики химических превращений, как правило, используют уравнение вида

$$\frac{dx_i}{d\tau} = -k \prod_i^m x_i^{d_i}, \quad (1)$$

где  $x_i$  — концентрация  $i$ -того реагента ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ );  
 $d_i$  — порядок по  $i$ -тому реагенту;  
 $k$  — константа скорости реакции;

$$k = Z_{oi} e^{-\frac{E_i}{RT(\tau)}}. \quad (2)$$

Здесь  $E_i$  — энергия активации по  $i$ -тому реагенту;  
 $Z_{oi}$  — предэкспоненциальный множитель;  
 $T(\tau)$  — температура процесса в момент времени  $\tau$ ;  
 $R$  — константа.

В классической кинетике считается, что структура уравнения (1) определена верно, если константа скорости реакции  $k$  при неизменной температуре сохраняет постоянное значение на протяжении всего процесса при условии адекватной оценки. В противном случае предполагается, что либо неправильно постулированы механизм и структура уравнения (1), либо имеют место эффекты диффузионного торможения.

Но при оценке скорости химических превращений полисахаридов древесины часто наблюдается неустойчивость значений константы скорости реакции при постоянной температуре при правильно постулированных механизме процесса и структуре кинетического уравнения. Есть основания полагать, что подобная нестационарность констант определяется не только наличием эффектов диффузионного торможения, но и особенностями структур основных реагентов полисахаридов древесины.

Согласно установившейся терминологии, полисахариды древесины подразделяют на гемицеллюлозу и целлюлозу. Макромолекулы гемицеллюлоз состоят из нескольких типов мономерных звеньев, определить порядок чередования которых практически невозможно.

Поэтому гемицеллюлозы следует отнести к классу статистических сополимеров, структура которых характеризуется соотношением вида:

$$p(i) = \frac{n(i)}{N}; \quad \sum_{i=1}^L p(i) = 1, \quad (3)$$

где  $p(i)$  — доля  $i$ -того моносахарида в сополимере;  
 $n(i)$  — число звеньев  $i$ -того моносахарида;  
 $i$  — число звеньев в сополимере;  $i = 1, 2, \dots, L$ .

Из соотношения (3) следует, что макромолекула полисахарида содержит функциональные группировки (каждого  $i$ -того моносахарида), различные по своей реакционной способности, которую можно оценить

определенным значением реакционного параметра  $\rho$  ( $0 < \rho \leq 1$ ). Тогда значения константы скорости реакции для каждого типа функциональных групп  $k(i)$  будут зависеть от реакционной способности, т. е.

$$k(i) = \rho(i) k(0),$$

где  $k(0)$  — константа скорости эталона-мономера, обладающего максимальной реакционной способностью к данному типу химического взаимодействия  $\rho(0) = 1$ .

Вероятность  $P_i$  того, что существование  $i$ -того мономера в сополимере окажет влияние на значение эффективной константы скорости процесса, определяют из уравнения

$$P_i = p(i) \rho(i). \quad (4)$$

Следовательно, стационарность значений константы скорости реакции зависит от состава макромолекулы, разницы реакционных способностей функциональных групп мономеров и их содержания в сополимере. В зависимости от соотношения этих параметров выделяют уровни (страты) процесса, каждый из которых характеризуется присущим только ему стационарным значением эффективной константы скорости реакции.

Эти предположения можно проверить на примере процесса кислотно-каталитического гидролиза полисахаридов древесины. Этот процесс представляет собой интерес, во-первых, потому, что он является неотъемлемой частью ряда технологических процессов, связанных с получением и переработкой целлюлозы, а, во-вторых, механизм гидролиза достаточно глубоко изучен, что исключает ошибку в постулировании вида кинетического уравнения [3, 4].

Анализ реакционных способностей гемицеллюлоз базировался на широком спектре экспериментальных данных [2—4]. За эталон сравнения способностей к гидролитическому расщеплению основных типов связей пиранозных циклов выбрана ксилозидная связь. Тогда значения реакционных параметров основных типов связей, полученные на базе экспериментальных данных, составляют: ксилозидная связь  $\rho$  (кс.) = 1; маннозидная связь  $\rho$  (мн.) = 0,63; галактозидная  $\rho$  (гал.) = 0,59; глюкозидная  $\rho$  (гл.) = 0,21. Такие соотношения реакционных параметров, с учетом состава гемицеллюлоз древесины, дают основание к выделению различных уровней (страт) процесса кислотно-каталитического гидролиза, каждый из которых характеризуется своим значением эффективной константы скорости.

Графоструктурный анализ кинетических кривых показал, что кривая падения содержания гемицеллюлоз в древесине описывается суммой двух экспонент, т. е. ее полулогарифмическая анаморфоза состоит из двух линейных участков с различными углами наклона. Это доказывает существование по меньшей мере двух различных значений эффективной константы скорости гидролиза.

Кинетическое уравнение процесса гидролиза древесины записывают в виде.

$$A = A_1(1 - e^{-k_1\tau}) + A_2(1 - e^{-k_2\tau}), \quad (5)$$

где  $A$  — доля удаленных гемицеллюлоз;  
 $A_1, A_2$  — постоянные, зависящие от породы древесины;  
 $k_1, k_2$  — значения эффективных констант скоростей, зависящих от породы древесины и вида кислоты — катализатора.

Во всех случаях  $k_1 \neq k_2$ , например для промышленного процесса водного предгидролиза сосны (катализатор — органические кислоты древе-

сины) получены следующие значения (см. табл.) эффективных констант скорости в уравнении (5). Промышленная проверка этих констант для режимов Братского ЛПК в составе системы управления на базе электронно-вычислительной техники показала, что относительная погрешность уравнения (5) в исследуемых пределах составляет 3,5 %.

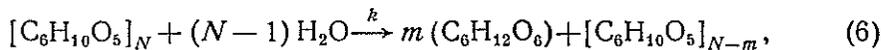
$t$ °C	$k_1$	$k_2$
150	0,26	0,12
160	0,67	0,33
170	1,75	0,82

Среднее значение температурного коэффициента гидролиза гемицеллюлоз находится в пределах  $2,5 \pm 0,2$ , что исключает наличие эффектов диффузионного торможения. Следовательно, нестационарность значений эффективной константы скорости гидролиза гемицеллюлоз определяется содержанием в сополимерах функциональных групп с различной реакционной способностью. Это явление определяется как стратореакционный эффект.

Но целлюлоза представляет собой гомополимер, по крайней мере, для процесса кислотно-каталитического гидролиза, а в этом случае явлений стратореакционного эффекта быть не может. И тем не менее, не удается получить устойчивое значение константы скорости гидролитической деструкции целлюлозы.

В принципе, технические целлюлозы всегда содержат некоторое количество прочносвязанных примесей полисахаридов.

Хроматографический анализ гидролизата после обработки целлюлозы 18 %-ным едким натром показал, что облагороженные сульфатная кордная и сульфитная вискозная целлюлозы содержат прочносвязанные примеси: сульфатная — 0,2 % маннозы и 0,3 % ксилозы; сульфитная — 0,3 % маннозы и 0,5 % ксилозы. Однако расчеты по уравнению (3) показали, что такое количество примесей не может отразиться на значении константы скорости гидролитической деструкции. Гидролиз этих целлюлоз проводили растворами различных кислот (уксусной, серной, соляной) с концентрациями от 1 до 2,5 Н при температуре 60—100 °С. Поскольку в таких условиях процесс деструкции целлюлозы достигает, как принято считать, «предельного» значения ее степени полимеризации ( $СП_p$ ), т. е. не разрушает образец полностью, то справедлива схема гидролиза:



где  $N$  — исходное значение степени полимеризации ( $СП_0$ );  
 $(N-m)$  — предельная (равновесная) степень полимеризации ( $СП_p$ ) твердого остатка.

Тогда, исходя из схемы (6), константу скорости гидролитической деструкции  $k$  определяют по формуле:

$$k = \frac{1}{\tau} \ln \frac{СП_0 + СП_p}{СП_\tau - СП_p}. \quad (7)$$

Здесь  $СП_\tau$  — значение СП в момент времени  $\tau$  (мин).

Вычисленные значения констант скорости процесса оказались стационарными в диапазонах

$$k_1 \rightarrow [0 < \tau \leq 5]; \quad k_2 \rightarrow [5 < \tau \leq 15]; \quad k_3 \rightarrow [15 < \tau < \tau_p]$$

при соотношениях  $k_1 > k_2 > k_3$ , а  $\tau_p$  — время достижения  $СП_\tau = СП_p$ .

Например, сульфитная вискозная целлюлоза:

$$\begin{aligned} 1) \quad t = 100 \text{ °C}; \quad [HCl] = 1,0 \text{ Н} \\ k_1 = 0,131; \quad k_2 = 0,107; \quad k_3 = 0,07; \\ 2) \quad t = 100 \text{ °C}; \quad [H_2SO_4] = 1,0 \text{ Н} \\ k_1 = 0,11; \quad k_2 = 0,07; \quad k_3 = 0,05. \end{aligned}$$

Относительная погрешность уравнения (7) в исследуемых пределах составляет 10 %. Для сравнительно высокой погрешности контроля СП целлюлозы погрешность уравнения (7) следует признать удовлетворительной.

Температурный коэффициент оказался равным  $2,3 \pm 0,3$ . Очевидно, изменение константы скорости гидролитической деструкции связано с состоянием надмолекулярной структуры полимера, обуславливающей подвижность звеньев его макромолекулы. Ведь образование связи между ионом гидроксония и гликозидным кислородом связано с деформацией валентных углов у первого и четвертого атомов углерода соответствующих звеньев макромолекулы. Этой деформации способствует (или препятствует) подвижность звеньев целлюлозной цепи. Но подвижность звеньев зависит от количества и силы внутри- и межмолекулярных водородных связей. Число водородных связей  $\nu$  в единице объема образца зависит от плотности упаковки вещества в этой единице объема — объемной массы образца  $d$  [1, 7]

$$\nu = \nu_0 d; \quad \nu_0 = (1,11 - 1,35) \cdot 10^{22}, \quad (8)$$

а сила разрыва  $S$  водородных связей зависит от объемной массы образца

$$S = \frac{e^2}{r^2} \cdot \frac{1}{\lambda^2 r^2}, \quad (9)$$

где  $e$  — заряд;

$r$  — радиус действия кислородного атома в водородной связи;

$\lambda$  — параметр, характеризующий относительную длину стороны квадрата, занимаемого одной водородной связью [5].

Параметр  $\lambda$  можно определить следующим образом. Общее расстояние между кислородными атомами в водородной связи составляет  $2,7 \text{ \AA}$ . Расстояние между атомами кислорода и водорода в водородной связи  $2,70 - 0,66 - 0,31 = 1,73 \text{ \AA}$ . Тогда электрон водородного атома в этой связи приходится на расстояние  $0,31 \text{ \AA}$  от центра атома водорода и на  $1,42 \text{ \AA}$  от центра атома кислорода. Следовательно, расстояние  $1,42 \text{ \AA}$  можно принять как радиус действия атома кислорода в водородной связи. Сторона квадрата, занимаемого мономером целлюлозы в единице объема, имеет длину  $l$

$$l = \sqrt{\frac{M}{5,15 N_A d}}.$$

Здесь  $M$  — молекулярная масса звена мономера;

$N_A$  — число Авогадро;

5,15 — длина звена мономера ( $\text{\AA}$ ).

Значение параметра  $\lambda$  определяют из соотношения

$$\lambda = \frac{1}{1,42} \sqrt{\frac{4 \cdot 5,15}{3} l}. \quad (10)$$

Из формул (9)—(11) следует, что, чем ниже масса образца, тем меньше число и сила разрыва водородных связей в образце. Выражения (10), (11) дают возможность убедиться в том, что изменение объемной массы, приводящее к увеличению расстояния между макромолекулами всего на  $0,2 \text{ \AA}$ , уменьшает силу разрыва водородных связей почти в два раза. Следовательно, чем меньше объемная масса образца,

тем ниже его упорядоченность, тем выше подвижность его звеньев, тем выше скорость гидролитической деструкции. Следует отметить, что факт зависимости скорости гидролиза целлюлозы от величины объемной массы однажды уже констатировался [6].

По устойчивым значениям констант скорости гидролитической деструкции выделяют три структурных состояния целлюлозы: аморфное  $k_1$ , мезаморфное  $k_2$  и кристаллическое  $k_3$ . Точнее, процесс гидролиза целлюлозы проходит во всех состояниях с преобладанием одного из трех состояний в каждый выделенный отрезок времени гидролитического распада. Константы скорости можно рассматривать как эффективные константы. Воздействие параметров надмолекулярной структуры полимера на его способность вступать в химическую реакцию определяется как структурный эффект.

Из вышеизложенного следует, что изменение значений параметров уравнения кинетики в ходе процесса, применительно к реакциям полисахаридов, характеризует вполне определенные свойства их структуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гуль В. Е. Структура и прочность полимеров.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Химия, 1978, с. 328. [2]. Зорина Р. И., Ельницкая З. П. Исследование кинетики изменения физико-химических свойств целлюлозы под действием щелочных растворов.— Химия и технология целлюлозы, 1980, вып. 7, с. 108—111. [3]. Корольков И. И. Перколяционный гидролиз растительного сырья.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Лесн. пром-сть, 1978, с. 263. [4]. Лендье П., Морван Ш. Химия и технология целлюлозного производства/ Пер. с нем. Под ред. А. Ф. Тищенко.— М.: Лесн. пром-сть, 1978, с. 544. [5]. Меос А. И. О прочности бумаги на разрыв: Материалы ЦНИИБа.— М.: Гослесбумиздат, 1953, вып. 40, с. 148—171. [6]. Шарков В. И., Леванова В. П. О зависимости между удельным весом целлюлозы и ее реакционной способностью при гидролизе и этанолизе.— Высокомолекулярные соединения, 1963, вып. 5, с. 729—734. [7]. Вуд L. Web shrinkage energy: on index of network fiber boinding.— Tappi, 1974, 57, N 6, p. 87—91.

Поступила 7 июня 1985 г.

УДК 676.017.001.24

### ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПЕРЕВОДНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ АНАЛИЗЕ СОСТАВА БУМАГИ ПО ВОЛОКНУ

Н. П. ЛУГОВАЯ, Е. В. ГОНЧАРОВА, О. М. РЕВЕНКО, С. А. ХОМИЧЕВ

ЦНИИБ

При определении качества и структуры бумаги большое значение имеет анализ бумаги по волокну, основанный на изучении микроструктурных признаков и способности волокон различного происхождения принимать под действием реактивов и красителей различную окраску.

Для вычисления процентного соотношения различного вида волокон в общей композиции бумаги и картона количество волокон каждого вида умножают на соответствующий переводной коэффициент. В настоящее время волокнистый состав определяют по ГОСТу 7500—75 [1], в котором приведены усредненные значения переводных коэффициентов, заимствованные из иностранных стандартов. Для хвойной целлюлозы применяют коэффициент 0,9, для лиственной 0,6, для древесной массы 1,3 [1].

Переводные коэффициенты для различных видов полуфабрикатов впервые определены в 1942 г. в Америке Дж. Граффом [4]. В мировой практике это наиболее широко распространенный метод. Дж. Графф вычислял коэффициенты для целлюлозных волокон из древесины американских пород с учетом породы дерева и места произрастания. Так, волокна, полученные из древесины хвойных пород, имеют коэффициент

0,9, а из сосны южной — 1,55. Для целлюлозы, полученной из древесины хвойных пород, растущих на севере США, коэффициент равен 0,7, а из пород, растущих на юге — 1,5.

Цель настоящих исследований — разработать методику определения переводных коэффициентов для лиственных и хвойных целлюлоз. Для производства полуфабрикатов в целлюлозно-бумажной промышленности в качестве сырья можно использовать почти все древесные породы, произрастающие в СССР. На Дальнем Востоке и в Сибири основные породы — сосна, ель, пихта, кедр, лиственница. Их используют на Усть-Илимском, Енисейском и в других лесопромышленных комплексах. В настоящее время увеличилось потребление древесины лиственных пород. Из нее вырабатывают целлюлозу, полуцеллюлозу для различных видов бумаги и картона, а также целлюлозу для химической переработки.

Условия произрастания хвойных и лиственных пород Сибири, Дальнего Востока отличаются от условий произрастания тех же пород Европейской части СССР, что сказывается на размерах анатомических элементов, а следовательно, и на переводных коэффициентах. Для каждого вида древесины в зависимости от географического происхождения необходимо применять различные коэффициенты, если имеется возможность идентифицировать волокна по морфологическим признакам. В связи с этим Н. П. Луговой была разработана методика, которая дает возможность осуществить на целлюлозно-бумажных предприятиях технический контроль за числовыми значениями переводных коэффициентов различных партий волокнистых полуфабрикатов.

В отечественной литературе мы не встретили публикаций с описанием методик определения переводных коэффициентов; анализ зарубежной литературы свидетельствует о том, что в настоящее время нет единой методики и единого эталона.

Учитывая важное значение переводных коэффициентов при определении состава бумаги по волокну, мы провели работу по усовершенствованию методики, взяв за основу ГОСТ 7500—75, методы скандинавских стран и стандарт ТАРР1-401-03-74 [2, 3]. В качестве эталона была использована хлопковая целлюлоза, размолотая до 35 °ШР. Коэффициент такой целлюлозы равен единице, что упрощает подсчеты по формуле. При вычислении переводного коэффициента для лиственной целлюлозы в качестве эталона можно брать хвойную с известным коэффициентом, и наоборот.

Для определения переводных коэффициентов приготавливали водную суспензию из равных количеств образцов исследуемой и эталонной целлюлозы, предварительно прокипяченных в воде и распущенных в лабораторной мешалке типа РТ-1. Затем суспензию наносили на подогретое предметное стекло и помещали на нагревательный прибор до полного испарения воды. После высухания наносили краситель Херцберга (раствор хлор-цинк-йода, приготовленный по ГОСТу 7500—75). Подсчет волокон эталона и исследуемого образца проводили в соответствии с ГОСТом 7500—75 (пункт 5).

Переводные коэффициенты рассчитывали по формуле, приведенной в методах скандинавских стран,

$$K_x(i) = K_y \frac{W_x \sum_{j=1}^i y_j}{W_y \sum_{j=1}^i x_j},$$

где  $K_x$  — переводной коэффициент для исследуемой целлюлозы;

$K_y$  — переводной коэффициент для эталонной целлюлозы;

$W_x$  — масса исследуемой целлюлозы в смеси, г;

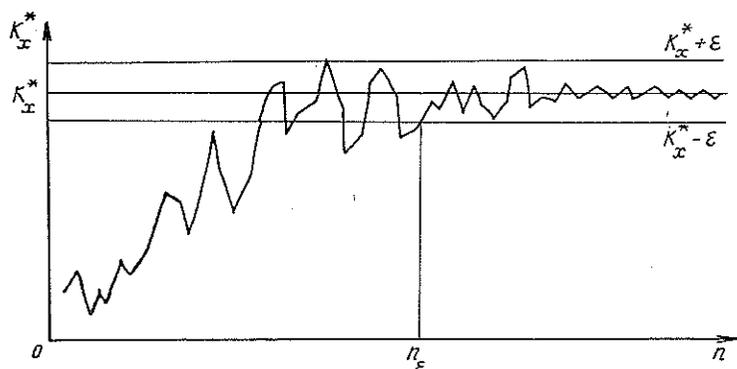
$W_y$  — масса эталонной целлюлозы в смеси, г;

$x_j$  — число волокон исследуемой целлюлозы в  $j$ -том измерении;

$y_j$  — число волокон эталонной целлюлозы в  $j$ -том измерении.

Для необходимого числа измерений применяли схему удлиняющихся серий. Сущность ее состоит в том, что при определении  $K_x$  каждая

группа смеси волокон содержит случайное соотношение исследуемого и эталонного волокон. Для получения достоверного значения  $K_x$  необходимо проводить серию наблюдений  $n$ . Абсолютно точное значение найдено при  $n = \infty$ . Меньшее число измерений всегда дает ошибочную оценку. При однократном вычислении  $K_x$  по всей серии измерений мы не можем оценить возможную погрешность полученного значения. В этом случае применяют удлиняющуюся серию,  $K_x$  рассчитывают для ряда возрастающих значений  $n$ . Установившиеся значения  $K_x$  считают истинными. Тогда, построив около  $K_x$  доверительную границу  $\pm \varepsilon$ , равную требуемой точности, по моменту вхождения ломаной в заданный диапазон определяют необходимое число измерений  $n$ . Для оценки  $n$  разработаны алгоритм и программа. С помощью программы можно проанализировать устойчивость искомого показателя и выбрать  $n$  (пояснение на рисунке).



Выбор числа измерений  $n$  при заданной точности  $\varepsilon$ .

Данная методика подсчета переводных коэффициентов дает точность измерения  $\pm 5\%$ . По предлагаемой нами методике рассчитаны коэффициенты для промышленных беленых целлюлоз, полученные данные представлены в таблице.

Комбинат	Порода	Целлюлоза	Переводной коэффициент
Красноярский	Ель	Сульфитная хвойная	0,82
Сясьский	»	» »	1,05
Байкальский	Сосна	Сульфатная хвойная	0,76
Соломбальский	»	» »	0,97
Херсонский	Осина	» осиновая	0,63

Из данных таблицы видно, что значения переводных коэффициентов для целлюлоз из древесины ели варьируют от 0,82 до 1,05, а по ГОСТу 7500—75 усредненный показатель равен 0,9. Целлюлоза, полученная из ели сибирской, произрастающей в лесосырьевой базе Красноярского ЦБК (Восточная Сибирь), имеет переводной коэффициент ниже, чем целлюлоза из ели европейской, произрастающей в лесосырьевой базе Сясьского ЦБК (Ленинградская обл.). Переводные коэффициенты волокон целлюлозы, полученной из сосны сибирской и европейской, изменяются от 0,76 до 0,97.

Предварительные исследования показали, что переводные коэффициенты для промышленных целлюлоз меняются в зависимости от гео-

графического происхождения древесных пород и технологических режимов получения целлюлозы. Эти данные согласуются с данными Дж. Граффа. Переводной коэффициент для осины соответствует показателю ГОСТа 7500—75.

На основании анализа литературных данных и проведенных исследований можно заключить, что переводные коэффициенты, приведенные в ГОСТе 7500—75, являются усредненными; ими можно пользоваться только при анализе неизвестных образцов целлюлозы и бумаги. Нами предложена усовершенствованная методика определения переводных коэффициентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. ГОСТ 7500—75. Бумага и картон. Методы определения состава по волокну.— Переизд. Февр., 1981. [2]. Методы SCAN-G—4—72. Анализ волокон. [3]. TAPPI—401—03—74. Анализ состава бумаги и картона по волокну. [4]. Gaff J. Pulp and paper microscopy.— II. Edition. The Institute of Paper Chemistry. Appleton, Wisc., 1942, p. 40—120.

Поступила 16 апреля 1984 г.

УДК 674.817-41

## ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССЕ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ ПОЛУСУХОГО ФОРМОВАНИЯ

Т. П. ШКИРАНДО, Т. В. СУХАЯ, В. М. РЕЗНИКОВ

Белорусский технологический институт

Изменения древесины на стадии горячего прессования, определяющие процесс образования древесноволокнистых плит (ДВП), имеют многоплановый характер и включают, по крайней мере, три типа превращений древесинного вещества — физические, морфологические и химические [7, 8]. Получаемый плитный материал по виду и свойствам столь существенно отличается от исходной древесины, что химические превращения приобретают особую значимость и вызывают повышенный интерес.

Ряд ученых [7] изучали прессование плит применительно к условиям полусухого способа, обладающего рядом преимуществ перед мокрым и сухим. Однако сведений о динамике химических превращений компонентов древесины в этом процессе в литературе мы не нашли.

В качестве исходного сырья использовали древесину осины (*Populus tremula* L.), как наиболее активную при этом способе получения ДВП [3]. Эксперимент состоял в следующем. Древесное волокно, полученное на дефибраторе МД-13 со степенью измельчения 400 ед. ВНИИдрова, высушивали до абсолютной влажности 28—29 % и формировали в ковер методом «падающего снега». Плиты прессовали при температуре 190 °С в лабораторном прессе. Для исследований в процессе прессования отбирали образцы: № 2 — в конце стадии отжима (через 1 мин с начала цикла), № 3 — на середине стадии сушки (через 3 мин), № 4 — в конце стадии сушки (через 5 мин), № 5 — в середине стадии закалки (через 6 мин) и № 6 — после прохождения теплового цикла прессования (через 7 мин). За образец № 1 брали исходное пропаренное древесное волокно. Анализ полученных образцов проводили после кондиционирования с доведением влажности до 6—7 % и сепарирования.

В табл. 1 представлены данные по изменению химического состава ДВП в процессе горячего прессования. Анализы проведены по методикам [6]. Как видно из табл. 1, в процессе горячего прессования ДВП содержание веществ, определяемых как лигнин Класона, изменяется неоднозначно. Его количество уменьшается в стадии отжима, затем не изменяется в стадии сушки, а по ее окончании резко возрастает. Вероятнее всего, это обусловлено образованием псевдолигнина в результате поли-

Таблица 1

Компоненты	Содержание компонентов, %, для образца					
	1	2	3	4	5	6
Лигнин Класона	20,0	14,2	14,0	22,3	22,4	22,8
Целлюлоза Кюршнера	47,8	47,9	47,8	49,8	49,8	50,1
Пентозаны	20,4	18,4	18,1	16,8	16,2	15,3
Легкогидролизуемые полисахариды	21,8	19,4	19,2	18,9	18,2	17,7
Трудногидролизуемые полисахариды	45,7	39,6	38,2	40,8	41,3	42,5
Вещества, экстрагируемые спирто-бензольной смесью	5,0	6,1	6,1	4,7	4,6	3,4
Вещества, экстрагируемые горячей водой	6,0	6,5	6,0	5,6	5,2	4,8
СП целлюлозы Кюршнера	465	460	420	400	400	380
СП холоцеллюлозы	770	760	695	689	656	640

меризации и поликонденсации продуктов деструкции компонентов древесины под воздействием высокой температуры и кислотности среды. Это подтверждается аналогичным характером изменений трудногидролизуемых полисахаридов.

Содержание целлюлозы Кюршнера в процессе прессования плит до стадии сушки не изменяется, а в конце ее увеличивается приблизительно на 2 % и остается на этом уровне до конца прессования, что, очевидно, также связано с образованием псевдолигнина, который не растворяется в азотной кислоте при проведении определений. При этом, судя по анализам целлюлозы Кюршнера и холоцеллюлозы, выполненным по методике [6], степень полимеризации клетчатки явно уменьшается, что указывает на ее деструкцию. Изменение степени полимеризации наиболее значительно на стадии сушки в прессе.

Превращения легкогидролизуемых полисахаридов, включая пентозаны, носят деструктивный характер. Наибольшей интенсивностью этих процессов отличается стадия сушки.

Рассматривая изменение содержания веществ, экстрагируемых спирто-бензольной смесью, прежде всего, необходимо отметить их повышенное количество в плите по сравнению с волокном. Это может быть результатом деструкции лигнина, мономерные фрагменты которого обычно определяются в составе экстрактивных веществ. В течение же процесса прессования содержание веществ, экстрагируемых спирто-бензольной смесью, уменьшается, в особенности на последней стадии, что, вероятно, обусловлено их участием в образовании псевдолигнина или карамелей, которые обычно выступают на поверхности плит полусухого формования [1].

Содержание водозэкстрактивных веществ, которые у осины состоят, в основном, из олигомеров углеводов, имеет тенденцию к уменьшению, вследствие их отжима из ковра и, возможно, участия в процессах гумификации. Высокая степень расходования водозэкстрактивных веществ в процессе прессования при полусухом способе показана в работе [11].

Дальнейшие исследования посвящены превращениям лигнина. Из образцов плит, отобранных по циклограмме прессования, были выделены препараты диоксанлигнина (ДЛВ) [5] и проанализированы по методикам [2, 4] с определением изменений молекулярной массы, функциональных групп и клеящей способности. Результаты анализа представлены в табл. 2 и на рис. 1, 2.

Данные показали, что при прессовании плит происходят конкурирующие процессы сшивки и деструкции лигнина. При этом в начальный период прессования вплоть до окончания сушки преобладают процессы сшивки, так как молекулярная масса лигнина возрастает. На стадии закал-

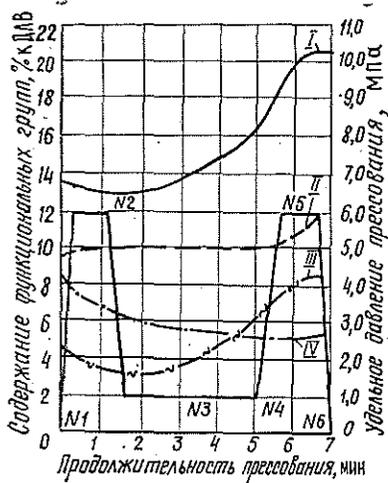


Рис. 1. Содержание функциональных групп ДЛВ в зависимости от продолжительности нахождения плиты в прессе.

I — гидроксильные общие; II — гидроксильные алифатические общие; III — алифатические первичные; IV — фенольные.

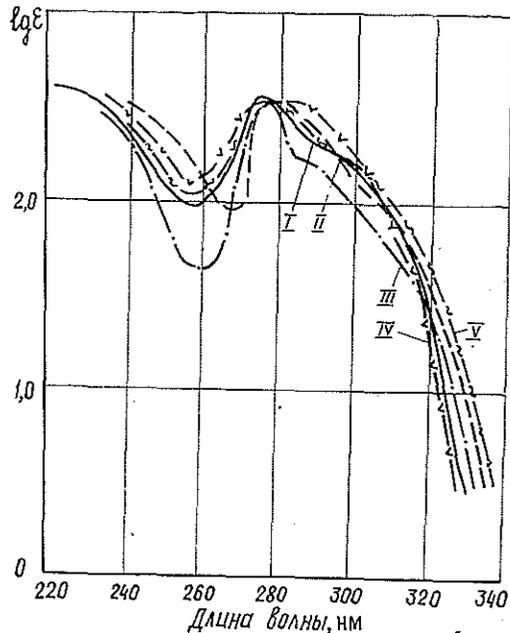


Рис. 2. УФ-спектры препаратов ДЛВ, выделенных из плиты, прессованной в течение 1 мин (I), 3 (II), 5 (III), 6 (IV), 7 мин (V).

ки характер процессов резко меняется: деструкция лигнина становится преобладающей, так как его молекулярная масса уменьшается и увеличивается полидисперсность. Отсюда следует вывод о том, что уменьшение количества лигнина, определяемого по Класону, в первом периоде прессования связано с удалением из композиции плит его низкомолекулярных фрагментов. В последней стадии прессования деструкции подвергается уже законденсированный лигнин. Это явление наблюдается при производстве целлюлозы, но применительно к технологии ДВП отмечается впервые.

Таблица 2

Показатель	Изменение показателя для ДЛВ, выделенного из образца					
	1	2	3	4	5	6
Среднемассовая молекулярная масса	18 966	32 930	38 303	42 172	29 855	26 893
Среднечисловая молекулярная масса	7142	10 421	15 536	18 329	10 946	8790
Адгезионная прочность клеевого шва при растяжении со сдвигом, МПа	0,25	0,18	0,15	0,11	0,23	0,27

Существенная роль деструктивных процессов, протекающих с компонентами древесины при образовании ДВП, подтверждается данными по определению клеящей способности препаратов лигнина с разной мо-

лекулярной массой (табл. 2). Из данных табл. 2 видно, что с понижением молекулярной массы лигнина его клеящая способность увеличивается. Это находится в полном соответствии с известным из химии полимеров фактом о необходимости превращения высокомолекулярных веществ в олигомерную форму для использования их в качестве связующего [9].

Как видно из результатов эксперимента (рис. 1), реакции сшивки протекают с участием как первичных алифатических гидроксильных групп (их количество уменьшается), так и конифериловых альдегидных (судя по уменьшению поглощения образцом № 3 в длинноволновой области ультрафиолетового спектра на рис. 2).

По окончании стадии сушки и при закалке в прессе поглощение в этой области возрастает, что указывает на образование сопряженных непредельных группировок. Это возможно, например, вследствие реакций элиминирования [10].

Четкий рост в конце процесса прессования плит суммарного количества гидроксильных групп, в том числе фенольных и общих алифатических (рис. 1), подтверждает наличие реакций деструкции лигнина или лигноуглеводного комплекса. Этот процесс, сопровождающийся образованием новых гидроксильных групп, повышает реакционную способность древесинного вещества и, несомненно, способствует монолитизации плит. Механизм подобных реакций был рассмотрен одним из авторов статьи [10] применительно к процессу кислотной конденсации лигнина. Найденные закономерности позволяют подчеркнуть их универсальность.

Из результатов проведенных исследований можно сделать вывод о существенных количественных и качественных изменениях древесинного вещества в процессе горячего прессования ДВП полусухого формования. Наибольшей интенсивностью превращений компонентов древесины отличается стадия сушки. Углеводы на протяжении всего цикла прессования преимущественно деструктируются. Лигнин в первом периоде процесса конденсируется, а затем также подвергается деструкции с образованием активных функциональных групп, способных участвовать в химических процессах образования плит.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дорохова О. В., Шишкина А. П., Эльберт А. А. Исследование карамелизации углеводов в условиях производства древесноволокнистых плит.— *Технология древесных плит и пластиков*, Свердловск, 1981, вып. 8, с. 110—114. [2]. Закис Г. Ф., Можейко Л. Н., Тельшева Г. М. Методы определения функциональных групп лигнина.— Рига: Зинатне, 1975.— 173 с. [3]. Изучение физико-химических процессов при прессовании древесноволокнистых плит из ковра влажностью 10—15 %: Отчет/ БТИ; Руководитель работы Т. В. Сухая; № ГР 77013194; Инв. № 715282.— Минск, 1978.— 53 с. [4]. Исследование полидисперсности лигнина Бьеркмана/ А. Д. Алексеев, В. М. Резников, Б. Д. Богомолов, О. М. Соколов.— *Химия древесины*, Рига, 1969, № 4, с. 49—50. [5]. Никитин В. М. Химия древесины и целлюлозы.— М.: Лесн. пром-сть, 1960.— 468 с. [6]. Практические работы по химии древесины и целлюлозы/ А. В. Оболенская, В. П. Щеголев, Г. Л. Аким и др.— М.: Лесн. пром-сть, 1965.— 410 с. [7]. Ребрин С. П., Мерсов Е. Д., Евдокимов В. Г. Технология древесноволокнистых плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 272 с. [8]. Солечник Н. Я. Производство древесноволокнистых плит.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Гослесбуиздат, 1963.— 368 с. [9]. Стрелихеев А. А., Деревицкая В. А. Основы химии высокомолекулярных соединений.— М.: Химия, 1976.— 440 с. [10]. Шорыгина Н. Н., Резников В. М., Елкин В. Б. Реакционная способность лигнина.— М.: Наука, 1967.— 368 с. [11]. Эльберт А. А., Дорохова О. В. Прессование древесноволокнистых плит полусухого формования с использованием добавок различных веществ.— *Технология древесных плит и пластиков*, Свердловск, 1982, вып. 9, с. 12—19.

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.314.72 : 630\*905.2

СТИМУЛИРОВАНИЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЯГКОЛИСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

И. С. ОЛЬШАНСКИЙ, С. М. СПРИНЦЫН

Московский лесотехнический институт

Использование мягколиственной древесины в последние годы — одна из наиболее актуальных и сложных проблем развития лесного комплекса страны. Это связано с относительным сокращением ресурсов хвойной древесины в освоенных районах и постоянным ростом потребностей народного хозяйства в лесопродукции.

Несмотря на имеющиеся технические и технологические возможности, даже в лесодефицитных районах европейской части страны значительные ресурсы мягколиственной древесины используются только на 60—70 %. Одновременно в эти районы завозят 4—5 млн. м<sup>3</sup> хвойной древесины из районов Севера, Западной и Восточной Сибири, что сопряжено с большими затратами.

Решение проблемы использования мягколиственной древесины во многом зависит от экономико-организационных условий, которые должны стимулировать увеличение ее заготовки и переработки. Рассмотрим два наиболее важных направления совершенствования экономического механизма — системы планирования и ценообразования.

Существующая система планирования предусматривает жесткую регламентацию большого числа позиций номенклатуры заданиями сверху по всей цепи от директивных органов управления до предприятия.

По плану Минлесбумпрома СССР на текущую пятилетку из 16—18 позиций номенклатуры продукции, по которым технологически возможно и экономически целесообразно использование мягколиственной древесины, ее заготовка и переработка вообще не определены никакими показателями.

Годовой план производства промышленной продукции в натуральном выражении по номенклатуре Министерства предусматривает только 3 позиции по мягколиственной древесине, по номенклатуре Госплана СССР — 2 позиции, по номенклатуре Совета Министров СССР заданий по использованию лиственной древесины нет. Заготовка мягколиственной древесины планируется только по лесоматериалам для распиловки, для выработки целлюлозы и древесной массы и лесоматериалам для строительства.

Вместе с тем, практика планирования показала, что дальнейшее расширение централизованно планируемой номенклатуры (в частности за счет включения дополнительных показателей по продукции из мягколиственной древесины) может оказаться неэффективным. При наличии большого числа показателей плана производства неизбежно их деление на выгодные и невыгодные, а лиственная древесина в силу специфических природных особенностей и действующих ценностных соотношений безусловно окажется менее выгодной, чем хвойная. Кроме того, на верхнем уровне трудно учесть все особенности конкретного предприятия, и, следовательно, планирование производства в натураль-

Динамика преysкуранных цен на хвойные и мягколиственные лесоматериалы

Сортименты	Преysкурант 1967 г.			Преysкурант 1982 г.			1982 г., % к 1967 г.	
	Хвойные, р.	Мягколиственные, р.	Мягколиственные, % к хвойным	Хвойные, р.	Мягколиственные, р.	Мягколиственные, % к хвойным	Хвойные	Мягколиственные
	Пилоочник общего назначения Лесоматериалы для лущения Балансы Стройлес Дрова для отопления Щепа технологическая для сульфатной варки целлюлозы Щепа технологическая для производства древесноволокнистых и древесностружечных плит Пиломатериалы обрезные I сорта Пиломатериалы необрезные	21,5 24,0 19,7 16,3 4,2 15,7	15,3 31,3 13,3 9,0 4,7 10,7	71,2 130,4 67,5 55,2 111,9 68,2	27,5 33,2 24,4 23,1 5,2 25,2	24,7 47,8 18,1 15,7 5,9 16,9	90,0 144,0 74,18 68,0 113,5 67,0	127,9 138,3 123,9 141,7 123,8 160,5

ном выражении зачастую превращается в формальный акт. Предложение по совершенствованию планирования сводятся, прежде всего, к необходимости планировать не производство, а поставку продукции и по выполнению этого показателя оценивать эффективность производства [1].

Разделяя в принципе эту точку зрения, подчеркнем, что формирование плана производства путем заключения договоров на поставку того или иного вида продукции должно стать прерогативой предприятия.

План поставки лесопродукции должен включать следующие позиции по продукции из мягколиственной древесины: дровяная древесина

для технологических нужд, дрова для отопления, щепы технологической для производства целлюлозы и древесной массы, балансы IV сорта.

В неразрывной связи с планированием находится учет, причем, как известно, от качества учета в значительной мере зависит и качество плана. Учет заготовок мягколиственной древесины осуществляется по форме № 3-лес по тем же позициям, по каким разрабатывается план. Следовательно, эту форму необходимо расширить, включив в нее перечисленные позиции.

Наиболее детальный учет производства продукции и расхода сырья содержится в форме 12-сн. Однако среди многих министерств и ведомств, потребляющих древесное сырье, только два — Минлесбумпром СССР и Минуглепром СССР — учитывают потребляемую древесину по этой форме, в связи с чем ЦСУ СССР не формирует сводного годового отчета по форме 12-сн. Очевидна необходимость внедрить учет потребляемого древесного сырья по форме 12-сн во все организации, а ЦСУ СССР формировать сводный годовой отчет в целом по СССР. Наряду с отчетом о расходе лесоматериалов, необходимо реализовать давно высказываемое предложение об ежегодной разработке отчетных балансов лесоматериалов в разрезе основных пород и сортиментов.

В калькуляции себестоимости древесноволокнистых и древесностружечных плит, ящичных комплектов и целлюлозы необходимо отражать породный состав потребляемого сырья.

Важнейшее значение для стимулирования использования мягколиственной древесины имеет ценообразование. Долгое время считалось возможным решить проблему путем увеличения оптовых цен на лесопroduкцию из лиственной древесины, чтобы создать примерно равные условия в первую очередь для лесозаготовителей в заготовке хвойной и лиственной древесины (см. табл.).

Так, за последние 15 лет (1967—1982 гг.) цены на круглые сортименты лиственных пород поднялись на 50—60 %, в то время как на хвойные только на 30—50 %.

Несмотря на опережающие темпы роста цен на лиственные лесоматериалы, разрыв в ценах на хвойные и мягколиственные сортименты круглого леса по-прежнему существует и достигает для пиловочника 10 %, для балансов — 26 %, для стройлеса — 32 %, для технологической щепы для ЦБП и для древесных плит — 30—33 %. Очевидно, что при таких соотношениях заготовка мягколиственной древесины остается невыгодной лесозаготовительным предприятиям, хотя надо признать, что число убыточных предприятий и объединений с введением новых цен уменьшилось.

Ранее проведенные исследования [1, 2] подтвердили, что затраты на заготовку мягколиственной и хвойной древесины практически равны, следовательно, в идеальном случае цены для лесозаготовителей тоже должны быть равными.

Однако при равенстве цен потребители древесины — лесопильное, целлюлозно-бумажное, древесноплитное и другие производства — будут заинтересованы в большем использовании лучшей по качеству, но более дефицитной хвойной древесины, а лиственная по-прежнему будет использоваться не полностью.

Альтернативой в такой ситуации явилось бы введение двух разных преysкурантов для заготовителей и потребителей. Это предложение серьезно рассматривалось при формировании преysкуранта цен 1982 г., однако не было реализовано.

Между тем, лесозаготовители из-за малого выхода деловой мягколиственной древесины (не более 50 %) теряют в стоимости товарной продукции. Естественно, что эти потери должны быть возмещены.

Установка примерно равных цен на заготовку хвойной и лиственной древесины должна была, по мысли авторов действующих ценностных соотношений, компенсировать эти потери. Такой путь возмещения затрат вряд ли правилен, так как в этом случае перерабатывающие предприятия, потребляя древесину более низкого качества (лиственную), купленную по более высоким ценам, будут нести убытки.

Чтобы решить проблему стимулирования использования мягколиственной древесины и обеспечить хозрасчетные условия функционирования предприятия, необходимо разработать механизм возмещения (компенсации) более высоких (по сравнению с хвойной) издержек переработки мягколиственной древесины, что при действующей системе ценообразования на лесопroduкцию практически невозможно.

Представляется, что решение данной проблемы находится не в сближении оптовых цен на хвойную и лиственную древесину, а в установлении их в соответствии с ее потребительскими качествами и даже в увеличении дифференциации в сторону повышения цен на хвойную и снижения (против нормального уровня) на лиственную. Этим обеспечится увеличение использования мягколиственной древесины.

Возмещение (компенсацию) затрат лесозаготовительных предприятий по заготовке мягколиственной древесины можно осуществлять с помощью полярных рентных платежей, которые создают условия для обеспечения реального равенства предприятий по отношению к разнокачественным и разнорасположенным природным ресурсам [3]. Тем самым обеспечивается выравнивание хозрасчетных возможностей предприятий, работающих в различных природных условиях.

Разрабатываются шкалы оценок каждого рентообразующего фактора, характерного для данного природного ресурса (местоположение, породный состав и т. п.), или двух-трех наиболее важных факторов. Методологической основой для определения шкал оценок по каждому параметру являются сравнительные эффекты, которые могут быть получены при эксплуатации природных ресурсов с различными характеристиками параметров. При разработке шкал оценок используется принцип замыкающей характеристики каждого параметра, который получает нулевую оценку. По мере улучшения характеристик нарастает и оценка параметра.

Эти шкалы разрабатываются для каждой зоны при территориальной дифференциации цен или едины для всей территории страны, если цены не дифференцированы по зонам.

Для нашего случая это выглядит следующим образом. На основании анализа породно-соргментного состава продукции лесозаготовок устанавливается средняя характеристика — соотношение заготавливаемой мягколиственной и хвойной древесины — принимаемая за нуль, при которой предприятие не получает компенсации и не выплачивает данного платежа. Увеличение доли мягколиственной древесины дает право на получение компенсации из специальных фондов, образуемых в промышленных объединениях за счет платежей предприятий, имеющих в составе лесосечного фонда более 60 % хвойной древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Курашвили Б. П. Контуры возможной перестройки. — Экономика и организация промышленного производства, 1985, № 5, с. 59. [2]. Спринцын С. М., Ольшанский И. С. Экономическая эффективность заготовки мягколиственной древесины. — В кн.: Экономика лесного хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленности. М.: МЛТИ, 1984, с. 32. (Сб. науч. тр.). [3]. Рентные платежи в СССР: Сб. науч. тр./ Под ред. В. К. Шкатова. — М.: НИИцен, Госкомитет цен СССР, 1974. — 227 с.

Поступила 23 сентября 1985 г.

УДК 630\*6

## ФОРМЫ ИНТЕГРАЦИИ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А. И. ЗАКИРОВ

Брянский технологический институт

Одним из важнейших результатов научно-технического прогресса и рационализации лесопромышленного производства является развитие специализации, имеющей две основные формы — территориальную и отраслевую, которые соответствуют ведущим направлениям общественного разделения труда.

В. И. Ленин в своей работе «Развитие капитализма в России» писал: «В непосредственной связи с разделением труда вообще стоит... территориальное разделение труда, специализация отдельных районов на производстве одного продукта, иногда одного сорта продукта и даже известной части продукта» [2]. Применительно к лесной промышленности на основе территориального разделения труда в различных районах страны возникли и возникают определенные лесопромышленные агломерации. Они организуются в форме лесопромышленных районов, узлов, центров или отдельных пунктов. Для каждого из них характерна определенная территориально-производственная специализация, различное сочетание предприятий и производств по заготовке, переработке и возобновлению лесных ресурсов и уровень их взаимосвязанности и территориальной концентрации. Объективной предпосылкой и основой территориального разделения труда в лесопромышленном производстве служит дифференциация географической среды — наличие лесных ресурсов, различия в их экономико-географическом положении и др.

Развитие отраслевого разделения труда привело к выделению многочисленных самостоятельных отраслей, росту концентрации лесопромышленного производства на определенной территории, в результате чего единый в своей основе и технологии процесс заготовки, переработки древесного сырья и восстановления лесных ресурсов все более расчленяется между многими обособленными предприятиями различных министерств и ведомств. В то же время отраслевое разделение труда вызывает необходимость расширения и развития производственно-технологических и экономических связей между обособившимися отраслями и производствами лесопромышленного производства определенного региона. Оно неизбежно сопровождается возникновением и укреплением технологических и экономических связей между предприятиями лесного хозяйства, лесозаготовительного и лесоперерабатывающего производств и зарождением устойчивых лесопромышленных формирований. Специализированное производство не может существовать без связи с другими специализированными производствами.

К. Маркс указывал, что есть отрасли промышленности, которые «переплетаются между собой как фазы одного общего процесса, хотя общественное разделение труда до такой степени изолировало их, что каждая из них производит самостоятельный товар» [3].

Следовательно, территориальное и отраслевое разделение труда, выражая закономерность развития лесного комплекса, обособляет производителей, предприятия, отрасли, ставит их в зависимость друг от

друга, детерминирует, в свою очередь, установление определенных отношений между предприятиями в процессе производства, с необходимостью вызывая обмен результатами деятельности так, что все обособленные звенья становятся взаимосвязанными и зависимыми частями лесопромышленного производства как единого целого. Это создает объективную необходимость в воссоединении (интеграции) их на производственно-технологической и организационно-экономической основе. Этим объясняется, что в условиях научно-технического прогресса при возрастании объемов лесопромышленного производства обособление отраслей лесного комплекса определенного района сопровождается их кооперацией. Ранее обособившиеся в едином воспроизводственном цикле лесное хозяйство, лесозаготовительное и лесоперерабатывающее производства объединяются в единый производственно-хозяйственный механизм.

Однако при высоких темпах НТП и преимущественно интенсивном развитии лесопромышленного производства простая кооперация уже не может эффективно выполнять своих функций по обеспечению согласованности совместных действий предприятий и производств в процессе лесопромышленного производства, что приводит к нарушениям единого технологического процесса по производству конечной продукции из древесного сырья, снижению динамичности развития лесных отраслей. На современном этапе развития лесопромышленного производства функции кооперации переходят к ее высшей форме — интеграции, которая представляет собой объединение самостоятельных хозяйственных образований (предприятий и производств) в единое целое, ориентированное на достижение высокого конечного результата.

Под интеграцией в лесопромышленном производстве мы понимаем высшую форму кооперирования лесного хозяйства, лесозаготовительной и лесоперерабатывающей промышленности в рамках определенных формирований, при которой обеспечивается взаимная заинтересованность в достижении высоких конечных результатов на основе полного комплексного и рационального использования и воспроизводства лесных ресурсов определенного, ограниченного района.

Предпосылками лесопромышленной интеграции являются развитие территориальной и отраслевой специализации, общность территории, единство лесосырьевой базы, наличие технологической и экономической связи между лесным хозяйством, лесозаготовительным и лесоперерабатывающим производствами.

Производственно-технологические связи предприятий и производств, осуществляющих разные стадии лесопромышленного производства, в процессе интеграции из межотраслевых превращаются во внутриотраслевые, что создает условия для эффективного их регулирования. При этом все многообразие межотраслевых и внутриотраслевых связей, существующих в лесопромышленном производстве определенного региона, в процессе интеграции принимает две формы — горизонтальную и вертикальную.

Под горизонтальной интеграцией понимается форма объединения предприятий одной отрасли в целях углубления специализации отдельных звеньев и создания крупного производства, организационно увязанного в единый технологический процесс. На основе такой интеграции организуются мебельные, лесозаготовительные (без включения деревообрабатывающих предприятий) и лесохозяйственные объединения.

Вертикальная интеграция представляет собой форму объединения предприятий лесного хозяйства, лесозаготовительного и лесоперерабатывающего производства, а также вспомогательных служб в целях обеспечения единства воспроизводственного и технологического процес-

## Классификация типов формирования

Уровень интеграции	Тип формирований	Состав			
		Лесное хозяйство	Лесоэксплуатация	Переработка древесины	
				механическая	химическая
I	Комплексное лесное предприятие	+	+	+	—
II	Производственное объединение	—	+	+	—
III	Лесопромышленный комбинат	—	+	+	—
IV	Лесопромышленный узел	+	+	+	+
V	Лесопромышленный комплекс	—	—	+	+
VI	Региональный лесной комплекс	+	+	+	+
VII	Лесной комплекс страны	+	+	+	+

сов лесопромышленного производства в определенном регионе и наилучшего использования лесных ресурсов. Сущность вертикальной интеграции заключается в том, что соединение в единое целое лесного хозяйства, лесозаготовительного и лесоперерабатывающего производств в рамках лесопромышленных формирований позволяет преодолеть исторически сложившийся разрыв между ними. На основе этого возникает такая форма лесопромышленного производства, в которой, по выражению В. И. Ленина, достигаются наименьшие «потери труда при переходе от обработки сырья ко всем последовательным стадиям обработки полуфабрикатов вплоть до получения готового продукта» [1].

Анализ существующих форм интеграции лесного хозяйства, лесозаготовительного и лесоперерабатывающего производств позволяет сделать вывод, что в лесопромышленном производстве возможны несколько типов формирований: комплексные лесные предприятия, производственные объединения, лесопромышленные комбинаты, лесопромышленные узлы, лесопромышленные комплексы, региональные лесопромышленные комплексы.

Расчеты показывают, что в тех пунктах, где объем вывозки древесины не превышает 300—350 тыс. м<sup>3</sup> в год, целесообразно создавать комплексные лесные предприятия. Лесопромышленные комбинаты могут быть организованы при объеме вывозки древесины 350—700 тыс. м<sup>3</sup> в один пункт. При концентрации лесозаготовок в 700—1500 тыс. м<sup>3</sup> в одном или нескольких близлежащих пунктах возможно формирование лесопромышленного комплекса.

Комплексные лесные предприятия обычно организуются в малолесных районах и районах с ограниченными лесными ресурсами. Потребности перерабатывающих производств комплексных лесных предприятий могут быть удовлетворены за счет собственных ресурсов.

в лесопромышленном производстве

производства		Территориальные границы формирований	Форма управления
Сельское хозяйство	Производственная и социальная инфраструктура		
—	—	Преимущественно в одном пункте	Руководство осуществляет аппарат предприятия
—	—	В одном или нескольких пунктах	а) Руководство осуществляет головное предприятие б) Создается обособленный орган управления
—	—	В нескольких пунктах	Руководство осуществляет головное предприятие
+	+	На территории одного или нескольких административных районов	а) Каждая отрасль управляется автономно б) Создается единый межотраслевой орган управления
—	+	На территории одного или нескольких административных районов	Создается единый орган управления
+	+	На территории края, области, автономной республики	а) Каждая отрасль управляется автономно б) Создается единый межотраслевой орган управления
+	+	Территория всей страны	Создаются территориально-отраслевые органы управления

Лесопромышленные комбинаты и лесопромышленные узлы формируются в многолесных районах и районах с ограниченными лесосырьевыми ресурсами. Лесопромышленные комплексы строятся, как показывает практика (Сыктывкарский, Братский, Усть-Илимский ЛПК), в многолесных районах. Региональный лесной комплекс представляет собой сочетание лесного хозяйства, лесозаготовительной и лесоперерабатывающей промышленности на территории определенной области, края или автономной республики, которые не являются пока единым комплексом. И вместе с тем, любая организационная форма лесопромышленной интеграции, независимо от ее масштаба, есть территориальная часть лесного комплекса страны, все составляющие которого должны развиваться в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности друг с другом, а также в соответствии с наличием лесных ресурсов этой территории и задачами полного, комплексного и рационального их использования и воспроизводства. На формы интеграции в лесопромышленном производстве оказывают влияние многочисленные факторы [4] (см. табл.).

Таким образом, различия в уровне концентрации лесных ресурсов, лесозаготовительного и лесоперерабатывающего производств в отдельных регионах страны вызывают необходимость применения различных организационных форм интеграции лесного хозяйства, лесозаготовок и лесопереработки. Выявление сущности и особенностей, организационно-экономического содержания различных типов лесопромышленных формирований имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ленин В. И. набросок плана научно-технических работ.— Полн. собр. соч., т. 36, с. 228. [2]. Ленин В. И. Развитие капитализма в России.— Полн. собр. соч.,

т. 3, с. 431. [3]. Маркс К. Капитал.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 23, с. 395.  
[4]. Петров А. П. Проблемы лесозаготовительной науки в условиях интенсивного развития лесного комплекса.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 3—9.

Поступила 17 июня 1985 г.

УДК 630\*308 + 630\*311

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ НОВОЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ\*

Н. В. МУРАШКИН, А. Н. МУРАШКИН

Ленинградская лесотехническая академия

Действующие методы [1, 2] определения экономической эффективности новой техники по приведенным затратам, а также с дифференциацией затрат и эффекта у производителя и у потребителя новой техники не отвечают предъявляемым новым требованиям и имеют ряд существенных недостатков.

При оценке экономической эффективности новой техники по приведенным затратам ( $C + KE_n$ ), особенно за период действия ( $CT_n + K$ ), последние, кроме единовременных затрат ( $K$ ), учитываются также многократно и через амортизацию, являющуюся частью эксплуатационных затрат ( $C$ ). Так, при норме амортизации 41,1 % балансовая стоимость трелевочных тракторов и агрегатных машин на их базе за нормативный период действия ( $CT_n + K$ ) входит в приведенные затраты 3,74 раза, что противоречит логике расчетов.

Оценка экономической эффективности новой техники по приведенным затратам применительно к расчетному году ( $C + KE_n$ ) или полному периоду действия капитальных вложений ( $CT_n + K$ ) производится по материалам первого периода их эксплуатации (ведомственные или межведомственные испытания) и не учитывает надежности и долговечности сравниваемой техники в дальнейшей эксплуатации (до выработки ресурса). В этой связи отношение  $\frac{B_2}{B_1}$  (см. формулы 4 [1] и 1,39 [2]) завышено и не отражает прогрессивно нарастающих отказов II и III групп сложности в последующем периоде эксплуатации до капитального ремонта (выработки ресурса).

Оценивая отношение  $\frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n}$  (см. формулы 4 [1] и 1,39 [2]), коэффициент, призванный учитывать качество новой техники по долговечности, следует отметить, что его величина получается на основе двух слагаемых, имеющих различную экономическую природу. Так, если первое слагаемое ( $P$ ) отражает амортизационный период эксплуатации машин, то второе ( $E_n$ ) характеризует период, в течение которого смогут окупиться капиталовложения, выделенные на приобретение техники.

Две величины, формирующие народнохозяйственный эффект (от производства новой техники и от использования ее у потребителя), определяются относительно различных периодов времени: эффект в сфере производства  $(Z_1 \frac{B_2}{B_1} \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} - Z_2) A_2$  — на амортизационный период действия новой техники; эффект в сфере применения новой техники

\* В порядке постановки вопроса.

$\frac{(I_1 - I_2) - E_n(I'_1 - K'_2)}{P_2 + E_n}$   $A_2$  — на срок, устанавливаемый отношением  $\frac{1}{P_2 + E_n}$ , который значительно короче первого периода.

При определении эффекта у потребителя приведенные затраты не учитывают различий в качестве продукции (работ) при эксплуатации новой и базовой техники. Вместе с тем, применение новой техники вызывает либо повышение, либо снижение качества продукции или работ. Так, внедрение на валке леса валочно-пакетирующих машин увеличивает число сколов стволов, что приводит к потере массы древесины и снижению качества выпускаемых сортиментов.

Отмеченные и другие недостатки свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования как методов, так и практики определения экономической эффективности новой лесосечной (лесозаготовительной) техники, что, несомненно, будет способствовать ускорению научно-технического прогресса и повышению эффективности лесозаготовительной отрасли. К сопутствующим вопросам относятся методика и практика определения амортизационных отчислений, организация и методика межведомственных испытаний новой техники, порядок производства и материально-технического снабжения запасными частями, порядок исчисления технико-экономических показателей по использованию новой техники на лесозаготовках (число и номенклатура их изменяется), разработка соответствующих нормативов.

Экономическая эффективность новой лесосечной (лесозаготовительной и т. п.) техники, изобретений и рационализаторских предложений по повышению надежности и долговечности этой техники определяется на основе интегрального (суммарного) экономического эффекта, получаемого потребителем за период выработки техникой экономически целесообразного ресурса (до капитального ремонта или списания).

Интегральный экономический эффект представляет собой суммарную экономию всех производительных ресурсов (капитальных вложений, живого труда, материалов и т. п.) за период действия машины (выработки экономически целесообразного ресурса). Его величину в выражении на одну машину определяем по формуле

$$E_{\text{инт}} = [(K_6^T + K_6^3) a - O_6 + \Sigma C_6] \frac{T_n}{T_6} \frac{\Pi_n}{\Pi_6} - [(K_n^T + K_n^3) a - O_n + \Sigma C_n] \pm \Delta UV,$$

- где  $K_6^T, K_n^T$  — оптовая цена единицы базовой и новой техники, р.;
- $K_6^3, K_n^3$  — прейскурантная стоимость нормативного комплекта запасных частей, необходимых для поддержания базовой и новой техники в работоспособном состоянии до полной выработки ресурса, р.;
- $a$  — коэффициент, учитывающий транспортно-разгрузочные затраты по доставке техники и запасных частей от завода-изготовителя до потребителя и расходы на монтаже техники;
- $\Sigma C_6, \Sigma C_n$  — суммарные эксплуатационные (текущие) затраты по сравниваемому комплексу работ при использовании базовой и новой техники за наработку их ресурса. В этих затратах не учитываются затраты по запасным частям и амортизации техники, р.;
- $O_6, O_n$  — сумма выручки (стоимость годных к дальнейшей эксплуатации деталей, узлов и т. п., стоимость металлолома) от ликвидации (списания) базового и нового механизма, р.;

- $T_6, T_n$  — экономически рациональный ресурс наработки до капитального ремонта, соответственно по базовой и новой машине, мото-ч и т. п.;
- $P_6, P_n$  — средняя производительность базовой и новой машины за экономически целесообразный ресурс по сравниваемому кругу выполняемых работ, м<sup>3</sup>/ (мото-ч) и т. п.;
- $\Delta C$  — изменение средней цены единицы лесопродукции (выполненных работ) в результате улучшения (ухудшения) ее качества под влиянием использования единицы новой техники, р.;
- $V$  — объем лесопродукции (работ) с улучшенным (ухудшенным) качеством, полученный при использовании единицы новой техники за наработку ресурса, м<sup>3</sup>.

Интегральный экономический эффект качественно отличается от годового экономического эффекта в следующем:

1) по сравниваемым вариантам балансовая стоимость машин учитывается в расчетах один раз;

2) устанавливается номенклатура и балансовая стоимость необходимых запасных частей для поддержания машин в работоспособном состоянии за весь период эксплуатации;

3) учитывается надежность и долговечность сравниваемой техники, что позволяет установить технико-экономические показатели ее наработки и содержания за весь период эксплуатации, в зависимости от конкретных природно-производственных условий применения;

4) позволяет дать объективную производственную оценку эффективности новой техники.

Учет  $O_6$  и  $O_n$  при оценке экономической эффективности новой техники и т. п. обуславливается тем, что темпы увеличения ресурса отдельных агрегатов и систем различны. Это характеризует экономически непланомерное повышение надежности отдельных узлов (деталей) и приводит к неравномерности износа машины в целом.

В расчетах фактор времени не учитывается ввиду того, что затраты на приобретение техники ( $K^T a$ ) и комплекта запасных частей к ней ( $K^3 a$ ) по времени совпадают с результатами использования их в производстве ( $\Sigma C$ ) и, как правило, не выходят за период действия планов в предприятиях лесной промышленности.

Среднегодовой экономический эффект ( $\mathcal{E}_{\text{ср. г.}}$ /машину) за период, соответствующий экономически рациональному ресурсу наработки новой лесозаготовительной техники, рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср. г.}} = \mathcal{E}_{\text{инт}} : T_r,$$

где  $T_r$  — число лет работы новой машины.

В заключение величину интегрального экономического эффекта необходимо сопоставить с установленными отраслевыми нормативами посредством расчета:

периода (срока) окупаемости капитальных вложений ( $T$  лет)

$$T = \frac{[(K_n^T - K_6^T) + (K_n^3 - K_6^3)] a}{\mathcal{E}_{\text{инт}}} \leq T_n;$$

общего коэффициента экономической эффективности капитальных вложений в отрасли

$$E = \frac{\mathcal{E}_{\text{инт}}}{[(K_n^T - K_6^T) + (K_n^3 - K_6^3)] a} \geq E_n T_n \geq 1.$$

Предложенная методика оценки экономической эффективности новой лесозаготовительной техники направлена на повышение ее качества и эффективности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Утвержд. постановлением от 14 февраля 1977 г., № 48/16/13/3 ГКНТ СССР, Госплана СССР, АН СССР, Госкомизобретений.— М.: Экономика, 1977.— 47 с.
- [2]. Методика определения экономической эффективности использования в лесозаготовительной промышленности и на лесосплаве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.— М.: ВНИПИЭИлеспром, ЦНИИМЭ, ЦНИИлесосплава, 1979.— 340 с.

Поступила 28 августа 1984 г.

УДК 684.008.05(437)

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕБЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ В УСЛОВИЯХ ЧССР

*И. КНИЖЕ*

Ленинградская лесотехническая академия

Оперативное управление производством как составная часть внутриводского управления продолжает и конкретизирует технико-экономическое управление, определяющее начальные условия (ресурсы, ограничения) и цели функционирования оперативного.

Оперативное управление производством состоит в эффективном разделении предметов труда в пространстве и времени с учетом существующих ресурсов рабочей силы и средств труда с целью обеспечить пропорциональное, ритмичное производство продукции. Совокупность задач, решаемых оперативным управлением, подбор систем и методов оперативного планирования определяются характером объекта управления — производственным процессом.

К факторам, определяющим выбор систем и методов оперативно-производственного планирования как решающей части оперативного управления относятся, прежде всего, характер, тип и форма организации производства; технико-технологическая характеристика изделия; производственно-организационная структура предприятия.

С точки зрения первого фактора производство корпусной мебели (она занимает наибольшую долю в продукции мебельной промышленности ЧССР) можно отнести к дискретному серийному производству с преимущественно поточной формой организации. Исключение составляют только некоторые непрерывные процессы (сушка, отверждение и т. п.), которые в рамках всего производственного процесса носят характер технологических выдержек и оцениваются нормой времени. Корпусную мебель выпускают повторяющимися сериями изделий, и детали запускают в производство партиями. На разных стадиях производство осуществляется в многопредметных прерывно-поточных производственных линиях, причем за рабочими местами (станками) закрепляется, как правило, ряд деталей-операций.

По своим технико-технологическим характеристикам корпусная мебель относится к сложным многодетальным изделиям, что затрудняет расчет длительности производственного цикла изделия. Сложность готового изделия вызывает необходимость его поэтапной сборки. Поэтому сначала рассчитывают длительность производственных циклов деталей на уровне производственных потоков, затем определяют заделы и опе-

режения запусков деталей на уровне производственных стадий и, наконец, общую длительность производственного цикла изделия.

В производственно-организационном отношении в мебельной промышленности ЧССР преобладает одноцеховая структура предприятия с высоким уровнем специализации. Вторая особенность — организация в рамках цеха склада деталей и узлов между стадиями машинной обработки и отделки. Склад выполняет страховую функцию. Здесь осуществляется переход от запуска производственными партиями к запуску сборочными комплектами (сутко-запусками).

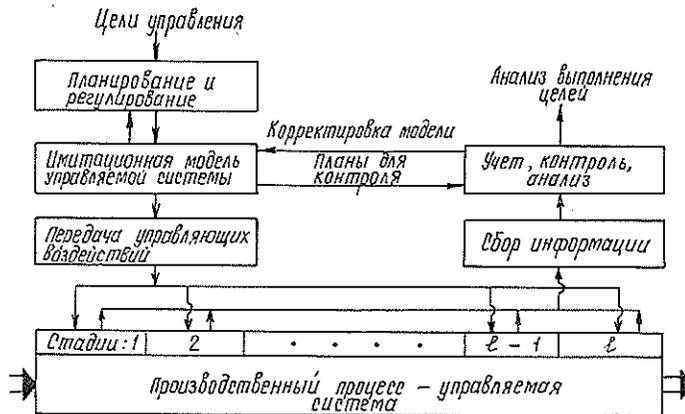
На чехословацких мебельных предприятиях приведенным условиям лучше всего отвечает партионно-периодическая система оперативно-производственного планирования, которая с некоторыми модификациями используется на практике.

В ходе оперативно-производственного планирования на мебельном предприятии должны быть решены следующие задачи.

Первый этап — установление оптимальных квартальных (месячных) производственных программ, включая определение размера и расписания запуска серий отдельных изделий.

Второй этап — развертывание программы по более коротким отрезкам времени (декадам, дням, сменам) и доведение их до уровня производственных потоков и рабочих мест. Эта работа предполагает определение размера партий запуска, производственных циклов деталей, опережений запуска, межстадийных заделов деталей, а на завершающем этапе построение оперативно-календарного плана запуска — выпуска изделий.

Приведенная характеристика мебельного производства и широкий комплекс взаимосвязанных задач свидетельствуют о сложности проблемы совершенствования системы оперативно-производственного планирования и управления. Научно-технический прогресс объективно обуславливает возрастание сложности управляемых процессов. В условиях мебельной промышленности ЧССР, кроме того, особое значение приобретает тенденция к понижению серийности производства при увеличении объемов выпускаемой продукции. Очевидно, что в условиях неавтоматизированного оперативного управления вряд ли удастся своевременно и в полном объеме решить весь комплекс перечисленных задач. С другой стороны, применение ЭВМ в условиях оперативного управления позволяет строить качественно новые системы управления. Речь



Технологическая схема оперативного управления мебельным производством.

идет об использовании математических методов в моделировании не только плановых расчетов и управляющих воздействий, но и реального хода производственных процессов. Такого рода моделирование в системе управления позволяет прогнозировать изменения структуры и поведения производственного процесса и дает возможность анализировать альтернативы управляющих решений.

Указанным задачам и требованиям отвечает предлагаемая технологическая схема функционирования системы оперативного управления мебельным производством (см. схему). Схема представляет собой последовательные этапы управленческой деятельности, осуществляемой в контуре автоматизированного оперативного управления в условиях использования техники имитационного моделирования.

Одна из основных задач дальнейшего совершенствования системы оперативного управления — формирование имитационной модели производственного процесса для планирования производства и проверки воздействия будущих решений на поведение управляемой системы, в частности по использованию производственных мощностей, потребности в рабочей силе и в основных материалах.

Поступила 30 июля 1985 г.

УДК 630\*8 + 674.8(571.1)

## РЕЗЕРВЫ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*Л. И. КУЗНЕЦОВА, Т. П. БАЙГОЗИНА, В. А. МАХИНА*

*Л. В. ЗИБАРЕВА, Н. В. ИВАНОВА*

Тюменский НИИПлесдрев

В связи с актуальностью проблемы широкого развития комплексной переработки сырья, всемерного вовлечения в оборот местных видов сырья и материалов, утилизации вторичных ресурсов, Тюменским НИИПлесдревом совместно с другими отраслевыми институтами была проведена работа по определению ресурсов древесных отходов на лесозаготовительных и лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях Тюменской, Томской и Омской областей.

Тюменская и Томская области относятся к числу многолесных, где имеются перспективы увеличения объемов вывозки древесины, выпуска пиломатериалов, шпал и другой продукции деревообработки. Здесь быстрыми темпами развиваются нефтяная и газовая отрасли, на обустройство которых требуется большое количество древесины. Лесозаготовками, кроме предприятий Минлесбумпрома, занимаются предприятия министерств геологии, нефтегазпрома и других отраслей, связанных с добычей и переработкой нефти и газа.

Ведомственная разобщенность предприятий отрицательно сказывается на использовании лесосырьевых ресурсов. По статистическим данным, в 1983 г. лесозаготовки осуществляли в Омской области — 17, в Томской — 20, в Тюменской — 28 министерств и ведомств, лесопиление соответственно 24, 29 и 29.

В общем объеме лесозаготовок по областям наибольшая доля приходится на всесоюзные лесопромышленные объединения. Так, Тюменьлеспром заготавливает — 70, Томлеспром — 80, Омсклес — 54 % древесины. Следующими по объемам лесозаготовок являются предприятия министерств сельского, лесного хозяйства, местной и топливной промышленности (табл. 1).

Выпуск пиломатериалов также максимальный на предприятиях Тюменьлеспрома, Томлеспрома и Омсклеса, на долю которых приходит-

Таблица 1

Распределение объемов производства, тыс. м<sup>3</sup>,  
по областям за 1983 г.

Орган управления	Тюменская	Томская	Омская
Всего	<u>12509,6</u> 2161,0	<u>7365,7</u> 1673,4	<u>1851,5</u> 1011,4
В том числе:			
Тюменьлеспром	<u>8811,3</u> 638,1	—	—
Томлеспром	—	<u>5862,7</u> 962,7	—
Омсклес	—	—	<u>999,8</u> 360,7
Тюменьколхозлеспром	<u>801,5</u> 218,8	—	—
Управление лесного хозяйства	<u>745,3</u> 159,9	<u>133,0</u> 39,5	<u>93,2</u> 16,5
» топливной промышлен- ности	<u>201,4</u> 49,7	<u>462,3</u> 186,1	<u>56,1</u> 10,1
» местной промышлен- ности	<u>138,2</u> 44,0	<u>104,2</u> 38,3	<u>60,0</u> 16,4
» сельского хозяйства Омского облисполкома	—	—	<u>67,3</u> 8,8
Межколхозлес	<u>119,0</u> 41,9	—	—
ПЛДО «Тура» Союзплитпрома	<u>166,1</u> 139,7	—	—
Советский ЛДК           »	<u>—</u> 103,9	—	—
Асиновский ЛПК         »	—	<u>—</u> 275,4	—
ПМО Тюменьмебель	<u>—</u> 70,9	—	—
Предприятия Главпромстроя	<u>—</u> 57,1	—	<u>—</u> 76,7
» Главсибжилстроя	<u>—</u> 93,8	—	—
» Омскцелинстроя	—	—	<u>—</u> 17,3

Примечание. В числителе — вывозка древесины; в знаменателе — выпуск пиломатериалов.

ся соответственно 30, 58, 36 % общего выпуска. Кроме того, имеются крупные деревообрабатывающие предприятия всесоюзных объединений Союзплитпром и Союзмебель. В их числе объединения «Тура», Советский ЛДК, Тюменьмебель в Тюменской области; Асиновский ЛПК, Томский завод ДСП, мебельный комбинат в Томской области; ДОК Главомскпромстроя в Омской области (табл. 1).

Объем древесных отходов, образующихся в процессе лесозаготовок, лесопиления и деревообработки, по трем областям Западной Сибири в 1983 г. составил 4750 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе по лесозаготовительным объединениям Минлесбумпрома — 2559 тыс. м<sup>3</sup> (табл. 2).

Таблица 2  
Наличие ресурсов древесных отходов, тыс. м<sup>3</sup>

Область (объединение)	Отходы лесозаготовок		Отходы лесопиления и деревообработки			Всего отходов	
	Всего	В том числе		Всего	В том числе		
		лесосеч. пилс*	от рас-кряжев-ки		куско-вые		мягкие
Тюменская	971,4	772,3	199,1	1495,5	914,7	2466,9	
В том числе Тюменьлеспром	665,6	$\frac{546,3}{205,1}$	119,3	532,9	318,5	1198,5	
Томская	537,4	404,9	132,5	1018,8	641,0	1556,3	
В том числе Томлеспром	427,8	$\frac{322,3}{69,4}$	105,5	585,6	355,7	1013,3	
Омская	164,5	129,7	35,8	562,7	373,1	727,2	
В том числе Омсклес	97,2	$\frac{75,7}{12,4}$	21,5	250,6	176,5	347,7	
Всего по району	1673,3	1306,9	367,4	3077,0	1928,8	4750,3	
В том числе по Минлесбумпрому	1190,6	$\frac{944,3}{286,9}$	246,3	1369,1	850,7	2569,5	

\* В знаменателе приведены объемы отходов, полученные при вахтовых заготовках.

Из общего количества древесных отходов более половины сконцентрировано в Тюменской области. Отходы лесозаготовок здесь составляют 971 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе на нижних складах 199 тыс. м<sup>3</sup>. Основная часть лесосечных и нижнескладских отходов (около 70 %) сконцентрирована на предприятиях Тюменьлеспрома.

Объем отходов от лесопиления и деревообработки в Тюменской области составляет около 1,5 млн. м<sup>3</sup>, из них 915 тыс. м<sup>3</sup> — кусковые отходы. Две трети объема кусковых отходов распределяется между предприятиями Минлесбумпрома СССР (Тюменьлеспром, «Тура», Советский ЛДК, Тюменьмебель).

По Томской области общий объем отходов составил 1556 тыс. м<sup>3</sup>. Наибольший объем их сконцентрирован на специализированных предприятиях Минлесбумпрома СССР (Томлеспром, Асиновский ЛПК, спичечная фабрика, мебельный комбинат). Доля их в общих ресурсах по

области составляет 75,3 %. Отходов лесопиления и деревообработки получено 1019 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе 641 тыс. м<sup>3</sup> кусковых.

В Омской области общий объем древесных отходов невелик и составил 727 тыс. м<sup>3</sup>, основная масса их образовалась на предприятиях Минлесбумпрома СССР (Омсклес) — 348 тыс. м<sup>3</sup>, или 71 % общих ресурсов отходов, из них 251 тыс. м<sup>3</sup>, или 68 % ресурсов отходов лесопиления и деревообработки, отходы лесозаготовок составили 97 тыс. м<sup>3</sup>, или 82 % от ресурсов по области.

Специфические особенности рассматриваемого района Западной Сибири создают определенные трудности для промышленного использования древесных отходов. Главные из них: большая заболоченность территории; отсутствие надежных транспортных путей; широкое применение вахтового способа лесозаготовок; значительная доля вывозки древесины к сплаву; рассредоточенность лесозаготовок и переработки древесины по многочисленным предприятиям различных министерств и ведомств; отсутствие производств, связанных с глубокой переработкой древесины (целлюлозно-бумажное, гидролизное).

По этим причинам в обследуемом районе Западной Сибири использовано в 1983 г. только 1901 тыс. м<sup>3</sup>, или 40 % общего объема древесных отходов, в том числе на технологические нужды 766 тыс. м<sup>3</sup> (16,1 %). Ниже приведено использование древесных отходов по областям.

Тюменская область. Использовано 902 тыс. м<sup>3</sup> отходов, из них 332 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесопиления и деревообработки и 45 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесозаготовок на технологические нужды. Большая часть древесных отходов (237 тыс. м<sup>3</sup>) переработана на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного, плитного и гидролизного производств. Поставщиками технологической щепы являются: предприятия Тюменьлеспрома — Комсомольский ЛПХ, Кондинский ЛПК — для ЦБП; Советский ЛПК — для плитного производства; Кондинский ЛПК, Комсомольский, Куминский, Таповский, Ю-Кондинский леспромхозы, Ялуторовский лесозавод, объединения «Тура» — для гидролизного производства.

Остальная часть (139 тыс. м<sup>3</sup>) древесных отходов использована в производстве товаров культбыта. Товары культбыта изготавливаются предприятиями Тюменьлеспрома, объединений «Тура», Тюменьмебель, Тюменьколхозлеспром, предприятиями Главзапсибжилстроя, Главтюменьпромстроя, Управления лесного хозяйства, топливной и местной промышленности. Свободный остаток по области в 1983 г. составил 449 тыс. м<sup>3</sup> древесных отходов лесопиления, деревообработки и 767 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесозаготовок.

Томская область. Фактические данные показывают, что в целом по области в 1983 г. переработано 737 тыс. м<sup>3</sup> древесных отходов. На технологические нужды использовано 297 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесопиления, деревообработки и 0,5 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесозаготовок. Из них 134 тыс. м<sup>3</sup> переработано на технологическую щепу. Производство щепы организовано в Томлеспроме — Верхнечуйлымская сплавная контора, Калтайский ОЛК, Томский ЛПК, на предприятиях Союзплитпрома — Асиновском ЛПК, Управления местной промышленности — карандашная фабрика (для плитного производства). На топливо израсходовано 311 тыс. м<sup>3</sup>. Реализовано населению 129 тыс. м<sup>3</sup>. Свободный остаток составил 260 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесопиления, деревообработки и 459 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесозаготовок.

Омская область. Общий уровень переработки древесных отходов низкий. В 1983 г. использовано 270 тыс. м<sup>3</sup>, из них на технологические нужды — 92 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесопиления, деревообработки и 0,9 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесозаготовок. Технологическая сфера применения

древесных отходов представлена выпуском технологической щепы для плитного производства и товаров культбыта. Свободный остаток составил по области 106 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесопиления, деревообработки и 112 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесозаготовок.

Из приведенных данных видно, что уровень использования древесных отходов в настоящее время недостаточен. Объем неиспользуемых древесных отходов по обследованным областям Западной Сибири составил 814 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесопиления, деревообработки и 1337 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесозаготовок. Наиболее доступен первый вид отходов. Труднодоступны отходы лесозаготовок, особенно при вахтовом способе заготовки древесины. Сбор, транспортировка и переработка лесосечных отходов даст эффект только там, где достаточно высока концентрация лесозаготовок. Из отходов лесозаготовок наиболее доступны полученные при раскряжевке хлыстов на нижних складах (их 205 тыс. м<sup>3</sup>). Лесосечных отходов 1132 тыс. м<sup>3</sup>, однако из них 332 тыс. м<sup>3</sup> получено при вахтовых заготовках, их нельзя считать экономически доступными.

Более 1 млн. м<sup>3</sup> древесных отходов являются резервом сырья не только в этом районе Западной Сибири, но могут быть использованы на перерабатывающих предприятиях в малолесных районах, где наблюдается недостаток в древесном сырье.

---

Поступила 20 мая 1985 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 621.825 : 630\* : 65.011.54

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НОВОЙ КОНИЧЕСКОЙ  
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТЫ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
МАШИН**

В. Р. КАРАМЫШЕВ

Воронежский лесотехнический институт

Для защиты многих лесохозяйственных машин широко применяются фрикционные предохранительные муфты с плоскими и коническими поверхностями трения (фрезы, террасеры, площадкоделатели, полосопрокладыватели и др.). Основным недостатком фрикционных предохранительных муфт, особенно с коническими поверхностями трения, является низкая точность срабатывания [5, 4].

В Воронежском лесотехническом институте разработана новая конструкция фрикционной предохранительной муфты с двойным конусом, которая обладает повышенной точностью ограничения нагрузки и может передавать более значительные вращающие моменты [2]. По сравнению с известными муфтами повышенной точности срабатывания [1, 5] она довольно проста по конструкции и технологии изготовления.

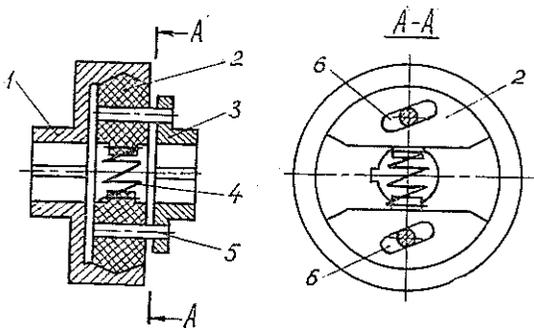


Рис. 1. Принципиальная конструктивная схема муфты.

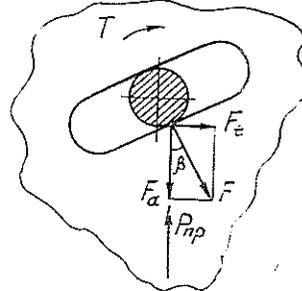


Рис. 2. Схема сил.

Муфта (рис. 1) состоит из ведущей 3 и ведомой 1 полумуфт. Ведущая полумуфта 3 имеет фрикционные колодки 2, на которых выполнены наклонные пазы 6 (колодки 2 могут быть металлическими с приклеенными к ним фрикционными накладками, а пазы 6 — криволинейными). В пазах 6 колодок 2 установлены пальцы 5, неподвижно соединенные с ведущей полумуфтой 3. Усилие на конических поверхностях создается пружиной 4.

Муфта легко переоборудуется в упругую, для чего на пальцах устанавливают резиновые втулки.

При нормальной работе вращающий момент от ведущей полумуфты 3 через пальцы 5 и колодки 2 передается на ведомую полумуфту 1. При этом в месте контакта пальцев 5 с наклонными пазами 6 колодок 2 возникают усилия  $F$ , которые раскладываются на окружные  $F_t$  и осевые  $F_a$  составляющие (рис. 2). В случае перегрузки осевые усилия  $F_a$  увеличиваются, а усилие пружины  $P_{пр}$  уменьшается, снижая тем самым силы трения на фрикционных поверхностях, что способствует повышению точности ограничения нагрузки.

Для фрикционных предохранительных муфт с двойным конусом предельный момент трения [4]

$$T_{пр} = QR_{ср} \frac{f}{\sin \alpha/2} \quad (1)$$

где  $Q$  — усилие на фрикционных поверхностях муфты;  
 $R_{ср}$  — средний радиус трения;

$f$  — коэффициент трения между трущимися поверхностями муфты;  
 $\alpha$  — угол при вершине конуса.

Усилие на фрикционных поверхностях трения разработанной муфты, согласно сказанному выше, равно:

$$Q = P_{\text{пр}} - F_a. \quad (2)$$

тогда

$$T_{\text{пр}} = (P_{\text{пр}} - F_a) R_{\text{ср}} \frac{f}{\sin \alpha/2}. \quad (3)$$

Момент трения, в свою очередь, можно определить через окружное усилие  $F_t$  и радиус ее действия  $R$

$$T_{\text{пр}} = F_t R. \quad (4)$$

Согласно рис. 2,  $F_t = F_a \operatorname{tg} \beta$ , где  $\beta$  — угол наклона паза. Выразив из этой формулы  $F_a$  и подставив в уравнение (3), после соответствующих преобразований получим:

$$T_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{пр}} R_{\text{ср}}}{\sin \alpha/2} \frac{f}{1 + \frac{R_{\text{ср}} f}{R \operatorname{tg} \beta \sin \alpha/2}}. \quad (5)$$

В формуле (5) коэффициент трения входит в числитель и в знаменатель, в (1) — только в числитель. Следовательно, момент разработанной муфты в меньшей степени зависит от изменения коэффициента трения.

Формула (5) является главной силовой характеристикой конической предохранительной муфты повышенной точности срабатывания, служащей для расчета ее параметров и элементов.

Если в уравнении (5) заменить  $\frac{f}{\sin \alpha/2}$  приведенным коэффициентом  $f'$ , а  $\frac{R_{\text{ср}}}{R \operatorname{tg} \beta}$  обозначить через  $C$ , то получим формулу, которая будет иметь такой же вид, как и для большинства предохранительных муфт повышенной точности ограничения нагрузки, работающих на принципе пропорционального отжатия [3, 4]:

$$T_{\text{пр}} = P_{\text{пр}} R_{\text{ср}} \frac{f'}{1 + C f'}. \quad (6)$$

Поэтому конструктивный параметр  $C$  для разработанной муфты следует брать в пределах 2—4, как рекомендуется в [3].

Проведенные лабораторные исследования новой муфты показали, что точность ее срабатывания по сравнению с обычной предохранительной муфтой с двойным конусом возросла на 24—27 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 135155 (СССР). Фрикционная предохранительная муфта/ Г. В. Гонский, В. П. Мельниченко.— Оpubл. в Б. И., 1963, № 4. [2]. А. с. 821803 (СССР). Фрикционная предохранительная муфта/ В. Р. Карамышев.— Оpubл. в Б. И., 1981, № 14. [3]. Запороженко Р. М. О характеристиках предохранительных муфт повышенной точности срабатывания.— Изв. высш. учеб. заведений. Машиностроение, 1971, № 1, с. 48—52. [4]. Карамышев В. Р., Нартов П. С. Повышение надежности предохранительных муфт лесохозяйственных машин.— Воронеж: ВГУ, 1983.— 140 с. [5]. Поляков В. С., Барбаш И. Д., Ряховский О. А. Справочник по муфтам.— Л.: Машиностроение, 1979.— 344 с.

УДК 630\*232 : 630\*232.322.41

#### СОЗДАНИЕ КУЛЬТУР

#### ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ СЕЯНЦАМИ, ВЫРАЩЕННЫМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК

Р. И. ДЕРЮЖКИН, А. М. МАТВЕЕВ

Воронежский лесотехнический институт  
 Дивногорский лесхоз-техникум

В травяных типах леса, где высота травостоя достигает 1,0—1,5 м, для успешного создания лесных культур требуется проводить трудоемкие уходы, пока не минует опасность заглущения древесных пород. Здесь большое значение имеет закладка куль-

Рост и приживаемость двухлетних культур лиственницы сибирской в зависимости от состояния посадочного материала

Удобрение	Характеристика посадочного материала		Учет 1983 г.			Учет 1984 г.				
	Высота, см	Диаметр, мм	Прирост по высоте, см	Кривизна, %	Кривизна, %	Высота, см	Кривизна, %	Прирост по высоте, см	Диаметр, мм	Приживаемость, %
Суперфосфат	34,2 ± 0,72	5,4 ± 0,09	8,8 ± 0,18	24,5	94	55,2 ± 1,09	22,1	11,6 ± 0,24	7,6 ± 0,11	81
Мочевина	29,8 ± 0,64	5,0 ± 0,09	7,9 ± 0,15	22,9	95	46,8 ± 0,92	17,0	9,6 ± 0,21	6,7 ± 0,09	72
Хлористый калий	27,7 ± 0,67	5,2 ± 0,09	7,1 ± 0,13	20,3	93	42,0 ± 0,86	12,6	7,5 ± 0,15	7,2 ± 0,10	70
Контроль из семян: прошедших снего-вание не прошедших снегования	24,3 ± 0,57	4,1 ± 0,06	5,6 ± 0,11	11,7	93	34,7 ± 0,63	7,7	5,3 ± 0,12	5,2 ± 0,06	65
	19,6 ± 0,54	3,4 ± 0,05	4,0 ± 0,08	—	86	28,4 ± 0,52	—	3,8 ± 0,08	4,2 ± 0,05	54

тур таким посадочным материалом, который быстрее выходит из-под влияния травянистой растительности.

Для изучения роста лиственницы сибирской в условиях Дивногорского лесхоза заложены лесные культуры двухлетними сеянцами, выращенными в питомнике с применением внекорневых подкормок минеральными удобрениями: суперфосфатом гранулированным, мочевиной, хлористым калием, концентрации растворов 5,0; 0,3 и 0,1 % соответственно. Опрыскивание выполняли в фазе линейного роста стволика при достижении эпикотилем длины 1 см. Расход жидкости — 1 л/м<sup>2</sup>. В качестве контроля высажены сеянцы, полученные из семян, прошедших и не прошедших снегование. Варианты опытов располагали с интервалом, достаточным для исключения какого-либо взаимовлияния.

В связи с тем, что по содержанию основных элементов питания почва на питомнике относится к бедным, подкормку проводили на фоне внесения органического удобрения — перегноя из расчета 30 т/га.

Посадка проведена на лесокультурной площади, представляющей редину полнотой 0,2. Тип леса — березняк осоково-разнотравный, с преобладанием осок, мятлика, перловника, огонька и представителей крупных трав: василистника, кровохлебки, пырея, папоротника. Подлесок редкий: спирея, шиповник, ива.

Почвы — серые лесные, по механическому составу — суглинистые. Редина располагается на склоне юго-восточной экспозиции, уклон — 6°.

Почва подготовлена осенью предыдущего года с помощью бульдозера. Размер площадок 2 × 5 м, число — 300 шт. на 1 га. Сеянцы размещены на площадке в два ряда с расстоянием между ними 1 м, шаг посадки — 0,7 м, густота — 4200 шт. на 1 га.

Перед посадкой сеянцы распределяли по вариантам. Уходы заключались в прополке.

В сентябре первого и второго года выращивания выполняли инвентаризацию культур. Замеряли общую высоту растений, прирост за период вегетации, диаметр стволика, определяли приживаемость по вариантам.

Результаты осенних учетов представлены в таблице.

Из данных учета 1984 г. видно, что лучшие показатели имеют те растения, у которых в период посадки они были выше. Так, в варианте с суперфосфатом прирост по высоте на 119 % превышает контроль из семян, прошедших снегование; на 195 % — из семян, не прошедших снегования; по диаметру — на 150 и 225 % соответственно. Несколько меньше эта разница в варианте с мочевиной. Прирост по высоте в контроле из семян, прошедших снегование, ниже на 81 %, из не прошедших — 153 %; прирост по диаметру в первом случае меньше на 67 %, во втором — на 150 %, чем у подкормленных растений. При использовании хлористого калия превышение прироста по высоте над контролем из семян, прошедших снегование, составило 42 %,

из не прошедших — 97 %, прирост по диаметру выше, чем в предыдущем варианте, превышение над контрольными растениями соответственно равно 100 и 200 %.

Во второй сезон рост культур улучшился. Во всех вариантах увеличился прирост по диаметру, особенно у подкормленных растений. Так, при использовании в качестве подкормки раствора хлористого калия в сезон 1983 г. увеличение диаметра стволика составило 0,8 мм, а в 1984 г. — 1,2 мм. Еще значительнее эта разница у культур, заложенных сеянцами, выращенными с применением внекорневой подкорм-

ки суперфосфатом. Здесь эти показатели соответственно равны 0,8 и 1,5 мм. В меньшей степени увеличился диаметр в варианте с мочевиной — на 0,2 мм.

Повысились темпы роста подкормленных растений и по высоте. Особенно это проявилось в первых двух вариантах: по мочевины с 7,9 см в 1983 г. до 9,6 см в 1984 г. (разница составляет 22 %), а по суперфосфату с 8,8 до 11,6 см (разница 32 %). Практически прирост не изменился в варианте с хлористым калием и у контрольных растений.

Приживаемость культур была в первый год выращивания достаточно высока и близка между вариантами (93—95 %), за исключением контроля из семян, не прошедших снегования (86 %). На второй год произошел отпад растений, и, как видно из таблицы, приживаемость заметно уменьшилась. У контроля из семян, не прошедших снегования, прижились немногим более половины всех высаженных растений — 54 %, из прошедших снегование — 65 %.

Выше этот показатель для культур лиственницы, заложенных более крупными сеянцами, т. е. в первых трех вариантах. В вариантах с мочевиной и хлористым калием показатели приживаемости близки между собой (72 и 70 %). Наименьший отпад произошел в варианте с суперфосфатом, здесь приживаемость самая высокая (81 %).

Итак, в процессе исследования трех основных элементов питания, используемых в питомнике для подкармливания растений, установлена большая эффективность фосфорного удобрения. В целом сеянцы лиственницы сибирской, выращенные в питомнике с применением удобрений, имеют более высокую приживаемость, в культурах растут лучше, а следовательно, быстрее выходят из-под влияния травяного покрова. Последнее особенно важно при создании лесных культур в типах лесах с преобладанием высокой травянистой растительности.

УДК 631.55 : 630\*232.31

## НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОЖАЕВ ШИШЕК В СЕВЕРНЫХ ЕЛЬНИКАХ

П. И. ВОЙЧАЛЬ, А. И. БАРАБИН

Архангельский лесотехнический институт

В дореволюционные годы в России вообще не существовало службы учета, а тем более прогноза урожая лесных семян. Урожай определяли словами: хороший, удовлетворительный, слабый и т. п. Оценку давала лесная стража, а за нею и лесничие при попытках собрать количество шишек или семян, предписанное губернскими Управлениями земледелия и государственных имуществ. Разумеется, такой подход не мог обеспечить хозяйство должным количеством семян высокого качества.

В 1930 г. известный ученый-семеновед В. Г. Каппер [3] предложил определять урожай хвойных пород при помощи системы баллов, которая широко применяется и в настоящее время. Это было, бесспорно, шагом вперед в лесном семеноведении. Однако баллы урожайности не были связаны с абсолютной величиной урожая. При современном развитии лесокультурного дела нам нужно знать не только, будет ли урожай хорошим или плохим, но и сколько конкретно разовьется шишек или семян, сколько их можно будет собрать.

Много позднее авторы попытались вывести уравнения связи балльной оценки с фактической величиной урожая (числом шишек, числом семян или массой семян на 1 га) [1]. Уравнения были получены, однако и этого было недостаточно, так как балл урожая есть только описательная сторона и свидетельствует по существу лишь о месте появления шишек в древостое (на опушке, в глубине массива и т. д.). При этом разные таксаторы могут давать неодинаковые оценки. Обнаружилось также, что в отдельные годы возможны сверхобильные урожаи, для которых балл 5 оказывается недостаточно высоким. Иными словами, баллом 5 приходится оценивать очень разные по величине урожаи.

Очевидно, требуется более конкретный подход к оценке урожая шишек; на место баллов надо поставить какие-то величины, допускающие более точное их определение в натуре.

Теоретически анализируя этот вопрос, можно без ошибки сказать, что величина урожая может быть связана с рядом лесоводственно-таксационных показателей, а именно с типом леса, классом бонитета, возрастом деревьев, полнотой древостоя, его средним диаметром, составом плодоносящего яруса и т. д. Для анализа этого большого числа зависимостей следовало бы иметь огромное количество опытного материала, исчисляемое сотнями специально заложенных пробных площадей. Таким количеством материала мы не располагаем и подробного анализа пока сделать не можем.

Возможен другой, упрощенный, пусть даже приблизительный, путь решения задачи. Как видно из работы В. Г. Каппера, его баллы урожайности, хотя и косвенно, связаны с числом семяносеющих деревьев, так как ясно, что при баллах, выражающих-

ся более высокими цифрами, число таких деревьев будет больше, чем при низких. Отсюда — предположение, что на место баллов В. Г. Каппера можно поставить относительное число семеносящих деревьев, выраженное, например, в процентах от общего числа деревьев на пробной площади (в перечете).

Для этого в нашем распоряжении имелись 123 пробные площади, заложенные А. И. Барабиным на территории Архангельской, Вологодской областей и Коми АССР в течение 1965—1982 гг. в еловых древостоях с различными таксационно-лесоводственными характеристиками и урожаями. Ясно, что эти значительные различия не могут не сказаться на точности искомого уравнения связи урожая с относительным числом семеносящих деревьев.

Дисперсионный анализ материалов показал, что предположение о статистической зависимости урожая шишек от процента семеносящих деревьев оправдывается с весьма высокой степенью вероятности ( $P = 0,999$ ), хотя сила влияния этого фактора невелика ( $h_x^2 = 0,492$ ).

Корреляционный анализ доказал, что искомая связь должна выражаться уравнением кривой, а не прямой, как до сих пор считали различные авторы.

Наконец, регрессионный анализ позволил получить искомое уравнение в следующем виде:

$$N = 0,00013t^3 - 0,0134t^2 + 0,596t - 2,81,$$

где  $N$  — искомая величина урожая (число шишек на 1 га, тыс. шт.);

$t$  — процент семеносящих деревьев.

#### Оценка урожая в ельниках Севера

Процент семеносящих деревьев	Число шишек на 1 га, тыс. шт.	Число семян на 1 га, тыс. шт.	Масса семян на 1 га, кг
10	2	200	1
20	5	500	2
30	6	600	3
40	8	800	4
50	10	1000	5
60	13	1300	7
70	19	1900	10
80	26	2600	13
90	42	4200	21

Уравнение дает в среднем весьма высокую точность (+4 %), по ступеням  $t$  она изменяется от  $-9$  до  $+8$  %, а коэффициент сглаженности равен  $0,993$ . Используя данные двух перечетов, не включенные в проделанные вычисления, мы установили, что для определения в натуре процента семеносящих деревьев достаточно просмотреть в древостое любые 50 деревьев, по ним установить величину  $t$ , затем найти урожай по формуле.

Для облегчения этой работы мы составили таблицу, позволяющую по известному  $t$  найти урожай не только по числу шишек, но и по числу семян и их массе. При этом пришлось исходить из некоторых средних величин [2], поскольку дифференцировать по величине  $t$  мы не можем, ввиду

отсутствия опытных материалов. Поэтому таблицу следует считать ориентировочной, приблизительной, подлежащей уточнению по мере накопления дополнительных натуральных материалов. При этом таблицу можно использовать только в северных ельниках.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Войчалъ П. И., Барабин А. И. К вопросу об оценке семеношения ели баллами Каппера.— Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1979, № 5, с. 11—15.  
[2]. Войчалъ П. И., Барабин А. И. О количественной оценке урожаяв семян ели.— Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1980, № 1, с. 119—120. [3]. Каппер В. Г. Об организации ежегодных систематических наблюдений над плодоношением древесных пород.— Тр. по лесному опытному делу, 1930, вып. 8, с. 103—139.

УДК 674.053 : 621.933.6

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО СПОСОБА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ВАЛЬЦЕВАНИЯ РАМНЫХ ПИЛ

И. Ю. КОРОЛЕВ  
ЦНИИМОД

Один из путей повышения жесткости и устойчивости рамных пил — создание в пиле начальных напряжений, благоприятно распределенных по ширине полотна. Начальное напряженное состояние можно создать вальцеванием, проковкой или термопластической обработкой. В настоящее время основной метод создания начальных напряжений в рамных пилах — вальцевание. Оно представляет прокатку стальными закаленными роликами средней части полотна пилы. Степень вальцевания характеризуется величиной стрелы прогиба  $f$  (световой цели) поперечного сечения пилы при ее

продольном изгибе. Порядок определения  $f$ , конструкция приспособлений и нормативные значения стрелы прогиба приведены в режимах по подготовке рамных пил [3]. Этот способ определения степени вальцевания обладает малой точностью, так как величины световой щели и отклонения полотна пилы от плоскостности из-за местных дефектов сопоставимы.

Рядом авторов предложен новый способ оценки степени вальцевания рамных пил [1]. По этому способу производят нагружение пилы, установленной в шарнирных опорах, последовательно на середине ширины полотна пилы и на линии межзубовых впадин, замеряют прогибы пилы в местах приложения нагрузки и по величине отношения прогибов оценивают степень вальцевания. Степень вальцевания определяется коэффициентом

$$K = \frac{W_1}{W_2}, \quad (1)$$

где  $W_1$  — прогиб пилы под действием сосредоточенной силы, приложенной на середине свободной кромки, мм;

$W_2$  — прогиб пилы под действием сосредоточенной силы, приложенной в центре пилы, мм.

Методом конечных элементов определены коэффициенты  $K_0$ , соответствующие нулевому начальному напряженному состоянию пилы. Значения коэффициентов  $K_0$  приведены в таблице.

Установлено, что толщина пилы не влияет на коэффициент  $K_0$ . На рис. 1 приведены зависимости коэффициента  $K_0$  от ширины полотна пилы при свободной длине (расстояние между шарнирными опорами), равной 150, 200 и 250 мм. Коэффициент  $K$ , характеризующий начальное напряженное состояние, можно определять при одной свободной длине, например, при  $l = 200$  мм. Коэффициент  $K_0$ , характеризующий нулевое начальное напряженное состояние пилы, при  $l = 200$  мм можно определить по уравнению:

$$K_0 = 0,01b + 0,565, \quad (2)$$

где  $b$  — ширина полотна пилы, мм.

Свободная длина пилы $l$ , мм	Значение коэффициента $K_0$ при ширине полотна пилы $b$ , мм			
	100	125	150	175
100	2,5	2,8	3,1	3,4
150	1,9	2,2	2,5	2,8
200	1,6	1,8	2,1	2,3
250	1,4	1,6	1,8	1,9

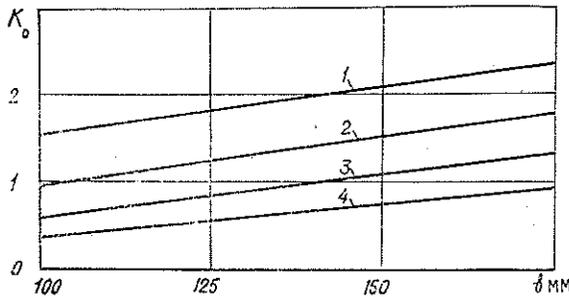


Рис. 1. Зависимость коэффициента  $K_0$  от ширины полотна пилы  $b$  при расстоянии между опорами.

1 —  $l = 100$  мм; 2 — 150; 3 — 200; 4 — 250 мм.

При сравнении коэффициентов  $K$ , получаемых для пил, подготовленных к работе, с коэффициентом  $K_0$  можно судить о характере и степени созданного в пиле начального напряженного состояния. При  $K > K_0$  пила имеет отрицательное начальное напряженное состояние, т. е. у кромок пилы действуют напряжения сжатия. При  $K < K_0$  пила имеет положительное начальное напряженное состояние, т. е. у кромок пилы действуют растягивающие напряжения.

Степень вальцевания зависит от силы прижима роликов вальцовочного станка. Нами проведены опыты для определения зависимости коэффициента  $K$  от силы прижима роликов. Вальцевали 5 пил длиной 600 мм (пилы были предназначены для экспериментальной лесопильной рамы [2]), толщиной 1,6 мм, с шириной полотна 150 мм. Вальцевание проводили роликами с характеристикой  $r/R = 35/105$  на валь-

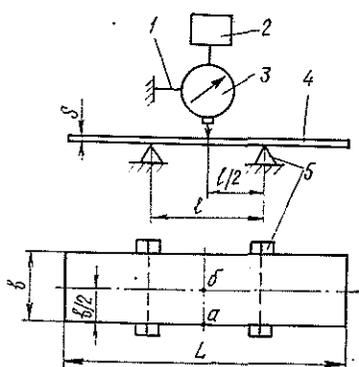


Рис. 2. Схема установки для определения степени вальцевания рамных пил по коэффициенту  $K$ .

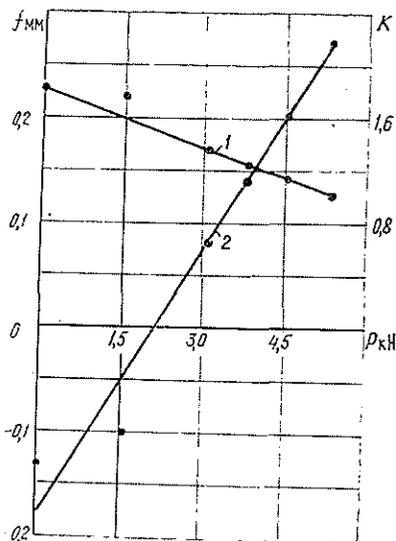


Рис. 3. Влияние силы прижима  $P$  вальцовочных роликов на показатель степени вальцевания.

1 — коэффициент  $K$ ; 2 — стрела прогиба  $f$ .

повочном станке ПВ-35 (с модернизированным механизмом прижима роликов) по одному центральному следу за 6 проходов. После каждого прохода пилу переворачивали. Силу прижима роликов принимали равной 0, 1540, 3080, 3840, 4520 и 5391 Н.

Прогибы пилы после вальцевания замеряли на установке, схема которой приведена на рис. 2. Рамную пилу 4 устанавливали на шарнирные опоры 5, расположенные друг от друга на расстоянии 200 мм. Величину прогиба измеряли с помощью индикатора часового типа 3, установленного на магнитной стойке 1. Точка приложения нагрузки на пилу и точка, в которой производили замеры прогибов под действием этой нагрузки, совпадали, так как груз, выполненный в виде металлического цилиндра 2 с массой 2 кг, насаживали на стержень индикатора. Определяли прогибы в точках  $a$  ( $W_1$ ) и  $b$  ( $W_2$ ). Коэффициент  $K$ , характеризующий степень вальцевания (начальное напряженное состояние), определяли по уравнению (1).

Полученные данные подвергли статистической обработке. Вариационный коэффициент не превышал 6 %, показатель точности не превышал 3 %. Зависимость коэффициента  $K$  от силы прижима роликов  $P$  представлена на рис. 3. Отличие коэффициента  $K$  при  $P = 0$  от  $K_0$  указывает на то, что пилы имели начальное напряженное состояние, полученное при их изготовлении.

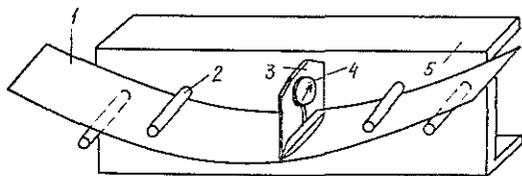


Рис. 4. Схема приспособлений для продольного изгиба пилы и замера стрелы поперечного прогиба  $f$ .

Одновременно для сравнения определяли степень вальцевания по стреле прогиба  $f$  (световой щели) поперечного сечения полотна пилы при продольном изгибе ее по радиусу  $R = 1,75$  м. Изгиб пилы и замер стрелы прогиба  $f$  производили на приспособлениях, показанных на рис. 4. Пилу 1 вставляли в стержни 2, закрепленные на основании 5, и получали продольный изгиб пилы по радиусу  $R = 1,75$  м. Стрелу прогиба  $f$

определяли с помощью линейки 3 с индикатором часового типа 4, установленного на середине. Замеры  $f$  производили на середине пилы. Пилу сначала устанавливали одной стороной вверх, а затем вниз. Принимали среднюю алгебраическую величину из двух замеров. Статистическая обработка полученных данных показала, что вариационный коэффициент при определении степени вальцевания по величине  $f$  достигал 30 %, а показатель точности — 13 %. Зависимость стрелы прогиба от силы прижима  $P$  вальцовочных роликов показана на рис. 3.

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что предложенный способ прост и позволяет со значительно большей точностью оценить начальное напряженное состояние рамных пил.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

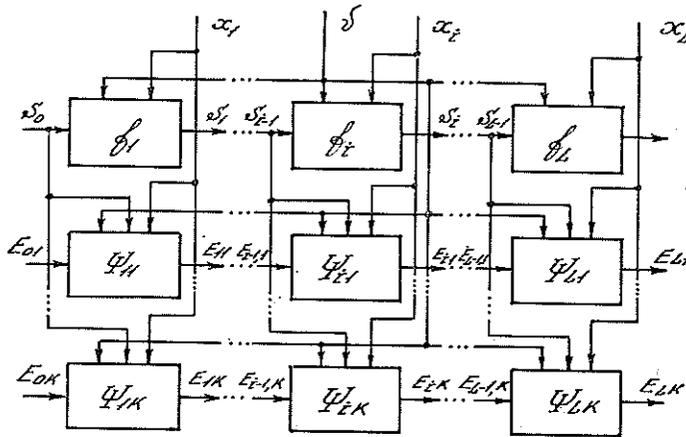
- [1]. А. с. 998024 (СССР). Способ оценки степени вальцевания рамных пил/ Г. Ф. Прокофьев, И. Ю. Королев.— Оpubл. в Б. И., 1983, № 7. [2]. Прокофьев Г. Ф. Пути повышения эффективности рамного пиления.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1982.— 32 с. [3]. Режимы РИ01-00. Подготовка рамных пил.— Архангельск: ЦНИИМОД, 1977.— 39 с.

УДК 676.273.3.026.4/5

**О РАСЧЕТЕ НОМИНАЛЬНОГО РЕЖИМА ПРЕССОВАНИЯ И СУШКИ ТАРНОГО КАРТОНА**

Н. Р. РОМЕЙКО-ГУРКО, О. К. ФЕДОРОВ  
Ленинградский технологический институт ЦБП

Оценка необходимости модернизации действующих картоноделательных машин или их отдельных частей, с целью снижения интенсивности процессов формования и сушки картонного полотна, предполагает возможность расчета оптимального технологического режима из условия обеспечения выпуска продукции требуемой марки. На примере процессов прессования и сушки картона для наружных слоев гофрокартона покажем методику его расчета.



Блок-схема модели процесса.

Как следует из работ [3, 4], а также из полученной авторами математической модели рассматриваемого процесса, блок-схему модели для случая фиксированной поверхностной плотности полотна можно изобразить в соответствии с рисунком.

На рисунке обозначено:

$L$  — число стадий процесса;

$K$  — число физико-механических показателей, определяющих марку готовой продукции;

Условия решения задачи (число рассматриваемых стадий)	Фиксируемые переменные				
	Скорость $v$ , м/мин	Начальная сухость полотна $s_0$ , %	Сопротив- ление про- давлению $E_{0i}$ , кПа	Разрушаю- щее усилие при сжатии кольца $E_{02}$ , Н	Излом $E_{03}$ , ч. л. п.
Оптимизация при трех прессовых захватах ( $L = 4$ )	350	20,5	1185	635	965
	350	23,5	1000	550	740
	250	20,5	1000	550	770
	250	23,5	920	490	200
Оптимизация при четы- рех прессовых захва- тах ( $L = 5$ )	350	20,5	1150	720	800
	350	23,5	1025	635	470
	250	20,5	925	605	475
	250	23,5	820	535	160

$s_i$  — сухость картонного полотна;

$x_i$  — линейное давление или температура греющей поверхности (в зависимости от  $i$ -того номера стадии);

$E_{ij}$  — значение  $j$ -того физико-механического показателя, оцениваемое в соответствии с принятой для него стандартной методикой;

$v$  — скорость машины.

При допущении линейности  $\psi_{ij}$  в отношении  $E_{i-1, j}$  и рассмотрении  $Y_{ij} = E_{ij}/E_{i-1, j}$  в качестве откликов, при идентификации их зависимостей от  $u_i = \{s_{i-1}, x_i, v\}$  структура математической модели  $i$ -той стадии имеет вид:

$$s_i = f_i(u_i); \tag{1}$$

$$Y_{ij} = \varphi_{ij}(u_i), \quad j \in \overline{1; K}. \tag{2}$$

Ввиду того, что марка готовой продукции обуславливается значениями вектора  $\{E_{L1}, E_{L2}, \dots, E_{LK}, S_L\}$ , с целью надежного ее обеспечения воспользуемся средне-геометрическим обобщенным параметром оптимизации [6] как средством формализации условия определения переменных режима:

$$F = \left( \prod_{j=1}^{K+1} d_j^{t_j} \right)^{1/\sum_{j=1}^{K+1} t_j}, \tag{3}$$

где  $j = K + 1$  — здесь и далее соответствует  $s_L$ ;

$t_j$  — веса соответствующих выходных переменных;

$d_j$  — частные функции полезности:

$$d_j = \exp[-(|z'_j|)^n], \quad j \in \overline{1; K+1}. \tag{4}$$

Здесь  $n$  — показатель степени, обуславливающий крутизну [1] функций  $d_j$ ;

$z'_j$  — результат предварительного преобразования  $\tilde{s}_L = \tilde{z}_{K+1}$  и  $\tilde{E}_{Lj} = \tilde{z}_j$ :

$$z'_j = \frac{\tilde{z}_j - (\tilde{z}_j^{max} + \tilde{z}_j^{min})}{\tilde{z}_j^{max} - \tilde{z}_j^{min}}, \quad j \in \overline{1; K+1}, \tag{5}$$

где  $\tilde{z}_j$  — результат масштабирования:

$$\tilde{z}_j = \frac{z_j - z_j^0}{\Delta z_j}, \quad j \in \overline{1; K+1}. \tag{6}$$

В свою очередь среднее значение выходной величины  $z_j^0$  и ее шаг варьирования  $\Delta z_j$  можно найти соответственно из выражений

Оптимальные значения технологических факторов					Потери прочностных показателей		
Линейное давление в захвате пресса, кНм				Температура греющей поверхности, °С	Сопротивления продавливанию, %	Разрушающего усилия при сжатии кольца, %	Излома, %
первом	втором	третьем	четвертом				
18,6	70,0	90	—	197,2	50,25	67,0	79,40
31,5	70,0	90	—	190,2	41,80	62,2	73,40
34,2	62,1	90	—	170,0	41,47	62,2	73,70
45,0	64,5	90	—	168,2	35,74	57,9	2,35
25,6	70,0	90	90	191,2	48,90	71,0	74,40
29,8	70,0	90	90	188,1	42,40	67,1	58,30
32,5	70,0	90	90	165,9	36,30	63,1	57,00
39,6	70,0	90	90	163,9	28,80	60,9	0,00

$$z_j^0 = \frac{z_j^{max} + z_j^{min}}{2}, \quad j \in \overline{1; K+1}; \quad (7)$$

$$\Delta z_j = \frac{z_j^{max} - z_j^{min}}{2}, \quad j \in \overline{1; K+1}, \quad (8)$$

где  $z_j^{min}$ ,  $z_j^{max}$  — граничные значения переменных  $s_L$  и  $E_{Lj}$  для заданной марки.

При этом значения физико-механических показателей  $z_j$  в натуральном масштабе имеют вид:

$$z_j = E_{0j} \prod_{i=1}^L Y_{ij}, \quad j \in \overline{1; K}. \quad (9)$$

Выражения (1) и (9) с учетом промежуточных преобразований (4)—(8) образуют систему уравнений связи технологических факторов с критерием оптимизации (3).

Расчет оптимального режима, из условия обеспечения выбранной марки при фиксированных  $s_0$ ,  $v$  и  $E_{0j}$ , можно осуществить посредством максимизации (3) при ограничениях, порождаемых возможностями конструкции рассматриваемой машины:

$$x_i \in [x_i^{min}, x_i^{max}], \quad i \in \overline{1; L}, \quad (10)$$

где  $x_i^{min}$ ,  $x_i^{max}$  — минимально и максимально возможные значения соответствующих переменных.

Применение экспериментально-статистических моделей типа (1) предполагает необходимость дополнительных ограничений

$$f_i(u_i) \in [s_i^{min}, s_i^{max}], \quad i \in \overline{1; L-1}, \quad (11)$$

благодаря которым не допускается прогнозировать значения  $s_i$  за рамками изученной области в отношении начальной сухости для  $(i+1)$ -й стадии. В этой системе  $s_i^{min}$ ,  $s_i^{max}$  — пределы варьирования начальной сухости при идентификации (1). Эти же ограничения в безразмерном масштабе можно записать так:

$$|f_i(u_i)| \leq s_i^n, \quad i \in \overline{1; L-1}, \quad (12)$$

где  $s_i^n$  — абсолютное значение  $s_i^{min}$  ( $s_i^{max}$ ) в кодированном виде.

Задачу поиска  $\max \{F\}$  при ограничениях (10), (12) можно решить с помощью метода последовательной безусловной оптимизации [5], согласно которому обобщенная присоединенная функция имеет вид:

$$\Phi(w^k, r^k) = F(w^k) - r^k \sum_{i=1}^{L-1} [s_i^n - |f_i(u_i^k)|]^{-1} \rightarrow \max. \quad (13)$$

Здесь  $w = \{x_1, x_2, \dots, x_L\}$  — вектор независимых переменных задачи;

$k$  — номер цикла последовательного поиска  $w$ ;

$r$  — параметр, убывающий с каждым значением  $k$  в соответствии с данными работы [2]:  $r^{k+1} = r^k \cdot 10^{-1}$ ,  $k = 1, 2, \dots$ .

Значение  $r^1$  выбираем так, чтобы ни одна из величин

$$E(w^0), r^1 \sum_{i=1}^{L-1} [s_i^n - |f_i(u_i^0)|]^{-1}$$

не доминировала над другой [2]. Отсутствие в выражении (13) составляющих от (10) обусловлено тем, что их учет можно осуществлять по схеме [2], исключаяющей недопустимые перемещения изображающей точки.

В таблице представлены результаты применения описанной методики на примере оптимизации режимов прессования и сушки картона из условия обеспечения марки  $k-1$  в отношении прочностных показателей (при значении поверхностной плотности 200 г/м<sup>2</sup>). В таблице, наряду с оптимальными значениями технологических факторов, приведены также минимально возможные значения  $E_{0j}$ , полученные при их последовательном уменьшении и последующем решении задачи (13).

Найденные режимы базируются на математических моделях стадий в виде уравнений регрессии 2-го порядка, идентификация коэффициентов которых произведена по

результатам поэтапного моделирования процесса в лабораторных условиях. Наличие в этих уравнениях эффектов взаимодействия технологических факторов, а также сложность их связей с критерием (3) привели к тому, что в качестве численной процедуры решения задачи использовали метод прямого поиска Хука — Дживса [5]. Вследствие равнозначности величин  $z_j$  в определении марки, значения  $t_j$  для  $j \in \bar{1}; K+1$  принимали равными единице.

Анализ полученных результатов показал, что за счет только оптимизации режима прессования и сушки картона (при  $s_0 = 20,5 - 23,5$  %,  $v = 250 - 350$  м/мин и выбранном виде температурного графика) не удается избежать потерь прочностных показателей, что возможно лишь в отношении излома при установке дополнительного пресового захвата. Однако установка 4-го захвата при уменьшении потерь в отношении сопротивлений продавливанию и излому, а также снижении нагрузки на сушильную часть (см. данные таблицы) приводит к увеличению (на 4—5 %) потерь разрушающего усилия при сжатии кольца.

В заключение отметим, что комплексный подход к рациональному распределению нагрузки между различными частями машины, ориентированный на получение требуемого качества готовой продукции, позволит выявить резервы в отношении производительности картоноделательных машин.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ахназарова С. С., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии.— М.: Высш. школа, 1978, с. 210. [2]. Гилл Ф., Мюррей У. Численные методы условной оптимизации.— М.: Мир, 1977, с. 203—217. [3]. Жучков П. А. Тепловые процессы в целлюлозно-бумажном производстве.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 408 с. [4]. Новиков Н. Е. Прессование бумажного полотна.— М.: Лесн. пром-сть, 1972.— 240 с. [5]. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование.— М.: Мир, 1975, с. 157—345. [6]. Harrington E. C. The desirability function.— Industry Quality Control, 1965, v. 21, N 10, p. 494.

УДК 676.15+676.16.024.4

### АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА СОРТИРОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СОРТИРОВОК БУМАЖНОЙ МАССЫ

С. Ю. ТРЕТЬЯКОВ, В. Н. ГОНЧАРОВ, И. Д. КУГУШЕВ

Ленинградский технологический институт ЦБП

К настоящему времени создано большое количество разнообразных сортировок для бумажных масс. По результатам проведенных исследований [2] физическая модель процесса сортирования представляется следующим образом. Поток волокнистой суспензии напускают под давлением на сортирующее сито. Со временем пропускная способность сита уменьшается вследствие зависания волокон на краях отверстий, что приводит к уменьшению живого сечения сита. При обратном токе жидкости за счет создания кратковременного разрежения над отверстиями, например, с помощью лопастей, происходит восстановление первоначальной пропускной способности отверстий. Далее процесс повторяется.

Из приведенной схемы видно, что необходимые факторы процесса сортирования — перепад давления через сито и периодическая очистка отверстий от задержанных волокнистых и инородных включений, обеспечивающая непрерывность работы сортировок.

Исходя из этих основных положений, сделаем попытку аналитического описания количественной стороны процесса сортирования.

В первом приближении можно считать, что изменение живого сечения сита  $\Delta F$  за достаточно малый промежуток времени  $\Delta t$  пропорционально объемному расходу  $q$  сортируемой суспензии. В дифференциальной форме имеем:

$$\frac{dF}{dt} = -\alpha q, \quad (1)$$

где  $\alpha$  — коэффициент пропорциональности, зависящий от перепада давления через сито, частоты пульсаций и других факторов.

Знак минус в уравнении (1) показывает отрицательное приращение площади живого сечения при положительном приращении времени, что соответствует приведенной выше схеме процесса сортирования.

Площадь живого сечения  $F$  и расход  $q$  определяем из выражений

$$F = F_{06} k; \quad (2)$$

$$q = F_{06} v_{пр} \quad (3)$$

Здесь  $k$  — коэффициент перфорации сита;  
 $F_{06}$  — общая поверхность сита;  
 $v_{пр}$  — скорость притока.

Из работ [2, 3] известны выражения для скорости притока  $v_{пр}$  сортирующих сит с круглой и щелевой перфорацией, определенные для случая течения воды:

$$v_{пр} = ka, \quad (4)$$

где  $a$  — коэффициент, зависящий от перепада напора через сито.

Закономерно предположить, что данная зависимость сохраняется и в случае протекания через сито волокнистой суспензии с высокой степенью диспергированности.

Подставляя выражения (2)—(4) в уравнение (1), после преобразований получим:

$$\frac{dk}{k} = -aat. \quad (5)$$

Решение данного уравнения

$$k = k_0 e^{-aat}. \quad (6)$$

Здесь  $k_0$  — коэффициент перфорации сита в начальный момент времени  $t = 0$ .  
 Тогда расход суспензии

$$q = F_{06} v_{пр} = F_{06} ka = F_{06} k_0 a e^{-aat}. \quad (7)$$

Интегрируя уравнение (7) по  $t$ , найдем количество суспензии, прошедшей через сито за промежуток времени  $\delta t = t_2 - t_1$ :

$$Q' = \frac{F_{06} k_0}{a} e^{-aat_1} (1 - e^{-aa\delta t}). \quad (8)$$

Подставив в выражение (8)  $\delta t = \frac{1}{N}$  — промежуток времени между двумя пульсациями давления (где  $N$  — частота пульсаций), а затем умножая полученную величину  $Q'$  на  $N$  и концентрацию сортируемой суспензии  $c$ , получим массовый расход волокна через сито сортировки:

$$Q = \frac{F_{06} k_0}{a} Nc e^{-aat_1} \left(1 - e^{-\frac{aa}{N}}\right). \quad (9)$$

Используя формулу (9), проанализируем влияние основных указанных выше факторов процесса сортирования — перепада давления через сито и частоты пульсаций — на производительность сортировок.

Закономерно предположить, что, как следует из уравнения (1), с увеличением перепада давления  $H$  возрастает и абсолютная величина  $\frac{dF}{dt}$ , характеризующая скорость зарастания отверстий. Тогда коэффициент  $a$  будет иметь такую же зависимость от  $H$

$$a = \beta H^m. \quad (10)$$

Как было указано выше, коэффициент  $a$  также зависит от перепада напора

$$a = \gamma H^s. \quad (11)$$

В свою очередь, перепад напора  $H$  зависит от конструктивного исполнения сортирующей машины. Например, в вибрационных сортировках он создается за счет разности уровней волокнистой суспензии на входе и выходе. В лопастных сортировках (центробежных и с гидродинамическими лопастями) на величину  $H$  накладывается эффект повышения или понижения перепада давления через сито от центробежных сил, появляющихся во вращающемся кольце сортируемой суспензии в околоситовой зоне от вращения рабочего органа, а следовательно, и от частоты пульсаций давления. В этом случае

$$H = H' + \varphi N', \quad (12)$$

где  $H'$  — перепад напора, создаваемый внешним путем независимо от скорости вращения рабочего органа.

На рис. 1 в качестве примера приведены рассчитанные по уравнению (9), с учетом выражений (10)—(12), графики изменения производительности сита площадью

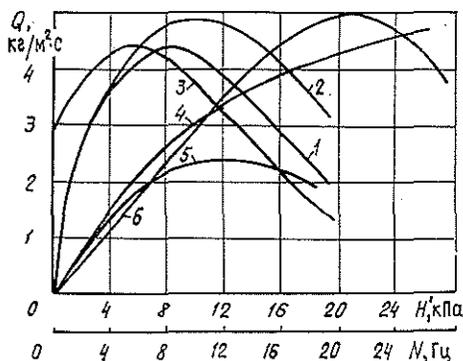


Рис. 1 Влияние перепада давления (1, 2, 3) и частоты пульсаций (4, 5, 6) на удельную производительность сортирующих сит (расчет по формуле (9)).

1 —  $\varphi = 0$ ,  $N = 10$  Гц; 2 —  $\varphi = 0$ ,  $N = 20$  Гц;  
3 —  $\varphi = 0,0025$ ;  $N = 10$  Гц; 4 —  $H' = 15$  кПа,  
 $\varphi = 0$ ; 5 —  $H' = 15$  кПа,  $\varphi = 0,0025$ ; 6 —  
 $H' = 0$ ,  $\varphi = 0,0025$ .

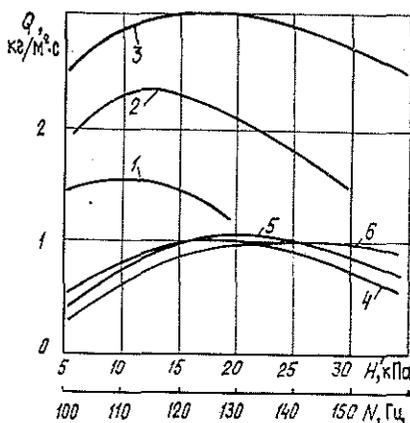


Рис. 2. Производительность сортировок в зависимости от перепада давления и частоты пульсаций (по [1, 4]).

1, 2, 3 — селективфайер при сортировании древесной массы концентрацией 0,9 % через сито с диаметром отверстий 2,4 мм и коэффициентом перфорации 0,3 при частоте пульсаций  $N$ , Гц: 1 — 10, 2 — 11,7, 3 — 13,3; 4, 5, 6 — центробежная сортировка при сортировании сульфатной небеленой целлюлозы через сито с отверстиями диаметром 2,2 мм и концентрации сортируемой массы, %: 4 — 1,1; 5 — 1,3; 6 — 1,5.

$F_{об} = 1$  м<sup>2</sup> с коэффициентом перфорации  $k_0 = 0,2$  при сортировании волокнистой суспензии концентрацией  $c = 10$  кг/м<sup>3</sup> в зависимости от анализируемых факторов при следующих коэффициентах, оцениваемых близкими к действительным:  $\beta = 2$ ;  $r = 2$ ;  $m = 2$ ;  $\gamma = 3$ ;  $s = 0,5$ ;  $t_1 = 0,01$  с.

Характерная особенность графиков (рис. 1) — наличие максимума производительности при определенном перепаде давления и частоте пульсаций. Кривая 4 соответствует частному случаю, когда коэффициент  $\varphi = 0$ , т. е. частота пульсаций не влияет на перепад давления  $H'$ , как было указано выше. Здесь максимум производительности достигается при бесконечно большом  $N$ . При  $\varphi \neq 0$ , как показывает кривая 3, процесс прохождения суспензии через сито может происходить при перепаде давления  $H' = 0$ ; этот случай в наибольшей степени характерен для центробежных сортировок.

Графики производительности сортировки с гидродинамическими лопастями (селективфайер) и центробежной сортировки СЦ-0, 4-01, полученные по результатам работ [1, 4], представлены на рис. 2. Анализ графиков показывает, что характер их изменения полностью соответствует зависимостям, приведенным на рис. 1. Это позволяет сделать вывод об адекватном описании полученной формулой (9) влияния основных факторов на производительность различного сортирующего оборудования.

В заключение отметим, что формула (9) не учитывает влияния концентрации, геометрических параметров сит и других факторов, играющих важную роль в организации процесса сортирования, поэтому ее практическое применение возможно после соответствующих дополнительных исследований.

### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Жилин В. А., Корольков В. В. Исследование работы центробежных сортировок.— Целлюлоза, бумага и картон, 1977, № 8, с. 9—10. [2]. Кугушев И. Д., Смирнов А. К. Сортирование бумажной массы.— М.: Лесн. пром-сть, 1971. [3]. Кушин А. А., Терентьев О. А. Определение гидравлических сопротивлений сит с щелевой перфорацией.— Целлюлоза, бумага и картон, 1978, № 26, с. 9—10. [4]. Смирнов К. А. Влияние геометрических параметров сит на производительность узлоловителей закрытого типа.— В кн.: Бумагоделательное машиностроение.— М.—Л.: Машиностроение, 1966, вып. 14, с. 37—51.

УДК 630\*61

**СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ  
КАК УСЛОВИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА**  
(на примере предприятий ВО Свердловск)

Е. Н. ГУРЬЕВА

Уральский лесотехнический институт

В настоящее время основной объем лесовосстановительных работ неуклонно перемещается на север и восток страны. В этих лесопромышленных районах необходимыми и насущными стали вопросы интенсификации лесного хозяйства, естественной (и исторической) предпосылкой которой является состояние лесных ресурсов. Именно от них (при совокупности экономических условий) зависит путь развития лесного хозяйства в данном экономическом районе.

Средний Урал следует отнести к подобному региону, ибо экстенсивные формы ведения лесного хозяйства здесь практически уже исчерпали себя. Резервных лесов мало, снижаются размерно-качественные характеристики и происходит омоложение лесосечного фонда, сокращаются объемы лесозаготовок. Все это говорит о необходимости перехода к интенсивным формам ведения лесного хозяйства.

Для изучения данного вопроса было проанализировано состояние лесных ресурсов в лесосырьевых базах пяти леспромпхозов ВО Свердловск за период с 1950 г. по 1980 г. и объемов лесохозяйственных работ с 1960 г. по 1981 г. Лесохозяйственная деятельность была рассмотрена по совокупности работ леспромпхоза и лесхоза, относящихся к лесосырьевым базам леспромпхозов. Выделение из всей совокупности лесных земель района только эксплуатационных лесов связано с тем, что именно эти площади подвергаются наиболее интенсивному лесопользованию, а следовательно, изучаемые процессы должны проявляться здесь, на наш взгляд, наиболее существенно, ярко.

Для характеристики состояния лесных ресурсов были выделены три аспекта: динамика возрастной структуры, изменение лесных земель по их категориям и характеристика производительности лесов, что, на наш взгляд, наиболее полно отражает состояние и характеристику структурных сдвигов изучаемого предмета.

Динамика возрастной структуры лесов представлена средними значениями по базам исследуемых предприятий (Красноуфимский ЛПК, Верхотурский, Сотринский, Карабашский и Североуральский ЛПХ) в табл. 1.

Таблица 1

**Распределение  
лесопокрытой площади по классам возраста  
(% к лесопокрытой площади)**

Годы	Молодняки	Средне-возрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
1950	20,0	12,2	16,8	50,8
1965—1968	33,2	12,1	10,7	44,0
1978—1981	42,0	20,7	9,7	27,6

Данные таблицы показывают определенную тенденцию изменения возрастной структуры — увеличение доли молодняков и средневозрастных древостоев и снижение доли приспевающих, спелых и перестойных.

По отдельным предприятиям эта тенденция явно выражена только в тех леспромпхозах, где не происходило реорганизаций (Сотринский и Карабашский леспромпхозы), менее заметна в базах предприятий, подвергшихся мелким реорганизациям (Североуральский и Верхотурский ЛПХ) и не прослеживается в Красноуфимском ЛПК, в котором были проведены две крупные реорганизации. Однако и в нем площади молодняков возрастают, а спелых — уменьшаются, хотя и резко скачкообразно.

Другой важный показатель — распределение площадей лесного фонда по категориям земель. Здесь отмечается снижение (особенно в последнее время) площадей лесных земель вследствие увеличения площадей особого назначения и угодий. Так, в

Сотринском леспромхозе лесные площади составляли в 1961 г. 82,5 %, а в 1980 г. 81 % общей площади лесосырьевой базы.

Появились и возрастают площади лесов искусственного происхождения и несомкнувшихся культур. В базе Верхотурского леспромхоза в 1961 г. лесов искусственного происхождения не было вообще, а несомкнувшиеся культуры составляли только 0,9 % общей площади. В 1978 г. леса искусственного происхождения занимали в базе уже 4,7 %, а несомкнувшиеся культуры — 2,2 %.

Во всех базах снижается прямой лесокультурный фонд в виде необлесившихся лесосек. В Североуральском ЛПХ в 1950 г. они занимали 11,5 %, а в 1981 г. — 1,9 % общей площади, в Верхотурском ЛПХ соответственно 8,2 и 3,9 % и т. д.

Характерна картина и по показателям производительности лесов (табл. 2).

Таблица 2

## Показатели производительности лесов

Годы	Лесистость, %	Средний возраст, лет	Средний запас на 1 га лесопокрытой площади, м <sup>3</sup>	Средний прирост на 1 га лесопокрытой площади, м <sup>3</sup>	Группа лесов	Полнота	Класс бонитета
1950	80	87	152,8	1,79	3	0,68	III, 33
1965—1968	78	72	134,5	2,15	3	0,67	III, 27
1978—1981	69	61	126,2	2,40	2	0,69	III, 32

Материалы таблицы, прежде всего, свидетельствуют об омоложении лесов со всеми положительными и отрицательными последствиями, подтверждая тем самым рассмотренные характеристики структурных сдвигов по возрасту и категориям лесных земель.

Наибольшее изменение показателей производительности отмечается в Красноуфимском ЛПК, Сотринском ЛПХ, которые были образованы в конце 20-х годов и имеют большую долю молодых лесов; наименьшее — в Карабашском ЛПХ, который действует в своей базе 22 года.

Показательно и изменение среднего породного состава. Так, в базе Красноуфимского ЛПК за последние десятилетия уменьшилось количество ели и увеличилось площади, занятые осиной (1957 г. — 4ЕЗБ2Пх1Ос, 1980 г. — 3ЕЗБ2Пх2Ос), в Верхотурском ЛПХ исчез кедр, в 1957 г. его было 10 %, в 1968 г. встречался единично, а в 1978 г. уже не указан в породном составе вообще. Подобные явления характерны и для лесосырьевых баз остальных предприятий.

Таким образом, интенсивное лесопользование создало огромное поле деятельности для лесного хозяйства.

В табл. 3 даны некоторые показатели состояния лесохозяйственного производства по пятилетним периодам (средние данные по предприятиям).

Таблица 3

## Динамика лесохозяйственных работ в лесосырьевых базах леспромхозов (данные на 1 га лесной площади)

Показатели	1961—1965 гг.	1966—1970 гг.	1971—1975 гг.	1976—1980 гг.
Операционные расходы, р.	0,84	1,28	1,59	1,89
Объем механизированных работ, р.	0,25	0,47	0,72	0,83
Объем лесокультурных работ, р.	0,51	0,95	1,08	1,32
Объем лесохозяйственных работ в условных ценах, р.	0,32	0,40	0,58	0,91

Представленные в таблице показатели возросли за 20-летний период в среднем в 2,7 раза. Однако абсолютные значения этих показателей говорят об еще низком уровне интенсификации лесного хозяйства. Операционные расходы на 1 га лесной площади составляют всего около 2 р., в то время как в высокоинтенсивных хозяйствах европейской части страны — 17—20 р.

С предприятий Свердловского края снят план лесокультурных работ, а содействие естественному возобновлению сводится на практике только к соблюдению технологии рубок главного пользования. Как следствие, и без того малые операционные расходы за последние два года еще сократились.

Сопоставление этих данных с показателями состояния лесных ресурсов, в частности с общим средним приростом, который за 30 лет увеличился всего на 0,61 м<sup>3</sup> на 1 га лесопокрытой площади, говорит о том, что леса в районе восстанавливаются

практически сами по себе, при явно недостаточной помощи человека. При интенсивности рубок главного пользования  $2,96 \text{ м}^3$  на 1 га лесной площади уровень лесохозяйственных работ составил 0,91 р. на 1 га лесной площади (в условных ценах 1981 г.).

Выход — в более активной и ускоренной интенсификации лесохозяйственного производства в базах лесозаготовительных предприятий, сосредоточении его в одних руках, объединении предприятий.

---

## ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 630\*86(477)

ЛЕСОХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО УКРАИНЫ  
XVI — ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XVII ВВ.

В XVI—XVII вв. в лесистых районах Украины было широко распространено лесохимическое производство — добыча поташа, который использовали в текстильном производстве и для хозяйственных нужд. Поташные предприятия (буды) встречались во многих районах страны, где имелись большие лесные массивы: от западных районов русского воеводства до восточных пространств Переяславщины. На протяжении XVI — первой половины XVII вв. на Украине работало более 140 поташных буд [7].

Поташ и смольчуг (худший сорт поташа) получали из золы деревьев. Это приводило к уничтожению лесов на значительных площадях. Так, уже в 1565 г. леса в Каменец-Подольском уезде почти все были опустошены. В 1569 г. в Любомльском уезде на Воляни произведено всего 30 т поташа, что также свидетельствовало об истощении лесов. В Холмском уезде (1570 г.) остались леса только возле населенного пункта Рубашева [4].

Сохранилось очень мало описаний поташных буд. Общее представление о них дает описание предприятия возле с. Колодиевки на Житомирщине, сделанное в 1630 г. На буде имелось 20 корыт и столько же прикорытков. Ширина корыт составляла 30—50 см, длина — 6—8 м. Возле буды находились жилые постройки рабочих, коморы, шопы (навесы для хранения золы и поташа). Шопы располагались на сваях с крышей, без стен, но с досчатым помостом, имевшим обычно ширину и длину до 5 м. Рядом с шопами находились большие ящики для хранения золы [9]. На буде в урочище Чернятина Луцкого уезда (1564 г.) имелось 10 таких ящиков. Длина, ширина и высота каждого из них составляли по 1,5 м [9].

Поташ производили в печах (гартах), представлявших собой прямоугольные ящики с дном, выложенным кирпичом. Длина гартов — 10 м, ширина — 4. На одной буде их было 1—2. От их числа зависел объем производства продукции [8].

Процесс получения поташа сводился к следующим операциям. Первая — это добыча золы путем сжигания древесины при полной подаче воздуха. Вторая операция заключалась в выщелачивании из золы растворимых в воде солей. Для этого золу сначала просеивали через сито, затем ссыпали в большие деревянные корыта и смачивали водой, пока она не становилась густой, как тесто, а потом по желобу заливали водой. Золу выщелачивали на протяжении суток. Полученную щелочь фильтровали через солому, потом из больших корыт направляли в прикорытки, а из них по желобу — в большое сборное корыто. Воду из щелочи удаляли путем поливания горящих дров. При этом вода испарялась, а соли слоями оседали на дне гарта. Это была смесь всех растворимых в воде солей. Часть золы, остававшаяся после выщелачивания, называлась «попелняком»; он шел на удобрение глинистых грунтов и в стекольное производство.

Для добычи 1 т поташа необходимо было 30 т «фальбы» (золы). Производство поташа длилось около 2—3 мес (8—12 нед). На одном предприятии за год можно было получить несколько десятков тонн продукции. В 1561 г. на буде шляхтича Я. Горского в Зверевской пуше произведено 100 т поташа. На одном предприятии около с. Каменки возле р. Рата Бельзского уезда (1564 г.) добыто 80, на другом — 40 т продукции. В 1569 г. князь С. Краевский на каждом из двух предприятий в Луцком уезде получил по 80 т поташа [9]. На буде возле с. Багриновки на Житомирщине (1605 г.) произведено 50 т продукции, на предприятии житомирского шляхтича М. Миховского (1608 г.) в Олевских лесах — 100 т «шмальцованной золы» (поташа); 40 т хорошего поташа получено на буде (1610 г.) в Новаковских лесах Хотеницкого урочища на Житомирщине [9].

Буды обслуживали рабочие. На поташном предприятии шляхтича Б. Семашко (1558 г.) работало 32 чел., на буде возле с. Почал на Житомирщине [9] — 50 чел., на Зверевской буде шляхтича С. Запольского в 1563 г. — 60 чел., на предприятии в Степановской пуше — 100 чел., на буде (1564 г.) шляхтича В. Бозовского — 160 чел. [9].

Самая ответственная работа была у поливачей, которые поливали щелочью горящие дрова. Особенно большие навыки и мастерство необходимо было им проявлять в дождливую погоду, когда гарты тушил дождь. Поташ, произведенный в таких условиях, имел много нерастворимых солей, что снижало его качество. Определенные навыки требовались от рабочих и при получении золы. При медленном сжигании дров она содержала много углекислого кальция, который отрицательно влиял на качество продукции. Рабочие поташных буд пользовались такими инструментами, как пилы,

сверла, топоры, ведра и т. п. [9]. На будах работали будники (поташники), корытники, пильщики, паковальщики, дроворубы, колесники, бондари, кузнецы и т. д. [6].

Поташ и золу насыпали в бочки и отправляли покупателям. Цены зависели от цвета продукции, ее качества и места происхождения. На показатель цены влияло и процентное содержание углекислого кальция. В документах сохранились данные [9, 10] о стоимости продукции. При продаже поташа чаще применяли весовые, реже — объемные меры. Торговцы вели счет поташа на бочки, хотя денежный расчет производили на шифунты (10 пуд). Так, в 1630 г. вверх по Днепру было отправлено 7 байдаков (судов) из Черкасс, нагруженных 312 большими бочками поташа; на 1 байдак приходилось в среднем около 45 бочек, каждая весом в 10—12 пуд [10].

Продукция лесохимического производства реализовалась не только на местном рынке, но поступала и за границу (в страны Зап. Европы [11]). Основным пунктом ее сбыта был Гданьск, имевший тесные торговые связи со многими городами Украины, особенно с теми, которые находились недалеко от р. Зап. Буг, как например, Устилуг, Корытница, Бережцы, Ольшане (возле оз. Свитязь) и Городель. Сюда непрерывно шли караваны подвозы с поташем и золой. Названные товары доставляли и в другие промежуточные пункты — в Луцк или Корец. Далее из Луцка поташ отправляли сухопутным путем к Зап. Бугу или по р. Стырь в Пинск с сухопутной переправой до Бреста. Из Корца поташ и зола по р. Случь и Горынь поступали в Пинск, а оттуда — в Брест и потом в Гданьск [10].

Мы располагаем интересным документом, относящимся к 1630 г. и показывающим, как шла эта вывозная транспортировка. Я. Пясецкий, слуга и шафарь (управитель) князя К. Вишневецкого, записал в пинской городской книге: «идучи с байдаками княжаты, его милости пана моего, которых байдаков семь портомъ звычайнымъ и дорогою добровольною, рекою Припятью, у верхъ съ Припяти с поташью до места господарского Пинского, а съ Пинска возами до Берестья провозити мали, которою того поташу на тыхъ байдакахъ было триста и двенадцать бочокъ» [2]. Далее Я. Пясецкий написал жалобу на пана П. Сапегу, так как у Чернобыля караван подвергся нападению со стороны арендаторов и слуг шляхтича П. Сапегы, и Я. Пясецкий вынужден был уплатить им 10 талеров пошлыны и понес ряд убытков. Так, к примеру, разбежалась челядь, унеся выданный ей задаток в 200 злотых. Далее из-за долгого простоя караван был застигнут зимой в с. Ледце, не дойдя 10 миль до Пинска. Поэтому пришлось выгрузить бочки и на подводах отправить в Брест. Наконец, за-контрактыванные байдаки «нельзя было до весны спустить на Украинну», что стоило князю 500 злотых. Из этого видно, насколько сложна была транспортировка поташа водой из Приднепровья. Столь же сложна была она и в местностях, удаленных от водных сообщений [10]. В 1551 г. луцкий князь А. Сангушко-Коширский заключил договор с гданьским купцом М. Тарло о поставке ему к берегу р. Зап. Буг 40 т поташа. Из Клева в Гданьск в 1561 г. было отправлено 19,3 т поташа, золы и воска. Писарь луцкого замка И. Хребтович (1562 г.) продал гданьским купцам на берегу р. Зап. Буг 50 т поташа и золы [9]. Поступал украинский поташ и на территорию России. Известно, что в 1658 г. черниговский архиепископ Л. Баранович отправил из своих Новгород-Северских буд в Вологду 211 бочек поташа, в 1660 г. — еще 251 бочку [1, 3]. С 1663 по 1666 г. с Олешенских буд было отправлено в Архангельск 458 больших и 1423 малых бочек поташа и 2649 бочек смольчуга [5].

Таким образом, продукция лесохимического производства широко использовалась в промышленном производстве и быту населения не только в своей стране, но и за рубежом.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Акты, относящиеся к истории Южной и Западной России, изданные Археологической комиссией. — Спб., 1875, т. 8. — 437 с. [2]. Акты, изданные Виленской Археологической комиссией. — Вильно, 1901, т. 28. — 235 с. [3]. Бойко И. Д. Селянство Украины в другой половине XVI — первой половине XVII ст. — К.: Вид-во АН УРСР, 1963. — 238 с. [4]. Жерела до історії України-Руси. — Львів, 1897, т. 11. — 319 с. [5]. Лукьянов П. М. История химических промыслов и химической промышленности России. — М. — Л.: Госполитиздат, 1949, т. 11. — 246 с. [6]. Пономарьов О. М. Про початок мануфактурного періоду на Україні. — Український історичний журнал, 1970, № 3, с. 29—34. [7]. Стришенец Н. М. Технология получения поташа из древесины на Украине в XVI — первой половине XVII вв. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1974, № 4, с. 164—165. [8]. Стришенец Н. М. Из истории лесохимической промышленности Украины. — Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1974, № 6, с. 32. [9]. Центр. гос. ист. архив УССР, ф. 11, оп. 1. д. 1. — 313 л.; д. 4. — 343 л.; д. 5. — 461 л.; д. 6. — 565 л.; д. 8. — 819 л.; д. 12. — 146 л.; ф. 25, оп. 1, д. 1. — 506 л.; д. 3. — 363 л.; д. 5. — 231 л.; ф. 28, оп. 1, д. 1. — 1093 л. [10]. Центр. науч. б-ка АН УССР, отд. рукописей, ф. 56, д. 1, т. 1. — 196 л.; д. 1, гл. V. — 461 л.; д. 1, гл. VI. — 546 л. [11]. Шевченко Ф. П. Політичні та економічні зв'язки України з Росією середини XVII ст. — К.: Вид-во АН УРСР, 1959. — 506 с.

Н. М. Стришенец

Тернопольский финансово-экономический институт

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630\*6 (049.3)

## НУЖНЫ НОВЫЕ УЧЕБНИКИ

Предстоящая реформа высшей школы и уже осуществляемый переход на новые учебные программы по лесотехническим специальностям вызывают необходимость в новых учебниках. В этой связи полезно детально проанализировать существующую учебную литературу, вскрыть недостатки и определить то положительное, что может быть положено в основу издания новых учебников.

Наиболее неотложной является подготовка к переизданию экономической учебной литературы. В ней должны быть отражены установки XXVII съезда КПСС по новым методам хозяйствования, методологические положения новой редакции Программы КПСС, учтены Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года. Очень важно отразить применительно к специфике лесных отраслей итоги широкомасштабных экономических экспериментов, сущность глубокой перестройки всего хозяйственного механизма. В сжатые сроки предстант большая, напряженная работа по совершенствованию наших учебников, ибо даже лучшие из них требуют существенной переработки и дополнений.

Возьмем, к примеру, один из хорошо зарекомендовавших себя учебников «Экономика лесного хозяйства», подготовленный квалифицированным авторским коллективом в составе В. М. Иванюты, Н. И. Кожухова, Н. А. Моисеева и выпущенный издательством «Лесная промышленность» в 1983 г.

По нашим наблюдениям, им охотно пользуются и студенты, и преподаватели. В учебнике в целом правильно, доступно и точно отражены основные вопросы экономики лесного хозяйства. Рассмотрены особенности лесного хозяйства как специфической отрасли материального производства; исторические этапы его развития; экономические аспекты рационального использования и воспроизводства лесных ресурсов; планирование и прогнозирование размещения и развития отрасли; производственные фонды и капитальное строительство; труд и заработная плата; проблемы материально-технического обеспечения, хозяйственного расчета и определения экономической эффективности затрат в отрасли.

Квалифицированно изложен программно-целевой подход к управлению воспроизводством лесных ресурсов, планированию и прогнозированию развития лесного хозяйства, экономической оценке комплексного лесопользования. Авторы смело, открыто ставят острые, проблемные вопросы, излагают не только общепринятые, но и дискуссионные положения. Такое изложение материала учебника развивает у студентов самостоятельность мышления.

В связи со спецификой лесохозяйственного производства особого внимания заслуживают вопросы совершенствования методов долгосрочного планирования и прогнозирования в лесном хозяйстве. Они изложены с привлечением богатого научно-исследовательского материала. Впервые в учебной литературе столь полно освещена оригинальная теория непрерывно продуцирующего леса, которая позволяет раскрыть экономическую природу затрат в лесном хозяйстве и научно обосновать механизм расширенного воспроизводства лесных ресурсов, а также дать экономическое обоснование лесохозяйственных мероприятий. Есть немало других положительных сторон названного учебника.

Вместе с тем отметим ряд возможностей его улучшения при переиздании.

Не снижая научно-профессионального уровня учебника, следует во многих случаях упростить изложение материала. Это касается прежде всего глав 3, 4 и 9, где авторы широко используют материалы собственных многолетних исследований. Само по себе это весьма хорошо. Но нельзя забывать, что учебник рассчитан на студента, причем, как часто говорим, на «среднего». Простота изложения материала, разумеется, не означает его примитивизацию или потерю содержания. Наоборот, точность формулировок, их целевые установки возбуждают у студента интерес к данной дисциплине, усиливают желание глубже изучить ее.

Требуется улучшение структура учебника. Не все вопросы рассматриваются в логической последовательности. В главе 9, например, сначала даются понятия о прибыли и рентабельности, а затем — о себестоимости и ценах. Не «работает» как учебный материал приложение «Методика организации внутрихозяйственного расчета предприятий лесного хозяйства». Основные положения методики лучше изложить в основном тексте с соответствующими разъяснениями. Требуют существенной переработки и сокращения первые разделы глав 3, 7 и 9, посвященные вопросам, рассматриваемым в курсе политэкономики. Материал по конкретной экономике должен базироваться на положениях политэкономики, но не дублировать их.

В учебнике сказано о необходимости учета в программах лесного хозяйства экологических издержек (с. 78), рассмотрения при выборе оптимальных вариантов социальных, экономических и экологических эффектов в их органической связи (с. 81), а понятие «эффективность» предлагается толковать как совокупность названных эффектов (с. 228—229). Однако эти принципиальные установки не получили должного развития на страницах учебника. Они нуждаются в большей конкретизации, равно как и понятие «конечные результаты». Нельзя забывать, что именно в лесном хозяйстве понятие конечных народнохозяйственных результатов обретает особый смысл; экологические последствия хозяйственной деятельности должны стать их органической составной частью. В данном случае весьма важное значение имели бы конкретные примеры, которых немало в практике хозяйствования.

В учебнике встречаются неудачные выражения. Так, связь хозрасчета с другими экономическими категориями в авторской трактовке образует «такую систему, каждая категория которой развивается настолько, насколько в итоге взаимодействия различных категорий достигается максимальный результат» (с. 192). Далеко не точно утверждение на той же странице, что роль хозрасчета «заметна и в таких обязательных условиях эффективности хозрасчетной деятельности, как недопущение . . . игнорирования интересов охраны природы». Действующая система хозрасчета как раз индифферентна к интересам охраны природы. Проблема в том, чтобы экологическое звено хозяйственного механизма заработало. При раскрытии характера затрат в лесном хозяйстве (глава 10) следует привести разработки не только авторов учебника, но и других исследователей, что способствовало бы развитию у студентов более широкого кругозора.

При переиздании учебника следует уделить большее внимание вопросам научно-технического прогресса в лесном хозяйстве, экономической оценке реконструкции и технического перевооружения предприятий. Нет надобности давать в учебнике цифры, которые не несут надлежащей учебной нагрузки. Например, цифры в табл. 13 на с. 190 приведены за 1978 г., а на с. 139 и 153 — за 1980 г. Лучше приводить в учебниках усредненные и стабильные цифры, которые «учат», а свежий цифровой материал всегда должен подбирать преподаватель, ведущий занятия со студентами по данному курсу.

В новом учебнике по экономике лесного хозяйства должны найти отражение комплексная природа леса как системы взаимосвязанных потенциальных продуктов и услуг; принципы эколого-экономической оценки использования и воспроизводства лесных ресурсов; пути преодоления эколого-экономических противоречий в лесном хозяйстве; вопросы экономики рекреационного лесопользования, функционирования национальных парков, заповедников и заказников, других направлений комплексного лесопользования, способствующих ускорению социально-экономического развития нашего общества.

Изложенное здесь является мнением лишь одного специалиста об одном учебнике. Думается, что учебно-методическим советам Минвуза СССР по лесотехническим специальностям следовало бы организовать деловое, всестороннее обсуждение имеющихся учебников в целях их усовершенствования в соответствии с новыми, возрастающими требованиями, предъявляемыми ныне к высшей школе. Необходимо сегодняшнее целенаправленное прочтение всех ранее изданных учебников. Нужны строго объективный разбор их достоинств и недостатков без налета комплиментарной критики и скидок на авторитеты, деловые, конструктивные предложения широкого круга квалифицированных специалистов по улучшению учебно-методической литературы. Принять участие в этом важном деле могут и должны все преподаватели вузов.

Ю. Ю. Туньця

Львовский лесотехнический институт

УДК 630\*116.64

## ЛЕСНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ В ЧЕХОСЛОВАКИИ

В настоящее время 23 % территории Чехословакии подвержено водной и 12,6 % ветровой эрозии. Продукты эрозии, объем которых 4 млн. т в год, заиливают реки, водоемы, что снижает ресурсы воды.

Интенсификация сельского и лесного хозяйства республики, необходимость охраны водных ресурсов от истощения, защиты почв от эрозии обусловили развитие глубоких исследований в области теории и практических методов лесных мелиораций в Чехословакии.

Итогом многолетних исследований лесных мелиораций в республике явилась крупная монография «Lesnicke meliorácie» (Bratislava: Priroda, 1984.— 485 с.), которую написали D. Zachar, J. Kresl, J. Marko, S. Volný.

В монографии представлены материалы по гидрологии территории, гидравлике потоков, эрозионным процессам, влиянию леса на водные ресурсы, охране почв, мелиорации лесных почв, агролесомелиорации.

Материалы исследований лесомелиоративных приемов основаны на теоретических разработках. Приведены методы исследований, оценочные критерии. Так, в разделе по гидрологии территории Чехословакии изучен водный баланс. Он составляет 720 мм, из которых на сток расходуется 222 мм, на суммарное испарение — 498 мм.

Подробно рассмотрены морфометрические показатели территории, влияющие на водный баланс, характеристики атмосферных осадков, включая объем и интенсивность жидких и твердых осадков в Чехии, Моравии и Словакии. Детально исследованы и представлены данные о физической сущности испарения влаги, особенности испарения с открытой водной поверхности, почвы, растений. Применительно к областям республики показаны параметры водных потоков.

Раздел гидравлики изложен достаточно полно, в нем, наряду с общими теоретическими представлениями, приведены конкретные гидравлические характеристики гидротехнических сооружений, рекомендуемых для местных условий.

В связи с тем, что лесные мелиорации направлены на защиту почвы от эрозии, в монографии выделен специальный раздел, названный авторами эродологией. В разделе приведены виды и формы эрозии, имеющиеся в республике, раскрыт генезис эрозионных процессов. Дана оригинальная, впервые приведенная классификация видов и форм эрозии по уровню потерь почвы в кубических метрах с 1 га в год, уровню расчлененности поверхности почвы рытвинами. По мнению авторов, допустимые потери почвы от смыва, на которые рассчитывают эффективность лесных мелиораций, зависят от мощности почвы. Так, при увеличении мощности почвы от 30 до 120 см допустимые потери также возрастают от 0,75 до 7,5—12,0 т/га в год.

Авторы приводят данные о влиянии морфометрических показателей рельефа, интенсивности ливней на развитие эрозии, методы расчетов параметров эрозионных процессов, включая математические модели водной и ветровой эрозии.

Водо- и почвоохранные функции леса рассмотрены с точки зрения зарегулирования стока на водосборах, накопления водных ресурсов, увеличения водности рек, улучшения качества воды. Приведены данные о балансе воды в еловых и буковых лесах, уровне водопроницаемости почвы под лесом разной полноты. Что касается поверхностного стока, то в среднем за 100 лет на облесенных водосборах он был в 3,6 раза меньше, чем на необлесенных. Данные по этому вопросу представлены в монографии несколько разноречиво. Проанализирован не только поверхностный сток, но и почвенный, и подземный.

Интересны данные о накоплении лесом влаги. Так, с увеличением высоты над уровнем моря буковые и еловые леса увеличивают накопление влаги на 11—25 %. По сравнению с сельскохозяйственными культурами транспирационные коэффициенты главных лесобразующих пород меньше и составляют 169—344.

Рассматривая почвоохранные функции леса, авторы отмечают, что твердый сток в еловом лесу меньше, чем в дубовом и буковом. Показано влияние размера лесосек на смыв почвы. В еловых лесах размер лесосек допускается большим, чем в буковом.

Недостатком этого раздела является то, что приводимые данные по смыву почвы не сравнены с нормой эрозии, о которой пишут авторы. Кроме того, следовало подробнее показать формы лесосек, их расположение по склонам, связать их с применяемыми видами рубок и способами трелевки древесных стволов.

В монографии широко освещены методы укрепления берегов горных рек, устройства сооружений по регулированию речного стока. Приведены необходимые расчеты сооружений. Рассмотрена технология облесительных работ на горных склонах, на щебенчатых и засоленных почвах.

Скромно представлен материал об особенностях агролесомелиорации в условиях Чехословакии, хотя авторы подчеркивают большое ее значение. В монографии хорошо использован опыт теории и практики лесных мелиораций в СССР.

Монография — не только интересная и полезная книга для специалистов в области лесной мелиорации, но и ценное учебное пособие для студентов высших лесных и сельскохозяйственных заведений.

В этой связи целесообразно перевести монографию на русский язык.

**М. И. Долгилевич**

Житомирский сельскохозяйственный институт

УДК 630\*411(049.3)

## НОВАЯ КНИГА ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ЛЕСА\*

Название рецензируемой книги несколько шире ее содержания. Она посвящена только одной части биологической защиты леса — использованию энтомофагов для борьбы с вредными лесными насекомыми. Этот раздел биологической защиты начал

\* Воронцов А. И. Биологическая защита леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1984. — 264 с.

развиваться еще в конце прошлого столетия и получил широкое признание во всем мире. Имеется значительный опыт по изучению и применению энтомофагов в лесах и в нашей стране. Однако сведения по биологии, экологии и использованию энтомофагов разбросаны в многочисленных, часто мало известных статьях и до сих пор не получили обобщения, без которого невозможно дальнейшее развитие этой части биологической защиты леса. Поэтому монография А. И. Воронцова представляет большую ценность и является основой для дальнейшего изучения энтомофагов и их практического применения. В ней обобщена теория и практика применения энтомофагов в лесном хозяйстве СССР и за рубежом, описаны главнейшие энтомофаги и их комплексы.

Книга открывается главой, в которой показана связь биологической защиты леса с экологией, являющейся, по мнению автора, ее теоретической основой.

Во второй главе затронуты теоретические общие вопросы экологии и поведения энтомофагов. Основное внимание уделено реакции энтомофагов на рост плотности популяции своих жертв, что не совсем оправдано.

Третья глава посвящена биологии и экологии хищных насекомых. Это первая, относительно полная сводка по энтомофагам-хищникам. Она содержит результаты многолетних исследований автора и хороший обзор обширной литературы.

В четвертой главе описаны наиболее распространенные виды паразитов вредителей леса. Приведенные материалы могут служить справочником для лесопатологов и специалистов, занимающихся биологическим методом борьбы.

В пятой главе даются комплексы энтомофагов хвое- и листогрызущих насекомых по регионам. Это оригинальный и в то же время справочный материал, впервые получивший обобщение в рецензируемой книге. Анализ обширного литературного и собственного материала привел автора к выводу о географической изменчивости комплексов и их большом разнообразии в зависимости от экологических условий. Для комплексов паразитов главнейших хвое- и листогрызущих насекомых дана оценка их эффективности и скорости воздействия на популяцию хозяина. К сожалению, при анализе комплексов энтомофагов очень мало уделяется внимания взаимоотношениям первичных и вторичных паразитов, хищников и паразитов.

Последние две главы касаются методов и технологии использования энтомофагов. При написании этих разделов автор проявил большую объективность и подошел критически к результатам использования энтомофагов в лесозащите. В частности, очень интересен анализ применения трихограммы в лесном хозяйстве. Чувствуется настороженность автора и при упоминании о широком использовании ее для борьбы с вредителями сельского хозяйства.

Для лимитированных объемов монографий очень большое значение имеет список литературы, пользуясь которым, специалист может быстро отыскать интересующие его данные, слишком кратко изложенные или только упоминающиеся в книге. К сожалению, список литературы «приводится в сокращении», что снижает ценность книги и вызывает недоумение. Библиография по бурно развивающейся и перспективной проблеме биологической борьбы крайне необходима.

В целом книга заслуживает высокой оценки и будет очень полезна широкому кругу специалистов по защите леса, научным работникам, занимающимся биологической защитой леса, студентам вузов.

Т. А. Голубева

Всесоюзный институт повышения квалификации  
руководящих работников и специалистов  
лесного хозяйства

## ЮБИЛЕИ

СЛАВНЫЙ ЮБИЛЕИ  
ПРОФЕССОРА АЛЕКСАНДРА НИКОЛАЕВИЧА ПЕСОЦКОГО

31 марта 1986 г. исполнилось 90 лет со дня рождения и 70 лет производственной, научной, педагогической и общественной деятельности заведующего кафедрой лесопильного производства и гидротермической обработки древесины Ленинградской лесотехнической академии, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора Александра Николаевича Песоцкого.

А. Н. Песоцкий родился в Ленинграде в семье инженера — известного специалиста в области лесопиления и деревообработки. С 1906 г. по 1914 г. он учился в гимназии, затем поступил в Институт инженеров путей сообщения, который окончил в 1921 г. До 1931 г. работал инженером на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях Ленинграда, Пскова, Шлиссельбурга. С 1923 г. по 1926 г. был преподавателем и заведующим учебной частью в техникуме индустриального земледелия.



Параллельно с производственной деятельностью А. Н. Песоцкий активно занимался научно-исследовательской работой в области лесопиления и сушки древесины и педагогической работой в Ленинградском институте народного хозяйства, в Лесотехнической академии, в Промышленной академии. В 1931 г. он перешел на научно-педагогическую работу в Ленинградский технологический институт, где в течение 10 лет был профессором, заведующим кафедрой и деканом факультета деревообработки. С 1941 г. профессор А. Н. Песоцкий работает в Ленинградской лесотехнической академии, последовательно занимая должности проректора по научной и учебной работе, декана факультета механической технологии древесины и заведующего кафедрой лесопильного производства и гидротермической обработки древесины. В 1940 г. А. Н. Песоцкий защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук. Диссертация была посвящена изучению сырья и пилопродукции в лесопильном производстве и послужила основой для стандартизации лесной продукции.

В 1967 г. А. Н. Песоцкому присвоено звание Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. Ранее в 1966 г. ему было присвоено звание почетного доктора Дрезденского технического университета (ГДР). С 1963 г. А. Н. Песоцкий является почетным членом редсовета научного журнала «Holztechnologie», издаваемого в Дрездене (ГДР), с 1971 г. — почетным доктором Познаньской высшей сельскохозяйственной школы.

А. Н. Песоцкий имеет свыше 100 научных работ. Его капитальный труд «Лесопильное производство» переведен на чешский, румынский, польский и китайский язы-

ки и издан в СССР и за границей девятью изданиями. А. Н. Песоцкий избирался членом ряда научно-технических советов, принимал участие в разработке международных стандартов на лесную продукцию, неоднократно принимал участие в международных конференциях в качестве руководителя советской делегации.

А. Н. Песоцкий подготовил через аспирантуру 45 кандидатов наук. Под его непосредственным научным руководством защищены 9 докторских диссертаций. Ученики А. Н. Песоцкого работают на руководящих должностях в министерствах, научно-исследовательских и проектных организациях, в техникумах, вузах, на предприятиях нашей страны и за рубежом. А. Н. Песоцкий пользуется заслуженным авторитетом среди работников деревообрабатывающей промышленности.

Пожелаем Александру Николаевичу Песоцкому крепкого здоровья, долгих лет активной жизни и с присущей ему энергией, неутомимостью, доброжелательностью продолжать плодотворно трудиться, воспитывать молодежь, обогащать новыми творческими идеями технологию и технику лесопильного производства! Желаем Александру Николаевичу всего самого наилучшего в день его юбилея!

Коллектив факультета механической технологии  
древесины Ленинградской лесотехнической  
академии

### ВАСИЛИЮ ЕВДОКИМОВИЧУ ПЕЧЕНКИНУ — 85 ЛЕТ

Исполнилось 85 лет со дня рождения и 73 года производственной, научно-педагогической и общественной деятельности ветерана лесотехнической науки, одного из организаторов лесной высшей школы, доцента, кандидата технических наук, заслуженного деятеля науки и техники Марийской АССР Василия Евдокимовича Печенкина.

В. Е. Печенкин родился в семье уральского рабочего 25 января 1901 г. По окончании трехклассной сельской школы в 1912 г. В. Е. Печенкин был принят на Лысьвенский металлургический завод в цех прокатки грубой жести в качестве посыльного в ночную смену. Работу на заводе В. Е. Печенкин закончил после революции в качестве помощника паровщика-слесаря по паровым котлам. В 1921 г. он выполнял различные поручения комсомола, состоял в красногвардейском отряде по борьбе с кулачеством и бандитизмом. В заводском музее г. Лысьвы имя В. Е. Печенкина занесено в почетную книгу «Защитник Родины».

По путевке комсомола молодой рабочий был направлен в Пермский рабфак, который окончил в 1924 г., а затем в Ленинградскую лесотехническую академию. После окончания академии в 1930 г. за отличную учебу В. Е. Печенкин был оставлен в аспирантуре при кафедре эксплуатации леса, где одновременно выполнял и педагогическую работу.

В 1934 г. В. Е. Печенкин был утвержден в звании доцента. С его участием кафедра лесозаготовки была разделена на две: древесиноведения и механизации лесозаготовок. Первую кафедру возглавил известный ученый проф. С. Н. Ванин, временное заведование второй кафедрой было поручено В. Е. Печенкину. До 1937 г. В. Е. Печенкин работал на этой кафедре.

По решению Советского правительства Сибирский лесотехнический институт был укреплен научными кадрами. В. Е. Печенкин с группой ученых в 1937 г. прибыл в Красноярск, где возглавил институт и одновременно заведовал кафедрой механизации лесозаготовок.

В первые годы Великой Отечественной войны (1941—1942 гг.) В. Е. Печенкин был назначен уполномоченным Государственного комитета обороны, выполняя задания фронта. В конце 1942 г. в Свердловск были эвакуированы лесотехнический факультет Белорусского технологического института и несколько факультетов Ленинградской лесотехнической академии. В. Е. Печенкин был назначен директором укрупненного Уральского лесотехнического института, где одновременно заведовал кафедрой механизации лесозаготовок.

С конца 1948 г. по настоящее время Василий Евдокимович работает в Марийском политехническом институте. Более 20 лет он заведовал кафедрой механизации лесозаготовок и отраслевой лабораторией по электрификации и механизации лесозаготовок.

В 1938 г. им был написан первый учебник по механизации лесозаготовок, которыми пользовались несколько поколений специалистов. Перу В. Е. Печенкина принадлежат 70 печатных работ, два учебных пособия, монография по однопроходной системе электроснабжения лесозаготовок. Под руководством В. Е. Печенкина разработаны новые способы резания древесины. В 1986 г. выходит его монография по бесстружечному резанию древесины. В. Е. Печенкин подготовил семь кандидатов наук.

В. Е. Печенкин активно участвует в научной работе, в частности по расширению производства новых видов арболита в соответствии с программой «Марийский лес», а также по исследованию лазерного резания древесины и созданию соответствующей экспериментальной базы.

В. Е. Печёнкин ведет большую общественную работу. Он является партгруппрогом кафедры машин, технологии и проектирования лесопромышленных производств, членом областного правления общества «Знание». Василий Евдокимович имеет правительственные награды, почетные грамоты и другие поощрения.

Комсомолец 20-х гг., член Коммунистической партии с 1926 г., ветеран труда Василий Евдокимович Печёнкин является ярким примером человека активной жизненной позиции.

От имени всех, знающих Василия Евдокимовича по работе и учебе, пожелаем юбиляру доброго здоровья, счастья и новых творческих успехов.

Ю. Я. Дмитриев, П. М. Мазуркин, Л. В. Васильев

Марийский политехнический институт

## ЮБИЛЕЙ ПРОФЕССОРА НИКОЛАЯ АРСЕНЬЕВИЧА БАТИНА

8 марта 1986 г. исполнилось 75 лет со дня рождения и 55 лет научно-педагогической, производственной и общественной деятельности заслуженного работника высшей школы БССР, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой технологии пиломатериалов Белорусского технологического института Николая Арсеньевича Батина.

Н. А. Батин родился в Вологодской обл. в крестьянской семье. После окончания Архангельского лесотехнического института и аспирантуры в 1939 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Свою педагогическую деятельность Н. А. Батин начал в Архангельском лесотехническом институте. С 1946 г. жизнь и деятельность его неразрывно связаны с Белорусским технологическим институтом, где он в течение 35 лет беспрерывно возглавляет кафедру технологии пиломатериалов; одновременно в течение 15 лет он работал проректором института. В 1965 г. Н. А. Батин успешно защитил докторскую диссертацию.

За годы своей преподавательской деятельности Николай Арсеньевич подготовил сотни инженеров для деревообрабатывающей промышленности. Его ученики работают на предприятиях, в научно-исследовательских и проектных институтах, в высших учебных заведениях страны. Многие его воспитанники успешно трудятся на научном поприще, развивая его идеи.

Н. А. Батин — крупный ученый в области теории и практики рационального раскрытия пиловочного сырья, является общепризнанным авторитетом, пользуется большим уважением. Его теоретические исследования известны широкому кругу специалистов и включены в специальную учебную литературу. Перу профессора Н. А. Батина принадлежат свыше 60 печатных работ, развивающих вопросы рациональной и комплексной переработки древесного сырья. Под его руководством разработан ряд важных научно-исследовательских тем, результаты которых используются в промышленности.

Член КПСС с 1943 г., Николай Арсеньевич успешно совмещает научно-педагогическую работу с общественной. Он член научно-методического совета Министерства высшего и среднего образования СССР, редактор республиканского межведомственного сборника «Механическая технология древесины», член НТС Минлеспрома БССР.

Н. А. Батин — участник Великой Отечественной войны. В составе Ленинградского, Волховского и 1-го Украинского фронтов он с первых и до последних дней войны защищал Родину.

За большие заслуги перед Родиной Н. А. Батин награжден орденом Трудового Красного Знамени, орденом Великой Отечественной войны, многими медалями, знаком «За отличные успехи в работе в области высшего образования СССР», Почетными грамотами Верховного Совета БССР и Минвуза СССР. Ему присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы БССР».

Большое трудолюбие и добросовестное отношение к выполняемой работе, принципиальность и требовательность к себе и другим, простота и скромность, чуткое отношение к людям — замечательные качества Николая Арсеньевича.

Поздравляя Николая Арсеньевича Батина со славным юбилеем, мы искренне желаем ему доброго здоровья, новых творческих успехов, личного счастья.

А. Г. Лахтанов, А. А. Янушкевич, П. М. Трофимов,  
В. И. Микулянский, А. Н. Минин, А. А. Барташевич

Белорусский технологический институт

## СОДЕРЖАНИЕ

И. А. Чудинов. Курс на ускорение социально-экономического развития страны . . . . .	3
---	---

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

И. И. Гусев. Динамика изменчивости высоты деревьев таежных ельников . . . . .	5
Е. И. Цурик. Эмпирическая оценка точности алгоритмов таксации запаса древостоев . . . . .	9
А. К. Денисов, С. А. Денисов. К познанию природы морозобоя . . . . .	13
М. Ю. Попков. Обрезка почек как способ регулирования роста деревьев сосны . . . . .	18
Б. П. Чураков. Распространенность смоляного рака в ленточных борах Алтайского края . . . . .	21
О. В. Тарасова, В. Г. Суховольский. Развитие большого соснового долгоносика на вырубках и оценка опасности вредителя для насаждений . . . . .	24

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. В. Жуков, А. И. Кирильчик. Скоростные показатели и время хода лесовозных автопоездов при движении на поворотах . . . . .	28
С. И. Морозов. Влияние местного ослабления балласта на устойчивость температурно-напряженного пути УЖД . . . . .	33
В. В. Крылов. Исследование характеристик гидропривода неполноповоротного ротатора . . . . .	37
В. П. Мигляченко. Диспергирующее влияние растворов нитрита натрия на мерзлые и талые грунты . . . . .	41
Н. Н. Буторин, Г. А. Калинин, В. В. Казанцев. Расчет на прочность переносного элемента временного пути УЖД . . . . .	43
В. Ф. Русаков. Применение электроинерционного аккумулятора для троллейного лесовоза . . . . .	47

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

О. П. Афанасьев, А. Л. Леонов. Колебания ножей передвижных сучкорезных машин . . . . .	50
Л. А. Шабалин, Е. Г. Кучумов. Прочность элементов сепаратора нижних шатунных подшипников лесопильных рам . . . . .	54
В. В. Соловьев, А. М. Моргачев, А. Р. Михайлова. Влияние наплавки стеллита на прочность рамных пил . . . . .	59
В. Ф. Фонкин. Выбор материала дереворежущего инструмента . . . . .	62
Н. С. Минин, С. А. Москалева. Влияние рубок ухода на физико-механические свойства древесины культур сосны . . . . .	68

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

И. А. Плотников, В. Н. Непин, А. И. Киприанов. Метод определения коэффициента ориентации волокон в бумаге . . . . .	72
Т. А. Туманова, М. И. Буйницкая, В. А. Часовенная, Е. И. Малькова, Ю. И. Дьяченко. Действие окислителей на экстрактивные вещества целлюлозы . . . . .	74
О. Ф. Горбунова, Б. Д. Богомолов, Г. М. Боголицына. Исследование сульфатных лигнинов . . . . .	78
И. Ф. Зорин, Р. И. Зорина, О. К. Федоров. Влияние структуры полисахаридов на значения параметров уравнений химической кинетики . . . . .	83
Н. П. Луговая, Е. В. Гончарова, О. М. Ревенко. Об определении переводных коэффициентов при анализе состава бумаги по волокну . . . . .	87
Т. П. Шкирандо, Т. В. Сухая, В. М. Резников. Химические изменения древесины в процессе горячего прессования древесноволокнистых плит полусухого формования . . . . .	90

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>И. С. Ольшанский, С. М. Спринцын.</i> Стимулирование использования мягколист- венной древесины . . . . .	94
<i>А. И. Закиров.</i> Формы интеграции в лесопромышленном производстве . . . . .	98
<i>Н. В. Мурашкин, А. Н. Мурашкин.</i> Совершенствование методов экономической оценки создания и внедрения новой лесозаготовительной техники . . . . .	102
<i>И. Книже.</i> Технологическая схема оперативного управления мебельным произ- водством в условиях ЧССР . . . . .	105
<i>Л. И. Кузнецова, Т. П. Байгозина, В. А. Махина, Л. В. Зибарева, Н. В. Иванова.</i> Резервы древесного сырья Западной Сибири . . . . .	107

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

<i>В. Р. Карамышев.</i> Особенности расчета новой конической предохранительной муф- ты лесохозяйственных машин . . . . .	112
<i>Р. И. Дерюжкин, А. М. Матвеев.</i> Создание культур лиственницы сибирской се- янцами, выращенными с применением внекорневых подкормок . . . . .	113
<i>П. И. Войчалъ, А. И. Барабин.</i> Новый способ определения урожая шишек в се- верных ельниках . . . . .	115
<i>И. Ю. Королев.</i> Эффективность нового способа оценки степени вальцевания рам- ных пил . . . . .	116
<i>Н. Р. Ромейко-Гурко, О. К. Федоров.</i> О расчете номинального режима прес- сования и сушки тарного картона . . . . .	120
<i>С. Ю. Третьяков, В. Н. Гончаров, И. Д. Кузусhev.</i> Анализ влияния основных фак- торов процесса сортирования на производительность сортировок бумажной массы . . . . .	123
<i>Е. Н. Гурьева.</i> Состояние лесных ресурсов как условие интенсификации лесного хозяйства. (На примере предприятий ВО Свердловспром) . . . . .	126

## ИСТОРИЯ НАУКИ

<i>Н. М. Стриженец.</i> Лесохимическое производство Украины XVI — первой полови- ны XVII вв. . . . .	129
---	-----

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

<i>Ю. Ю. Туныця.</i> Нужны новые учебники . . . . .	131
<i>М. И. Долгилевич.</i> Лесная мелнирация в Чехословакии . . . . .	132
<i>Т. А. Голубева.</i> Новая книга по биологической защите леса . . . . .	133

## ЮБИЛЕИ

<i>Коллектив факультета механической технологии древесины Ленинградской лесо- технической академии.</i> Славный юбилей профессора Александра Николае- вича Песоцкого . . . . .	135
<i>Ю. Я. Дмитриев, П. М. Мазуркин, Л. В. Васильев.</i> Василию Евдокимовичу Пе- чёнкину — 85 лет . . . . .	136
<i>А. Г. Лахтанов, А. А. Янушкевич, П. М. Трофимов, В. И. Микулинский, А. Н. Минин, А. А. Баргашевич.</i> Юбилей профессора Николая Арсеньевича Батина . . . . .	137
Рефераты . . . . .	142

---

## CONTENTS

- I. A. Chudnov.* Course towards Acceleration of Socio-economic Development of the Country . . . . . 3

### FORESTRY

- I. I. Gusev.* Dynamics of Trees Variability in the Taiga Spruce Groves . . . . . 5  
*E. I. Tsurik.* Empirical Determination of Algorithm Precision of Growing Stock Estimation . . . . . 9  
*A. K. Denisov, S. A. Denisov.* On Knowledge of Frost Damage Nature . . . . . 13  
*M. Yu. Popkov.* Cutting buds as a means of growth control of pine trees . . . . . 18  
*B. P. Churakov.* On Resin Canker Spread in Belt Pine Forests of Altai Territory . . . . . 21  
*O. V. Tarasova, V. G. Sukhovolsky.* Development of pine weevil on clearings and estimation of vermin's danger for stands . . . . . 24

### FOREST EXPLOITATION

- A. V. Zhukov, A. I. Kirilchik.* Speed Rates and Moving Time of Logging Truck-and-trailer Units on Road Turns . . . . . 28  
*S. I. Morozov.* Influence of Local Ballast Loosening on Temperature-stressed Narrow-gauge Railway . . . . . 33  
*V. V. Kryeolov.* Investigation of not Full-circle Rotator Hydraulic Drive's Characteristics . . . . . 37  
*V. P. Miglyachenko.* Dispersive Influence of Sodium Nitrite Solution on Frozen and Thawed Soils . . . . . 41  
*N. N. Butorin, G. A. Kalinin, V. V. Kazantsev.* Calculation of Constructor's Railroad Durability . . . . . 43  
*V. F. Rusakov.* Application of Electroinertial Accumulator for Trolley Log Transporter . . . . . 47

### MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

- O. P. Afanasiev, A. L. Leonov.* Knives Vibration of Self-propelled Loppers . . . . . 50  
*L. A. Shabalin, E. G. Kuchumov.* Separator Elements Strength of Connecting Rod Bottom Bearings of Log Frames . . . . . 54  
*V. V. Solovyov, A. M. Morgachyov, A. R. Mikhailova.* Stellite Influence on Frame Saws Strength . . . . . 59  
*V. F. Fonkin.* On Choice of Woodcutting Tools Material . . . . . 62  
*N. S. Minin, S. A. Moskalyova.* Influence of Thinnings on Physical and Mechanical Properties of Pine Cultures Wood . . . . . 68

### CHEMICAL WOODWORKING

- I. A. Plotnikov, V. N. Nepein, A. I. Kiprianov.* On Method of Fiber Orientation Coefficient Determination . . . . . 72  
*T. A. Tumanova, M. I. Buiinskaya, V. A. Chasovennaya, E. I. Malkova, Yu. I. Diachenko.* The Effect of Oxidizers on Pulp Extractives . . . . . 74  
*O. F. Gorbunova, B. D. Bogomolov, G. M. Bogolitsyena.* Research into Mercapto Lignin . . . . . 78  
*I. F. Zorin, R. I. Zorina, O. K. Fyodorov.* Influence of Polysaccharides Structure on Equations Parameters Values of Chemical Kinetics . . . . . 83  
*N. P. Lugovaya, E. V. Goncharova, O. M. Revenko.* On Determination of Reduction Coefficients by Fibre Composition Analysis . . . . . 87  
*T. P. Shkirando, T. V. Sukhaya, V. M. Reznikov.* Chemical Changes of Wood in the Process of Hot Pressing of Medium-density Fiberboards . . . . . 90

## ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

<i>I. S. Olshansky, S. M. Sprintsyeen.</i> Stimulation of Softwood Use . . . . .	94
<i>A. I. Zakirov.</i> Forms of Integration in Wood Industry . . . . .	98
<i>N. V. Murashkin, A. N. Murashkin.</i> Improvement of Economic Estimation Methods of Building and Introduction of New Tree Harvesting Machines	102
<i>I. Knizhe.</i> Technological Scheme of Furniture Production Operation Regarding Czechoslovakia's Conditions . . . . .	105
<i>L. I. Kuznetsova, T. P. Baigozina, V. A. Makhiya, L. V. Zibareva, N. V. Ivanova.</i> Rawwood Reserves of Western Siberia . . . . .	107

## SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>V. R. Karamyeeshev.</i> Peculiarities of Cone Safety Clutch Calculation of Forestry Machinery . . . . .	112
<i>R. I. Deryuzhkin, A. M. Matveev.</i> Creation of Siberian Larch Cultures by Seedlings Grown with Out-of-root Extra Feed . . . . .	113
<i>P. I. Voichal, A. I. Barabin.</i> New Method of Conelet Yield Estimation . . . . .	115
<i>I. Yu. Korolyov.</i> New Evaluation Method Effectiveness of Gang Saws Rolling Rate . . . . .	116
<i>N. P. Romeiko-Gurko, O. K. Fyodorov.</i> On Nominal Regime Calculation of Container Board Pressing and Drying . . . . .	120
<i>S. Yu. Tretiyakov, V. N. Goncharov, I. D. Kugushev.</i> Analysis of Influence of Dominant Factors of Sorting Process on Paper Pulp Sorters' Productivity	123
<i>E. N. Gurieva.</i> State of Forest Resources as Condition of Forestry Intensification (V/O Sverdlesprom Enterprises) . . . . .	126

## FROM HISTORY OF SCIENCE

<i>N. M. Strishenets.</i> Chemical Timber Production of Ukraine in XVI and at the Beginning of XVII Century . . . . .	129
--	-----

## CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>Yu. Yu. Tunyeetsya.</i> For Need of New Text-books . . . . .	131
<i>M. I. Dolgilevitch.</i> Forest Reclamation of Czechoslovakia . . . . .	132
<i>T. A. Golubeva.</i> New Book on Biological Protection of Forest . . . . .	133

## JUBILEES

<i>The Whole Staff of the Faculty of Mechanical Technology of Wood of Leningrad Timber-Engineering Academy.</i> On Professor Alexander Nikolae- vich Pesotsky's Glorious Jubilee . . . . .	135
<i>Yu. Ya. Dmitriev, P. M. Mazurkin, L. V. Vasiliev.</i> Vasili Evdokimovitch Pechyonkin—85 Years old . . . . .	136
<i>A. G. Lachtanov, A. A. Yanushkevich, P. M. Trofimov, V. I. Mikulinsky, A. N. Minin, A. A. Bartashevich.</i> On Professor Nikolay Arsenievich Ba- tin's Jubilee . . . . .	137

Referates . . . . .	142
---------------------	-----

## РЕФЕРАТЫ

Курс на ускорение социально-экономического развития страны, ЧУДИНОВ И. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 3—4.

УДК 630\*522.3:311.16

Динамика изменчивости высоты деревьев таежных ельников. ГУСЕВ И. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 5—9.

В одновозрастных ельниках наблюдается зависимость между изменчивостью высоты деревьев и возрастом древостоя. Изменчивость высоты деревьев зависит от типа возрастной структуры: чем сложнее возрастная структура, тем изменчивость больше. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*5

Эмпирическая оценка точности алгоритмов таксации запаса древостоев. ЦУРИК Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 9—13.

По опытным материалам таксации объемов и других признаков деревьев на пробных площадях со сплошной рубкой ельников в условиях Карпат произведена эмпирическая оценка точности определения запаса древостоев с использованием средних арифметических величин. Для устранения систематических ошибок при определении запаса необходимо использовать специальные коэффициенты корректирования, учитывающие изменчивость и корреляционную взаимосвязь таксационных признаков, используемых в формулах для таксации запаса. Табл. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*181.22

К познанию природы морозобоя. ДЕНИСОВ А. К., ДЕНИСОВ С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 13—17.

Установлено опытным путем, что морозобой не является результатом перепада ранневесенних и поздневесенних температур дня и ночи, заморозков, экспозиции ствола и направления ветра. Расширение и сжатие морозобойных трещин следует за ходом температур воздуха. У каждой породы свой линейный коэффициент сжатия древесины ствола растущего дерева. Морозобой — результат не только физических, но и лесоводственно-биологических условий, что позволяет разработать меры сокращения наносимого им вреда. Табл. 3. Библиогр. список: 22 назв.

УДК 630\*241.1

Обрезка почек как способ регулирования роста деревьев сосны. ПОПКОВ М. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 18—21.

Приведены результаты опыта по обрезке почек и оципыванию хвой деревьев в 10-летних культурах сосны. Показана возможность целенаправленного воздействия на прирост деревьев путем удаления почек на боковых побегах верхних мутовок. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 582.282.16:630\*232

Распространенность смоляного рака в ленточных борах Алтайского края. ЧУРАКОВ В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 21—24.

Установлено, что зараженность сосновых культур смоляным раком при развитии на них соснового подкорного клопа выше, чем в насаждениях без энтомовредителя. Отмечено, что большое влияние на зараженность приспевающих и спелых сосновых насаждений смоляным раком оказывают полнота и степень рекреационного воздействия на древостой. Выяснено, что с уменьшением полноты и увеличением рекреационной нагрузки возрастает степень зараженности сосны обыкновенной смоляным раком. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*4:595.768.001.4

Развитие большого соснового долгоносика на вырубках и оценка опасности вредителя для насаждений. ТАРАСОВА О. В., СУХОВОЛЬСКИЙ В. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 24—27.

Изучены особенности взаимодействия жуков большого соснового долгоносика с их кормовыми объектами. Показано, что существует связь между состоянием тканей пня и уровнем его заселенности. Определена область состояний тканей пня, когда возможно заселение его вредителем. Предложены методы оценки численности жуков большого соснового долгоносика в насаждении. Ил. 2. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630\*375.5

Скоростные показатели и время хода лесовозных автопоездов при движении на поворотах. ЖУКОВ А. В., КИРИЛЬЧИК А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 28—33.

Получены аналитические выражения для определения потерь времени при движении лесовозных автопоездов на поворотах. Найденные зависимости позволяют производить уточненные расчеты средних технических скоростей движения и времени хода лесовозных автопоездов по дорогам общего пользования и более точно оценивать технико-эксплуатационные показатели работы лесовозного автотранспорта. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 625.31.001.24

Влияние местного ослабления балласта на устойчивость температурно-напряженного пути УЖД. МОРОЗОВ С. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 33—37.

Рассмотрена задача о влиянии местного ослабления балласта вследствие неоднородности его состава и плотности, а также нарушения геометрических размеров балластной призмы на устойчивость рельсошпальной решетки температурно-напряженного пути в зависимости от степени ослабления. Установлено, что ослабление может существенно повлиять на величину критической силы и положение участков выброса, но при любой практически возможной степени ослабления устойчивость верхнего строения пути зависит также от стрел прогибов начальной неровности оси пути. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*377:621.86.063.2

Исследование характеристик гидрпривода неполноповоротного ротатора. КРЫЛОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 37—41.

Изложен метод определения объемного коэффициента полезного действия неполноповоротного ротатора. Найдены зависимости между объемным КПД ротатора, давлением нагнетания рабочей жидкости и угловой скоростью вала ротатора. Составлено уравнение регрессии для определения жесткости гидропривода ротатора. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*383

Диспергирующее влияние растворов нитрита натрия на мерзлые и талые грунты. МИГЛЯЧЕНКО В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 41—43.

Представлены экспериментальные данные, показывающие диспергирующее влияние 20%-ного водного раствора нитрита натрия (выпускаемого серийно по ТУ-38-10274-79) на мерзлые и талые грунты. Показано различие в диспергирующих свойствах для 20%-ных водных растворов нитрита натрия и технической поваренной соли. Установлено, что с увеличением высоты падения струи нитрита натрия проникающая способность его в грунты увеличивается. Ил. 2.

УДК 625.312:539.4

Расчет на прочность переносного элемента временного пути УЖД, БУТОРИН Н. Н., КАЛИНИН Г. А., КАЗАНЦЕВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 43—47.

Выполнен расчет на прочность инвентарной конструкции уса УЖД, установлены основные размеры конструкции: расстояние между продольными лежнями, их диаметр, расстояние между шпалами. Ил. 4. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*37:621.335

Применение электроннерционного аккумулятора для троллейного лесовоза. РУСАКОВ В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 47—49.

Изложена методика по определению емкости электроннерционного аккумулятора. Приведены расчеты на основе экспериментальных данных. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.932.2

Колебания ножей передвижных сучкорезных машин. АФАНАСЬЕВ О. П., ЛЕОНОВ А. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 50—54.

На основе экспериментально найденного распределения неровностей по хлыстам и рассчитанных собственных частот колебаний ножей сучкорезных машин показана возможность существования резонансных режимов для двух типов машин. Ил. 6.

УДК 621.933.6:620.17

Прочность элементов сепаратора нижних шатунных подшипников лесопильных рам. ШАБАЛИН Л. А., КУЧУМОВ Е. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 54—59.

Для нижних шатунных подшипников лесорам приведены расчетные зависимости нагрузок, воздействующих на сепаратор. Дан расчет напряжений и оценка прочности его зубьев. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.053:621.933.6

Влияние наплавки стеллита на прочность рамных пил. СОЛОВЬЕВ В. В., МОРГАЧЕВ А. М., МИХАЙЛОВА А. Р. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 59—62.

Методами механики разрушения произведена оценка прочности рамной пилы с зубьями, наплавляемыми и ненаплавляемыми стеллитом. Ил. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.053

Выбор материала дереворежущего инструмента. ФОНКИН В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 62—68. Приведены результаты исследований прочностей и твердости материалов, используемых

для изготовления дереворежущего инструмента в зависимости от температур. Указано на возможность более широкого применения дереворежущего инструмента из инструментальных углеродистых и среднелегированных сталей. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*24:630\*812

Влияние рубок ухода на физико-механические свойства древесины культур сосны. МИНИН Н. С., МОСКАЛЕВА С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 68—71.

Установлено влияние рубок ухода различной интенсивности на свойства древесины 42-летних культур сосны в наиболее распространенном типе леса — черничном. Табл. 5. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 676.017

Метод определения коэффициента ориентации волокон в бумаге. ПЛОТНИКОВ И. А., НЕПЕИН В. Н., КИПРИАНОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 72—74.

Разработан метод определения коэффициента ориентации волокон в бумаге, учитывающий условия напуска массы на сетку, реологические свойства массы перед напуском, среднюю длину волокон. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 66.094.3:676.014.34:[547.914+547.915]

Действие окислителей на экстрактивные вещества целлюлозы. ТУМАНОВА Т. А., БУЙНИЦКАЯ М. И., ЧАСОВЕННАЯ В. А., МАЛЬКОВА Е. И., ДЬЯЧЕНКО Ю. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 74—78.

Показано, что экстрактивные вещества, выделенные из небеленой сульфатной целлюлозы лиственных пород, под действием окислителей, используемых для отбелки целлюлозы, частично переходят в раствор. Изучен химический состав отложений на оборудовании отбелочного цеха Котласского ЦБК по органическим и неорганическим компонентам. Табл. 6. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 630\*861:547.992.3

Исследование сульфатных лигнинов. ГОРБУНОВА О. Ф., БОГОМОЛОВ Б. Д., БОГОЛИЦЫНА Г. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 78—82.

Представлены результаты исследования промысленных образцов сульфатных лигнинов, расфракционированных по их растворимости в *n*-бутаноле, дioxане, диэтиловом эфире. Получена полимолекулярная характеристика исходных образцов и полученных фракций и рассчитаны их молекулярные массы. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630\*811:676.16

Влияние структуры полисахаридов на значения параметров уравнений химической кинетики. ЗОРИН И. Ф., ЗОРИНА Р. И., ФЕДОРОВ О. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 83—87.

Дана количественная характеристика связи скорости процесса кислотно-каталитической деструкции целлюлозы с состоянием ее надмолекулярной структуры и содержанием окисленных группировок. Классифицированы эффекты, оказывающие влияние на скорость химических реакций полисахаридов. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 676.017.001.24

Об определении переводных коэффициентов при анализе состава бумаги по волокну. ЛУГОВАЯ Н. П., ГОНЧАРОВА Е. В., РЕВЕНКО О. М., ХОМИЧЕВ С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 87—90.

Разработана методика определения переводных коэффициентов для волокнистых полуфабрикатов. Проведен подсчет переводных коэффициентов для некоторых видов хвой-

ной и лиственной целлюлозы, полученных с предприятий целлюлозно-бумажной промышленности. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.817-41

Химические изменения древесины в процессе горячего прессования древесноволокнистых плит полусухого формирования. ШКИРАН-ДО Т. П., СУХАЯ Т. В., РЕЗНИКОВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 90—93.

Проведены исследования компонентного состава и изучены изменения диоксанглигина древесноволокнистых плит полусухого способа производства в процессе горячего прессования. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 658.314.72:630\*905.2

Стимулирование использования мягколиственной древесины. ОЛЫШАНСКИЙ И. С., СПРИНЦЫН С. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 94—97.

Рассмотрены два аспекта проблемы стимулирования использования мягколиственной древесины: плановый и ценностный. Подчеркнута их взаимосвязь, дана оценка существующих методов планирования и стимулирования. Предложено ввести систему рентных платежей, компенсирующих потери стоимости продукции у предприятий, заготавливающих мягколиственную древесину. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*6

Формы интеграции в лесопромышленном производстве. ЗАКИРОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 98—102.

Рассмотрены формы интеграции в лесопромышленном производстве под влиянием территориального и отраслевого разделения труда. Приведена классификация типов формований. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*308+630\*311

Совершенствование методов экономической оценки создания и внедрения новой лесозаготовительной техники. МУРАШКИН Н. В., МУРАШКИН А. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 102—105.

Дан анализ действующих методик оценки экономической эффективности новой техники, указаны их недостатки. Изложены методы оценки экономической эффективности на основе исчисления интегрального экономического эффекта с учетом надежности и долговечности техники и качества лесопроизводства. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 684.008.05(437)

Технологическая схема оперативного управления мебельным производством в условиях ЧССР. КНИЖЕ И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 105—107.

Предлагается усовершенствованная технологическая схема, позволяющая моделировать процесс оперативного управления производством мебели на предприятиях ЧССР. Ил. 1.

УДК 630\*8+674.8(571.1)

Резервы древесного сырья Западной Сибири. КУЗНЕЦОВА Л. И., БАЙГОЗИНА Т. П., МАХИНА В. А., ЗИБАРЕВА Л. В., ИВАНОВА Н. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 107—111.

Дана характеристика объемов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки по предприятиям Тюменской, Томской и Омской областей. Приведены объемы ресурсов древесных отходов по видам производств. Отражены специфические особенности района Западной Сибири. Дан анализ использования древесных отходов по обследуемому району. Табл. 2.

УДК 621.825:630\*:65.011.54

Особенности расчета новой конической предохранительной муфты лесохозяйственных машин. КАРАМЫШЕВ В. Р. Изв. высш.

учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 112—113.

Приведены конструктивная схема, принцип работы, некоторые силовые характеристики, рекомендации по расчету и результаты экспериментальных исследований новой фрикционной предохранительной муфты с двойным конусом, обладающей повышенной точностью ограничения нагрузки. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*232:630\*232.322.41

Создание культур лиственницы сибирской сеянцами, выращенными с применением внекорневых подкормок. ДЕРЮЖКИН Р. И., МАТВЕЕВ А. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 113—115.

Приводятся результаты изучения роста лесных культур лиственницы сибирской, созданных сеянцами, выращенными в питомнике с применением внекорневых подкормок минеральными удобрениями. Отмечается лучший рост и высокая приживаемость растений в варианте с использованием суперфосфата. Табл. 1.

УДК 631.55:630\*232.31

Новый способ определения урожая шишек в северных ельниках. ВОЙЧАЛЬ П. И., БАРАБИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 115—116.

Показана возможность определения урожая шишек и семян ели на Севере по проценту семеносящих деревьев с вероятностью, достаточной для практических целей. Для облегчения использования полученного уравнения составлена специальная таблица. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.053:621.933.6

Эффективность нового способа оценки степени вальцевания рамных плит. КОРОЛЕВ И. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 116—119.

Исследования показали, что новый способ прост и позволяет со значительной большей точностью оценить начальное напряженное состояние рамных плит. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 676.273.3.026.4/5

О расчете номинального режима прессования и сушки тарного картона. РОМЕЙКО-ГУРКО Н. Р., ФЕДОРОВ О. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 120—123.

Приведены методика и результаты комплексной оптимизации прессования и сушки картона из условия обеспечения требуемого качества готовой продукции. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 676.15+676.16.024.4

Анализ влияния основных факторов процесса сортирования на производительность сортировок бумажной массы. ТРЕТЬЯКОВ С. Ю., ГОНЧАРОВ В. Н., КУГУШЕВ И. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 123—125.

На основе физической модели процесса сортирования получены аналитические зависимости влияния основных факторов — перепада давления через сито и частоты пульсаций давления — на производительность сортировок бумажной массы. Ил. 2. Библиогр. список: 4 назв.

Состояние лесных ресурсов как условие интенсификации лесного хозяйства (на примере предприятий ВО Свердловск). ГУРЬЕВА Е. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 126—128.

УДК 630\*86(477)

Лесохимическое производство Украины XVI — первой половины XVII вв. СТРИШЕНЕЦ Н. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 129—130.

Изложены вопросы производства поташа из древесины, определены его организация и техническое оборудование, объем продукции, ее реализация. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630\*6(049.3)

Нужны новые учебники. ТУНЫЦЯ Ю. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 131—132.

УДК 630\*116.64

Лесная мелнирация в Чехословакии. ДОЛ-ГИЛЕВИЧ М. И. Изв. высш. учеб. заведе-ний. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 132—133.

УДК 630\*411(049.3)

Новая книга по биологической защите леса. ГОЛУБЕВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведе-ний. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 133—134.

Славный юбилей профессора Александра Ни-колаевича Песоцкого. КОЛЛЕКТИВ ФА-

КУЛЬТЕТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСИНЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ЛЕСОТЕХ-НИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 135—136.

Василию Евдокимовичу Печёнкину — 85 лет. ДМИТРИЕВ Ю. Я., МАЗУРКИН П. М., ВА-СИЛЬЕВ Л. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 136—137.

Юбилей профессора Николая Арсеньевича Батина. ЛАХТАНОВ А. Г., ЯНУШКЕ-ВИЧ А. А., ТРОФИМОВ П. М., МИКУЛИН-СКИЙ В. И., МИНИН А. Н., БАРТАШЕ-ВИЧ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 2, с. 137.