

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

5

1984

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

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



ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5

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

Сдано в набор 13.7.84. Подписано в печать 2.10.84. Сл. 00945.
Форм. бум. 70×108¹/₁₆. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 14,98. Тираж 1570 экз. Заказ 5767. 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.

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1984.

ВУЗОВСКОМУ КОМСОМОЛУ — ПАРТИЙНУЮ ЗАБОТУ

ЦК КПСС принял постановление «О дальнейшем улучшении партийного руководства комсомолом и повышении его роли в коммунистическом воспитании молодежи». Это новое проявление постоянной отеческой заботы и внимания партии к ленинскому комсомолу, всей советской молодежи.

Коммунистическая партия, подчеркивая организационную самостоятельность комсомола как общественной организации, всячески развивает его самостоятельность, направляет свое руководство на мобилизацию молодежи на активное участие в строительстве нового общества, идейно-классовую закалку юношей и девушек, утверждение и совершенствование социалистического образа жизни молодых людей.

Одной из важнейших задач научно-педагогических коллективов и общественных организаций высшей школы, наряду с профессиональной подготовкой студента, является формирование его как личности. Для формирования полноценной личности нельзя ограничиться тем, что предусмотрено даже самыми современными учебными планами. Нужно, чтобы в центре внимания партийных организаций, комсомола, всех преподавателей вузов постоянно находился сегодняшний, конкретный, а не абстрактно воображаемый молодой человек, его подлинные духовные потребности, реальное состояние его сознательности и подготовленности к самостоятельной трудовой жизни.

В. И. Ленин писал, что не может быть никакого политического воспитания вне политической борьбы и политических действий. Поэтому изучение студентами теоретического наследия классиков марксизма-ленинизма, документов и материалов КПСС должно сочетаться с их полезной общественно-политической деятельностью.

Каждому комсомольцу — конкретное комсомольское поручение, — вот к чему надо стремиться. Сфер приложения сил молодежи множество: работа в выборных органах комсомольских, профсоюзных и других организаций студенчества; участие в научно-исследовательской работе и в СКБ, творческие связи с производством; студенческие строительные и сельскохозяйственные отряды; учеба на факультетах общественных профессий и в школах молодого лектора; художественная самостоятельность, спортивные секции и кружки ДОСААФ; охрана общественного порядка; участие в агитпоходах; шефство над ветеранами войны и труда; массово-политическая работа среди населения; выпуск стенгазет и т. д. Настоящим проявлением высокой гражданственности советской молодежи является движение за безвозмездный труд в студенческих отрядах.

Формы партийного руководства комсомолом проверяются в повседневной практике. Вот некоторые из них, используемые партийной организацией Архангельского лесотехнического института:

направление молодых коммунистов на ответственные участки комсомольской работы;

подготовка совместно с комсомолом студенческого актива, его обучение и воспитание, проверка непосредственно «в деле»;

участие коммунистов в важнейших комсомольских мероприятиях: комсомольских собраниях, Ленинских зачетах, коммунистических субботниках, студенческих отрядах, молодежных вечерах и др.;

отчетность комсомольских руководителей по различным вопросам их деятельности на партийных собраниях, заседаниях партийного комитета и партийных бюро с приглашением актива;

совместное перспективное планирование работы;

выступление руководителей института и факультетов перед студентами, встречи с активом;

закрепление кафедр общественных наук за курсами, курирование преподавателями студенческих групп;

повседневные рабочие контакты парткома, комитета ВЛКСМ и профкома по различным вопросам.

За последние годы в вузах сложилась стройная система общественно-политической практики студентов, охватывающая весь период обучения. Она опробована жизнью и получила всеобщее признание. Формы и виды общественной деятельности, составляющие основу этой системы, их методическое обеспечение необходимо и дальше развивать и совершенствовать.

Заслуживает одобрения опыт работы ряда вузов по повышению роли и авторитета студенческих общественных организаций, где внимательно учитывают их мнение при выборе мер поощрения и наказания студентов, решении вопросов организационного, воспитательного, бытового характера и др. Установлен, например, порядок, при котором выпускники института, направляемые в аспирантуру, должны обязательно иметь рекомендацию комитета ВЛКСМ. Представители комсомольской и профсоюзной студенческих организаций непременно участвуют в заседаниях ректоратов и советов институтов.

Однако в партийном руководстве комсомолом и работе комсомольских организаций вузов все еще есть элементы формализма, излишней заорганизованности, а то и просто слабой организации проводимых мероприятий. Молодежь это чувствует. Так, хорошее дело — субботник на предприятии. Но когда он плохо организован, нет фронта работы и должного обеспечения инструментом, когда не знают толком, чем занять студентов, субботник только расхолаживает, наносит моральный урон.

Специфика вуза такова, что преподаватели, в том числе и коммунисты, постоянно общаются со студентами в учебном процессе, в общественных делах. Здесь очень важен личный пример. В основу деятельности каждого коммуниста, работающего с молодежью, должен быть положен принцип, высказанный Генеральным секретарем ЦК КПСС Константином Устиновичем Черненко на Всеармейском совещании секретарей комсомольских организаций: «Максимум убеждения, товарищеского внимания, практической помощи».

Постановление ЦК КПСС нацеливает нас на то, чтобы еще раз внимательно проанализировать стиль, формы и методы работы со студенческой молодежью, вести ее планомерно, систематически, комплексно.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*56

ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ
ЕЛЬНИКОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

И. И. ГУСЕВ, С. В. ЯРОСЛАВЦЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Текущий прирост еловых древостоев, произрастающих на северном пределе распространения лесов, практически не изучен. Некоторые сведения о текущем приросте ельников Крайнего Севера можно получить из работ [3, 6, 8]. Поэтому исследование прироста ельников Крайнего Севера, имеющих большое защитное и хозяйственное значение, нам представляется весьма актуальным и своевременным.

Существует много способов определения текущего прироста древостоев. Наиболее полная сводка и оценка их произведена Н. П. Анучиным [2], М. Л. Дворецким [7], В. В. Антанайтисом, В. В. Загребевым [1] и П. М. Верхуновым [4]. Текущий прирост ельников Крайнего Севера мы определяли через процент прироста запаса

$$P_M = P_G + P_{FH}, \quad (1)$$

где P_M — процент прироста запаса наличного древостоя;

P_G — процент прироста сумм площадей сечения;

P_{FH} — процент прироста видовой высоты.

Процент прироста площади сечения наличного древостоя определяли по формуле [5]

$$P_G = \frac{(Di - i^2) \cdot 200}{0,5D^2 - Di + i^2}, \quad (2)$$

где D — средний диаметр древостоя без коры, см;

i — средняя толщина годовичного слоя на высоте 1,3 м, см.

Для нахождения процента прироста видовой высоты были использованы материалы обмера 1126 стволов ели, срубленных на пробных площадях в разновозрастных ельниках Крайнего Севера V6—V классов бонитета (Ижемский, Печорский, Усть-Цилемский лесхозы Коми АССР).

Проценты прироста видовой высоты отдельных стволов, вычисленные по формуле Пресслера [2], были сгруппированы по 20-летним классам возраста в зависимости от площади поперечного сечения стволов на высоте груди. Среднее значение P_{fh} для каждого класса возраста находили как взвешенное через площади поперечного сечения древесного ствола на высоте 1,3 м от шейки корня (табл. 1).

Для выравнивания опытных значений P_{fh} использовали уравнение

$$P_{fh} = \frac{119,5}{A^{1,034}} - 0,171, \quad (3)$$

где A — возраст деревьев в десятках лет.

Затем была установлена зависимость процента прироста видовой высоты естественного поколения P_{FH} со средним возрастом этого поколения. Средние P_{FH} поколения вычисляли с учетом представленности запаса деревьев различного возраста и выравненных P_{fh} . Расчеты по-

Таблица 1

Возраст, лет	Число деревьев, шт.	Значение P_{fh}		Выравненное значение P_{FH} для естественного поколения
		среднее	выравненное	
70	25	1,27	1,31	1,30
90	74	0,99	0,97	0,96
110	174	0,76	0,75	0,74
130	252	0,66	0,61	0,59
150	223	0,50	0,50	0,49
170	132	0,48	0,42	0,41
190	96	0,35	0,36	0,34
210	85	0,29	0,30	0,29
230	34	0,25	0,26	0,25
250	10	0,13	0,23	0,21
270	7	0,20	0,19	0,18
290	4	0,15	0,17	0,16
310	7	0,16	0,15	0,15
330	3	0,14	0,13	0,14

казали, что между P_{FH} и P_{fh} нет существенных различий (табл. 1). Это объясняется тем, что распределение запаса стволовой древесины по возрасту в пределах естественного поколения приближается к нормальному. Поэтому при вычислении P_M были использованы значения процента прироста видовой высоты, определенные по формуле (3).

Исходя из формулы (1) составлена таблица процентов текущего прироста запаса наличного древостоя, входами в которую являются средний возраст, диаметр и радиальный прирост (табл. 2).

Для определения прироста запаса наличного древостоя по табл. 2 необходимо установить запас древостоя, используя измерительные способы таксации; у 30 деревьев, отобранных методом случайной выборки, определить радиальный прирост на высоте 1,3 м за 10 лет или за другой период. Далее вычисляют средний диаметр древостоя по данным измерительной таксации или по данным обмера учетных деревьев. В процессе определения радиального прироста устанавливают также толщину коры, а затем средний диаметр без коры. По среднему диаметру без коры, ширине годичного слоя и возрасту в таблицах находят процент прироста запаса P_M .

Абсолютный текущий прирост вычисляют по формуле

$$Z_M = \frac{P_M M_A}{100 + 0,5nP_M}, \quad (4)$$

где Z_M — средний периодический прирост запаса наличного древостоя, м³;

M_A — запас древостоя в настоящее время без коры, м³;

n — продолжительность периода, за который вычисляют прирост.

Для определения запаса древостоя без коры M_A используют соотношение, установленное для ельников Крайнего Севера:

$$M_A = 0,843M, \quad (5)$$

где M — запас древостоя в коре.

В разновозрастных ельниках текущий прирост можно устанавливать по естественным поколениям и в целом для древостоя.

Для проверки точности таблиц процента текущего прироста было использовано 19 пробных площадей. На каждой из них текущий при-

Таблица 2

Возраст, лет	Средний диаметр, см	Процент текущего прироста запаса наличного древостоя при средней ширине годовичного слоя, мм								
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
60	4	3,57	4,58	5,60	6,62	7,65	8,68	9,72	10,76	11,81
	6	2,90	3,57	4,24	4,92	5,60	6,28	6,96	7,65	8,34
	8	2,56	3,07	3,57	4,08	4,58	5,09	5,60	6,11	6,62
80	4	3,13	4,14	5,16	6,18	7,21	8,24	9,28	10,32	11,37
	6	2,46	3,13	3,80	4,48	5,16	5,84	6,52	7,21	7,90
	8	2,12	2,63	3,13	3,64	4,14	4,65	5,16	5,67	6,18
100	10	1,92	2,32	2,73	3,13	3,53	3,94	4,35	4,75	5,16
	6	2,19	2,86	3,53	4,21	4,89	5,57	6,25	6,94	7,63
	8	1,85	2,36	2,86	3,37	3,87	4,38	4,89	5,40	5,91
120	10	1,65	2,06	2,46	2,86	3,26	3,67	4,08	4,48	4,89
	12	1,52	1,85	2,19	2,52	2,86	3,20	3,53	3,87	4,21
	8	1,68	2,19	2,69	3,20	3,70	4,21	4,72	5,23	5,74
140	10	1,48	1,88	2,29	2,69	3,09	3,50	3,91	4,31	4,72
	12	1,35	1,68	2,02	2,35	2,69	3,03	3,36	3,70	4,04
	14	1,25	1,54	1,83	2,11	2,40	2,69	2,98	3,27	3,56
160	16	1,18	1,43	1,68	1,93	2,19	2,44	2,69	2,94	3,20
	18	1,12	1,35	1,57	1,79	2,02	2,24	2,47	2,69	2,91
	10	1,35	1,75	2,16	2,56	2,96	3,37	3,78	4,18	4,59
180	12	1,22	1,55	1,89	2,22	2,56	2,90	3,23	3,57	3,91
	14	1,12	1,41	1,70	1,98	2,27	2,56	2,85	3,14	3,43
	16	1,05	1,30	1,55	1,80	2,06	2,31	2,56	2,81	3,07
200	18	0,99	1,22	1,44	1,66	1,89	2,11	2,34	2,56	2,78
	20	0,95	1,15	1,35	1,55	1,75	1,95	2,16	2,36	2,56
	10	1,26	1,66	2,07	2,47	2,87	3,28	3,69	4,09	4,50
220	12	1,13	1,46	1,80	2,13	2,47	2,81	3,14	3,48	3,82
	14	1,03	1,32	1,61	1,89	2,18	2,47	2,76	3,05	3,34
	16	0,96	1,21	1,46	1,71	1,97	2,22	2,47	2,72	2,98
240	18	0,90	1,13	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	2,47	2,69
	20	0,86	1,06	1,26	1,46	1,66	1,86	2,07	2,27	2,47
	12	1,06	1,39	1,73	2,06	2,40	2,74	3,07	3,41	3,75
260	14	0,96	1,25	1,54	1,82	2,11	2,40	2,69	2,98	3,27
	16	0,89	1,14	1,39	1,64	1,90	2,15	2,40	2,65	2,91
	18	0,83	1,06	1,28	1,50	1,73	1,95	2,18	2,40	2,62
280	20	0,79	0,99	1,19	1,39	1,59	1,79	2,00	2,20	2,40
	22	0,75	0,94	1,12	1,30	1,48	1,67	1,85	2,03	2,22
	14	0,90	1,19	1,48	1,76	2,05	2,34	2,63	2,92	3,21
300	16	0,83	1,08	1,33	1,58	1,84	2,09	2,34	2,59	2,85
	18	0,77	1,00	1,22	1,44	1,67	1,89	2,12	2,34	2,56
	20	0,73	0,93	1,13	1,33	1,53	1,73	1,94	2,14	2,34
320	22	0,69	0,88	1,06	1,24	1,42	1,61	1,79	1,97	2,16
	24	0,66	0,83	1,00	1,17	1,33	1,50	1,67	1,84	2,00
	14	0,81	1,10	1,39	1,67	1,96	2,25	2,54	2,83	3,12
340	16	0,74	0,99	1,24	1,49	1,75	2,00	2,25	2,50	2,76
	18	0,68	0,91	1,13	1,35	1,58	1,80	2,03	2,25	2,47
	20	0,64	0,84	1,04	1,24	1,44	1,64	1,85	2,05	2,25
360	22	0,60	0,79	0,97	1,15	1,33	1,52	1,70	1,88	2,07
	24	0,57	0,74	0,91	1,08	1,24	1,41	1,58	1,75	1,91
	26	0,55	0,70	0,86	1,01	1,17	1,32	1,47	1,63	1,78
380	14	0,75	1,04	1,33	1,61	1,90	2,19	2,48	2,77	3,06
	16	0,68	0,93	1,18	1,43	1,69	1,94	2,19	2,44	2,70
	18	0,62	0,85	1,07	1,29	1,52	1,74	1,97	2,19	2,41
400	20	0,58	0,78	0,98	1,18	1,38	1,58	1,79	1,99	2,19
	22	0,54	0,73	0,91	1,09	1,27	1,46	1,64	1,82	2,01
	24	0,51	0,68	0,85	1,02	1,18	1,35	1,52	1,69	1,85
420	26	0,49	0,64	0,80	0,95	1,11	1,26	1,41	1,57	1,72
	28	0,47	0,61	0,75	0,90	1,04	1,18	1,33	1,47	1,61

рост запаса вычислен по формуле (4) и по площади боковой поверхности стволов

$$Z_M = \Sigma S_{\text{бок}} i_{1,3} R, \quad (6)$$

где Z_M — текущий прирост запаса, м³;
 $\Sigma S_{\text{бок}}$ — площадь боковой поверхности стволов древостоя, м²;
 R — редуционный коэффициент;
 $i_{1,3}$ — средняя толщина годовичного слоя, м.

Для каждой ступени толщины находили $S_{\text{бок}}$ с учетом выравненных средних высот [6]

$$S_{\text{бок}} = 0,078 + 1,745 d_{1,3} h. \quad (7)$$

Толщину годовичного слоя и редуционный коэффициент определяли на каждой пробной площади по данным обмера 25—40 деревьев. Редуционный коэффициент использовали для перехода от толщины годовичного слоя на высоте груди к средней толщине годовичного слоя древесного ствола $i_p = R i_{1,3}$, где $i_{\text{ср}}$ — истинная средняя толщина годовичного слоя; $i_{1,3}$ — толщина годовичного слоя дерева на высоте 1,3 м.

Результаты проверки показали, что систематическая ошибка равна +1,2, средняя квадратичная $\pm 6,7$, индивидуальная от —8,6 до +19,5 %.

Таким образом, составленные таблицы процента прироста можно использовать при таксации текущего прироста запаса наличных древостоев ельников Крайнего Севера.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис В. В., Загреев В. В. Прирост леса. — 2-е изд., перераб. — М.: Лесн. пром-сть, 1981. — 200 с. [2]. Анучин Н. П. Лесная таксация: Учебник для вузов. — 5-е изд., доп. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 552 с. [3]. Валаев В. Н. Динамика таксационных показателей разновозрастных еловых насаждений. — Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1963, № 4, с. 22—26. [4]. Верхунов П. М. Теоретические аспекты методов оценки прироста запаса разновозрастных древостоев. — В кн.: Процессы формирования насаждений в Сибири. Красноярск, 1975, с. 160—196. [5]. Гусев И. И. Текущий прирост запаса наличного древостоя среднетаежных ельников. — Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1977, № 2, с. 6—12. [6]. Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера. — Л.: ЛГУ, 1978. — 232 с. [7]. Дворецкий М. Л. Текущий прирост древесины ствола и древостоя. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. — 125 с. [8]. Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. — 460 с.

Поступила 7 февраля 1984 г.

УДК 630*811.1 : 630*241

ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА НА ФОРМИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ БУКА В МОЛОДЫХ КУЛЬТУРАХ

Г. Л. ТЫШКЕВИЧ

Кпшниневский сельскохозяйственный институт

Рубки ухода — важное лесохозяйственное мероприятие. Одна из главных целей их проведения — улучшение качества выращиваемой древесины, а оно существенно зависит от характера деятельности камбия и особенностей формирования ее анатомических элементов. Поэтому не вызывает сомнения необходимость и целесообразность изучения влияния рубок ухода на анатомическое строение формирующейся древесины. В литературе этот важный вопрос освещен недостаточно, хотя

весьма интересные данные получены по сосне, осине и дубу А. В. Савиной [10, 11], по дубу В. Н. Рыжковой [9], по сосне Т. А. Мелеховой [7], по буку и дубу Э. Д. Лобжанидзе [4—6], по клену Е. А. Вачнадзе [3]. Данные, полученные этими авторами, свидетельствуют, что изреживание приводит к более раннему пробуждению камбия и большей продолжительности его работы, а следовательно, к большему вегетационному приросту древесины. Формирующаяся древесина характеризуется более длинными механическими и водопроводящими элементами.

Мы изучали влияние прочисток на формирование древесины бука в молодых культурах, созданных в 1966 г. в северо-западной части Кодр Молдавии в условиях свежей дубравы на месте производного грабово-ясеневое древостоя на дерново-подзолистой почве. Первоначальная густота культур 10 тыс. растений на 1 га.

Характеристика пробной площади до рубок ухода: состав насаждения 10Бк, возраст 7 лет, средняя высота — 4,5 м, средний диаметр на высоте 1,3 м — 4,7 см.

В 1972 г. опытный участок площадью 0,8 га был разбит на четыре секции: контроль, секция слабого изреживания (выборка 15 % по числу стволов), среднего (25 %) и сильного (выборка 35 %). Изреживание мы проводили комбинированным методом, объединяющим принципы верхового и низового.

На всех секциях изучали деятельность камбия у бука и анатомическое строение формирующейся древесины. Для этого на каждой секции было взято по 4 средних модельных дерева. У всех деревьев определяли ширину годичного слоя на высоте 1,3 м, образовавшегося через 2, 4 и 6 лет после рубки. Из показателей анатомического строения древесины устанавливали соотношение тканей (объем сосудов, древесных волокон, паренхимы и сердцевинных лучей), диаметр и длину членников сосудов, длину волокон и толщину их стенок. Процентное соотношение тканей находили линейным методом [12], толщину клеточных стенок древесных волокон — путем измерения толщины стенок двух смежных клеток и последующего деления результата пополам, длину членников сосудов и волокон измеряли на мацерированном материале. При изучении каждого показателя производили по 50 измерений. Образцы древесины брали после полного формирования годичного слоя (в октябре).

Исследования показали, что изменение светового режима под воздействием рубок ухода определяют различия в продуктивности деятельности камбия и ширине годичных слоев древесины бука на разных секциях (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность деятельности камбия
(ширина годичного слоя, мкм) у бука
в зависимости от интенсивности изреживания

Время формирования годичного кольца (годы после рубки)	Изреживание			Контроль
	слабое	среднее	сильное	
2	2984	4108	5136	2658
4	2532	3524	4472	1245
6	820	1632	2547	628

Анализ табл. 1 показывает, что наибольший эффект от изреживания проявляется в первые годы после рубки. С течением времени наибольшее ухудшение экологических условий наблюдается на контрольной секции и секции слабого изреживания. Здесь резко падает вегетационный прирост древесины. Через 6 лет после рубки и на секции сильного изреживания значительно уменьшается ширина годичного кольца, что говорит о необходимости и здесь нового приема рубки.

Положительная реакция бука на улучшение светового и теплового режима в результате рубок ухода в горных лесах Кавказа отмечена Э. Д. Лобжанидзе [4]. Интенсивное изреживание значительно ускоряет процесс базипетального распространения веществ, увеличивает продол-

жительность и продуктивность деятельности камбия. Исследования Э. Д. Лобжанидзе [4] показали, что отсутствие рубок ухода, равно как и слабое изреживание, снижающее полноту древостоя до 0,9, настолько ослабляет активность камбия, что в начале вегетации у деревьев III класса роста можно наблюдать развитие однорядного слоя крупных сосудов (30—35 мкм) и затем незначительного слоя поздней древесины, т. е. годовичные кольца развиваются ненормально. Нарушается типичная картина строения древесины бука, она приобретает черты кольцесосудистой. А ширина сформировавшихся слоев составляет всего 150—180 мкм.

Эти явления объясняются тем, что, несмотря на высокую теневыносливость, деревья бука при большой густоте и отсутствии рубок ухода испытывают сильное угнетение, слабо развивается ассимиляционный аппарат и они плохо используют солнечную энергию.

На основании полученных данных приходим к выводу, что нормальная работа камбия у бука в молодых культурах в условиях свежей кодринской дубравы может быть обеспечена при проведении прочисток средней и сильной интенсивности.

Установлено, что технические свойства древесины лиственных пород существенно зависят от процентного содержания тканей и размеров анатомических элементов. При изучении соотношения тканей в формирующейся под влиянием рубок ухода древесине бука выявлено, что

Таблица 2

Соотношение тканей в древесине бука, %, в зависимости от интенсивности изреживания ($M \pm m$)

Показатели	Время формирования годовичного кольца (годы после рубки)	Изреживание			Контроль
		слабое	среднее	сильное	
Объем сосудов	2	$30,8 \pm 1,04$	$26,4 \pm 0,6$	$25,8 \pm 0,7$	$30,2 \pm 0,9$
		$26,0 \pm 0,8$	$22,1 \pm 0,8$	$20,3 \pm 0,7$	$25,4 \pm 0,6$
	4	$30,5 \pm 0,8$	$28,6 \pm 0,7$	$26,8 \pm 0,8$	$31,9 \pm 0,8$
		$25,8 \pm 0,8$	$23,0 \pm 0,7$	$21,0 \pm 0,7$	$26,8 \pm 0,7$
	6	$32,8 \pm 1,0$	$30,5 \pm 0,8$	$28,2 \pm 0,8$	$33,4 \pm 0,9$
		$24,9 \pm 0,84$	$25,6 \pm 1,0$	$23,5 \pm 0,83$	$27,8 \pm 0,8$
Объем древесных волокон	2	$40,6 \pm 1,2$	$44,9 \pm 1,17$	$47,7 \pm 1,3$	$39,6 \pm 1,02$
		$47,1 \pm 1,2$	$52,1 \pm 1,24$	$53,7 \pm 1,3$	$46,0 \pm 1,3$
	4	$40,2 \pm 1,1$	$44,0 \pm 1,2$	$46,8 \pm 1,2$	$37,8 \pm 1,05$
		$46,7 \pm 1,28$	$50,6 \pm 1,17$	$53,0 \pm 1,4$	$44,5 \pm 1,16$
	6	$37,4 \pm 0,99$	$42,1 \pm 1,07$	$46,1 \pm 1,2$	$35,7 \pm 0,9$
		$45,8 \pm 1,19$	$49,1 \pm 1,26$	$51,4 \pm 1,4$	$43,6 \pm 1,22$
Объем паренхимы и сердцевинных лучей	2	$28,6 \pm 1,3$	$28,7 \pm 1,34$	$26,5 \pm 1,02$	$30,2 \pm 1,23$
		$26,9 \pm 1,21$	$25,8 \pm 1,1$	$26,0 \pm 1,0$	$28,6 \pm 1,11$
	4	$29,3 \pm 1,3$	$27,4 \pm 1,1$	$26,4 \pm 0,9$	$30,3 \pm 1,08$
		$30,1 \pm 1,3$	$26,4 \pm 1,1$	$26,0 \pm 0,9$	$28,7 \pm 1,0$
	6	$29,8 \pm 1,4$	$27,4 \pm 1,05$	$26,7 \pm 0,9$	$30,9 \pm 1,1$
		$29,3 \pm 1,3$	$25,3 \pm 1,0$	$25,1 \pm 0,9$	$28,6 \pm 1,0$

Примечание. В числителе — ранняя древесина; в знаменателе — поздняя.

на прореженных секциях относительно больше механической ткани и меньше водопроводящей, чем на контрольной (табл. 2). При этом довольно четко прослеживается зависимость содержания древесных волокон от ширины годичного слоя, их больше в более широких слоях.

Таблица 3.

Изменение диаметра и длины члеников сосудов древесины бука, мкм, в зависимости от интенсивности изреживания ($M + m$)

Показатели	Время формирования годичного кольца (годы после рубки)	Изреживание			Контроль
		слабое	среднее	сильное	
Диаметр (тангентальный) сосудов	2	$48,3 \pm 1,4$	$53,3 \pm 1,3$	$54,2 \pm 1,0$	$46,1 \pm 1,1$
		$28,1 \pm 0,9$	$31,5 \pm 1,0$	$31,9 \pm 1,0$	$26,9 \pm 0,8$
	4	$47,9 \pm 1,5$	$52,1 \pm 1,6$	$54,4 \pm 1,8$	$43,5 \pm 1,2$
		$27,3 \pm 0,8$	$30,5 \pm 0,9$	$31,1 \pm 0,9$	$26,2 \pm 0,7$
	6	$45,6 \pm 1,4$	$48,8 \pm 1,8$	$52,1 \pm 1,6$	$42,7 \pm 1,4$
		$26,4 \pm 0,9$	$28,1 \pm 1,1$	$30,4 \pm 1,0$	$24,6 \pm 0,9$
Длина члеников сосудов	2	$418,2 \pm 15,7$	$440,5 \pm 14,6$	$452,5 \pm 15,4$	$382,2 \pm 14,1$
		$436,3 \pm 15,1$	$459,4 \pm 14,1$	$471,6 \pm 13,9$	$396,2 \pm 13,1$
	4	$415,3 \pm 16,3$	$423,3 \pm 14,8$	$448,6 \pm 13,2$	$358,5 \pm 13,3$
		$438,7 \pm 16,9$	$450,7 \pm 14,9$	$472,9 \pm 16,9$	$379,1 \pm 15,3$
	6	$342,8 \pm 11,5$	$376,3 \pm 13,9$	$406,4 \pm 12,9$	$327,7 \pm 12,8$
		$361,2 \pm 12,9$	$402,4 \pm 16,4$	$428,2 \pm 14,4$	$334,4 \pm 13,8$

Примечание. В числителе — ранняя древесина; в знаменателе — поздняя.

Таблица 4

Изменение длины и толщины стенок древесных волокон бука, мкм, в зависимости от интенсивности изреживания ($M + m$)

Показатели	Время формирования годичного кольца (годы после рубки)	Изреживание			Контроль
		слабое	среднее	сильное	
Длина древесных волокон	2	$782,2 \pm 29,5$	$874,1 \pm 27,4$	$896,7 \pm 34,4$	$758,3 \pm 24,3$
		$761,5 \pm 30,4$	$850,7 \pm 28,0$	$864,6 \pm 31,5$	$731,4 \pm 21,4$
	4	$776,7 \pm 25,5$	$822,8 \pm 26,1$	$871,1 \pm 31,7$	$735,6 \pm 21,7$
		$772,4 \pm 26,4$	$796,2 \pm 21,7$	$850,2 \pm 29,8$	$724,6 \pm 21,7$
	6	$724,3 \pm 24,2$	$748,2 \pm 24,8$	$774,4 \pm 23,1$	$703,2 \pm 21,3$
		$719,4 \pm 24,2$	$733,3 \pm 21,3$	$752,3 \pm 22,0$	$701,1 \pm 19,1$
Толщина стенок волокон	2	$4,66 \pm 0,14$	$5,13 \pm 0,14$	$5,28 \pm 0,14$	$4,71 \pm 0,14$
		$5,18 \pm 0,14$	$5,41 \pm 0,14$	$5,54 \pm 0,15$	$5,02 \pm 0,15$
	4	$4,22 \pm 0,13$	$4,86 \pm 0,13$	$4,92 \pm 0,14$	$3,88 \pm 0,11$
		$4,81 \pm 0,16$	$5,31 \pm 0,14$	$5,50 \pm 0,17$	$4,19 \pm 0,12$
	6	$3,94 \pm 0,12$	$3,92 \pm 0,12$	$4,68 \pm 0,15$	$3,68 \pm 0,11$
		$4,34 \pm 0,13$	$4,46 \pm 0,13$	$5,24 \pm 0,15$	$3,96 \pm 0,11$

Примечание. В числителе — ранняя древесина; в знаменателе — поздняя.

Установлено, что количественное увеличение либриформа приводит к увеличению объемного веса и прочности древесины лиственных пород [1, 2, 8]. Таким образом, прореживание способствует формированию менее пористой и более прочной древесины.

Наши исследования показали, что изменение экологических условий в результате изреживания молодых культур бука сказывается и на размерах анатомических элементов древесины: увеличивается диаметр и длина члеников сосудов, длина и толщина стенок древесных волокон (табл. 3 и 4). Наибольшие значения этих показателей на секции сильного изреживания. Слабое изреживание относительно мало сказывается на размерах анатомических элементов.

Из всех анатомических элементов древесины наибольшую роль в придании ей прочности играют древесные волокна. Чем они длиннее, тем выше прочность древесины при сжатии и изгибе. Согласно нашим данным, на второй год после рубки разница в длине волокон между контролем и секцией слабого изреживания составляет 3% в ранней древесине и 4% в поздней, секция среднего изреживания превосходит контроль, соответственно, на 15 и 16%, сильного — 18 и 18%. На четвертый год эти различия проявляются также достаточно четко, а на шестой постепенно сглаживаются.

Таким образом, несмотря на высокую теневыносливость, бук чутко реагирует на увеличение освещенности. Количество света определяет ширину годичного кольца и размеры анатомических элементов формирующейся древесины. Интенсивное изреживание в культурах бука способствует образованию широких слоев древесины со значительным содержанием волокон с большей длиной и толщиной стенок, что определяет большую прочность древесины. Иными словами, своевременное и правильное проведение рубок ухода способствует формированию у бука древесины лучшего качества.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ванин С. И. Об изучении анатомического строения древесины. — Науч. тр. Ин-т леса АН СССР, 1949, т. 4. [2]. Ванин С. И. Древесноведение. — 1-е, 2-е изд. — М.: Гослестехиздат, 1940. — То же. — 3-е изд. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1949. [3]. Ваचनाдзе Е. А. Изменение длины волокон либриформа древесины кленов в зависимости от видов, ширины годичного слоя, возраста и экологических факторов. — Науч. тр./ Тбил. ин-т леса, 1974, т. 23. [4]. Лобжанидзе Э. Д. Формирование древесины бука восточного *Fagus orientalis* Lipsky в связи с мероприятиями по уходу за лесом. — Растит. ресурсы, 1966, т. 2, вып. 2. [5]. Лобжанидзе Э. Д. Влияние изменения светового режима на анатомическое строение древесины бука восточного. — Сообщ. АН ГрузССР, 1967, т. 46, № 3. [6]. Лобжанидзе Э. Д. Изменение камбиальной активности и строения древесины дуба в связи с рубками ухода. — Науч. тр./ Тбил. ин-т леса, 1968, т. 17. [7]. Мелехова Т. А. К вопросу о формировании древесины сосны в связи с рубками ухода. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1961, № 4. [8]. Перельгин Л. М. Древесноведение. — М.: Гослесбумиздат, 1949. [9]. Рыжкова В. Н. Влияние рубок ухода на анатомическое строение и объемный вес древесины дуба. — Науч. зап. ВЛТИ, 1956, т. 15. [10]. Савина А. В. Влияние рубок ухода на строение древесины дуба. — Науч. тр./ ВНИИЛХ, 1941, вып. 21. [11]. Савина А. В. Влияние рубок ухода на строение древесины осины. — Науч. тр./ ВНИИЛХ, 1939, вып. 2. [12]. Яценко-Хмельевский А. А. Основы и методы анатомического исследования древесины. — М.: АН СССР, 1954.

Поступила 14 марта 1984 г.

УДК 630*56

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТИПОВ РОСТА ДРЕВОСТОЕВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД НА УКРАИНЕ

М. В. ДАВИДОВ

Украинская сельскохозяйственная академия

Высокий уровень ведения хозяйства в лесах интенсивной зоны требует более точных и подробных данных о лесном фонде устраиваемых лесных массивов. Поэтому изучению особенностей роста древостоев в связи с условиями местопроизрастания и географическим их местонахождением в настоящее время придается особое значение.

С этой целью, за последние 15—20 лет, автором были произведены специальные исследования на территории Украины и за ее пределами (в Тульских засеках, Шиповом лесу и Среднем Поволжье).

В основу работы положен материал, собранный лично автором, а также под его руководством сотрудниками и дипломниками кафедры лесной таксации Украинской сельскохозяйственной академии. Всего было заложено 430 пробных площадей в насаждениях дуба, сосны, черной ольхи, ветлы и белой акации. Кроме того, были использованы материалы 174 «летучих» пробных площадей (без ограничения в натуре), характеризующих древостой дуба и сосны. Было срублено и проанализировано свыше 1500 модельных деревьев. Сводные данные об использованном материале даны в опубликованных ранее работах [4—6, 9, 10, 12].

Приводим краткую характеристику особенностей роста по высоте древостоев основных лесобразующих пород на Украине.

Дубовые леса, как показали исследования, растут по-разному в зависимости от условий местопроизрастания, биологических и экологических особенностей данной породы.

На Украине были обнаружены все три типа роста дубовых древостоев: с умеренным приростом по высоте в течение всей жизни древостоя (T_0); с ускоренным приростом в молодые годы и убывающей интенсивностью с увеличением возраста (T_y); с замедленным приростом в молодости и возрастающей интенсивностью в последующие годы (T_b).

Как выяснилось, в древостоях дуба, произрастающих в Полесье на сырых лесных суглинках, преобладает тип роста T_b ; тогда как для лесостепной зоны характерен тип роста T_0 , где дубовые древостои занимают преимущественно оподзоленные черноземовидные суглинки. Однако на землях, бывших под длительным сельскохозяйственным использованием, можно встретить и древостой дуба типа T_b .

В байрачной лесостепи преобладают древостои дуба типа T_y , произрастающие на южном и обыкновенном черноземе [15]; тогда как на деградированных черноземах формируются уже древостои типа T_0 .

Типы роста дубовых лесов на Украине, как было установлено [10], находятся в определенной взаимосвязи с лесорастительными условиями и классом бонитета.

Отмеченные особенности роста по высоте отразились на ходе текущего и среднего прироста по запасу не только стволовой массы, но и деловой древесины. В результате оказалось, что возраст технической спелости наступает в различные сроки, например, в древостоях дуба II класса бонитета — в типе T_y — в 80—90 лет, T_0 — в 100 лет, T_b — в 120 лет.

Как уже сообщалось в литературе [5—10], энергия роста древостоев по высоте зависит не только от биологических особенностей породы, но и связана с почвенно-грунтовыми условиями и географическим местонахождением.

На Украине значительная площадь занята сосной, которая встречается как в чистых, так и в смешанных древостоях, причем велика площадь культур.

Сосновые леса на территории УССР растут также по трем известным типам роста. Характерно, что и географическое их распределение по типам роста, как выяснилось, полностью увязывается с природными зонами Украины, что дало возможность осуществить и таксационное районирование названных древостоев [11, 12].

В Полесье во всех лесорастительных условиях (кроме сухих боров) преобладает тип роста T_b , т. е. в молодости сосняки растут здесь, как и дубовые древостои, с замедленным приростом в высоту, по более низким классам бонитета, с последующим «повышением» его с увеличением возраста.

В лесостепи древостои сосны как естественного, так и искусственного происхождения преимущественно растут по типу роста T_0 , при неизменном классе бонитета во времени.

В байрачной лесостепи (степи) сосняки, по аналогии с дубовыми древостоями, растут с ускоренным приростом в высоту в молодости по более высокому классу бонитета, но с последующим «падением» его по мере увеличения возраста.

В соответствии с типами роста техническая спелость в сосняках наступает в разном возрасте: в свежих и влажных борах II класса бонитета в древостоях типа T_y — в 71—80 лет, T_0 — в 81—90 лет, T_b — в 101—110 лет.

Для древостоев сосны, как и для дуба, была разработана схема взаимосвязи между лесорастительными условиями, классами бонитета и типом роста, которой можно руководствоваться при установлении типа роста в натуре [11].

В лесах Полесья, кроме древостоев главных пород (сосны и дуба), значительную площадь занимают березняки, которые в производных типах леса образуют чистые насаждения, а в коренных — входят в состав почти всех типов леса [16].

В центральной и северной частях Полесья преобладают березняки высоких классов бонитета, причем в свежих и влажных сугрудках (C_2 , C_3) они растут по типу T_0 , а в свежей дубраве (D_2) — с ускоренным ростом в молодом возрасте (тип T_y).

В условиях Полесья не оказалось древостоев березы с замедленным приростом по высоте. Этот тип роста (T_b) более характерен для лесов таежных областей [2].

В связи с типами роста техническая спелость в березняках высших классов бонитета наступает в разном возрасте: в древостоях типа T_0 — в 55 лет, а в типе T_y — в 40 лет.

Особенности роста еловых древостоев изучали как по данным опытных таблиц [14], так и по материалам специальных исследований в Карпатах [19].

В соответствии с биологическими особенностями ели, образуемые ею древостои, как выяснилось, растут здесь преимущественно по типу T_b . Однако за пределами Украины, в центральных и северных районах РСФСР, встречаются древостои ели типа T_y и, как исключение, — T_0 [8].

Анализ опубликованных опытных таблиц для ели [14] показал, что темп роста ельников в высоту существенно зависит не только от условий местопроизрастания, но и географического местонахождения. Как было установлено, возраст количественной спелости в древостоях ели, одного и того же типа роста (T_b) наступает в различные сроки: в ельнике II класса бонитета в Карпатах — в 85 лет, в Литовской ССР — в 100 лет, в Ленинградской области — в 115 лет [8].

Иное положение складывается в древостоях ели, произрастающих в пределах одной ботанико-географической зоны. Оказывается, что при одинаковом классе бонитета в насаждениях ускоренного роста (T_y) количественная спелость наступает на 20—40 лет раньше, чем в древостоях типа T_0 .

Замедленный рост ели в высоту в молодые годы объясняется не только биологическими особенностями данной породы, но и влиянием полога лиственных пород, под которым она обычно находится в этот период.

Относительно быстрый ее рост в молодые годы — явление более редкое и наблюдается лишь при благоприятных условиях произрастания: на рыхлых, достаточно мягких и хорошо дренированных почвах [18].

Наряду с ельниками, в Карпатах произрастают ценные буковые леса, ход роста которых изучался в западных областях [3], а также на Буковине [17]. Было установлено, что буковые леса характеризуются здесь высокими классами бонитета, но в зависимости от условий местопроизрастания ход роста их по высоте в пределах бонитета неодинаков.

В свежих грабовых и дубовых бучинах (D_2), как выяснилось, бук растет с умеренным приростом по высоте (T_0). Во влажных гиргготапах (D_3) на тяжелых суглинистых почвах и малогумусных буроземах древостой бука растут по типу T_a : в период до 20—25 лет их можно отнести к III классу бонитета, в 25—70 лет — к I, а в более старшем возрасте — к Ia.

В Карпатах не было обнаружено древостоев с ускоренным приростом в молодом возрасте (тип роста T_y), как и в еловых насаждениях при аналогичных условиях местопроизрастания.

Своеобразно растут на Украине и древостой быстрорастущих пород: черной ольхи, осины, белой акации и ветлы [5—7, 13]. Названные древесные породы, за исключением осины, образуют здесь преимущественно чистые насаждения.

По энергии роста в высоту они чаще растут с ускоренным приростом, особенно в молодые годы; значительно реже с умеренным и совершенно не образуют насаждений с замедленным ростом, что типично для быстрорастущих пород.

В соответствии с типами роста и техническая спелость их наступает в различные сроки. Так, в древостоях акации и ветлы типа T_y она наступает на 5—10 лет раньше, чем в насаждениях типа T_0 , что имеет определенное практическое значение, так как к 25—30-летнему возрасту они заканчивают цикл своего развития.

Установленные особенности роста древостоев в высоту, в зависимости от условий местопроизрастания, биологических и экологических свойств древесной породы, имеют не только теоретический интерес, но и большое практическое значение.

Настоящим исследованием отмечена общая закономерность в наступлении технической спелости в зависимости от типа роста древостоя. Кроме того, выяснилось, что типы роста древостоев находятся в определенной взаимосвязи как с условиями местопроизрастания, так и

с классом бонитета, причём: в насаждениях типа T_0 класс бонитета остается неизменным в течение всей жизни древостоя; в насаждениях типа T_y с возрастом происходит «понижение» бонитета на один-два класса; в насаждениях типа T_b , наоборот, — «повышение» бонитета*.

В настоящее время лесохозяйственная практика, впредь до внедрения нового, более совершенного метода лесоустройства, по нашему мнению, может руководствоваться следующими положениями.

Располагая схемой взаимосвязи между лесорастительными условиями, классом бонитета и типом роста для древостоев сосны и дуба, необходимо придерживаться определенной последовательности при установлении очередности их рубки: в первую очередь назначают участки спелых древостоев типа T_y , затем — T_0 и T_b .

При очередной ревизии лесоустройства, располагая схемой таксационного районирования древостоев дуба и сосны, следует строго подходить к выбору таблиц для таксации запаса названных пород и при необходимости вводить соответствующие коррективы на тип роста древостоя.

При долгосрочном планировании ведения хозяйства в дубравах и сосновых древостоях и прогнозировании динамики их роста следует руководствоваться составленной схемой таксационного районирования по природным зонам УССР, учитывающей особенности их роста по высоте.

Предварительные расчеты [1] показывают преимущество ведения дифференцированного лесного хозяйства. Однако переход к ведению такого хозяйства должен быть увязан с официально установленным возрастом рубки (для древостоев данной породы в пределах лесорастительного района) и размером главного пользования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Головащенко В. П., Давидов М. В. К вопросу об экономической эффективности рубок главного пользования в условиях интенсивного лесного хозяйства. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1. [2]. Давидов Г. М. Таксационное строение, рост, продуктивность и рациональное использование березняков Ленинградской области: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Л., 1977. [3]. Давидов М. В. Исследование хода роста буковых насаждений в западных областях УССР—Науч. зап. Львовск. с.-х. ин-та, 1949, т. 2. [4]. Давидов М. В. Рост и продуктивность насаждений ветлы (*Salix alba* L.). — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1962, № 5. [5]. Давидов М. В. Белоакациевые насаждения Украины. — Киев: Госиздат с.-х. литературы УССР, 1963. [6]. Давидов М. В. Результаты исследования роста культур дуба в лесостепной зоне европейской части СССР. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 6. [7]. Давидов М. В. Особенности роста черноольховых насаждений.—Лесн. хоз-во, 1976, № 8. [8]. Давидов М. В. Типы роста еловых лесов европейской части СССР. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 5. [9]. Давидов М. В. Особенности роста сосняков в южных и центральных районах европейской части СССР. — Лесн. хоз-во, 1977, № 10. [10]. Давидов М. В. Типы роста дубовых лесов европейской части СССР. — Лесн. хоз-во, 1981, № 3. [11]. Давидов М. В. Опыт таксационного районирования сосновых лесов УССР по типам роста древостоев. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1. [12]. Давидов М. В. О таксационном районировании дубовых древостоев на Украине. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 5. [13]. Давидов М. В., Поляков А. В. Особливості росту осичників на Поліссі та Лісотепу України. — Вісн. с.-г. науки, 1966, № 2. [14]. Козловский В. Б., Певков В. М. Ход роста древостоев основных лесобразующих пород СССР: Справочник. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. [15]. Луцкий Е. И. Рост, строение и сорtimentная структура дубовых насаждений степной зоны УССР: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Киев, 1963. [16]. Порницкий Г. А. Ход роста и сорtimentная структура насаждений березы УССР: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Киев, 1962. [17]. Смаглюк К. К. Бу-

* Применительно к общеклассификационной шкале М. М. Орлова.

ковые леса Буковины и основы хозяйства в них: Автореф. дис. . . канд. с.-х. наук. — Киев, 1964. [18]. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. — М.—Л.: Гослестехиздат, 1939. [19]. Цурик Е. И. Таксационное исследование ельников Украинских Карпат: Автореф. дис. . . канд. с.-х. наук. — Киев, 1973.

Поступила 25 ноября 1983 г.

УДК 630*243.8 : 631.811.98

ЭФФЕКТИВНАЯ ГРУППА РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В. А. АЛЕКСЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Регулирование роста древесных растений, а в будущем управление этим сложным процессом, позволит выращивать древостой нужного состава и качества со значительным сокращением трудовых затрат, без резких нарушений экологических условий, с сохранением всех полезных функций леса. Особенно большое значение имеет предотвращение смены хвойных пород мелколиственными путем замедления их роста. Оно может быть достигнуто с помощью специальных синтетических замедлителей роста — ретардантов. В настоящее время они широко используются в сельском хозяйстве.

Среди синтетических регуляторов роста сельскохозяйственных растений по эффективности выделяется 2-хлорэтилфосфоновая кислота

(2-ХЭФК) — $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{P} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{---} \\ \text{(OH)}_2 \end{array}$ [2]. На ее основе советскими хими-

ками в последние годы созданы новые регуляторы роста — гидразиние-

вые соли общей формулы $\text{Z}^{+n} (\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{P} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{---} \\ \text{OH} \\ \text{---} \\ \text{O} \end{array})^-$ с разными ка-

тионами «Z» [3, 7]. Соединение бис-кислый-2-хлорэтилфосфонокислый гидразиний, имеющее катион $\text{NH}_3\text{NH}_3^{++}$, назвали гидрелом, а бис-кислый-2-хлорэтилфосфонокислый диметилгидразиний с катионом $(\text{CH}_3)_2\text{NHNH}_3^{++}$ — дигидрелом.

2-ХЭФК и ее производные малотоксичны: ЛД₅₀ кампозана (50 %-ный раствор 2-ХЭФК) для экспериментальных животных составляет 3000—4200 мг/кг, гидрела для крыс — 2045 мг/кг, мышей — 1324 мг/кг, дигидрела для крыс — 3045 мг/кг [2, 7]. Все эти вещества не оказывают кожно-резорбтивного действия, не кумулируются в организме, практически безвредны для насекомых и рыб. Они хорошо растворяются в воде и спиртах, термически стабильны. На основе государственных испытаний гидрел внесен в список препаратов, разрешенных в качестве дефолианта хлопчатника и стимулятора созревания томатов, а дигидрел принят для испытаний в качестве ретарданта зерновых и стимулятора плодообразования огурца [7]. Гидрел и дигидрел по своей эффективности значительно превосходят ХХХ и 2-ХЭФК.

Гидрел выпускается нашей промышленностью в виде 40 %-ного водного раствора желтоватой окраски (цвета машинного масла), дигидрел — 50 %-ного раствора цвета подсолнечного масла. Оба препарата

Таблица 1

Но- мер опыт- ной пло- щадки	Препарат	Доза пре- парата и расход ра- створа на 0,01 га	По- ро- да	Чис- ло обме- ренных дере- вьев	Прирост в высоту, см		Сравнение с контролем	
					1981 г. (до обра- ботки)	1982 г. (после об- работки)	см	%
1	Кампозан	25 мл/5 л	Ос	57	153,7 ± 3,01	29,6 ± 2,60	-40,0	62,9
			Ол.с		118,4 ± 8,00	74,1 ± 6,79	-47,8	57,0
2	Контроль	50 мл/5 л	Ос	50	147,8 ± 3,36	63,7 ± 2,70	—	—
			Ол.с		80,4 ± 7,19	83,9 ± 9,27	—	—
3	Кампозан	100 мл/5 л	Ос	57	118,3 ± 2,97	23,1 ± 2,33	-36,0	63,4
			»		116,0 ± 3,91	56,8 ± 3,75	—	—
4	Кампозан	75 мл/2,5 л	»	55	159,6 ± 2,71	11,8 ± 1,28	-68,9	110,8
			»		141,1 ± 3,08	62,2 ± 2,86	—	—
5	Кампозан	50 мл/5 л	»	60	158,3 ± 2,66	19,9 ± 2,76	-46,4	83,0
			»		148,0 ± 2,70	56,0 ± 3,09	—	—
6	Гидрел	100 мл/5 л	Ос	47	129,7 ± 3,30	16,9 ± 2,17	-53,6	94,5
			Ол.с		111,8 ± 9,05	11,9 ± 1,88	-119,0	124,9
7	Контроль	50 мл/5 л	Ос	40	116,0 ± 3,91	56,8 ± 3,75	—	—
			Ол.с		76,3 ± 8,25	95,4 ± 3,46	—	—
8	Дигидрел	100 мл/5 л	Ос	50	135,2 ± 3,01	16,1 ± 1,61	-51,2	93,0
			»		123,0 ± 3,42	55,1 ± 3,17	—	—
9	Контроль	50 мл/5 л	Ол.с	30	124,6 ± 3,83	14,3 ± 2,65	-53,7	89,9
			»		87,6 ± 9,77	52,0 ± 4,56	-54,7	57,4
10	Контроль	100 мл/5 л	Ос	58	116,4 ± 3,21	59,8 ± 3,57	—	—
			Ол.с		76,3 ± 8,25	95,4 ± 3,46	—	—
11	Дигидрел	100 мл/5 л	Ос	24	112,1 ± 2,98	10,1 ± 1,45	-84,1	61,9
			Ол.с		95,3 ± 4,92	31,0 ± 4,99	-95,4	99,0
12	Контроль	50 мл/5 л	Ос	39	123,0 ± 3,42	55,1 ± 3,17	—	—
			Ол.с		65,4 ± 4,39	96,5 ± 4,17	—	—

имеют огуречно-свекольный запах. Производство 2-ХЭФК налажено в ГДР под фирменным названием «кампозан». В последние годы выпускается также кампозан М, отличающийся добавкой микроэлемента меди (ЛД₅₀ составляет 5000 мг/кг).

При обработке растений 2-ХЭФК легко проникает в листья и корни и транспортируется из одних органов в другие [6]. Рострегулирующие свойства 2-ХЭФК связаны, главным образом, с выделением этилена в растениях, тормозящего деление клеток интеркалярной меристемы и их последующее растяжение [4—6]. При этом содержание 2-ХЭФК в растениях быстро уменьшается (в 4—5 раз) в течение первых двух недель после обработки, а затем снижается медленнее. Остаточные количества 2-ХЭФК в растениях и зерне ржи после уборки не превышают 0,06—0,25 мг/кг сухого вещества, что значительно ниже допустимых пределов. Они представляют собою метаболиты, химическая природа кото-

Продолжение табл. 1

Но- мер опыт- ной пло- щадки	Препарат	Доза пре- парата и расход ра- створа на 0,01 га	По- ро- да	Чис- ло обме- ренных дре- вьев	Прирост в высоту, см		Сравнение с контролем		
					1981 г. (до обра- ботки)	1982 г. (после об- работки)	см	%	
Повторный опыт									
20	Дигидрел	50 мл/5 л	Ос	51	137,4 ± 4,07	24,0 ± 2,28	-72,6	82,1	
					6,2 ± 1,01	7,7 ± 1,34	+2,1	30,0	
	Контроль	50 мл/5 л	Ос	60	129,7 ± 4,09	89,0 ± 2,55	-	-	
					7,6 ± 0,95	7,0 ± 0,64	-	-	
21	Кампозан	100 мл/5 л	Ос	44	125,3 ± 3,80	30,3 ± 3,00	-57,0	68,2	
					4,7 ± 0,60	6,5 ± 0,74	+2,4	34,3	
	Контроль	100 мл/5 л	Ос	60	121,7 ± 3,71	83,7 ± 3,16	-	-	
					7,6 ± 0,95	7,0 ± 0,64	-	-	
22	Гидрел	100 мл/5 л	Ос	56	126,3 ± 3,42	24,0 ± 2,71	-71,3	81,5	
					118,5 ± 3,82	87,5 ± 3,41	-	-	

рых пока не выяснена [4]. Более высокие рострегулирующие и иные свойства гидразиниевых солей 2-ХЭФК объясняются не только выделением этилена при разложении в растениях, но и строением гидразиниевого катиона [7].

Все указанные препараты широко испытаны на разнообразных сельскохозяйственных культурах [1, 4, 7] и др.). Влияние же их на древесные растения неизвестно. Для выяснения этого влияния были поставлены соответствующие опыты. В исследованиях 1982 г. мы использовали кампозан, хранившийся в течение года в закрытой, но не герметичной таре. В результате окисления он несколько изменил цвет до бурозеленого и запах. Остальные препараты (гидрел, дигидрел) были свежеприготовленными. Условия полевых опытов 1982 г. отличались некоторыми особенностями. В 1982 г. вегетация древесных растений началась на месяц раньше обычной. Уже в начале мая распустила листья береза, затем ольха и осина. Опрыскивание же крон деревьев было выполнено 2—6 июня, в период, когда прирост верхушечных побегов достигал у березы 5—10 см, осины 1—2 см, ольхи 5—6 см, рябины 8—13 см, ели 1—3 см в начале и 9—12 см у лиственных и 3—4 см и хвойных (ели) в конце периода. С 7 июня началось резкое похолодание (до -1—0 °C ночью и + (6—8) °C днем), и прирост деревьев замедлился.

Для опытов был выбран 1-летний осинный молодняк с небольшим количеством подроста ели на лесосеке сплошной рубки 1981 г. Для получения наиболее здоровой поросли осины и березы сплошная рубка материнского смешанного спелого древостоя состава 4Ос2БЗЕ1С была осуществлена в марте 1981 г. Благодаря

этой высоте порослевой осины в конце 1981 г. достигала 1,2—1,6 м. Тип леса до рубки — ельник черничный, тип вырубki — типичная вейниковая. При осмотре молодняка перед началом опытов отмечено необычайно сильное размножение осинового листопада (*Melasma tremulae* F.), жуки которого пожирали листья еще до их полного распускания. По-видимому, это способствовало значительному засыханию молодых побегов на опытных площадках и в контроле. Ранее такого явления мы не наблюдали. Опрыскивание крон деревьев выполнено с помощью мелкокапельного ручного опрыскивателя ОРП-12А на опытных площадках размером 20 × 10 м (0,02 га), расположенных на вырубке в шахматном порядке.

Обмер линейных приростов выполнен в октябре — ноябре 1982 г.: у осины — наиболее крупных здоровых деревьев («верхней высоты»), у ольхи серой и ели — всех наличных деревьев. Цифровые показатели обработаны на ЭВМ. Снижение или повышение прироста определены как разность между приростом в опыте и контроле в год обработки минус разность приростов в год до обработки. За 100 % принят прирост деревьев в контроле в 1982 г.

Для определения степени повреждения был сделан сплошной учет деревьев осины на лентах шириной 1 м и длиной 20 м посередине каждой опытной площадки и в

контрольных с подразделением на здоровые, суховершинные и пораженные фузикладниумом — грибом, вызывающим почернение и отмирание концов молодых побегов. Результаты измерений приростов и учета состояния деревьев осины приведены в табл. 1—2.

Данные табл. 1 подтверждают высокую ретардантную способность кампозана, гидрела и дигидрела, которые при дозировке от 2,5 до 10 л технического препарата и расходе 500 л водного раствора на 1 га уменьшили прирост деревьев осины и ольхи в высоту на 57—125 % и не повлияли или даже несколько увеличили прирост ели (площадки 20—21). При этом кампозан резко усиливал торможение роста осины при увеличении дозы от 5 до 10 л/га, а гидрел и дигидрел, наоборот, снижали эффективность действия. Гидрел в дозе 5 л/га наиболее сильно замедлил прирост ольхи серой (на 124,9 %).

Увеличение дозы препаратов и концентрации водных растворов от 0,25 до 1 % по д. в. усиливает суховершинность деревьев осины и уменьшает число пораженных фузикладниумом (табл. 2).

Таблица 2

Препарат	Номер опытной площадки	Количество деревьев осины, %		
		здоровых	суховершинных	пораженных фузикладниумом
Кампозан	1	27,2	17,5	55,3
	2	20,7	39,1	40,2
	3	27,0	48,2	24,8
	4	19,3	35,2	45,5
	21	12,0	48,0	40,0
Гидрел	5	15,8	41,1	43,1
	6	13,5	48,0	38,5
	22	19,0	27,6	53,4
Дигидрел	7	16,5	22,4	61,1
	8	37,2	34,1	28,7
	20	18,6	29,9	51,5

Примечание. Деревья осины на площадке 22 сильно повреждены лосями. Количество суховершинных деревьев осины на контрольных площадках варьирует от 0 до 17,7 %, пораженных фузикладниумом — от 66,7 до 91,9 %.

У суховершинных деревьев, как правило, засыхает только терминальный (главный) побег текущего года или часть его. Его замещают один, реже два боковых побега, начинающих усиленно расти вертикально вверх. Поскольку это замещение происходит спустя некоторое время после их нормального роста (до обработки) в стороны, образуется характерная вершина, по форме напоминающая «трезубец» (или двузубец) Нептуна». Замещающие побеги, как правило, в первый год растут не столь быстро, реже поражаются фузикладниумом, и к осени закладывают нормальные ростовые почки.

Таким образом, предварительные испытания кампозана, гидрела и дигидрела на древесных растениях показали их высокие, рострегулирующие способности по отношению к осине и ольхе серой. Учитывая полученные результаты, при замедлении темпов роста этих пород гидрел и дигидрел не следует применять в концентрации более 0,4—0,5 % по д. в., а кампозан — 0,7—0,8 %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Груздев Л. Г., Прусакова Л. Д. Влияние дигидрела на устойчивость к полеганию, урожай и качество зерна пшеницы в зависимости от уровня азотного питания. — Агротехника, 1981, № 8, с. 99—104. [2]. Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Пылова Т. Н. Химические средства защиты растений (пестициды): Справочник. — М.: Химия, 1980. — 287 с. [3]. Новые регуляторы роста растений/

Н. Н. Мельников, А. Ф. Грапов, Н. Ф. Зубкова и др. — Докл. АН СССР, 1982, 263, № 3, с. 762—765. [4]. Определение и динамика содержания остаточных количеств 2-хлорэтилфосфоновой кислоты в растениях озимой ржи/ О. Э. Крейцберг, О. И. Романовская, Д. А. Павулина и др. — Агрехимия, 1982, № 3, с. 119—123. [5]. Ракитин Ю. В., Ракитин В. Ю. Природа действия 2-хлорэтилфосфоновой кислоты и других этиленвыделяющих регуляторов роста и развития растений. — Агрехимия, 1979, № 5, с. 126—149. [6]. Романовская О. И., Курушина Н. В., Мосеев В. В. Влияние ретарданта кампозана М на рост проростков озимой ржи. — Физиология и биохимия культурных растений, 1982, 14, № 3, с. 268—272. [7]. Рострегулирующая активность гидразиневых солей 2-хлорэтилфосфоновой кислоты. Новые регуляторы роста растений — гидрел и дигидрел/ Н. П. Будыкина, А. Ф. Грапов, Н. А. Грузинская и др. — Агрехимия, 1982, № 4, с. 87—98.

Поступила 26 октября 1983 г.

УДК 631.512.001.2

О СИЛАХ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА НОЖИ ЛЕСНЫХ ПЛУГОВ

Ю. И. КОЛЕСНИКОВ, Г. И. ЛАРИН

ВНИИЛМ, Ухтинский индустриальный институт

При подготовке почвы на вырубках плужные ножи разрезают почву и разрушают находящиеся в ней корни древесных и кустарниковых пород. Соответственно этому будем рассматривать силы, действующие на плужные ножи при резании почвы (силы резания почвы) и при разрушении корней (силы разрушения корня).

При перемещении лезвия плужного ножа в почве происходит ее смятие. Нормальное давление почвы на поверхность лезвия можно определить по формуле

$$q = T \sin \alpha_1, \quad (1)$$

где T — твердость почвы;

α_1 — угол между элементарной площадкой лезвия и направлением ее перемещения в почве.

Рассмотрим схему сил, действующих на произвольную элементарную площадку $dS = dlRd\mu$ лезвия дискового ножа (рис. 1). Нормальное давление почвы, в соответствии с выражением (1):

$$q = \sqrt{2} T \sin \alpha_n \sin \frac{\mu}{2},$$

где μ — угол между вертикалью и радиусом, проведенным через центр элементарной площадки;

α_n — угол, равный половине угла заточки лезвия;

R — радиус дискового ножа.

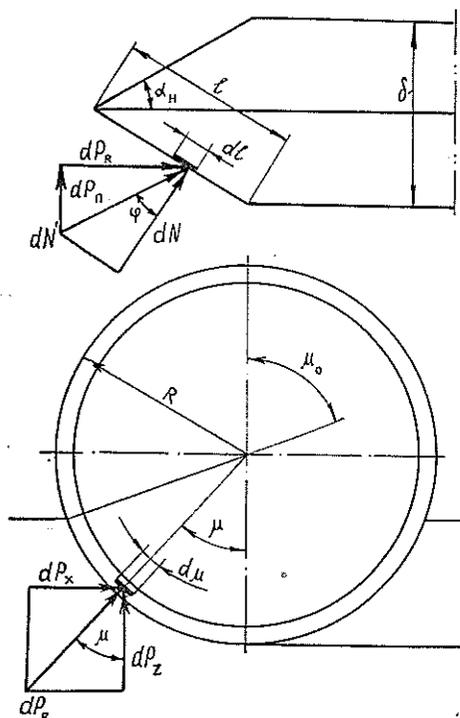


Рис. 1. Схема сил, действующих на лезвие дискового ножа при резании почвы.

Сила нормального давления на элементарную площадку dS

$$dN = qdS = \sqrt{2} T \sin \alpha_n \sin \frac{\mu}{2} R dld\mu.$$

С учетом силы трения (на рис. 1 не показана)

$$dN' = \frac{dN}{\cos \varphi} = \sqrt{2} T \frac{\sin \alpha_n}{\cos \varphi} \sin \frac{\mu}{2} R dld\mu.$$

Силу dN' можно разложить на составляющие по двум направлениям: вдоль радиуса dP_R и нормально к плоскости диска dP_n . Вследствие симметричности заточки лезвия силы dP_n взаимно уравновешиваются. Сила, направленная вдоль радиуса:

$$dP_R = dN' \sin (\alpha_n + \varphi) = \sqrt{2} TR \frac{\sin \alpha_n \sin (\alpha_n + \varphi)}{\cos \varphi} \sin \frac{\mu}{2} dld\mu.$$

Горизонтальная dP_x и вертикальная dP_z составляющие силы dP_R

$$dP_x = dP_R \sin \mu = 2\sqrt{2} TR \frac{\sin \alpha_n \sin (\alpha_n + \varphi)}{\cos \varphi} \sin^2 \frac{\mu}{2} \cos \frac{\mu}{2} dld\mu; \quad (2)$$

$$dR_z = dP_R \cos \mu = 2\sqrt{2} TR \frac{\sin \alpha_n \sin (\alpha_n + \varphi)}{\cos \varphi} \times \\ \times \left(2 \cos^2 \frac{\mu}{2} \sin \frac{\mu}{2} - \sin \frac{\mu}{2} \right) dl d\mu. \quad (3)$$

Горизонтальная составляющая силы резания почвы острым дисковым ножом (интегрирование по двум щекам лезвия)

$$P_{hx} = \int_0^{\mu_0} \int_0^{\frac{\delta}{2 \sin \alpha_n}} dP_x = \frac{4\sqrt{2}}{3} T \delta R \sin^3 \frac{\mu_0}{2} \frac{\sin (\alpha_n + \varphi)}{\cos \varphi}, \quad (4)$$

где $\mu_0 = \arccos \left(1 - \frac{a_1}{R} \right)$;

δ — толщина ножа;

a_1 — глубина хода ножа.

Интегрируя выражение (3) в тех же пределах, получим формулу для расчета вертикальной составляющей силы резания:

$$P_{hz} = 2\sqrt{2} T \delta R \left(\cos \frac{\mu_0}{2} - \frac{2}{3} \cos^3 \frac{\mu_0}{2} - \frac{1}{3} \right) \frac{\sin (\alpha_n + \varphi)}{\cos \varphi}. \quad (5)$$

Практический интерес представляют силы резания почвы затупленными ножами. Формулы для их расчета приводим без вывода.

Для дискового ножа

$$P_{hx} = \frac{4\sqrt{2}}{3} TR \left[(\delta - 2r \cos \alpha_n) \frac{\sin (\alpha_n + \varphi)}{\cos \varphi} + \right. \\ \left. + r \left(\frac{\pi + \sin 2\alpha_n}{2} - \alpha_n + \operatorname{tg} \varphi \cos^2 \alpha_n \right) \right]; \quad (6)$$

$$P_{hz} = 2\sqrt{2} TR \left(\cos \frac{\mu_0}{2} - \frac{2}{3} \cos^3 \frac{\mu_0}{2} - \frac{1}{3} \right) \left[(\delta - 2r \cos \alpha_n) \frac{\sin (\alpha_n + \varphi)}{\cos \varphi} + \right. \\ \left. + r \left(\frac{\pi + \sin 2\alpha_n}{2} - \alpha_n + \operatorname{tg} \varphi \cos^2 \alpha_n \right) \right], \quad (7)$$

где r — радиус затупления лезвия.

Для черенкового ножа

$$P_{и,x} = T a_1 \left[(\delta - 2r \cos \alpha_n) \frac{\sin(\alpha_n + \varphi)}{\cos \varphi} + r \left(\frac{\pi + \sin 2\alpha_n}{2} - \alpha_n + \right. \right. \\ \left. \left. + \operatorname{tg} \varphi \cos^2 \alpha_n \right) \right]; \quad (8)$$

$$P_{и,z} = T a_1 \left[(\delta - 2r \cos \alpha_n) \sin \alpha_n + r \left(\frac{\pi + \sin 2\alpha_n}{2} - \alpha_n \right) \right] \cos \beta_n, \quad (9)$$

где β_n — угол наклона лезвия ножа к поверхности почвы.

Формула (8) пригодна для расчетов при β_n в пределах от 90 до 45°.

Разрушение корней при подготовке почвы на вырубках производится, главным образом, ножами лесных плугов.

Сила разрушения корня P по условию его прочности

$$P_k = [k] \frac{\pi d_k^2}{4},$$

где $[k]$ — удельное усилие разрушения корня;

d_k — средний диаметр корня (без коры).

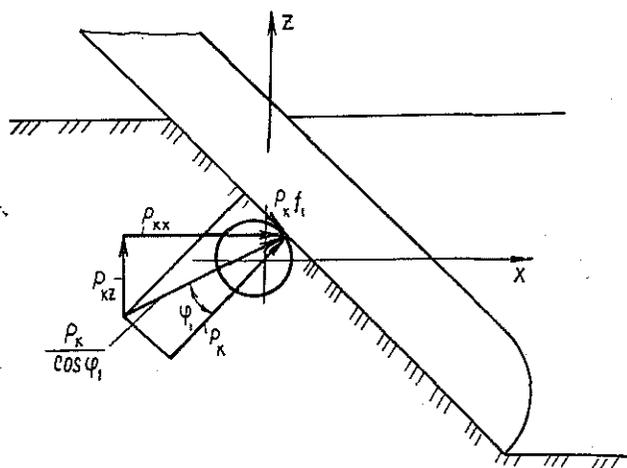


Рис. 2. Схема сил, действующих на черенковый нож при разрушении корня.

При разрушении корня черенковым ножом (рис. 2) горизонтальная и вертикальная составляющие силы разрушения

$$P_{i,x} = \frac{P_k}{\cos \varphi_1} \sin(\beta_n + \varphi_1); \quad (10)$$

$$P_{i,z} = \frac{P_k}{\cos \varphi_1} \cos(\beta_n + \varphi_1), \quad (11)$$

где φ_1 — угол трения древесины о сталь (в пределах 24—30°).

При разрушении корня дисковым ножом (рис. 3)

$$P_{k,x} = P_k \sin \mu.; \quad (12)$$

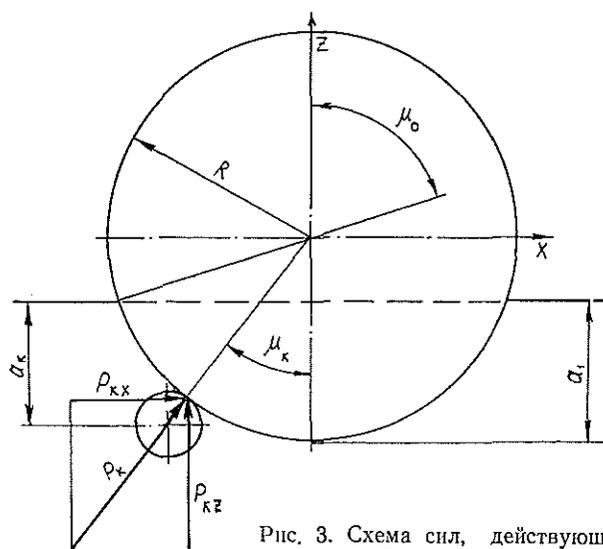


Рис. 3. Схема сил, действующих на дисковый нож при разрушении корня.

$$P_{kz} = P_k \cos \mu_k, \quad (13)$$

где $\mu_k = \arccos \left(1 - \frac{a_1 - a_k}{R} \right)$ — угол между вертикалью и радиусом, проведенным через ось корня;
 a_k — глубина залегания корня.

Горизонтальная составляющая силы разрушения корня черенковым ножом не зависит от глубины его залегания, дисковым — уменьшается с увеличением a_k .

Предлагаемые нами формулы включают в себя геометрические параметры плужных ножей и физико-механические свойства почвы и древесных корней. При расчетах на прочность рабочих органов лесных плугов можно принять $[k]$ равным: для дуба — 10,3 МПа, березы — 8,6 МПа, для сосны, осины и ели — 6 МПа (на свежих вырубках).

Зависимость коэффициента трения почвы о сталь от влажности W

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,249 + 0,005 W. \quad (14)$$

Зависимость твердости почвы (МПа) от влажности (при горизонтальном расклинивании)

$$T = 2,25 - 0,04 W. \quad (15)$$

Зависимости (14) и (15) даны для лесных дерново-подзолистых почв среднесуглинистого механического состава. Твердость старопашотных почв сельскохозяйственного пользования значительно выше твердости лесных почв при одних и тех же влажности и механическом составе (в ряде случаев в 2—2,5 раза). Коэффициенты же трения этих почв о сталь совпадают достаточно хорошо.

В работе Г. Н. Синеокова [3] приведены экспериментальные значения горизонтальных составляющих сил резания почвы стандартным дисковым ножом сельскохозяйственного плуга, которые для разных условий в среднем равны 0,8; 1,35 и 2,00 кН. Теоретические значения тех

же сил, рассчитанные по предложенным нами формулам, оказались равными 0,76; 1,28 и 1,84 кН соответственно.

Различия между теоретическими и экспериментальными значениями не превышают 10 % (находятся в пределах точности полевого опыта), т. е. совпадение их можно считать удовлетворительным. Отношение $\frac{P_{нз}}{P_{нх}}$, полученное экспериментально Г. Н. Синеоковым, составляет 1,2. Теоретическое значение этого отношения при использовании формул (4) и (5) равно 1,315. Различие между ними также не превышает 10 %.

В работе П. С. Нартова [2] приведены результаты динамометрирования дискового ножа в почвенном канале, получены экспериментальные значения вертикальной и горизонтальной составляющей силы резания почвы. К сожалению, в этой работе не приведены данные по твердости почвы, поэтому рассчитать теоретические значения сил $P_{нх}$ и $P_{нз}$ не представляется возмож-

Глубина обработки, см	Диаметр корня, см	Тяговое сопротивление, кН		Различие, %
		теоретическое	экспериментальное	
10	1,9	10,1	10,4	2,9
15	4,2	15,6	14,3	9,1
9	3,6	9,8	10,5	6,7
10	3,5	9,3	10,0	7,0
8	2,8	6,8	6,0	13,3

ным. Но можно определить отношение сил: $\frac{P_{нх}}{P_{нз}} = 0,528$; отношение тех же сил, полученное экспериментально, равно 0,605. Различие составляет 12,5 %. Это расхождение можно объяснить тем, что при выводе формул для определения сил резания почвы не учитывалось трение ножа о стенки щели, которое несколько увеличивает силу $P_{нх}$ (на 2—6 % [1]).

В таблице даны результаты экспериментального и теоретического определения тяговых сопротивлений плуга ПКЛ-70 при разрушении корней на вырубке.

Совпадение экспериментальных и теоретических значений тягового сопротивления плуга ПКЛ-70 при разрушении корней на вырубках можно также считать удовлетворительным. Поэтому точность расчета по предложенным нами формулам достаточна для практических целей.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Зеленин Н. А. Физические основы теории резания грунтов. — М.: АН СССР, 1950. — 335 с. [2]. Нартов П. С. О работе дисковых ножей лесных плугов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1965, № 1, с. 21—26. [3]. Синеоков Г. Н., Панов И. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. — М.: Машиностроение, 1977. — 328 с.

Поступила 18 июля 1983 г.

УДК 630*3.001.2

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Н. А. ГУЦЕЛЮК, В. Н. КОРШУН

Ленинградская лесотехническая академия

Интенсивное развитие новой лесохозяйственной техники предъявляет высокие требования к процессу ее создания. Учет требований надеж-

ности, обеспечения максимальной производительности, рациональное использование материалов, сокращение сроков конструирования и внедрения настоятельно требуют применения методов оптимального проектирования с использованием ЭВМ.

Создание новой конструкции лесохозяйственной машины включает процесс разработки технической документации (проектирование), процесс изготовления, экспериментального испытания и внедрения, причем проектирование — наиболее ответственный этап, поскольку здесь определяются основные технико-экономические показатели изделия. При конструировании необходимо выполнить основные требования: конструкция должна удовлетворять функциональному назначению с наперед заданными техническими характеристиками, быть надежной при требуемой долговечности, технологичной при изготовлении, иметь наименьшую стоимость и материалоемкость, быть экономичной и эргономичной в эксплуатации, отвечать эстетическим и экологическим требованиям.

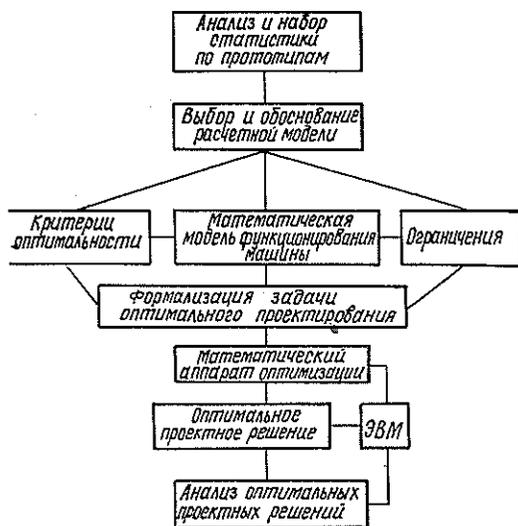
Любая проектная задача, как правило, начинается с выбора и обоснования расчетной модели, которая получается путем идеализации. Данный вопрос достаточно разработан и освещен в научно-технической литературе [4, 6, 9, 10]. Успех в создании рациональной конструкции машины во многом зависит от удачного выбора расчетной модели. Она должна быть достаточно простой, допускать построение математической модели и в то же время адекватно отражать состояние и условия функционирования реальной конструкции. Обычно в расчетной модели предполагается детерминированность формы и структуры проектируемого объекта, геометрических размеров элементов, внешних нагрузок, режимов функционирования и свойств материалов. Между тем все исходные данные носят стохастический характер, что может быть учтено при выборе коэффициента запаса. Однако рассмотрение модели часто заканчивается силовым расчетом на прочность на основании традиционных методов сопротивления материалов.

Цель проектирования — создание рациональных изделий, конструкций и систем машин, исходя из имеющихся ресурсов и возможностей. Для достижения этой цели необходимо оптимизировать все стадии проектирования, используя способы, изложенные в литературе [1, 3, 7, 8, 11, 12]. Выбору расчетной модели должен предшествовать анализ существующих конструкций и тенденций их развития, а также набор статистического материала по выбранным прототипам.

Этот анализ, как правило, проводится по патентной и научно-технической литературе.

На схеме приведен алгоритм получения оптимального решения задачи проектирования конструкций лесохозяйственных машин.

Для оценки проектных решений используются показатели массы (веса) ма-



шин, их стоимости, надежности и долговечности, производительности, технологичности, экологичности, эстетичности и т. д., которые можно разбить на два класса: количественные и качественные.

Если конструкция машины создается из одного материала, то в качестве критерия эффективности целесообразно рассмотреть функцию расходуемого материала. Когда проектируемая конструкция допускает применение различных материалов, то желательно использовать функцию массы (материалоемкости) [8]. Для транспортных машин часто применяют критерий эффективности, учитывающий эксплуатационные расходы (расход топлива в единицу времени при транспортировке единицы груза при заданной скорости).

При наперед заданных одинаковых выходных параметрах машин наиболее эффективно в качестве универсального критерия оптимальности использовать стоимость конструкции, которая учитывает не только расход материала, но и другие факторы, связанные с затратами на проектирование, изготовление, транспортировку и монтаж. Выбор уравнения затрат в качестве целевой функции значительно упрощает математический аппарат решения оптимизационной задачи [11].

Иногда выбирают несколько критериев эффективности конструкции машины. В этом случае решается многокритериальная задача оптимизации [2, 7] или после ранжирования один из критериев рассматривается в качестве целевой функции, а другие переводятся в разряд ограничений. Выбор критериев эффективности и формализация целевой функции — наиболее сложный этап оптимального проектирования. Готовых рецептов здесь дать нельзя.

Мы решали задачу оптимального проектирования конструкций рабочих органов для измельчения растительных материалов [5]. Целевая функция в общем виде представляет собой уравнение затрат на изготовление и эксплуатацию измельчителей C_{Σ} . Общие затраты можно представить в виде:

$$C_{\Sigma} = C_{\text{пост}} + C_{\text{мат}} + C_{\text{изг}} + C_{\text{эк}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{пост}}$ — постоянные затраты (малозависящие от конструкции) на проектирование, разработку документации, комплектующие изделия и т. п.;

$C_{\text{мат}}$ — стоимость материалов;

$C_{\text{изг}}$ — затраты на изготовление деталей, сборку и регулировку;

$C_{\text{эк}}$ — эксплуатационные затраты.

Стоимость материалов легко определяется по формуле

$$C_{\text{мат}} = \sum_{i=1}^n c_i \gamma_i V_i, \quad (2)$$

где c_i — удельная стоимость материала, р./кг;

γ_i — плотность материала, кг/м³;

V_i — объем деталей, входящих в конструкцию, м³;

n — число составных элементов конструкции.

С достаточным основанием можно принять, что стоимость изготовления деталей конструкции пропорциональна их объему (массе), площади обрабатываемой поверхности и сложности. Тогда

$$C_{\text{изг}} = \sum_{j=1}^m c_j A_j K_{\Phi} + \sum_{k=1}^p c_k \gamma_k V_k, \quad (3)$$

где c_j — удельная стоимость изготовления (токарная обработка, окраска и т. п.), р./м²;

- A_j — обрабатываемая поверхность деталей, м²;
 $K_{\text{ф}}$ — коэффициент сложности (формы) детали;
 $c_{\text{к}}$ — удельная стоимость изготовления (термообработка, сварка, литье, штамповка и т. д.), р./кг;
 $V_{\text{к}}$ — объем деталей, м³.

Значения коэффициентов c_i , c_j , $c_{\text{к}}$ зависят от принятой технологии производства и практически не зависят от конструктивных параметров машин, поэтому они мало влияют на выбор оптимальных проектных параметров и могут быть использованы при оценке различных проектных вариантов.

Ограничения накладываются на геометрические размеры (параметрические), производительность, возникающие нагрузки и напряжения (функциональные) и на допускаемые режимы функционирования (областные). В качестве математического аппарата оптимизации применяется геометрическое программирование [3].

Прием конструирования скалярной функции цели с учетом различных размерностей критериев эффективности и ограничений представляет определенную тонкость. В этом случае целевая функция и ограничения приводятся к безразмерному виду [7]

$$C(x) = \sum_{i=1}^N [f_i(x)/f_i(x^*) - 1], \quad (4)$$

где x — вектор управляемых параметров оптимизации.

Таким образом, задача поиска оптимальной конструкции машины состоит в минимизации $C(x)$ в области наперед заданных допустимых проектных решений D , т. е. вектор оптимальных параметров x^* должен удовлетворять условию:

$$C(x^*) = \min_{x \in D} C(x).$$

Обоснование критериев эффективности и разработка методов оптимального проектирования лесохозяйственных машин позволит повысить эффективность их применения, а также резко сократить время создания и внедрения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аоки М. Введение в методы оптимизации. — М.: Наука, 1977. — 344 с.
 [2]. Гладкий В. Ф. Вероятностные методы проектирования конструкции летательного аппарата. — М.: Наука, 1982. — 272 с. [3]. Зенер К. Геометрическое программирование и техническое проектирование. — М.: Мир, 1973. — 352 с. [4]. Зима И. М., Малигин Т. Т. Механизация лесохозяйственных работ. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 416 с. [5]. Коршун В. Н. Оптимальное проектирование измельчителя листооборочной машины. — Л.: ЛТА, 1982. — 38 с. — Рукопись деп. в ЦНИИТЭИСтроймаш № 406сд — Д82. [6]. Ларюхин Г. А., Златоустов П. С., Рахов В. С. Механизация лесного хозяйства и лесозаготовок. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 256 с. [7]. Малков В. П., Угодчиков А. Г. Оптимизация упругих систем. — М.: Наука, 1981. — 288 с. [8]. Малышев Г. В., Блейх Х. С., Зернов В. И. Проектирование автоматических космических аппаратов. — М.: Машиностроение, 1982. — 152 с. [9]. Матвейко А. П. Технология и машины лесосечных и лесовосстановительных работ. — Минск: Вышэйш. школа, 1975. — 520 с. [10]. Орлов С. Ф., Александров В. А. Проектирование специальных лесохозяйственных машин. — Л.: РИО ЛТА, 1979. — 60 с. [11]. Уайлд Д. Оптимальное проектирование. — М.: Мир, 1981. — 272 с. [12]. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. — М.: Мир, 1975. — 272 с.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 629.11.012.81

РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ
ДЛЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ ПОДВЕСКИ
ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЯ

Н. П. ДЕРГУНОВ, Ю. Д. СИЛУКОВ, В. И. МОСЬКОВ

Уральский лесотехнический институт

На движущийся автомобиль действуют возмущающие факторы, которые описываются сложными аналитическими выражениями. Появление быстродействующих ЭВМ практически сняло вычислительные ограничения и позволило по-новому формулировать задачи синтеза [1, 2].

В данной статье, по разработанному ранее способу [2], определены оптимальные параметры подвески лесовозного автомобиля, а затем при помощи введенного функционала вычислены субоптимальные параметры подвески. Подвеска рассматривается как замкнутая система автоматического управления. Вводится ограничение на динамическую точность воспроизведения подвеской детерминированного воздействия. Ограничение позволяет получить необходимый вид переходного процесса и определить статистические ошибки при сравнительно длительном движении на вираже, обгоне, торможении, переезде через колею. Случайное воздействие от микропрофиля дороги задается корреляционной функцией.

Принята следующая схема расчета.

1. Подвеска рассматривается как система автоматического управления с детерминированным $q_b(t)$ и случайным $q(t)$ сигналами на входе, где $q_b(t)$ — воздействие от единичных неровностей в виде колеи, от маневров автомобиля, его разгона, торможения и т. д., а $q(t)$ — воздействие неровностей случайного микропрофиля дороги.

2. Воздействие $q_b(t)$ носит кратковременный характер и задается в виде многочлена

$$q_b(t) = q_0 + q_1 t + q_2 t^2,$$

где q_0 — величина уступа на дороге, см;

q_1 — крутизна уклона дороги, см/с;

q_2 — скорость изменения уклона (эквивалентно действию боковой возмущающей силы при движении по траектории с постоянной кривизной, либо силы при интенсивном разгоне или резком торможении), см/с².

3. Точность отслеживания заданного движения автомобиля контролируется по ошибке

$$\varepsilon_b(t) = C_0 q_0 + C_1 q_1 + C_2 q_2 + (C_1 q_1 + 2C_2 q_2) t + C_2 q_2 t^2,$$

где C_0, C_1, C_2 — коэффициенты ошибки, которые выбираются так, чтобы $\varepsilon_b(t) \leq \varepsilon_{\text{доп}}$.

4. Воздействие $q(t)$ задается корреляционной функцией микропрофиля дороги $R(\tau)$.

5. Определяется оптимальная передаточная функция подвески $\Phi(p)$, которая обеспечивает минимум среднего квадратичного значения случайного перемещения Z подрессоренной массы при соблюдении требований по времени переходного процесса T и величине коэффициентов ошибки C_0, C_1, C_2 .

6. Вводится функционал, обеспечивающий получение подвески с нужными динамическими характеристиками, и далее, варьируя параметры исследуемой подвески в заданных пределах, получают параметры субоптимальной подвески, при которых введенный функционал принимает минимальные значения.

Выбранный критерий отражает движение лесовозного автомобиля, у которого центр тяжести груза расположен высоко. Функционал ограничивает крен автомобиля при поворотах и позволяет получить его минимальное среднее квадратичное значение от случайной составляющей микропрофиля. Система с такими свойствами адекватна условиям эксплуатации лесовозного автомобиля. Рассматриваемый метод позволяет получить оптимальную подвеску при критериях, учитывающих прогиб рессор, развеску по осям и т. д. Другие типы критериев, а также учет нелинейных ограничений изложен в работе [1].

В виде примера рассмотрим случай, когда воздействие на автомобиль характеризуется постоянной интенсивностью, т. е. «белым шумом», тогда корреляционная функция микропрофиля $R(\tau)$:

$$R(\tau) = N^2 \delta(\tau).$$

Оптимальная импульсная переходная функция $K(t)$

$$K(t) = A_0 + A_1 t + A_2 t^2, \quad 0 \leq t \leq T.$$

Оптимальная передаточная функция подвески $\Phi(s)$

$$\Phi(s) = \frac{A_0}{s} (1 - e^{-sT}) + \frac{A_1}{s} \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s} e^{-sT} - T e^{-sT} \right) + \frac{A_2}{s} \left(\frac{2}{s^2} - \frac{2}{s^2} e^{-sT} - \frac{2T}{s} e^{-sT} - T^2 e^{-sT} \right),$$

где

$$A_0 = \frac{9T^2 - 30C_2}{T^3};$$

$$A_1 = \frac{-36T^2 + 180C_2}{T^4};$$

$$A_2 = \frac{30T^2 - 180C_2}{T^5}.$$

Средний квадрат перемещения $\sigma_z^2_{\text{опт}}$

$$\sigma_z^2_{\text{опт}} = N^2 \left(\frac{9T^4 - 60C_2 T^2 + 180C_2^2}{T^5} \right).$$

Все обозначения в формулах приведены в работе [2].

Для решения поставленной задачи подвеску задней оси автомобиля рассматриваем как двухмассовую модель со следующими параметрами: подрессоренная масса $M=3078$ кг; жесткость рессор $C_p=564$ кН/м; коэффициент сопротивления амортизаторов $K_a=7,5$ кН·с/м; жесткость шин $C_{ш}=2000$ кН/м; неподдресоренная масса $m=578$ кг.

Передаточная функция рассматриваемой подрессоренной системы имеет вид

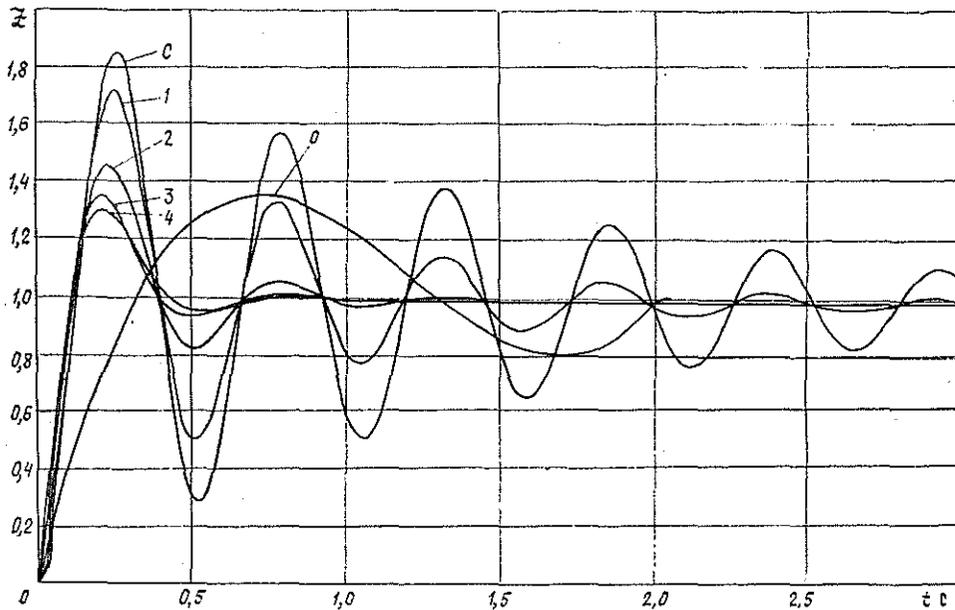
$$Y_z(s) = \frac{C_{ш}(K_a s + C_p)}{(Ms^2 + K_a s + C_p)(ms^2 + K_a s + C_{ш} + C_p) - (K_a s + C_p)^2} \quad (1)$$

Задача состоит в том, чтобы, задав определенные пределы изменения параметров модели (1), найти такие их значения, для которых функционал

$$\left(\frac{\sigma_{z\text{ опт}}^2}{N^2} - \frac{\sigma_{z\text{ со}}^2}{N^2} \right)^2 + K_p (C_2 - C_{2\text{ со}})^2 = \min. \quad (2)$$

Здесь $\sigma_{z\text{ со}}^2$, $C_{2\text{ со}}$ — соответственно дисперсия и коэффициент ошибки субоптимальной модели;
 K_p — достаточно большой весовой коэффициент, обеспечивающий необходимую близость C_2 и $C_{2\text{ со}}$.

Функционал (2) позволяет находить субоптимальные модели, у которых дисперсия близка к дисперсии оптимальной модели, а коэффициент ошибки близок к коэффициенту ошибки существующей модели. Время переходного процесса контролируется визуально по графику переходного процесса найденной субоптимальной модели (см. рисунок).



Переходный процесс различных моделей подвесок.

$с$ — существующая; $о$ — оптимальная; субоптимальные: 1 — при $K = 2$, $M = \text{const}$; 2 — при $K = 10$, $M = \text{const}$; 3 — при $K = 2$, M — варьируется; 4 — при $K = 10$, M — варьируется.

Для выбранных параметров машины время переходного процесса, как видно из рисунка, можно принять $T = 2$ с, коэффициент ошибки $C_2 = 0,0149$ и соответственно $\frac{\sigma_{z\text{ опт}}^2}{N^2} = 4,39$.

Коэффициент ошибки $C_{2\text{ со}}$ определяется по формуле

Модель подвески	M	m	K _a	C _p	C _ш	$\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{N}$	$\bar{D} = \frac{D}{N^2}$	C ₃	Функционал $\bar{D}_{\text{опт}} - D^2 + K_p \times$ $\times (C_3 - C_2 c_0)^2$
Существующая	3078	578	7,5	564	2000	7,35	53,97	0,0149	2458,2
Оптимальная	—	—	—	—	—	2,10	4,39	0,0149	0,0
Субоптимальная:									
K = 2; нижняя граница	3078	294	3,8	280	1000				
» верхняя граница	3078	1176	15,0	1130	4000				
» вариант	3078	362	15,0	563	1987	3,91	15,28	0,0147	123,5
K = 10; нижняя граница	3078	59	0,8	56	200				
» верхняя граница	3078	5780	75,0	5600	20 000				
» вариант	3078	59	40,0	468	4392	3,60	12,99	0,0149	74,5
K = 2; нижняя граница	1568	294	3,8	280	1000				
» верхняя граница	6176	1176	15,0	1130	4000				
» вариант	1892	294	15,0	278	4000	3,82	14,62	0,0150	106,0
K = 10; нижняя граница	294	59	0,8	56	200				
» верхняя граница	30 388	5780	75,0	5600	20 000				
» вариант	3313	59	39,7	463	20 000	3,46	11,95	0,0149	57,2

$$C_{2\text{co}} = \left[\frac{d^2 Y_{\varepsilon\text{co}}(s)}{ds^2} \right]_{s=0},$$

где

$$Y_{\varepsilon\text{co}} = 1 - Y_{z\text{co}}(s).$$

Для модели (1)

$$C_{2\text{co}} = 2 \left(\frac{m}{C_{\text{ш}}} + \frac{M}{C_{\text{р}}} + \frac{M}{C_{\text{ш}}} \right).$$

Рассмотрим два варианта: подрессоренная масса $M=3078$ кг, остальные параметры варьируются; все параметры варьируются.

Для каждой варьируемой величины интервал изменения X берется в виде $\left[\frac{X_c}{K}, KX_c \right]$, где X_c — параметр исследуемой машины, K — коэффициент, определяющий ширину варьируемого параметра. Расчет производили для $K=2$ и $K=10$. Результаты расчета сведены в таблицу, где приведены параметры существующей модели и ее характеристики (дисперсия \bar{D} , коэффициент ошибки C_2). Видно, что дисперсия существующей модели более чем в 10 раз превышает оптимальную дисперсию и, варьируя параметры существующей модели даже в небольшом диапазоне изменения ($K=2$), можно уменьшить дисперсию более чем в 3 раза. Расширяя диапазон изменения параметров модели, можно получить субоптимальную модель с дисперсией, довольно близкой к оптимальной модели. Так, при $K=10$ получаем субоптимальную модель с дисперсией примерно в 5 раз меньшей, чем дисперсия существующей модели. Все это достигается при незначительном отклонении коэффициента ошибки $C_{2\text{co}}$ от коэффициента ошибки C_2 существующей модели (не более 0,002), что обеспечивается соответствующим подбором коэффициента $K_{\text{р}}$.

Расширение диапазона изменения параметров существующей модели (см. рисунок) позволяет значительно уменьшить величину переупругования и время переходного процесса.

Реализация оптимальной передаточной функции осуществлена с заданной точностью в рамках двухмассовой модели, которая проверена многочисленными исследователями.

Итак, задаваясь детерминированным $q_v(t)$ и случайным $q(t)$ воздействием, определяем оптимальную передаточную функцию интересующей модели (известной или проектируемой) и, варьируя параметры этой модели (по отдельности или в любой комбинации) в определенных пределах, получаем информацию о возможностях или резервах исследуемой модели, что имеет большое практическое значение для получения более высоких эксплуатационных качеств транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дергунов Н. П., Силуков Ю. Д. Подвеска лесовозных машин с заданными динамическими и статическими свойствами при наличии ограничений. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 4, с. 33—36. [2]. Дергунов Н. П., Силуков Ю. Д. Практический расчет оптимальной передаточной функции автомобильной подвески с заданными статическими и динамическими свойствами. — В кн.: Эксплуатация лесовозного транспорта в условиях Урала и Сибири. Свердловск: УПИ, 1981, с. 129. (Межвуз. сб.; Вып. 4).

Поступила 8 февраля 1984 г.

УДК 625.31.001.24

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-НАПРЯЖЕННОГО ПУТИ НА ЛЕСОВОЗНЫХ УЖД

С. И. МОРОЗОВ, М. В. ПОПОВ

Архангельский лесотехнический институт

Обследованием состояния верхнего строения пути [2] установлено, что укладка сварных рельсов небольшой длины 16—40 м не обеспечивает существенного экономического эффекта, так как в зоне их стыкования с помощью накладок происходит большой износ концов рельсов. В то же время состояние поверхности катания в зоне сварных стыков удовлетворительное. Изломы их имеют место только при несоблюдении режима сварки и охлаждения стыка.

Одна из радикальных мер по повышению сроков службы рельсов в пути при существенном уменьшении расстройств пути и снижении расходов на его содержание — укладка рельсовых плетей длиной 300 м и более со сплошной сваркой стыков. Возможность такого решения подтверждается многолетней эксплуатацией температурно-напряженного пути на прямой и закруглениях в плане лесовозной УЖД Конецгорского ЛПХ, а также на дорогах других предприятий отрасли.

Рассмотрим возможность применения температурно-напряженного пути на лесовозных УЖД по условию его устойчивости против выброса и по условию ограничения поперечных перемещений рельсошпальной решетки.

Расчеты выполнены для типовой конструкции верхнего строения пути УЖД, уложенного рельсами Р24 на деревянных шпалах стандартной длины и песчаном среднезернистом балласте. Погонное сопротивление поперечным перемещениям рельсошпальной решетки выразим экспериментальной зависимостью

$$q = 2,4 + 15,6y^{0,23}, \quad (1)$$

полученной нами для верхнего строения пути УЖД на песчаном уплотненном балласте при укладке 1625 шпал на 1 км.

Расчет температурно-напряженного пути по условию устойчивости

Рассмотрим случай, когда температурно-напряженный путь находится в предвыбросной стадии, т. е. на него действует критическая температурная сжимающая сила.

Предположим, что рельсовая плеть имеет достаточно большую длину, поэтому средняя ее часть неподвижна, так как продольные силы, действующие по концам плети, не допускают возможности перемещения сечений в средней части. Продольную температурную сжимающую силу находим по формуле

$$P_t = E\alpha\omega(t - t_0), \quad (2)$$

где t_0 — температура укладки рельса;

t — текущая температура рельса;

ω — площадь поперечного сечения двух рельсов;

$E\alpha \approx 250 \text{ Н/}(\text{см}^2 \cdot \text{град})$.

Температура рельса изменяется от максимальной t_{max} в летних условиях до минимальной t_{min} зимой. Сумма абсолютных значений t_{max} и t_{min} называется годовой температурной амплитудой рельса $T_p = |t_{max}| + |t_{min}|$. Она превосходит годовую температурную амплитуду воздуха T_v на 15°C.

При определении t_{max} и t_{min} можно использовать СНиП II-A 6-72 [8], где приведены значения максимальных $t_{v max}$ и минимальных $t_{v min}$ температур воздуха для различных районов Советского Союза. Так как максимальная температура рельса больше максимальной температуры воздуха на 20 °С, а минимальная — больше минимальной температуры воздуха на 5 °С, то имеем:

$$t_{max} = t_{v max} + 20 \text{ °С}; \quad (3)$$

$$t_{min} = t_{v min} + 5 \text{ °С}. \quad (4)$$

Расчет температурно-напряженного пути производится на устойчивость и прочность. Условие устойчивости заключается в том, что температурная сжимающая сила при t_{max} не должна превышать критическую силу $P_{кр}$, при достижении которой может произойти выброс пути. Условие прочности — суммарные напряжения в головке и подошве рельса от воздействия температурных сжимающих или растягивающих сил и поездной нагрузки не должны превышать условного предела текучести рельсовой стали: $\sigma_p^{0,2} = 255 \text{ МПа}$.

Так как головка рельса имеет большую площадь поперечного сечения, то в летних условиях достаточно производить расчет только по условию устойчивости. В зимних условиях расчет выполняют по прочности.

Методика расчета температурно-напряженного пути разработана в ЦНИИ МПС [1]. Используя ее, найдем минимальную $t_{0 min}$ и максимальную $t_{0 max}$ температуры укладки:

$$t_{0 min} = t_{max} - \frac{P_{кр}}{Ea\omega}; \quad (5)$$

$$t_{0 max} = t_{min} + \frac{\sigma_{раст}}{Ea}, \quad (6)$$

где $\sigma_{раст}$ — допустимые по прочности растягивающие напряжения в кромке подошвы рельса после укладки.

Критическую силу для пути лесовозных УЖД можно определить двумя способами: экспериментально и аналитически.

В результате экспериментов [7] получены следующие значения критической силы при содержании температурно-напряженного пути в соответствии с ПТЭ: для рельсов длиной до 40 м — $P_{кр} = 616,1 \pm 27,5 \text{ кН}$, более 40 м — $P_{кр} = 738,2 \pm 31,3 \text{ кН}$.

Аналитически находят минимальную критическую силу, возможную для данной конструкции пути. Устойчивость верхнего строения пути определяется неровностями оси рельсошпальной решетки [3, 4]. В случаях, когда состояние верхнего строения пути соответствует нормативным требованиям ПТЭ, минимальная критическая сила составляет 600—700 кН [5], что вполне достаточно для применения температурно-напряженного пути на лесовозных УЖД.

Критическая сила зависит как от длины, так и от стрелы прогиба начальной неровности (наиболее существенно влияет стрела прогиба). Оптимальной следует считать неровность со стрелой прогиба 0,25—0,30 см. В этом случае расчетное значение критической силы равно 650—750 кН.

Вторую расчетную величину $\sigma_{\text{раст}}$ определяют по формуле

$$\sigma_{\text{раст}} = a(\sigma_p^{0,2} - \sigma_n), \quad (7)$$

где a — коэффициент, учитывающий снижение прочности сварного стыка по сравнению с прочностью целого рельса. При ручной сварке $a=0,8$; при сварке электроконтактным способом с помощью машины «Искра» $a=1$;

σ_n — кромочные напряжения в подошве рельса от поездной нагрузки.

Значение σ_n , зависящее от типа тепловоза, вычисляют по методике, приведенной в работе [6].

Допустимые интервалы укладки $\Delta t = t_{0 \text{ max}} - t_{0 \text{ min}}$ температурно-напряженного пути, а также значения $t_{0 \text{ min}}$, вычисленные для различных районов, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Район	$t_{0 \text{ min}} \text{ }^\circ\text{C}$ при P_t кН		$\Delta t \text{ }^\circ\text{C}$ для тепловозов при P_t кН							
	560	640	560				640			
			ТУ4	ТУ6	ТУ7	ТУ76	ТУ4	ТУ6	ТУ7	ТУ76
Архангельск	19	14	20	27	18	15	25	32	23	20
Вологда	20	15	16	23	14	11	21	28	19	16
Котлас	22	17	15	22	13	10	20	27	13	15
Горький	22	17	21	28	19	16	26	33	24	21
Кострома	22	17	16	23	14	11	21	28	19	16
Киров	22	17	16	24	15	12	22	29	20	17
Свердловск	23	18	18	25	16	13	23	30	21	18
Сыктывкар	20	15	13	20	11	7	18	25	16	11

Примечание. ТУ76 — тепловоз марки ТУ7 с балластом.

По условию производства работ допустимый интервал не должен быть меньше $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Данные табл. 1 показывают, что в большинстве лесозаготовительных районов нет ограничений на применение температурно-напряженного пути.

Расчет температурно-напряженного пути по допустимым деформациям

Расчет состоит из двух частей. Первоначально определяют максимальную температуру укладки в зависимости от типа тяговой единицы и минимальную температуру укладки по формуле $t_{0 \text{ min}} = t_{0 \text{ max}} - \Delta t$ ($\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$). Затем вычисляют наибольшую температурную сжимающую силу

$$P_t = E\alpha\omega(t_{\text{max}} - t_{0 \text{ min}}). \quad (8)$$

l см	ТУ4			ТУ6		
	P_t	f_d	f_0	P_t	f_d	f_0
100	560	0,105	0,513	448	0,084	0,539
150	560	0,105	0,216	448	0,084	0,248
200	560	0,105	0,145	448	0,084	0,187
250	560	0,105	0,149	448	0,084	0,202
300	560	0,105	0,190	448	0,084	0,258

Фактическая температурная сжимающая сила зависит от максимальной температуры рельса и фактической температуры его укладки $t_0 \geq t_{0 \min}$. Значит, фактическая температурная сила меньше, чем определенная по формуле (8), что идет в запас стабильности пути.

Вторая часть состоит в определении допустимых стрел прогибов начальных неровностей оси пути для расчетного температурно-напряженного режима.

Расчетную стрелу прогиба начальной неровности f_0 при заданной допустимой поперечной деформации пути f_d определяют по уравнению

$$f_0 = \frac{1}{P_t} \left[(q_0 \eta_1 + c f_d^a \eta_2) x_0^2 + \frac{f_d \pi^2 EI}{l^2} \eta_3 \right] - f_d, \quad (9)$$

где q_0, c, a — коэффициенты эмпирического уравнения: $q = q(y)$;
 x_0 — половина длины неровности ($l = 2x_0$);

$$\eta_1 = \frac{1 + 0,5k^2 x_0^2 - 1/\cos kx_0}{\lambda k^2 x_0^2};$$

$$\eta_2 = \frac{1}{\lambda k x_0} \int_0^1 \left(kx_0 u - \frac{\sin kx_0 u}{\cos kx_0} \right) \sin^a \frac{\pi u}{2} du;$$

$$\eta_3 = k^2 x_0^2 \eta_1.$$

Вычисленные значения f_0 служат для выработки таких требований к содержанию оси пути в плане, которые обеспечивали бы эксплуатацию температурно-напряженного пути в заданных условиях. Очевидно, что эти требования не должны быть чрезмерными, иначе работы по содержанию пути станут очень трудоемкими.

Нами найдено, что допустимая стрела прогиба f_d для лесовозных УЖД определяется приращением температуры Δt рельса от момента укладки до максимальной

$$f_d = 0,003 \Delta t. \quad (10)$$

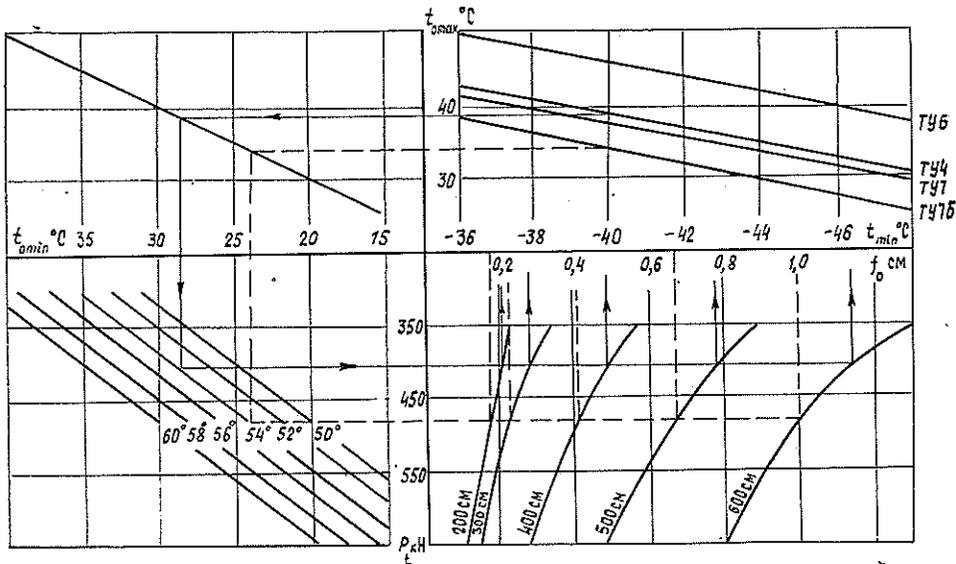
В этом случае обеспечивается эксплуатация температурно-напряженного пути в заданном деформационном режиме при соблюдении обычных методов организации работ по ремонту и содержанию верхнего строения пути лесовозных УЖД. Вычисленные значения f_0 для района Котласа приведены в табл. 2.

Стрела прогиба f_0 наименьшая на неровностях длиной 200—250 см. В остальных случаях f_0 достаточно велика.

Для удобства применения предлагаемой методики и облегчения процесса определения допустимых параметров неровностей оси температурно-напряженного пути лесовозных УЖД нами предложены расчетные номограммы (см. рис.).

Таблица 2

ТУ7			ТУ76		
P_t	f_d	f_0	P_t	f_d	f_0
592	0,111	0,505	640	0,120	0,495
592	0,111	0,270	640	0,120	0,195
592	0,111	0,135	640	0,120	0,120
592	0,111	0,135	640	0,120	0,178
592	0,111	0,175	640	0,120	0,182



Номограмма для определения допустимых длин неровностей и стрел их прогибов на прямых.

Каждая номограмма состоит из четырех полей. В правом верхнем поле для основных типов тепловозов построены зависимости между минимальной температурой рельса в зимних условиях (t_{min}) и максимальной температурой укладки (t_{max}). Они представляют собой прямые линии с углом наклона $E\alpha$. В левом верхнем поле приведена зависимость между максимальной (t_{max}) и минимальной (t_{min}) температурами укладки. В левом нижнем поле приведены зависимости между t_{min} и максимальной температурой сжимающей силой (P_t), построенные для различных значений максимальных температур рельса в летних условиях (t_{max}). В нижнем правом поле приведены зависимости между P_t и стрелой прогиба начальной неровности f_0 для различных значений длин неровностей (l).

Порядок определения условий применения температурно-напряженного пути по номограмме показан стрелкой. Предположим, что минимальная температура рельса для данных условий составляет -40°C , максимальная $+54^\circ\text{C}$ и лес вывозится тепловозом ТУ4. По участку номограммы правого верхнего поля определяем максимальную температуру укладки ($t_{max} = 38,5^\circ\text{C}$), далее по верхнему левому полю — минимальную температуру укладки ($t_{min} = 28,5^\circ\text{C}$), по нижнему левому полю — температурную сжимающую силу ($P_t = 380\text{ кН}$), по нижнему правому полю — допустимые стрелы прогибов неровностей при их различных длинах: при $l = 200\text{ см}$ $f_0 = 0,21\text{ см}$; при $l = 300\text{ см}$ $f_0 = 0,28\text{ см}$; при $l = 400\text{ см}$ $f_0 = 0,48\text{ см}$; при $l = 500\text{ см}$ $f_0 = 0,77\text{ см}$; при $l = 600\text{ см}$ $f_0 = 1,15\text{ см}$.

На основании опыта эксплуатации сварных плетей (длиной 293 м на прямой и 150 м на кривой радиусом 300 м) на Концевгорской УЖД можно ожидать, что при содержании верхнего строения пути в соответствии с действующими нормами ПТЭ параметры начальных неровностей оси пути будут находиться в заданных пределах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бесстыковой путь и длинные рельсы/ В. Г. Альбрехт, В. М. Бромберг, К. Е. Иванов и др. — М.: Транспорт, 1967. — 258 с. [2]. Еремичев В. Н., Морозов С. И., Попов М. В. Состояние сварного пути на лесовозных УЖД. — В кн.: Лесозексплуатация и лесосплав. М., 1980, с. 15—16. (Науч.-техн. реф. сб.; Вып. 7). [3]. Морозов С. И., Попов М. В. Начальные неровности рельсошпальной решетки. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1974, № 5, с. 57—61. [4]. Морозов С. И., Попов М. В. Определение неровностей рельсошпальной решетки на закруглениях пути в плане. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 1, с. 51—56. [5]. Морозов С. И., Попов М. В. Квазилинейная модель температурно-напряженного железнодорожного пути. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1, с. 30—34. [6]. Правила производства расчетов узкоколейного пути (колеи 750 мм) на прочность. — М.: Трансжелдориздат, 1963. — 72 с. [7]. Попов М. В. Влияние начальных несовершенств на устойчивость рельсошпальной решетки. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 4, с. 83—88. [8]. СНиП II-A 6-72. Строительная климатология и геофизика. — М., 1973. — 20 с.

Поступила 30 января 1984 г.

УДК 656.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОТОКОВ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ С ДРУГИМИ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ НА АВТОМАГИСТРАЛЯХ

Ю. В. ЛЕБЕДЕВ

Уральский лесотехнический институт

Концентрация производства и укрупнение лесозаготовительных предприятий ведут к росту грузооборота лесовозных дорог и увеличению расстояния вывозки леса. Все чаще вывозка леса осуществляется по дорогам общего пользования. В таких условиях необходимо учитывать взаимодействие потоков автопоездов с другими транспортными потоками (обгоны, объезды, изменения траектории движения, выдерживание определенных дистанций и скоростей), совершаемыми всеми транспортными средствами на дороге. Это приводит к задержкам движения, от величины которых зависит целесообразность создания единой транспортной сети в лесопромышленном регионе.

Режим движения лесовозных автопоездов характеризуется нестационарностью транспортного потока во времени, в несколько раз большими динамическими габаритами автомобилей, ограниченными скоростями движения. Ввиду нестационарного характера и зависимости вида распределения интервалов между автопоездами от транспортной схемы, в качестве расчетного метода использовано статистическое моделирование на ЭВМ.

При вывозке леса по автомагистралям наиболее сложное взаимодействие транспортных потоков наблюдается на участках пересечений и примыканий лесовозных дорог к автомагистралям, на подъемах и участках кривых в плане. В лесопромышленных регионах Среднего Урала такие участки характеризуются интенсивностями потоков лесовозных автопоездов $\lambda_{ал} = 1-5$ авт./ч, интенсивностям потоков автомобилей $\lambda_a = 10-40$ авт./ч, руководящими уклонами $i_p = 30-90$ ‰, радиусами кривых в плане $R = 100-400$ м.

Для участков примыкания лесовозных дорог к автомагистралям характерно взаимодействие двух резко отличающихся друг от друга транспортных потоков: автомобилей на автомагистрали, движущихся

с высокими скоростями (60—90 км/ч) и автопоездов на въезде, движущихся с гораздо меньшими скоростями (30—40 км/ч). Лесовозные автопоезда, двигаясь по въезду длиной $L_в$, вливаются в поток автомобилей с хода, с торможением или остановкой.

При вливании с хода автопоезд, двигаясь с ускорением a , увеличивает скорость от $v_{л1}$ до $v_{л2}$. Для того чтобы j -тый автопоезд мог въехать на автомагистраль с хода, ближайший автомобиль в момент въезда автопоезда $t_{лj}$ должен находиться от начала въезда на расстоянии не ближе:

$$l_0 = v_a t - L_в + \gamma = \frac{(v_a - v_{л1})(2v_a - v_{л1} - v_{л2})}{2a} + \gamma, \quad (1)$$

где v_a — скорость автомобиля;

γ — динамический габарит автомобиля.

Условие вливания j -того лесовозного автопоезда с хода в транспортный поток на магистрали в момент въезда $t_{лj}$ имеет вид

$$(t_{лj} - t_a) v_a \geq l_0, \quad (2)$$

где $t_{лj} - t_a$ — интервал времени между автопоездом и ближайшим автомобилем.

Вероятность вливания лесовозных автопоездов с хода на автомагистраль есть функция общего вида

$$P_{вл} = F_1(v_a, v_{л1}, v_{л2}, a, \lambda_{ла}(t), \lambda_a, f(\xi_a), f(\xi_{ла}), \gamma), \quad (3)$$

где $\lambda_{ла}(t)$ — зависимость интенсивности потока лесовозных автопоездов от времени суток;

$f(\xi_a), f(\xi_{ла})_a$ — плотности распределения вероятностей интервалов времени между автомобилями и лесовозными автопоездами.

Допустимая интенсивность потока лесовозных автопоездов $\lambda_{ла}$, въезжающих на автомагистраль, определяется исходя из уровня суммарных задержек всех транспортных средств $\Sigma \tau_{п}$. Анализ зависимости $\Sigma \tau_{п}$ от интенсивностей λ_a . $\lambda_{ла}$ показал, что допустимы задержки не более чем у 1—2 лесовозных автопоездов за период 2 ч.

В таблице приведены показатели взаимодействия транспортных потоков на участках въездов: вероятности вливания автопоездов $P_{вл}$,

Характеристика транспортной сети лесовозных дорог	λ_a авт./ч	$P_{вл}$ при $v_{л1}$ км/ч		$\lambda_{ла}$ авт./ч при $v_{л1}$ км/ч		Γ тыс. м ³ при $v_{л1}$ км/ч	
		30	40	30	40	30	40
		Сильно разветвленная схема дорог с различными грузооборотами	10	0,87	0,95	5	7
	20	0,77	0,90	3	5	250	440
	30	0,68	0,85	2	4	170	350
Разветвленная схема дорог с примерно равными грузооборотами	10	0,91	0,97	5,2	8	460	700
	20	0,82	0,93	3,5	6	300	530
	30	0,73	0,88	2,5	4,8	220	420
Вывозка по двум-трем лесовозным дорогам	10	0,94	0,98	6,5	8,7	570	760
	20	0,85	0,95	4	6,7	350	600
	30	0,76	0,90	3	5	250	440
Одна магистраль лесовозной дороги, движение по которой регулируется графиком движения	10	0,96	0,99	7,5	9	660	800
	20	0,87	0,96	5	7,5	440	660
	30	0,79	0,91	3,2	5	300	440

Примечание. $v_{л2} = 50$ км/ч.

допустимой интенсивности въезжающего на автомагистраль потока лесовозных автопоездов $\lambda_{ла}$ и максимально возможного грузооборота примыкающей к автомагистрали лесовозной дороги Γ . Установлено, что для примыкания лесовозной дороги грузооборотом 300—400 тыс. м³ к магистрали общего пользования скорость лесовозных автопоездов на въезде должна быть не менее 40 км/ч. Лесовозная дорога грузооборотом 500—600 тыс. м³ может примыкать к автомагистрали с интенсивностью потока автомобилей не более 20 авт./ч.

Основная особенность взаимодействия транспортных потоков на участках подъемов — резкое увеличение числа автомобилей, движущихся в очереди за медленно движущимися лесовозными автопоездами вследствие невозможности совершить обгон. Потери времени i -тым автомобилем зависят от взаимного расположения транспортных средств на участке перед подъемом, которое определяется интенсивностями потоков λ_a , $\lambda_{ла}$ и законами распределений интервалов времени ξ_a , $\xi_{ла}$. т. е.

$$\tau_{\Sigma} = F_2(L_n, i_p, v_a(i_p), v_{ла}(i_p), \lambda_a, \lambda_{ла}(t), f(\xi_a), f(\xi_{ла})). \quad (4)$$

На рис. 1 приведены графики зависимости суммарных потерь времени автомобилями $\Sigma \tau_{\Sigma}$ на подъемах от параметров транспортного процесса λ_a , $\lambda_{ла}$ и характеристик дороги L_n , i_p . С повышением ин-

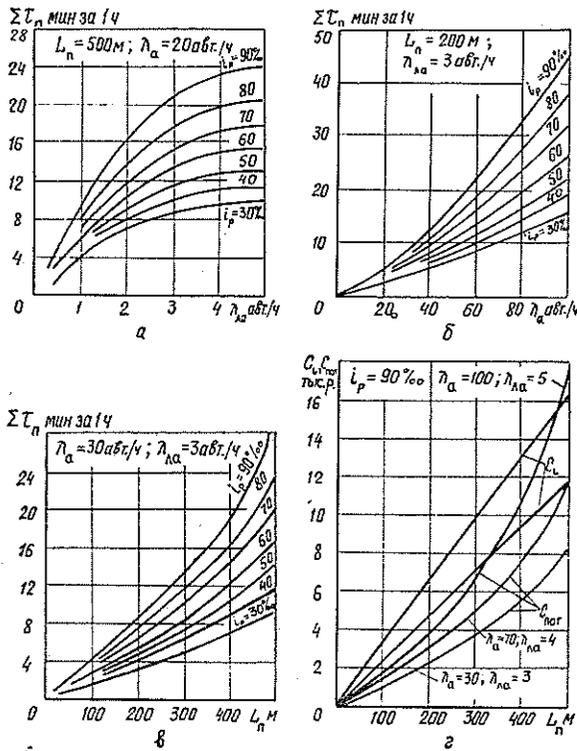


Рис. 1. Графики зависимости потерь времени на подъемах от интенсивности потока лесовозных автопоездов $\lambda_{ла}$ (а); интенсивности потока автомобилей λ_a (б); длины подъема L_n (в); графики зависимости стоимости строительства дополнительной полосы C_L и экономических потерь из-за задержек автомобилей $C_{пот}$ от длины подъема L_n (г).

тенсивности потока автомобилей от 20 до 40 авт./ч потери времени увеличиваются в 2,7—3,0 раза. При дальнейшем возрастании интенсивности λ_a увеличивается скорость уплотнения групп автомобилей, замедляющих движение на подъемах из-за лесовозных автопоездов; потери $\Sigma \tau_n$ составляют 15—20 мин на 100 м подъема. С увеличением длины подъема L_n от 200 до 500 м возрастает очередь автомобилей, снижающих скорость из-за медленного движения на подъеме лесовозных автопоездов; суммарные потери времени $\Sigma \tau_n$ повышаются в 1,6—2,0 раза. При увеличении уклона подъема i_p с 30 до 90 % потери времени $\Sigma \tau_n$ возрастают в 2,0—2,4 раза.

Из рисунка видно, что на подъеме длиной менее 200 м с уклоном менее 35 % вывозка леса по магистралям грузооборотом до 500 тыс. м³ практически не замедляет движение автомобилей, так как потери времени $\Sigma \tau_n$ не превышают 5—10 мин за 1 ч.

Эффективное мероприятие по снижению неблагоприятного влияния лесовозных автопоездов на общий транспортный поток и по увеличению общей пропускной способности участков подъемов на магистралях — устройство дополнительной полосы движения на подъеме. Целесообразность устройства такой полосы определяется по критерию минимума суммы экономических потерь от задержки всех автомобилей $C_{\text{пот}}$ и стоимости строительства дополнительной полосы C_L :

$$C = (-C_{\text{пот}} + C_L) \rightarrow \min. \quad (5)$$

Экономические потери от задержки всех автомобилей на подъеме

$$C_{\text{пот}} = m \lambda_a \tau_n C, \quad (6)$$

где m — число часов в году с совмещенным движением автомобилей и лесовозных автопоездов;

C — стоимость 1 маш.-ч.

На рис. 1, г приведены графики зависимости $C_{\text{пот}}$ и C_L от длины подъема ($C = 3$ р./маш.-ч). Расчетами установлено, что строительство дополнительной полосы для лесовозных автопоездов целесообразно лишь на подъемах длиной более 400 м с уклоном выше 80 % и интенсивностью потока автомобилей не менее 70 авт./ч.

Наибольшее изменение скоростей движения как лесовозных автопоездов, так и автомобилей происходит на кривых и на участках с ограниченной видимостью. Движение транспортного потока по кривой радиусом R и длиной L_k можно представить следующим образом. Лесовозные автопоезда входят в этот участок и постепенно снижают скорость до минимальной безопасной. За это время подходят автомобили, которые из-за невозможности обгона движутся вслед за лесовозным автопоездом, образуя очередь. Потери времени i -того автомобиля при движении в потоке с автопоездами есть функция общего вида

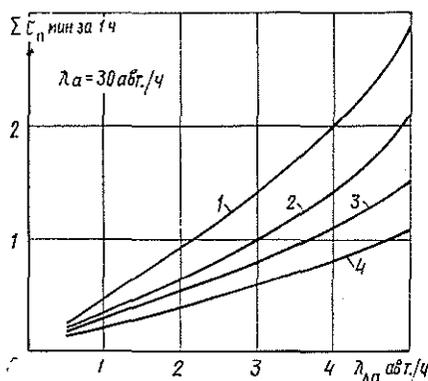
$$\tau_n = F_3(L_k, R, v_a(R), v_{ла}(R), \lambda_a, \lambda_{ла}(t), f(\xi_a), f(\xi_{ла})). \quad (7)$$

На рис. 2 даны графики зависимости суммарных потерь времени Σt_n от параметров транспортного процесса λ_a , $\lambda_{ла}$ и характеристик дороги L_k , R . По условию допустимого уровня задержек автомобилей (не более 5 мин за 1 ч) вывозка леса по автомагистралям в объеме до 300 тыс. м³ возможна при кривых с радиусом не менее 200 м. При объемах вывозки леса более 500 тыс. м³ радиусы кривых должны быть не менее 400 м.

Результаты исследований взаимодействия потоков лесовозных автопоездов с другими транспортными потоками на автомагистралях

Рис. 2. Графики зависимости потерь времени на кривых в плане от $\lambda_{\text{ла}}$, $L_{\text{к}}$, R .

- 1 — $R = 100$ м, $L_{\text{к}} = 50$ м;
 2 — $R = 200$ м, $L_{\text{к}} = 100$ м;
 3 — $R = 300$ м, $L_{\text{к}} = 150$ м;
 4 — $R = 400$ м; $L_{\text{к}} = 200$ м.



позволяют обосновывать транспортные условия создания в лесопромышленном регионе объединенной сети автомобильных дорог, в которую, наряду с лесовозными, входят дороги и общего пользования.

Транспорт леса по объединенной сети автомобильных дорог на Среднем Урале позволяет существенно снизить рост среднего расстояния вывозки леса и избежать строительства 50—65 км новых магистральных дорог.

Поступила 23 ноября 1983 г.

УДК 630*378.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ПРИСОЕДИНЕННОЙ МАССЫ В ЛЕСОСПЛАВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И РАСЧЕТАХ

В. Я. ХАРИТОНОВ

Архангельский лесотехнический институт

В науке и практике лесосплава часто приходится иметь дело с неустановившимся движением лесосплавных единиц. Когда ускорения движения большие (удар, падение на воду, быстрые разгон и торможение), воду можно считать идеальной жидкостью, обтекание потенциальным, а для исследования и расчета таких движений — использовать теорию присоединенной массы, по которой инерционность окружающей тело жидкой среды учитывается фиктивной массой, присоединяемой к массе тела [5].

Численные значения присоединенных масс и присоединенных моментов инерции определяют по теоретическим формулам, полученным только для тел простейших форм [3]. При движении в безграничной жидкости, нормальном к образующим, применимы формулы

для бревенного пучка, по форме близкого к эллиптическому цилиндру:

$$\lambda_x = \rho \pi b^2 l; \quad (1)$$

$$\lambda_y = \rho \pi a^2 l; \quad (2)$$

$$\lambda_{zz} = \frac{\rho \pi}{8} (a^2 - b^2)^2; \quad (3)$$

для бревна, по форме близкого к круговому цилиндру ($a = b = r_0 = d/2$):

$$\lambda_x = \lambda_y = \rho \pi r_0^2 l; \quad (4)$$

$$\lambda_{zz} = 0. \quad (5)$$

В формулах (1) — (5). λ_x, λ_y — присоединенная масса при движении тела в направлении осей соответственно x и y ;

λ_{zz} — присоединенный момент инерции при вращении тела вокруг оси z ;

ρ — плотность жидкости;

a, b — соответственно большая (по горизонтальной оси x) и малая (по оси y) полуоси поперечного сечения пучка;

r_0, d — средний радиус и диаметр бревна;
 l — длина пучка или бревна.

Бревно, движущееся параллельно образующим, можно уподобить удлинённому эллипсоиду, для которого при $l/d \geq 10$ $\lambda_z \approx 0$. Для пучка известных аналогий нет.

Помимо понятий о присоединенных массах и моментах инерции, широко используют понятия о коэффициентах присоединенных масс:

$$\mu_{ik} = \frac{\lambda_{ik}}{\rho V} \quad (6)$$

и о коэффициентах присоединенных моментов инерции

$$\mu_{ik} = \frac{\lambda_{ik}}{\rho V r_i^2}. \quad (7)$$

Здесь V — объем тела;

r_i — радиус инерции массы воды в объеме тела.

В некоторых случаях, например при ударе, под коэффициентом присоединенных масс понимают отношение λ_{ik} к массе самого тела.

Все приведенные зависимости справедливы для случаев движения одиночных пучков и бревен вдали от дна, берегов (стенок) и свободной поверхности воды. Ограниченность потока существенно влияет на величину присоединенной массы.

П. Г. Авраменко [1] получены приближенные теоретические решения, выполненные для эллиптического цилиндра, даны графические зависимости.

Применительно к движению бревен здесь приведены формулы для определения присоединенной массы.

1. Бревно движется параллельно или нормально к поверхности плоской стенки в направлении, нормальном своей продольной оси (глубина не ограничена):

$$\lambda_x = \lambda_y = \rho V \frac{1 + \frac{1}{4} \frac{r_0^2}{h^2}}{1 - \frac{1}{4} \frac{r_0^2}{h^2}}, \quad (8)$$

где h — расстояние от оси бревна до стенки.

2. Бревно движется по нормали к своей продольной оси между двумя плоскими стенками в плоскостях, параллельных или нормальных их поверхностям (глубина не ограничена):

$$\lambda_x = \lambda_y = \rho V \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{r_0}{h_1} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{r_0}{h_2} \right)^2 + \frac{1}{16} \left(\frac{r_0}{h_1} \right)^4 + \frac{1}{16} \left(\frac{r_0}{h_2} \right)^4 \right] \left[1 - \frac{1}{16} \left(\frac{r_0}{h_1} \right)^4 - \frac{1}{16} \left(\frac{r_0}{h_2} \right)^4 \right]^{-1}. \quad (9)$$

Если бревно располагается в плоскости, симметричной относительно стенок ($h_1 = h_2 = h$), то

$$\lambda_x = \lambda_y = \rho V \left[1 + \left(\frac{r_0}{h} \right)^2 + \frac{1}{8} \left(\frac{r_0}{h} \right)^4 \right] \left[1 - \frac{1}{8} \left(\frac{r_0}{h} \right)^4 \right]^{-1}. \quad (10)$$

3. Бревно движется по нормали к своей продольной оси между свободной поверхностью воды и плоским дном в плоскостях, параллельных или нормальных их поверхностям (ширина не ограничена):

$$\lambda_x = \lambda_y = \rho V \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{r_0}{h_1} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{r_0}{h_2} \right)^2 + \frac{1}{16} \left(\frac{r_0}{h_1} \right)^4 + \frac{1}{16} \left(\frac{r_0}{h_2} \right)^4 \right] \left[1 - \frac{1}{16} \left(\frac{r_0}{h_1} \right)^4 - \frac{1}{16} \left(\frac{r_0}{h_2} \right)^4 \right]^{-1}. \quad (11)$$

При $h_1 = h_2 = h$

$$\lambda_x = \lambda_y = \rho V \frac{1 + \frac{1}{8} \left(\frac{r_0}{h} \right)^4}{1 - \frac{1}{8} \left(\frac{r_0}{h} \right)^4}. \quad (12)$$

При $h_1 \rightarrow \infty$ формулы (9) и (11) принимают вид, одинаковый с зависимостью (8).

При $h_2 \rightarrow \infty$ зависимость (11) имеет вид

$$\lambda_x = \lambda_y = \rho V \frac{1 - \frac{1}{4} \left(\frac{r_0}{h_1} \right)^2}{1 + \frac{1}{4} \left(\frac{r_0}{h_1} \right)^2}. \quad (13)$$

Если $h_1 = r_0$, то

$$\lambda_x = \lambda_y = \frac{3}{5} \rho V = 0,6 \rho V. \quad (14)$$

В формулах (9)—(13) h_1 — расстояние от оси бревна до первой стенки или до свободной поверхности; h_2 — расстояние от той же оси до второй стенки или до дна.

Анализ решений показывает, что твердые стенки и дно увеличивают присоединенную массу, а близость свободной поверхности уменьшает ее.

В случаях движения тела в частично погруженном в воду положении допускают, что присоединенная масса равна половине присоединенной массы тела, полностью погруженного в воду и имеющего форму дублированной подводной его части.

Например, для полупогруженного бревна (осадка $T = r_0$)

$$\lambda_x = \frac{1}{2} \rho V; \quad \mu_x = 0,5.$$

Иными словами, при неустановившемся движении бревен по поверхности воды с учетом (14) коэффициент присоединенной массы приближенно можно определить по формулам:
для бревен ($r_0 \leq T \leq 2r_0$)

$$\mu_x = 0,4 + 0,1 \frac{T}{r_0}; \quad (15)$$

для пучков ($b \leq T \leq 2b$)

$$\mu_x = 0,4 + 0,1 \frac{T}{b}. \quad (16)$$

Исследованиями [4] установлено, что коэффициент присоединенной массы μ_z при движении трехосного эллипсоида в канале ограниченной глубины интенсивно растет с увеличением отношения осадки к глубине канала. При отношении менее 0,2 и удлинении эллипсоида более 10 коэффициент $\mu_z \leq 0,1$ даже при ширине канала, близком к ширине эллипсоида. Такой характер зависимости μ_z позволяет рекомендовать устройство узких, но глубоких гидролотков (а отсеков сортировочных машин на воде — без дна), что уменьшит инерционность бревен и пучков при их удалении из гидролотков.

Ниже рассмотрен метод определения присоединенной массы, а затем и рабочих расчетных формул при вертикальном падении бревен на воду.

После соприкосновения с поверхностью воды движение бревна до половины диаметра можно рассматривать как быстрое погружение кругового цилиндра с переменной скоростью v . Чтобы получить закон изменения скорости погружения, применяют гипотезу Вагнера [2]*, по которой процесс погружения тела рассматривается как ряд непрерывных последовательных жестких ударов о жидкость плоских бесконечно тонких пластин с площадью и формой, соответствующих в каждый момент погружения мгновенной ватерлинии тела (в нашем случае ватерлиния — контур прямоугольника со сторонами l и $2a$ (см. рис.).

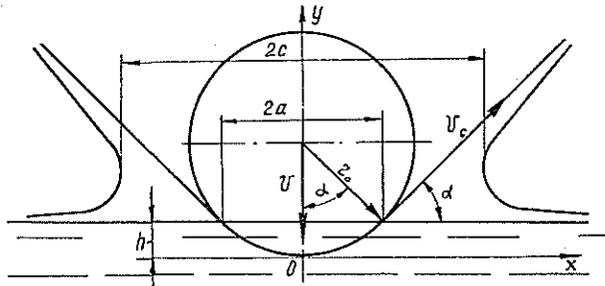


Схема быстрого погружения бревна в воду.

На величину присоединенной массы при быстром погружении влияет встречное движение воды, которое характеризуется величиной

$$u = \frac{v}{dc/dt} \text{ или } u = \frac{dh}{dc},$$

* Учитывают только действие сил ударной природы и принимают ряд других допущений [2, 5].

где c — смоченная полуширина поверхности удара (см. рис.);
 h — глубина погружения ($0 \leq h \leq r_0$);
 dc/dt — скорость распространения поверхности удара.
 Присоединенная масса фиктивной пластины [5]

$$\lambda_{уд} = \frac{1}{2} \pi \rho c^2 L. \quad (17)$$

Закон сохранения количества движения для рассматриваемого случая

$$mv_0 = (m + \lambda_{уд}) v, \quad (18)$$

где v_0 — начальная скорость погружения;
 m — масса бревна.
 Из уравнения (18)

$$v = \frac{v_0}{1 + \frac{\lambda_{уд}}{m}}. \quad (19)$$

Для отыскания величины u , а затем c воспользуемся рекомендацией Вагнера [2]. Если уравнение погруженного контура может быть представлено рядом

$$y = \beta_0 x + \beta_1 x^2 + \beta_2 x^3 + \dots, \quad (20)$$

то

$$u = k_0 \beta_0 + k_1 \beta_1 c + k_2 \beta_2 c^2 + \dots, \quad (21)$$

где

$$k_n = \frac{1}{\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n \alpha d\alpha}, \quad (22)$$

α — мгновенный угол килеватости (см. рис.).

В нашем случае контур — окружность с радиусом r_0 , уравнение которой в принятой системе координат:

$$y^2 - 2r_0 y + x^2 = 0.$$

Решение его для рассматриваемого случая

$$y = r_0 - \sqrt{r_0^2 - x^2}. \quad (23)$$

Чтобы уравнение (23) представить в форме (20), преобразуем его так:

$$y = r_0 \left[1 - \left(1 - \frac{x^2}{r_0^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right].$$

Разложив функцию $\left(1 - x^2/r_0^2 \right)^{\frac{1}{2}}$ в биномиальный ряд, после преобразований получим:

$$u = \frac{c}{2r_0} \left(1 + \frac{1}{4} \frac{c^2}{r_0^2} \right)^2; \quad (24)$$

$$c = 2r_0 \sqrt{1 - \cos \alpha}; \quad (25)$$

$$\lambda_{уд} = 2m_b(1 - \cos \alpha); \quad (26)$$

$$v = \frac{v_0}{1 + 2\mu_{ц}(1 - \cos \alpha)}. \quad (27)$$

В формулах (26), (27) m_b — масса воды в объеме бревна;
 $\mu_{ц}$ — коэффициент присоединенной массы для полностью погруженного цилиндра при ударе в безграничной идеальной жидкости ($\mu_{ц} = m_b/m$).

На погружающееся бревно со стороны воды действует сила

$$R_{уд} = \frac{d(\lambda_{уд} v)}{dt}. \quad (28)$$

Используя зависимость (26), (25) и (27), а также соотношение из рисунка:

$$h = r_0 - r_0 \cos \alpha \quad (dh = r_0 \sin \alpha d\alpha),$$

после дифференцирования и некоторых преобразований формулу (28) получим в окончательном виде:

$$R_{уд} = c_{уд} \rho dl \frac{v}{2}, \quad (29)$$

где $c_{уд}$ — коэффициент удара

$$c_{уд} = 2\pi \left[1 - \frac{2\mu_{ц}(1 - \cos \alpha)}{1 + 2\mu_{ц}(1 - \cos \alpha)} \right]. \quad (30)$$

Рабочие формулы (27)—(30) позволяют обосновать параметры сортировочных машин, устройств поштучной подачи на воде, в которых используется выгрузка бревен из воды с последующим сбросом в воду.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Авраменко П. Г. Присоединенная масса эллиптического цилиндра у границы жидкости. — В кн.: Гидротехника и гидромеханика. Киев: Наукова думка, 1964, с. 105—113. (АН УССР, Ин-т гидротехники). [2]. Вагнер Г. Посадка гидросамолетов: Сб. по аэро- и гидромеханике под ред. проф. В. Л. Александрова. — М.—Л.: ОНТИ — НКТП СССР, 1933, с. 189—209. [3]. Римап И. С., Крепс Р. Л. Присоединенные массы тел различной формы. — Науч. тр./ЦАГИ, 1947, вып. 635. — 46 с. [4]. Рудин С. Н. Коэффициент присоединенной массы при движении эллипсоида в канале. — В кн.: Гидромеханика судна, 1968, с. 3—15. (Тр. НИИВТА; Вып. 33). [5]. Федяевский К. К., Войткунский Я. И., Фаддеев Ю. И. Гидромеханика. — Л.: Судостроение, 1968. — 568 с.

Поступила 22 декабря 1983 г.

УДК 630*79.001.2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВОЙ ТЕХНИКИ

П. М. МАЗУРКИН

Марийский политехнический институт

Эффективность научно-технического прогресса, в частности, в лесной отрасли во многом зависит от уровня развития проектных работ. Поэтому процессу проектирования, особенно в связи с его механизацией и автоматизацией [1], уделяется значительное внимание. Появляются исследования, посвященные классификации проектных работ [7], структуризации существующих лесозаготовительных систем [12], эвристическому изучению технологических систем [5], поисковому проектированию новой лесной технологии и техники [4, 8].

Существующий подход к проектированию лесной техники предполагает использование ведомственного и территориального признаков классификации (лесхозы, леспромхозы, лесокомбинаты, деревообрабатывающие производства, нижние и верхние лесные склады, системы лесосечных машин и машин лесотранспорта и т. п.).

В данной статье рассматривается принцип функциональной классификации объектов проектирования, не зависящий от ведомственной структуры управления и территориального признака привязки этих объектов. В своих исследованиях [5, 11] авторы использовали методику структурно-алгоритмического анализа проектной деятельности.

Процесс проектирования разделяется на два вида [9]:

1) оптимизирующее проектирование, которое предполагает сохранить принципы, критерии, цели, средства и технологию проектирования, т. е. поиск лучших вариантов производится в рамках существующей методологии проектирования;

2) трансформирующее проектирование, когда на основе системного анализа объекта расшатываются привычные границы знаний, в том числе и существующая методология проектирования [6].

В соответствии с ГОСТом 22487—77 под проектированием понимается процесс составления описания, необходимого для создания в заданных условиях еще не существующего объекта. По определению О. И. Семенкова [10, с. 13], процесс проектирования — это целенаправленная последовательность актов принятия проектных решений, приводящая к построению описания проектируемого объекта с заданной степенью детализации. По степени использования технических средств различаются: неавтоматизированное проектирование (преобладает в проектно-конструкторских институтах лесной отрасли), автоматизированное (диалоговое взаимодействие человека и ЭВМ) [1] и автоматическое (все преобразования описания объекта выполняются без участия человека).

В связи с повышением роли проектирования в общей цепи исследование — проектирование — внедрение, т. е. цепи наука — производство, задача описания проектного решения превращается в научно-техническую проблему, сложность которой зависит от информационной определенности объектов проектирования. Все объекты проектирования по принципу определенности можно разделить на три класса [3]:

1) хорошо структуризованные и количественно информационно сформированные;

2) слабо структуризованные, содержащие как количественные, так и качественные оценки;

3) неструктуризованные.

Для 1-го класса существуют методы математического моделирования и строгие количественные методы оптимизации. В своей практической деятельности проектные организации выполняют работу в основном по объектам 1- и 2-го классов.

Это связано с необходимостью соблюдать принцип преемственности в объектах проектирования, когда многие элементы нового объекта принимают неизменными из предыдущих проектов. Неструктуризованные объекты требуют соответственно и качественного проектирования [2], т. е. использования методологии поискового проектирования. В соответствии с ЕСТПП и ЕСКД поисковое проектирование позволяет на предпроектных стадиях обоснованно принимать эффективные технические решения.

Общая структурная схема системы наука — производство показана на рис. 1.

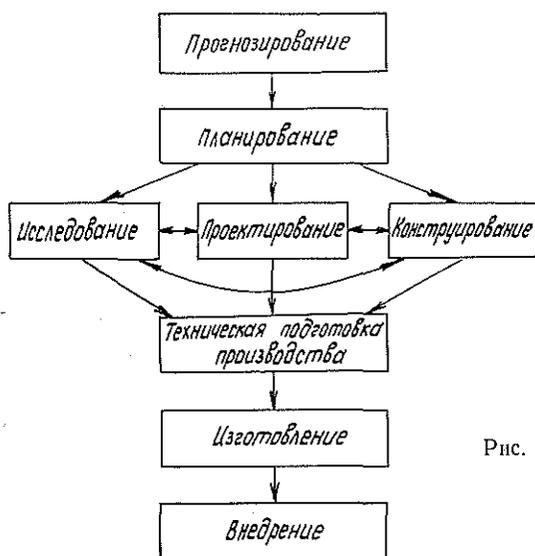


Рис. 1.

Проектирование принципиально новых технологических процессов и соответствующих систем машин начинается с процесса прогнозирования. На основе прогнозных рекомендаций планируется тематика исследования, проектирования и конструирования. На основе проектной документации в соответствии с ЕСТПП выполняется техническая подготовка производства по выпуску новых машин или внедрению новой технологии и техники.

По схеме на рис. 1 от планирования к технической подготовке производства возможны 15 вариантов переходов, каждый из которых соответствует конкретным задачам и условиям внедрения. Обозначим далее: П — планирование; И — исследование; Пр — проектирование; К — конструирование; Т — техническая подготовка производства. Процессы П и Т не изменяют своего положения в общей структуре системы наука — производство. Поэтому возможны следующие прямые схемы:

1) П—И—Т. Соответствует внедрению научных методов организации производства, поиску новых форм организации труда и других решений, не требующих проектно-конструкторских обоснований и описаний;

2) П — Пр — Т. Соответствует разработке проектов лесных предприятий, технологических процессов и других технологических объектов, где используют серийно выпускаемые машины и оборудование;

3) П — К — Т. Чаще всего характерна для конструирования при модернизации существующих на производстве машин, в этом случае осуществляется, как правило, только количественное проектирование (конструирование) [2].

Путем использования двух процессов из И, Пр и К образуется шесть вариантов структур. Например, схема П—И—Пр—Т соответствует условиям проектирования новых лесозаготовительных предприятий, где требуется предварительное исследование научно-технической информации.



Рис. 2. Схема классификации объектов новой техники.

Еще шесть вариантов образуется путем перестановок И, Пр и К. Например, схема П — И — Пр — К — Т соответствует технологии работы проектно-конструкторских организаций при создании новой техники.

Основа дальнейшего развития экономики — техническое перевооружение лесной отрасли. Поэтому значительный объем проектно-конструкторских и исследовательских работ выполняется в направлении создания новой техники. Постепенно осуществляется переход от проектирования отдельных машин к проектированию систем машин. В соответствии со схемой на рис. 2 системы машин относятся к пятому уровню объектов технического проектирования. Наиболее общими являются воспроизводственные системы, учитывающие весь жизненный цикл техники от создания до эффективной эксплуатации. Воспроизводственные системы включают в себя производственную и непроизводственную инфраструктуру. Производственные системы учитывают основные, вспомогательные и обслуживающие (людей и технику) производства.

Технологические системы содержат следующие элементы: промышленно-производственный персонал, технологические процессы, объекты труда (совокупность различных состояний от предмета труда до продукта труда). Особо выделяются технологические процессы как деятельность производственного персонала по выпуску продукции с использованием технических систем.

На последнем (далее неделимом) уровне находятся функциональные элементы [8], в конечном итоге определяющие функционирование деталей, узлов, машин.

Предлагаемая методика позволяет комплексно раскрыть содержание процесса проектирования, заранее определить оптимальное соотношение между видами, классами, группами и методами проектирования. Одновременно в каждом конкретном случае появляется возможность определить роль и место проектирования в сфере материального производства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Габриэль В. З., Мазуркин П. М. Автоматизированное проектирование объектов лесной промышленности. — М.: Лесн. пром-сть, 1983, № 8, с. 22. [2]. Дитрих Я. Проектирование и конструирование: Системный подход/ Пер. с польск. — М.: Мир, 1981. — 456 с. [3]. Козлов В. Б., Кораблев Н. И. Системный подход при проектировании Братско-Илимского территориально-промышленного комплекса: Обзор. — М.: Информэнерго, 1976. — 64 с. [4]. Мазуркин П. М. Проектирование технологии лесозаготовок с использованием ЭВМ. — Механизация лесоразработок и транспорт леса: Сб. науч. тр. Минск: БТИ, 1979, вып. 9, с. 18—23. [5]. Мазуркин П. М., Ширнин Ю. А., Гордеев С. М. Эвристическое моделирование лесозаготовительного процесса. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 5, с. 107—111. [6]. Монсеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. — М.: Наука, 1981. — 488 с. [7]. Павлов Б. И. Классификация проектных работ. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 2, с. 126—129. [8]. Половинкин А. И., Соболев А. Н., Мазуркин П. М. Разработка специализированного эвристического метода поиска технических решений. — В кн.: Применение математических методов и ЭВМ в управлении лесной промышленностью: Сб. науч. тр. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980, с. 140—146. [9]. Сазонов Б. В. К определению понятия «проектирование». — В кн.: Методология исследований проектной деятельности. М.: ЦНИПИАСС, 1973, с. 45—56. [10]. Семенков О. И. Введение в системы автоматизации проектирования. — Минск: Наука и техника, 1979. — 88 с. [11]. Суходольский Г. В. Структурно-алгоритмический анализ деятельности. — Л.: ЛГУ, 1976. — 129 с. [12]. Турлай И. В. Исследование структур лесозаготовительных систем. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1, с. 95—98.

Поступила 20 января 1984 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.023.002.237

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ
ПАРАМЕТРОВ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПОТОКОВ

В. Р. ФЕРГИН

Московский лесотехнический институт

Для лесопильного потока, включающего в себя ряд станков ($i = 1, \dots, m$), на которых осуществляются отдельные процессы пиления древесины, должны быть выбраны технологические параметры, обеспечивающие гармонизацию его работы с наибольшей эффективностью.

Для каждого i -того процесса пиления в потоке должны быть обособлены режимный параметр (скорость подачи, или посылка, x_{1i}), инструментальные параметры (периоды пиления x_{2i} , толщины пил x_{3i}) настроечные (соответствующие припускам на точность размеров q -тых пиломатериалов X_{4i}). Реализация общей модели оптимального планирования технологических параметров лесопильного потока весьма затруднена из-за ее нелинейности, значительного числа переменных и их различного характера (переменные x_{1i} и X_{4i} — непрерывные, а x_{2i} и x_{3i} — дискретные).

Более рациональна реализация локальных моделей для отдельных процессов пиления в потоке по методике, изложенной в работе [2], а затем принятие решений в целом для потока.

Рассмотрим методику принятия решений при функционировании лесопильного потока с максимальной линейной производительностью

$$C = \Pi(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1m}) \rightarrow \max. \quad (1)$$

Обычно оказывается, что один из станков (блоков) потока загружен по максимальной производительности (который назовем лимитирующим), а остальные имеют некоторый технологический резерв. В равном потоке при распиловке сырья с брусковкой и двумя обрезными станками лимитирующей является рама первого ряда.

Максимальную производительность потока отражает критерий оптимальности, соответствующий производительности лимитирующего (l -того) станка:

$$C = x_{1l} \rightarrow \max. \quad (2)$$

Условия гармонизации работы лесопильного потока можно описать следующими соотношениями:

$$\frac{x_{1(l-j)} k_{nl(l-j)}}{d_{l-j}} \leq \gamma \frac{x_{1l} k_{nl}}{d_l} \leq \frac{x_{1(l+j)} k_{nl(l+j)}}{d_{l+j}}; \quad (3)$$

$$x_{2(l+1)} = \alpha x_{2l}, \quad (4)$$

где x_{1l} — скорость подачи лимитирующего станка;
 $x_{1(l-j)}$ — скорость подачи j -того предыдущего станка относительно лимитирующего;
 $x_{1(l+j)}$ — скорость подачи j -того последующего станка относительно лимитирующего;

- k_{ni} — нормированный коэффициент использования станков;
 d — число единиц пиломатериалов из одного бревна, последовательно обрабатываемых на станке;
 α — коэффициент кратности периодов пиления для различных станков; $\alpha = 1; 2; 3; \dots; 1/2; 1,3; \dots$;
 γ — коэффициент синхронности.

Здесь коэффициент синхронности γ для гармонизации работы лесопильных рам принимается в пределах 1,00—1,05, а для обрезных станков $\gamma = 1,1—1,2$ и даже выше, если их конструктивная скорость подачи велика. Для потоков с жесткой технологической связью $\gamma = 1$.

При оптимизации работы лесопильного потока должны быть приняты решения в следующем порядке:

- а) выбор лимитирующего процесса пиления и его оптимальных параметров;
- б) согласование (корректировка) режимных факторов и периодов пиления для всех остальных (кроме лимитирующего) процессов пиления;
- в) обоснование выбора толщин пил для всех остальных процессов пиления;
- г) расчет настроечных параметров для остальных процессов пиления.

Согласно методике, изложенной в работе [2], найдены оптимальные технологические параметры процессов пиления древесины в потоке для S_i вариантов локальных моделей по критерию производительности: x_{1is}^* , X_{4is}^* .

Сначала для каждого станка в потоке выбирают варианты, обеспечивающие максимальную производительность каждого i -того процесса пиления,

$$\max \frac{x_{1i}^* k_{ni}}{d_i} = \max_{s=1, \dots, s_i} \left\{ \frac{x_{1is}^* k_{nis}}{d_{is}} \right\}. \quad (5)$$

Лимитирующему станку (процессу) соответствует соотношение

$$\frac{x_{1i}^* k_{ni}}{d_i} = \min_{i=1, \dots, m} \left\{ \max \frac{x_{1i}^* k_{ni}}{d_i} \right\}. \quad (6)$$

Таким образом для лимитирующего станка определен вариант и соответствующие ему оптимальные параметры: x_{1i}^* , x_{2i}^* , x_{3i}^* , X_{4i}^* . Здесь следует предпочесть вариант с наименьшей толщиной пилы x_{3i}^* , если она не оказывает влияния на производительность. Это возможно в случаях, если решающими для процесса пиления являются ограничения по работоспособности пил и шероховатости поверхности распила.

По найденным x_{1i}^* и x_{2i}^* лимитирующего процесса принимаем решения по корректировке оптимальных скоростей подачи x_{1i}^* и периодов пиления x_{2i}^* , согласно условиям гармонизации (3), (4). Затем выбираем наименьшие толщины пил x_{3i}^* для всех остальных процессов пиления из условий обеспечения устойчивости пил, требований к точности формы пиломатериалов. Далее для всех остальных процессов по найденным режимным и инструментальным параметрам x_{1i}^* , x_{2i}^* , x_{3i}^* рассчитываем настроечные параметры X_{4i}^* , исходя из заданных вероятностей $[p_i]$ нарушения нижней границы размерного поля допуска пиломатериалов. Такая процедура принятия решений обеспечит

минимальную упущенную выгоду при максимальной линейной производительности лесопильного потока.

Принятие решений по оптимизации работы потока по критерию суммарных затрат отличается лишь выбором лимитирующего процесса пиления.

Здесь критерий суммарных затрат для потока аддитивный и целевая функция имеет вид

$$C = \sum_{i=1}^m \mathcal{Z}_i(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, X_{4i}) \rightarrow \min, \quad (7)$$

где $\mathcal{Z}_i(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, X_{4i})$ — суммарные затраты с учетом упущенной выгоды для i -того процесса пиления.

Имея оптимальные решения по критерию затрат для S_i вариантов локальной модели каждого i -того процесса пиления [2], можно методом динамического программирования выявить наилучший по целевой функции (7) набор вариантов для потока в целом с x_{1i}^* , x_{2i}^* , x_{3i}^* , X_{4i}^* . Лимитирующему станку соответствует соотношение

$$\frac{x_{1i}^* k_{ni}}{d_i} = \min_{i=1, \dots, m} \left\{ \frac{x_{1i}^* k_{ni}}{d_i} \right\}. \quad (8)$$

Остальные решения принимают по методике, изложенной выше.

Суммарные затраты на 1 м³ распиленного сырья в потоке \mathcal{Z} вычисляют по формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{Z} = & \sum_{i=1}^m \left[\frac{a_{1i} d_i}{x_{1i}^* k_{ni}} + \frac{a_{2i} d_i}{x_{1i}^* x_{2i}^* k_{ni}} + a_{3i} (x_{3i}^* - x_{3i}^0) + \right. \\ & \left. + \sum_{q=1}^Q a_{4iq} x_{4iq}^* + \sum_{q=1}^Q \sum_{j=1}^n a_{ijq} p_{ijq} (x_{1i}^*, x_{2i}^*, x_{3i}^*, x_{4iq}^*) \right], \quad (9) \end{aligned}$$

где x_{3i}^0 — минимально допустимая толщина пил на i -том станке;
 p_{ijq} — вероятности нарушения требований к показателю качества обработки j -того вида ($j=1, \dots, n$) на q -той доске ($q=1, \dots, Q$) i -того станка;

$a_{1i}, a_{2i}, a_{3i}, a_{4iq}, a_{ijq}$ — коэффициенты затрат и упущенной выгоды.

Так как объем распиленного сырья на каждом станке определяется скоростью подачи лимитирующего станка x_{1i} , то для i -того станка эксплуатационные затраты (первое слагаемое) и затраты, связанные с расходом, переточками и заменой пил (второе слагаемое), зависят от скорости подачи x_{1i} .

Рассмотрим примеры расчетов оптимальных параметров работы рамных лесопильных потоков по критерию производительности.

Пример 1. В рамном потоке на базе лесопильных рам РД75-6 и РД75-7 и обрешных станков типа ЦДЛ-5А производится распиловка бревен диаметром 18 см по 25—125—25 пилами из легированной стали. Требования к качеству обработки: вероятность нарушения нижней границы размерного поля допуска $[p_i] = 0,5 \%$, шероховатость поверхности распила на конец периода пиления $[R_{z \max}] = 1000$ мкм, размерное поле допуска по ТУ 13-316-76.

В числителе табл. 1 приведены оптимальные по критерию производительности варианты параметров для каждого станка. Для рам

Таблица 1

Оптимальные параметры рамного потока по критерию производительности
($D_{бр} = 18$ см)

Станки	Период пиления x_2^* , мин	Толщина пил x_3^* , мм	Скорость подачи x_1^* , м/мин	По- сылка, мм	Настроенные па- раметры, мм		Затраты Z , коп./м ³ сырья
					x_{41}^*	x_{42}^*	
Рама 1-го ряда	160	$\frac{2,2}{2,2}$	$\frac{13,4}{13,7}$	42	0,72	1,61	46,07
				43	0,78	1,62	46,22
» 2-го »	160	$\frac{2,2}{2,0}$	$\frac{14,4}{14,4}$	45	0,45	0,36	48,40
				45	0,65	0,51	47,00
Обрезной станок 1	480	$\frac{1,8}{1,8}$	$\frac{120}{80}$	0	1,97	—	15,20
				0	1,45	—	12,85
» » 2	480	$\frac{1,8}{1,8}$	$\frac{120}{80}$	0	1,27	—	11,70
				0	0,95	—	10,88

$$\Sigma Z = \frac{121,30}{116,95}$$

Примечание. Настроенные параметры соответствуют: x_{41}^* — тонким доскам; x_{42}^* — брусу и толстым доскам.

скорости подачи соответствуют РТМ [1], толщины пил — средние. Для обрезных станков скорости подачи конструктивно максимальные, коэффициент загрузки принят равным 0,8. Затраты для каждого станка приведены к скорости подачи лимитирующего станка, т. е. к раме 1-го ряда.

В знаменателе табл. 1 скорость подачи доведена до допустимой по шероховатости (с перегрузкой пазух зубьев пил на 2 %). Для второй рамы скорректированы толщины пил и пересчитаны настроенные параметры; коэффициент синхронности τ для рам принят равным 1,05.

Таблица 2

Оптимальные параметры рамного потока по критерию производительности
($D_{бр} = 34$ см)

Станки	Период пиления x_2^* , мин	Толщина пил x_3^* , мм	Скорость подачи x_1^* , м/мин	По- сыл- ка, мм	Настроенные па- раметры, мм			Затраты, Z , коп./м ³ сырья
					x_{41}^*	x_{42}^*	x_{43}^*	
Рама 1-го ряда	160	$\frac{2,2}{2,2}$	$\frac{7,85}{8,30}$	24,5	1,00	—	2,78	45,82
				26,0	1,11	—	2,86	47,22
» 2-го »	160	$\frac{2,2}{2,0}$	$\frac{12,50}{8,70}$	39,0	0,62	0,48	0,82	31,80
				27,2	0,30	0,20	0,62	23,70
Обрезной станок 1	480	$\frac{2,2}{1,8}$	$\frac{95,14}{80,00}$	0	3,28	—	—	20,50
				0	3,07	—	—	18,40
» » 2	480	$\frac{1,8}{1,8}$	$\frac{120,00}{80,00}$	0	2,20	1,27	—	16,20
				0	2,00	1,12	—	15,90

$$\Sigma Z = \frac{114,32}{104,22}$$

Примечание. Настроенные параметры соответствуют: x_{41}^* — тонким доскам толщиной 32 мм; x_{42}^* — тонким доскам толщиной 25 мм; x_{43}^* — брусу и толстым доскам.

Для обрезных станков оказались приемлемы конструктивно минимальные скорости подачи, для них скорректированы настроечные параметры с учетом изменения скорости подачи и параметров затупления, рассчитанных по их фактической загрузке. В результате производительность потока возросла на 2 %, а суммарные затраты снизились на 4 %.

Пример 2. В рамном потоке производится распиловка бревен диаметром 34 см поставками $\frac{32-32-200-32-32}{25-32-75-75-75-32-25}$. Остальные условия совпадают с условиями примера 1.

По аналогии с примером 1 оптимальные технологические параметры процессов пиления представлены в табл. 2.

Здесь в знаменателе таблицы скорость подачи для лимитирующего станка и рамы 1-го ряда также доведена до допустимой по шероховатости (с перегрузкой пазух зубьев пил на 6 %), коэффициент синхронности γ для рам принят равным 1,05.

В результате принятия решений по оптимизации в данном примере производительность потока возрастает на 6 %, а суммарные затраты снижаются на 9 %.

Примеры расчетов показывают, что обоснованное принятие решений по выбору технологических параметров лесопильных потоков позволит снизить затраты за счет уменьшения упущенной выгоды в среднем на 15 коп. на 1 м³ пиломатериалов. Совместно с использованием методики расчета технологических параметров процессов пиления древесины [2] можно получить экономию до 40 коп. на 1 м³ пиломатериалов без существенных единовременных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Руководящие технические материалы по определению величин посылок при распиловке бревен и брусьев хвойных пород на лесопильных рамах пилами с плоскими зубьями. — М.: ЦНИИМОД, 1966. — 61 с. [2]. Фергин В. Р. Методика расчета технологических параметров процессов пиления древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 3, с. 55—58.

Поступила 3 января 1984 г.

УДК 674.05 : 534.1

ДВИЖЕНИЕ НЕУРАВНОВЕШЕННОГО РОТОРА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНЕЙ ВОЗМУЩАЮЩЕЙ СИЛЫ

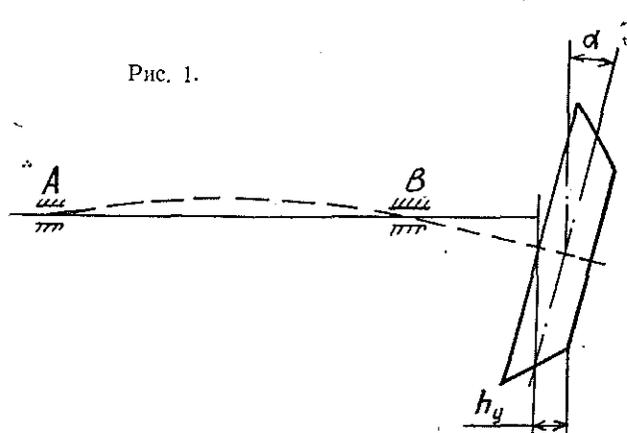
Т. П. СТУКОВА, И. А. ПОПОВА, В. П. ДУШКИН

Архангельский лесотехнический институт

В ряде технических задач необходимо знать угловые отклонения плоскости диска. Примером могут служить задачи о колебаниях ножевых дисков рубительных машин, торцово-конических фрез во фрезерно-брусующих станках и так далее, вызывающих потерю технологической точности.

Колебания экваториальной плоскости диска, фрезы (ротора) при наличии упругой податливости вала вызываются обычно несбалансированностью ротора или внешней возмущающей силой. На характер этих колебаний существенно влияют гироскопические эффекты.

Чтобы учесть все причины, вызывающие отклонения экваториальной плоскости, составим дифференциальные уравнения движения ротора и найдем их частные решения для каждого интересующего нас слу-



чая. Примем следующую расчетную схему: вращающийся вал с закрепленным на нем симметричным ротором (рис. 1).

При составлении дифференциальных уравнений исходим из следующих предположений [1]:

1) центр тяжести ротора и вала находится на оси динамической симметрии и совпадает с началом координат 0;

2) упругая податливость всей системы сосредоточена в вале, так что упрощенно расчетная схема представляет собой упругий вал с закрепленным на нем абсолютно жестким ротором;

3) поступательные перемещения ротора не рассматриваем. Их можно изучить отдельно при помощи теоремы о движении центра масс.

Для составления дифференциальных уравнений движения ротора воспользуемся динамическими уравнениями Эйлера [1, 6]

$$\begin{aligned} I_1 \dot{\omega}_1 + (I_3 - I_2) \omega_2 \omega_3 &= M_1 + M_1^E; \\ I_2 \dot{\omega}_2 + (I_1 - I_3) \omega_3 \omega_1 &= M_2 + M_2^E; \\ I_3 \dot{\omega}_3 + (I_2 - I_1) \omega_1 \omega_2 &= M_3^E, \end{aligned} \quad (1)$$

где I_1, I_2, I_3 — главные моменты инерции ротора;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3$ — проекции мгновенной угловой скорости $\bar{\omega}$ ротора на подвижные оси 1, 2, 3, являющиеся главными осями инерции ротора (рис. 2 в работе [1]);

M_1 и M_2 — моменты действующих на ротор сил упругости вала относительно осей 1 и 2;

M_1^E, M_2^E, M_3^E — главные моменты внешних сил относительно осей 1, 2, 3.

Ротор предполагается симметричным: $I_1 = I_2 = A$; $I_3 = C$.

Повторив рассуждения работы [1], получаем систему уравнений:

$$\begin{aligned} A\ddot{\beta} - H\dot{\alpha} + (A - C) \varepsilon \omega_{30}^2 \cos \omega_{30} t &= (M_1 \sin \gamma + \\ &+ M_2 \cos \gamma) + (M_1^E \sin \gamma + M_2^E \cos \gamma); \\ A\ddot{\alpha} + H\dot{\beta} - (A - C) \varepsilon \omega_{30}^2 \sin \omega_{30} t &= \\ &= (M_1 \cos \gamma - M_2 \sin \gamma) + (M_1^E \cos \gamma - M_2^E \sin \gamma), \end{aligned} \quad (2)$$

где $(M_1 \sin \gamma + M_2 \cos \gamma)$
и $(M_1 \cos \gamma - M_2 \sin \gamma)$ — моменты сил упругости деформированного вала относительно осей Резаля (рис. 4 [1]), равные соответственно — $c\beta$ и — $c\alpha$ (c — жесткость вала на изгиб);
 γ — угол, определяющий поворот ротора вокруг оси Z ;
 ε — угол отклонения оси Z от оси подшипников;
 $\omega_{30} = \dot{\gamma} [1]$;

$$(M_1^E \sin \gamma + M_2^E \cos \gamma)$$

и $(M_1^E \cos \gamma - M_2^E \sin \gamma)$ — моменты внешних сил относительно осей Резаля.

Обозначим

$$\begin{aligned} M_1^E \sin \gamma + M_2^E \cos \gamma &= M_{x_3}; \\ M_1^E \cos \gamma - M_2^E \sin \gamma &= M_{z_3}. \end{aligned} \quad (3)$$

С учетом обозначений (3) система уравнений (2) принимает вид

$$\begin{aligned} A\ddot{\beta} - H\dot{\alpha} + c\beta &= -(A - C)\varepsilon\omega_{30}^2 \cos \omega_{30} t + M_{x_3}; \\ A\ddot{\alpha} + H\dot{\beta} + c\alpha &= (A - C)\varepsilon\omega_{30}^2 \sin \omega_{30} t + M_{z_3}. \end{aligned} \quad (4)$$

Уравнения (4) описывают малые колебания динамически неуравновешенного ротора с гибким валом под действием внешней возмущающей силы.

Влияние упругой податливости вала и динамической несбалансированности ротора на его угловые отклонения рассмотрено в работе [1].

Остановимся на вынужденных колебаниях ротора, возбуждаемых внешней возмущающей силой.

В этом случае система дифференциальных уравнений (4) принимает вид

$$\begin{aligned} A\ddot{\beta} - H\dot{\alpha} + c\beta &= M_{x_3}; \\ A\ddot{\alpha} + H\dot{\beta} + c\alpha &= M_{z_3}. \end{aligned} \quad (5)$$

Учитывая, что углы α и β малы, можно принять

$$M_{x_3} = M_{x_1}; \quad M_{z_3} = M_{z_1}, \quad (6)$$

где M_{x_1} , M_{z_1} — главные моменты внешних сил относительно неподвижных осей x_1 и z_1 .

С учетом равенств (6) система уравнений (5) имеет вид

$$\begin{aligned} A\ddot{\beta} - H\dot{\alpha} + c\beta &= M_{x_1}; \\ A\ddot{\alpha} + H\dot{\beta} + c\alpha &= M_{z_1}. \end{aligned} \quad (7)$$

Это и есть искоемые дифференциальные уравнения движения ротора с гибким валом под действием внешней возмущающей силы.

В зависимости от характера действующих внешних сил их моменты могут быть как постоянными, так и переменными величинами.

Рассмотрим оба эти случая.

I. Внешняя возмущающая сила — величина постоянная

$$M_{x_1} = \text{const}; \quad M_{z_1} = \text{const}.$$

Частные решения системы уравнений (7) находим в виде

$$\beta = D; \quad \alpha = B. \quad (8)$$

После подстановки выражений (8) в уравнения (7) получаем

$$D = \frac{M_{x_1}}{c}; \quad B = \frac{M_{z_1}}{c},$$

следовательно,

$$\beta = \frac{M_{x_1}}{c}; \quad \alpha = \frac{M_{z_1}}{c}, \quad (9)$$

т. е. $\beta = \text{const}$ и $\alpha = \text{const}$.

II. Внешняя возмущающая сила — величина переменная, периодически изменяющаяся.

В этом случае ее целесообразно представить в виде ряда Фурье [4, 7].

Аналогично можно представить и момент этой силы $M(t)$ относительно начала координат

$$M(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{k=\infty} (a_k \cos kpt + b_k \sin kpt), \quad (10)$$

где a_k, b_k — коэффициенты Фурье;

a_0 — определяем путем подстановки значения $k = 0$ в a_k ;

$p = \frac{2\pi}{T}$ — частота внешней возмущающей силы, совпадающая с частотой внешнего возмущающего момента;

T — период изменения силы (момента);

k — номер гармоники.

Коэффициенты Фурье периодической функции определяем по известным формулам [3].

Моменты M_{x_1} и M_{z_1} через $M(t)$ вычисляем следующим образом:

$$\begin{aligned} M_{x_1} &= M(t) \cos \varphi_1; \\ M_{z_1} &= M(t) \sin \varphi_1, \end{aligned} \quad (11)$$

где φ_1 — угол между направлением $\overline{M}(t)$ и положительным направлением оси x_1 .

Формулы (11) справедливы для случая, когда координаты точки приложения внешней силы в неподвижной системе координат постоянны.

С учетом выражений (10) и (11) система уравнений (7) принимает вид

$$\begin{aligned} \ddot{\beta} - \frac{H}{A} \dot{\alpha} + \frac{c}{A} \beta &= \frac{1}{A} M(t) \cos \varphi_1; \\ \ddot{\alpha} + \frac{H}{A} \dot{\beta} + \frac{c}{A} \alpha &= \frac{1}{A} M(t) \sin \varphi_1. \end{aligned} \quad (12)$$

Частные решения системы неоднородных уравнений (12) полностью определяют угловые отклонения ротора при любом периодическом законе изменения внешней возмущающей силы.

Полученные уравнения применим для исследования колебаний вала фрезерного узла фрезерно-брусующего станка ФБС750.

Определим критические частоты и угловые отклонения фрезы, вызванные осевой силой, а также проверим вал на виброустойчивость при следующих исходных данных:

$$\begin{aligned} I_1 = I_2 = A &= 16,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \\ C &= 26,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \\ \omega_{30} &= 78 \text{ с}^{-1}; \\ H = C\omega &= 2090 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}; \\ c = \frac{1}{\delta_{11}} &= \frac{1}{0,228 \cdot 10^{-6}} = 4,385 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}; \\ \delta_{11} &= 0,228 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{Н} \cdot \text{м}}; \end{aligned}$$

средний радиус фрезы $R = 0,322 \text{ м}$; диаметр бревна в комле $D = 0,32 \text{ м}$; z (число ножей) $= 4$; $\varphi_2 = 77,5$; $\varphi_1 = 180^\circ + 77,5^\circ = 257,5^\circ$;

$$\cos \varphi_1 = -\cos \varphi_2; \quad \sin \varphi_1 = -\sin \varphi_2.$$

Моменты инерции фрезы A , C вычислены по известным формулам механики. Коэффициент влияния δ_{11} найден по формуле Мора.

Решения

1. Критические частоты вычисляем по формуле (11) работы [1]

$$\lambda_{1,2}^2 = \frac{2Ac + H^2}{2A^2} \pm \sqrt{\left(\frac{2Ac + H^2}{2A^2}\right)^2 - \frac{c^2}{A^2}};$$

критические скорости [1]

$$\omega_1 = \sqrt{|\lambda_1^2|} = 456 \text{ с}^{-1}; \quad \omega_2 = \sqrt{|\lambda_2^2|} = 582,2 \text{ с}^{-1}.$$

Скорости ω_1 и ω_2 удалены от скорости вращения $\omega_{30} = 78 \text{ с}^{-1}$. При разгоне и торможении вал фрезерного узла не проходит через резонанс.

2. Внешней силой, вызывающей угловые отклонения плоскости фрезы, является реакция бревна, равная по модулю осевой силе $\bar{Q}_{6p}(t) = -\bar{Q}_{oc}(t)$. Значения осевой силы Q_{oc} в различные моменты времени приведены в таблице.

По отношению к неподвижной системе отсчета $Ox_1y_1z_1$ точка приложения силы Q_{6p} при вращении фрезы перемещается по дуге S , соответствующей зоне резания. Чтобы воспользоваться системой уравнений (11), необходимо эту силу привести к неподвижной точке [5].

Выберем за центр приведения некоторую точку k , соответствующую максимальному значению Q_{6p} , и перенесем Q_{6p} в эту точку [5]. Одновременно добавим пару сил с моментом, равным моменту переносимой силы относительно центра приведения:

$$M_k(\bar{Q}_{6p}) = \pm |\bar{Q}_{6p}(t)| h,$$

где h — плечо силы $Q_{6p}(t)$.

Характер изменения момента вдоль дуги S показан на рис. 2 (akb — зона резания).

φ град	Q_{oc} Н	$M(t)$ Н · м	φ град	Q_{oc} Н	$M(t)$ Н · м
2,5	1227,0	367,1	32,5	7027,0	2336,7
5,0	2886,5	959,7	35,0	6511,0	2164,9
7,5	4015,8	1335,2	37,5	5800,0	1928,7
10,0	5317,3	1768,0	40,0	5425,0	1804,0
12,5	6246,9	2077,1	42,5	4573,0	1520,7
15,0	7053,0	2345,1	45,0	3798,0	1262,8
17,5	7474,0	2485,1	47,5	3123,0	1038,5
20,0	7704,0	2561,8	50,0	2550,0	847,9
22,5	7942,0	2640,8	52,5	1673,0	556,3
25,0	7921,0	2633,9	55,0	1247,0	414,9
27,5	7808,0	2596,3	57,5	334,0	111,2
30,0	7487,0	2489,6	60,0	0,0	0,0

На основании принципа суперпозиции влияние на угловые повороты фрезы силы $Q_{op}(t)$, приложенной в точке k , и момента этой силы относительно точки k можно исследовать отдельно.

Рассмотрим влияние силы $Q_{op}(t)$ на колебания фрезы. Так как эта сила — переменная, периодически изменяющаяся величина, то и момент ее $M(t)$ относительно центра тяжести фрезы:

$$|M(t)| = |Q_{op}(t)|R$$

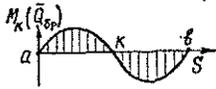


Рис. 2. График изменения момента $M_k(Q_{op})$.

изменяется по аналогичному закону, где R — средний радиус фрезы. Значения $M(t)$, соответствующие различным значениям $Q_{oc}(t)$, приведены в таблице.

Разложим $M(t)$ в ряд Фурье по синусам [3]

$$M(t) = \sum_{k=1}^{36} b_k \sin kpt. \quad (13)$$

Значения коэффициентов Фурье b_k заданной функции $M(t)$ (см. табл.) вычислены на ЭВМ «Наири-4».

Систему дифференциальных уравнений (11) с учетом выражения (13) запишем следующим образом:

$$\ddot{\beta} - \frac{H}{A} \dot{\alpha} + \frac{c}{A} \beta = -\frac{1}{A} \cos \varphi_2 \sum_{k=1}^{36} b_k \sin kpt; \quad (14)$$

$$\ddot{\alpha} + \frac{H}{A} \dot{\beta} + \frac{c}{A} \alpha = -\frac{1}{A} \sin \varphi_2 \sum_{k=1}^{36} b_k \sin kpt.$$

Частные решения системы неоднородных уравнений (14)

$$\beta = \sum_{k=1}^{36} \beta_k; \quad \alpha = \sum_{k=1}^{36} \alpha_k. \quad (15)$$

Здесь β_k, α_k — частные решения, соответствующие членам ряда, стоящим под знаком суммы в системе (14):

$$\beta_k = B_k \sin kpt + D_k \cos kpt; \quad (16)$$

$$\alpha_k = N_k \sin kpt + F_k \cos kpt,$$

где B_k, D_k, N_k, F_k — постоянные.

Подставим (16), а также первые и вторые производные по времени от β_k и α_k в систему уравнений (14). После преобразования получим

$$\left. \begin{aligned} -B_k k^2 p^2 + \frac{H}{A} F_k k p + \frac{c}{A} B_k &= -\frac{b_k}{A} \cos \varphi_2; \\ -D_k k^2 p^2 - \frac{H}{A} N_k k p + \frac{c}{A} D_k &= 0; \\ -N_k k^2 p^2 - \frac{H}{A} D_k k p + \frac{c}{A} N_k &= -\frac{b_k}{A} \sin \varphi_2; \\ -F_k k^2 p^2 + \frac{H}{A} B_k k p + \frac{c}{A} F_k &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Решая систему уравнений (17), определим постоянные

$$\left. \begin{aligned} B_k &= -\frac{b_k \cos \varphi_2 + H k p F_k}{A \left(\frac{c}{A} - k^2 p^2 \right)}; \\ D_k &= -\frac{H k p b_k \sin \varphi_2}{A^2 \left(\frac{c}{A} - k^2 p^2 \right)^2 - H^2 k^2 p^2}; \\ N_k &= \frac{H k p D_k - b_k \sin \varphi_2}{A \left(\frac{c}{A} - k^2 p^2 \right)}; \\ F_k &= \frac{H k p b_k \cos \varphi_2}{A^2 \left(\frac{c}{A} - k^2 p^2 \right)^2 - H^2 k^2 p^2}. \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Частные решения β_k, α_k в амплитудной форме имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \beta_k &= A_{\beta k} \sin(kpt - \varepsilon_{\beta k}); \\ \alpha_k &= A_{\alpha k} \sin(kpt - \varepsilon_{\alpha k}), \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

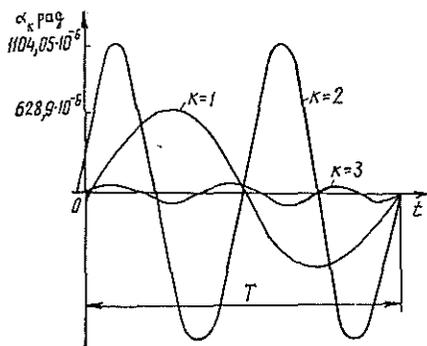
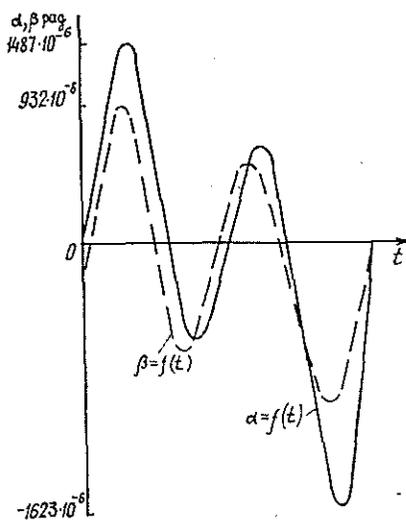
где A и ε — соответственно амплитуды и сдвиги фаз вынужденных колебаний.

Амплитуды и сдвиги фаз вынужденных колебаний связаны с постоянными B_k, D_k, N_k, F_k следующими соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} A_{\beta k} &= \sqrt{B_k^2 + D_k^2}; \quad \operatorname{tg} \varepsilon_{\beta k} = -\frac{D_k}{B_k}; \\ A_{\alpha k} &= \sqrt{N_k^2 + F_k^2}; \quad \operatorname{tg} \varepsilon_{\alpha k} = -\frac{F_k}{N_k}. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Значения $B_k, D_k, N_k, F_k, A_{\beta k}, A_{\alpha k}, \varepsilon_{\beta k}, \varepsilon_{\alpha k}$ вычислены на ЭВМ для индексов k , меняющихся от 1 до 36.

Коэффициенты N_k и F_k уже при $k = 4$ на три порядка меньше, чем N_1 и F_1 . Поэтому при определении $\alpha = \sum_{k=1}^{36} \alpha_k$ ограничимся первыми четырьмя гармониками, приведенными на рис. 3. Просуммируем ординаты α_k в точках, отстоящих по оси абсцисс на расстояниях, равных $T/20$. По полученным значениям $\alpha = \sum \alpha_k$ строим график изменения угла α во времени (сплошная линия на рис. 4). Вычислив коэффициенты B_k и D_k , получаем значение угла $\beta = \sum_1^{36} \beta_k$. График изменения угла β во времени приведен на рис. 4 (пунктирная линия).

Рис. 3. График изменения α_k при $k = 1-3$.Рис. 4. Графики изменения углов α и β во времени.

Отклонение плоскости среднего радиуса фрезы на угол α соответствует горизонтальному отклонению сечения ножа этой плоскости на величину $h_y(\alpha)$

$$h_{y(\alpha)}^{max} = \alpha_{max} R = 1622 \cdot 10^{-6} \cdot 0,332 \cdot 10^6 = 550 \text{ мкм.}$$

Аналогично

$$h_{y(\beta)}^{max} = \beta_{max} R = 932 \cdot 10^{-6} \cdot 0,332 \cdot 10^6 = 309,4 \text{ мкм.}$$

Полученные значения отклонений плоскости среднего радиуса фрезы не являются окончательными, так как в приведенном расчете не учтен момент силы $Q_{op}(t)$ относительно центра приведения — точки k .

Но даже эти заниженные значения горизонтальных отклонений весьма значительны по сравнению с допуском на шероховатость поверхности (750 мкм) при фрезеровании торцово-коническими фрезами.

3. Проверка вала на виброустойчивость.

Частоты гармонических составляющих внешнего возмущающего момента (момента осевой силы относительно центра тяжести фрезы) имеют следующие значения:

$$p_1 = z\omega = 4 \cdot 78 = 312 \text{ с}^{-1}; \quad p_2 = 2p_1 = 624 \text{ с}^{-1};$$

$$p_3 = 3p_1 = 936 \text{ с}^{-1}; \quad p_4 = 4p_1 = 1248 \text{ с}^{-1} \text{ и т. д.}$$

Собственные частоты $\omega_1 = 456 \text{ с}^{-1}$; $\omega_2 = 582 \text{ с}^{-1}$.

Резонанс по первой гармонике возмущающего момента ($p_1 = 312 \text{ с}^{-1}$) отсутствует, но p_1 совпадает с левой границей опасной зоны ($\frac{p_1}{\omega_1} \approx 0,7$). Это настораживает, так как возможно развитие в системе опасных установившихся вынужденных колебаний. По второй гармонике возмущающего момента возможен резонанс, так как p_2 попадает в опасную зону $\frac{p_2}{\omega_2} \approx 1,1$.

Чтобы уйти от опасной зоны [2] и возможности возникновения резонанса, необходимо или увеличить число ножей до 10, или изменить собственные частоты упругой системы варьированием A , C , s .

Применение предлагаемой методики к расчету механических систем, соответствующих схемам на рис. 1 (и рис. 2 работы [1]), позволяет решить широкий круг вопросов по их рациональному проектированию с целью повышения виброустойчивости и технологической точности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Блюмин Г. Д., Стукова Т. П. Колебания динамически неуравновешенного ножевого диска рубительной машины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 2. [2]. Вейц В. Л., Дондошанский В. К., Чиряев В. И. Вынужденные колебания в металлорежущих станках. — М.—Л.: Машгиз, 1959. [3]. Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. Численные методы анализа. — М.: Физматгиз, 1963. [4]. Дешевой М. А. Элементы деревообрабатывающих станков и их расчет. — Механ. технол. дерева. Ч. 3. Л.: Гослестехиздат, 1939. [5]. Добронравов В. В., Никитин Н. Н., Дворников А. Л. Курс теоретической механики. — М.: Высш. школа, 1974. [6]. Магнус К. Гироскоп. Теория и применение. — М.: Мир, 1974. [7]. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле. — М.: Наука, 1967.

Поступила 7 сентября 1983 г.

УДК 62-752.001.57 : 621.914.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ВИБРАЦИИ СИСТЕМЫ СПИД ПРИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

С. А. АПОСТОЛЮК, В. И. БЕЛОШИЦКИЙ, П. П. ПЕТРИВ,
Н. А. ВАРАКИНА

Львовский лесотехнический институт
Львовский завод фрезерных станков
Архангельский лесотехнический институт

Предварительные исследования показали, что при фрезеровании древесины вибрации системы станок — приспособление — инструмент — деталь (СПИД) во многом зависят от ее динамических характеристик, среди которых особое значение имеет жесткость. Жесткость системы СПИД зависит от жесткости ее узлов. Для изучения характера влияния жесткости этих узлов на вибрации системы СПИД в настоящей работе использован дереворежущий станок С2Ф4, на основании которого создана динамическая модель [1]. Для упрочения расчетной схемы в конструкции станка условно выделены две колебательные дискретные автономные массы подсистем: инструмента и детали — приспособления. При фрезеровании древесины связь между данными массами осуществляется посредством контакта резца с обрабатываемой заготовкой, при холостом ходе связи нет.

Изгибно-крутильные вибрации системы СПИД под влиянием возмущающих сил при фрезеровании древесины выразим следующими дифференциальными уравнениями:

$$m_1 \ddot{x} + c_3 x = R_x - P_x - F_x - S_x \delta(t - jt_0); \quad (1)$$

$$m_1 \ddot{y} + c_1 y = P_y - R_y - F_y - S_y \delta(t - jt_0); \quad (2)$$

$$M \ddot{x} - c_2 x_1 = P_x - R_x + F_x + S_x \delta(t - jt_0) - \frac{M}{t_1} \dot{x}_1; \quad (3)$$

$$M \ddot{y}_1 - c_4 y_1 = R_y - P_y + F_y + S_y \delta(t - jt_0) - \frac{M}{2t_1} \dot{y}_1; \quad (4)$$

$$m_1 r^2 \ddot{\Psi} = [P + S \delta(t - jt_0)] r, \quad (5)$$

где m_1, M — массы подсистем: инструмента и детали — приспособления;
 c_1, c_2, c_3, c_4 — вертикальные и горизонтальные жесткости подсистем;
 x, y, x_1, y_1 — смещение масс подсистем m_1 и M в горизонтальном и вертикальном направлениях;
 F_x, F_y — горизонтальные и вертикальные составляющие сил дисбаланса;
 P_x, R_x, P_y, R_y — горизонтальные и вертикальные составляющие касательных и радикальных сил резания;
 S_x, S_y — горизонтальные и вертикальные составляющие сил удара резца о заготовку;
 P, S — касательная силы резания и сила удара резца о заготовку;
 $\delta(t - jt_0)$ — функция Дирака;
 $\frac{M}{t_1} \dot{x}_1, \frac{M}{2t_1} \dot{y}_1$ — силы сопротивления, возникающие в результате движения заготовки при помощи подающего устройства;
 t_1 — время резания одного резца;
 r — радиус режущего инструмента;
 ψ — амплитуда крутильных вибраций.

Решение уравнений (1) — (5) относительно вибросмещений x, y, x_1 и y_1 и результаты исследования влияния возмущающих сил на вибрации системы СПИД приведены в работах [1, 2]. На основании полученных уравнений траекторий вибросмещений в данной работе сделана попытка изучить влияние вертикальных жесткостей подсистем: инструмента c_1 и детали — приспособления c_4 , а также их масс на вибрацию СПИД.

В результате исследований установлено следующее.

1. Жесткость основных узлов системы СПИД оказывает существенное влияние на характер колебательного процесса, определяя амплитуду и частоту вибраций, а также их затухание (рис. 1).

2. С увеличением жесткости подсистемы инструмента частота вибрации возрастает, что приводит к уменьшению амплитуды вынужденных вибраций (рис. 2, а).

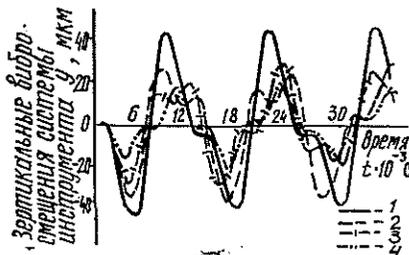


Рис. 1. Траектории вибраций подсистемы инструмента при различной ее жесткости.

1 — $c_1 = 4500$ кг/мм; 2 — 5500;
 3 — 6500; 4 — 10 000 кг/мм.

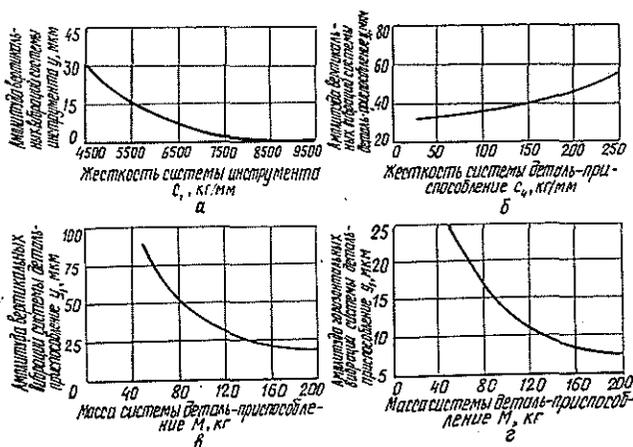


Рис. 2. Зависимость амплитуды колебаний основных узлов системы СПИД от их жесткости (а, б) и массы (в, г).

3. При увеличении жесткости подсистемы деталь — приспособление от 5 до 250 кг/мм наблюдается одновременное увеличение ее собственной частоты и амплитуды вынужденных вибраций (рис. 2, б). Это объясняется возникновением резонанса, происходящего в результате приближения частот собственных ($f_c = 196$ Гц) к частоте вынужденных вибраций подсистемы инструмента ($f_b = 200$ Гц).

4. С увеличением массы подсистемы инструмента ножевого вала возрастают центробежные силы и импульсный удар резца о заготовку [2], что приводит к увеличению вибрации системы СПИД (рис. 2, в).

5. При увеличении массы подсистемы деталь — приспособление амплитуда вынужденных колебаний уменьшается (рис. 2, г).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Апостолюк С. А. К вопросу моделирования вибраций системы «станок — инструмент — деталь — приспособление» при фрезеровании древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 6, с. 74—80. [2]. Апостолюк С. А., Юринец В. Е. К расчету сил удара резца о заготовку при цилиндрическом фрезеровании древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 1, с. 81—85.

Поступила 26 сентября 1983 г.

УДК 536.242

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРЫ ЕЛИ

В. Г. ГРОМОВ, Р. В. ЛУЦЫК, В. Л. ЛОМАЗОВ
Институт технической теплофизики АН УССР

Процессы тепло- и влагопереноса (нагрев, сушка, охлаждение) играют важную роль на различных стадиях переработки коры. Аналити-

ческий расчет этих процессов требует знания некоторых теплофизических свойств обрабатываемого материала.

В институте технической теплофизики АН УССР совместно с Киевским технологическим институтом легкой промышленности (КТИЛП) проведены исследования коры ели, отобранной на Выгодском и Бергометском лесокombинатах (ЛК).

В ходе исследований определяли следующие теплофизические характеристики образцов коры ели и ее составляющих (корки и луба): коэффициенты тепло- и температуропроводности λ и a и объемную теплоемкость c .

Коэффициенты теплопроводности образцов определяли на установке и по методике, разработанной в Институте технической теплофизики [3]. Удельную теплоемкость измеряли методом, разработанным Ю. П. Барским с сотрудниками [1] и основанным на непрерывном нагреве образца в чисто диатермических условиях. Конструкция установки детально описана в работе [4].

При наличии тепловой оболочки вокруг образца поступающий в него тепловой поток описывается уравнением:

$$\frac{dQ}{d\tau} = K\Delta t - Hv, \quad (1)$$

где K , H — постоянные калориметра;
 Δt — перепад температуры на оболочке;
 $v = \frac{dt}{d\tau}$ — скорость нагрева калориметра.

Этот поток поглощается образцом и вызывает его нагревание:

$$\frac{dQ}{d\tau} = mc_p \frac{dt}{d\tau} = mc_p v, \quad (2)$$

где m — масса образца;
 c_p — средняя удельная теплоемкость при $p = \text{const}$.

Из уравнений (1) и (2) следует:

$$c_p = \frac{K\Delta t}{mv} - \frac{H}{m}. \quad (3)$$

Постоянные K и H определяли при калибровке калориметра по эталонным веществам [1]. В качестве эталона брали кварц и воздух.

В этом случае

$$K = \frac{(mc_p)_1 - (mc_p)_2}{\left(\frac{\Delta t}{v}\right)_1 - \left(\frac{\Delta t}{v}\right)_2}; \quad (4)$$

$$H = \frac{(mc_p)_1 \left(\frac{\Delta t}{v}\right)_2 - (mc_p)_2 \left(\frac{\Delta t}{v}\right)_1}{\left(\frac{\Delta t}{v}\right)_1 - \left(\frac{\Delta t}{v}\right)_2}. \quad (5)$$

С учетом того, что для воздуха можно допустить $c_p = 0$, формулы (4) и (5) упрощаются:

$$K = \frac{(mc_p)_1}{\left(\frac{\Delta t}{v}\right)_1 - \left(\frac{\Delta t}{v}\right)_2}; \quad (6)$$

$$H = \frac{(mc_p)_1 \left(\frac{\Delta t}{v}\right)_2}{\left(\frac{\Delta t}{v}\right)_1 - \left(\frac{\Delta t}{v}\right)_2} \quad (7)$$

Обработка результатов измерения заключается в определении величин Δt и v по диаграммной ленте потенциометра с последующим расчетом по формуле (3).

Контрольные измерения образцов полиметилметакрилата показали, что средняя квадратичная погрешность эксперимента в интервале 290—400 К составляет не более 3 %.

Коэффициент температуропроводности рассчитывали по формуле

$$a = \frac{\lambda}{c\rho}, \quad (8)$$

где ρ — плотность материала; ее определяли экспериментально как отношение массы к объему материала.

Результаты теплофизических измерений и расчетов сведены в табл. 1 и 2.

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что теплоемкость образцов коры ели зависит от их влажности и температуры. Теплоемкость воздушно-сухих образцов примерно в 1,5—2 раза меньше, чем влажных. Это объясняется тем, что теплоемкость воды c_v в порах материала значительно выше, чем теплоемкость твердой фазы $c_{\text{сух.м}}$: $c_v = 4,19$ кДж/(кг·К), а $c_{\text{сух.м}} \approx 2,0$ кДж/(кг·К).

Таблица 1

Зависимость теплоемкости коры ели от температуры

Температура материала, °С	Теплоемкость материала, кДж/(кг·К)	
	сухого ($c_{\text{сух.м}}$)	влажного ($c_{\text{вл.м}}$)
60	2,2	2,9
	1,8	2,9
70	2,3	3,0
	1,8	2,8
80	2,2	3,0
	1,9	3,5
90	2,3	3,3
	2,0	3,8
100	2,3	3,5
	2,1	4,1

Примечание. В числителе данные для коры ели Выгодского ЛК; в знаменателе — Берегометского ЛК.

Таблица 2

Теплофизические характеристики коры ели

Образец	Температура, °С	Влажность, %	Теплоемкость (средняя), кДж/(кг·К)	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Плотность, кг/м ³	Коэффициент температуропроводности 10^{-7} м ² /с
Пластина (40×40× ×2 мм) коры ели	40	140—130	3,0	0,360	980	1,19
	26	90—80	3,5	0,266	610	1,30
То же	43	60—50	2,2	0,350	—	—
	40	15—12	—	0,097	—	—
» »	34	2—3	2,2	0,096	710	0,62
	40	2—3	1,9	0,082	490	0,88
Фракция 2—3 мм	42	2—3	2,2	0,080	—	—
	—	—	—	—	—	—

Примечание. В числителе данные для коры ели Выгодского ЛК; в знаменателе — Берегометского ЛК.

Экспериментальные значения теплоемкости влажного материала $c_{\text{вл.м}}$ хорошо совпадают со значениями $c_{\text{вл.м}}$, рассчитанными по формуле:

$$c_{\text{вл.м}} = c_{\text{сух.м}} + \frac{c_{\text{в}} - c_{\text{сух.м}}}{100} \cdot W, \quad (9)$$

где W — влажность материала.

Увеличение температуры в интервале 60—100 °С почти не влияет на теплоемкость сухих образцов коры ели, но значительно повышает теплоемкость влажных образцов за счет увеличения теплоемкости воды.

В табл. 2 сведены значения теплоемкости c , коэффициента теплопроводности λ и плотности ρ , для которых по формуле (8) рассчитаны коэффициенты температуропроводности a . Коэффициент теплопроводности исследуемых материалов, как и теплоемкость, сильно зависит от влагосодержания, что согласуется с данными исследований [2]. При этом было выяснено, что величина λ определяется также формами связи влаги с материалом. При удалении влаги из макропор (от $W = 100$ —140 % до $W = 60$ —70 %) величина λ практически не изменяется. При испарении гигроскопической и особенно адсорбированной влаги коэффициент теплопроводности резко уменьшается (в 3—4 раза). Коэффициент теплопроводности влажных образцов ели Выгодского ЛК выше, чем Берегометского. Это, вероятно, объясняется более высокой плотностью коры ели Выгодского ЛК.

Комплексный анализ данных, полученных в результате проведенных исследований, позволяет заключить, что при уменьшении влагосодержания образцов коры ели от 140—130 % до 2—3 % коэффициент теплопроводности уменьшается в 4 раза, а коэффициент температуропроводности — в 2 раза.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дульнев Г. И., Чудновский А. Ф. Современное состояние проблемы оценки и анализа теплофизических свойств материалов. — В кн.: Тепло- и массоперенос. М.—Л.: Энергия, 1966, т. 7, с. 3—14. [2]. Лыков А. В. Теория сушки. — М.: Энергия, 1966. — 470 с. [3]. Техническое описание и инструкция по эксплуатации прибора для измерения теплопроводности ИТ-3. — Киев: Ин-т техн. теплофизики, 1976. [4]. Тытученко В. С. Исследование теплофизических свойств некоторых ненаполненных и наполненных аморфных полимеров: Автореф. дис. . . канд. физ.-мат. наук. — Киев, 1970, с. 24.

Поступила 23 февраля 1983 г.

УДК 62-525

АВТОМАТИЧЕСКИ РЕГУЛИРУЕМЫЕ ЦЕХОВЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПНЕВОТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ (АРЦУПС)

Г. Ф. КОЗОРИЗ

Львовский лесотехнический институт

Для улавливания и удаления измельченной древесины и пыли от режущих головок деревообрабатывающих станков широкое распространение получили универсальные пневмотранспортные системы (УПС) с коллекторами. Основной недостаток этих систем — постоянный режим их работы, связанный с конкретным технологическим оборудованием и его размещением, что требует индивидуального проектирования и изготовления.

Расход воздуха в УПС всегда максимальный, независимо от фактического количества одновременно работающих станков, что приво-

дит к большому непроизводительному расходу электроэнергии и потерям тепла с воздухом, выбрасываемым в атмосферу. Расчеты, проведенные в Гипродревпроме, показали, что снижение расхода воздуха пневмотранспортом мебельных предприятий Минлеспрома СССР только на 10 % дает возможность экономить 150 тыс. т условного топлива в год. В связи с недостатками УПС большое значение имеют разработка и внедрение в деревообрабатывающую промышленность более экономичных пневмотранспортных систем.

Наиболее перспективны разработанные на кафедре теории механизмов и деталей машин Львовского лесотехнического института (ЛЛТИ) автоматически регулируемые цеховые универсальные пневмотранспортные системы (АРЦУПС), в которых расход воздуха плавно регулируется в зависимости от необходимого расхода воздуха приемниками одновременно работающих станков. Такие УПС работают при режимах, близких к оптимальным, и потребляют в 2—2,5 раза меньше электроэнергии и тепла. Для этих систем достаточно разработать несколько типоразмеров основных узлов, из которых можно компоновать АРЦУПС с различным расходом воздуха для любых технологических потоков. Это дает возможность осуществить серийное производство основных узлов систем.

В лаборатории пневмотранспорта ЛЛТИ разработаны и исследуются АРЦУПС, выполненные по четырем схемам (С1—С4). Во всех схемах элементы АРЦУПС от приемника до коллектора работают одинаково, т. е. при закрытии (открытии) клапанов 2 и 8 изменяется количество воздуха, поступающее в коллектор, а значит и статическое давление в нем.

АРЦУПС, выполненная по схеме С1, может иметь, кроме одного коллектора и транспортной установки (ТУ), одну или две установки отбора воздуха (УОВ) с переменным расходом воздуха и одну или две УОВ с постоянным расходом воздуха. Данная схема предназначена для средних расходов воздуха и обслуживания средних площадей производственных помещений.

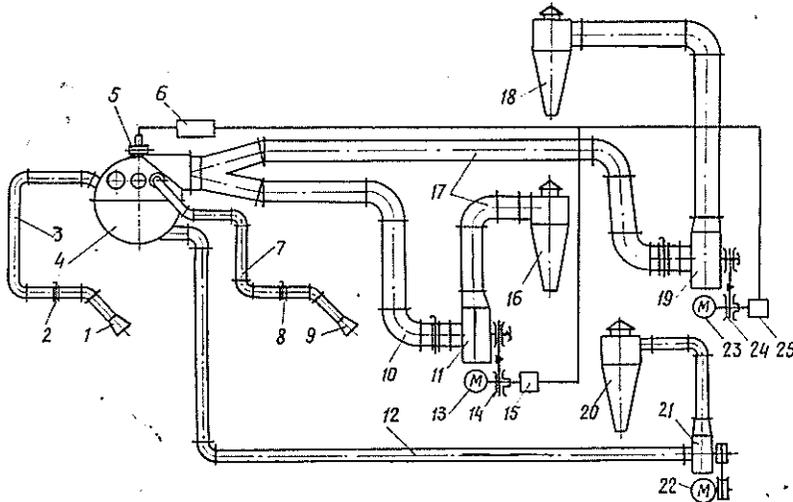


Рис. 1. АРЦУПС, выполненная по схеме С1.

АРЦУПС, выполненная по такой схеме (рис. 1), работает следующим образом. При изменении статического давления в коллекторе 4 система автоматического регулирования 5, 6, 15 и 25 включает (выключает) УОВ и с помощью клиноременных вариаторов скорости 14 и 24 изменяет частоту вращения вентиляторов, настраивая АРЦУПС на оптимальный режим работы. Транспортная установка 12, 20, 21, 22 работает в стационарном режиме.

На рис. 1 введены также следующие обозначения: 1 и 9 — приемники деревообрабатывающего станка; 3 и 7 — ответвления к приемнику; 2 и 8 — клапаны приводные; 10 и 17 — воздухопроводы УОВ; 11 и 19 вентиляторы; 13 и 23 — электродвигатели; 16 и 18 — циклоны.

АРЦУПС, выполненная по схеме С2, может иметь, кроме ТУ, от двух до двадцати коллекторов и один сборный коллектор, одну или две УОВ с переменным расходом воздуха и одну или две УОВ с постоянным расходом воздуха. Данная схема предназначена для больших расходов воздуха и может обслуживать большие площади производственных помещений.

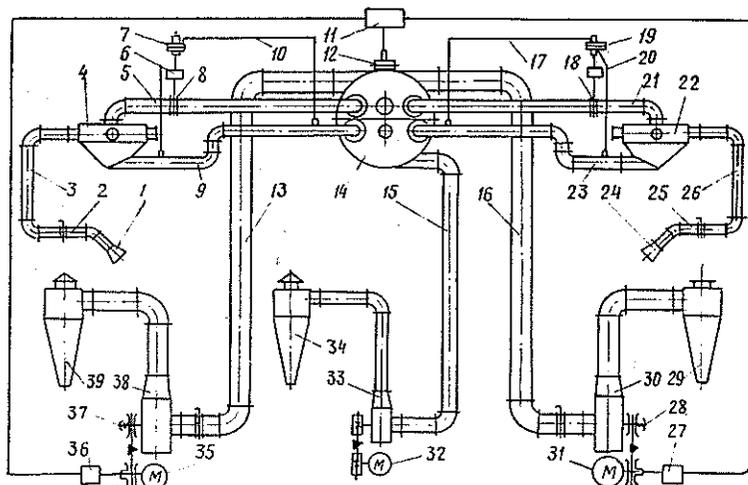


Рис. 2. АРЦУПС, выполненная по схеме С2.

АРЦУПС, выполненная по схеме С2 (рис. 2), работает следующим образом. При изменении количества воздуха в коллекторах 4 и 22 необходимо обеспечить постоянство режима движения аэросмеси в транспортных трубах 9 и 23. Этот режим поддерживается с помощью специальных систем автоматического регулирования 6—8, 10, 17—20, которые поддерживают постоянным сопротивление уравнительной трубы (равное сопротивлению транспортной трубы), перекрывая ее сечные клапаном пропорционального регулирования. Далее из уравнительной трубы воздушный поток, а из транспортной — аэросмесь попадают в сборный коллектор 14, откуда транспортируемый материал с частью воздуха удаляется транспортной установкой 15, 32—34, а остальной воздух удаляется УОВ 11—13, 16, 27—31, 35—39.

При изменении количества воздуха, поступающего в коллектор 14, в нем меняется статическое давление. Система автоматического регу-

лирования 11, 12, 27, 30, 36, реагируя на изменение статического давления, меняет передаточное отношение клиноременных вариаторов скорости 28, 37, а изменяя частоту вращения вентиляторов УОВ, настраивает их на оптимальный режим работы.

На рис. 2 также обозначено: 1 и 24 — приемники деревообрабатывающего станка; 3 и 26 — ответвления к приемнику; 2 и 25 — клапаны приводные; 5 и 21 — уравнивательные трубы.

АРЦУПС, выполненная по схеме СЗ, может иметь, кроме ТУ, от двух до двадцати коллекторов и два сборных коллектора, одну или две УОВ с регулируемым и одну или две УОВ с постоянным расходом воздуха. Данная схема предназначена для больших расходов воздуха и может обслуживать большие площади производственных помещений.

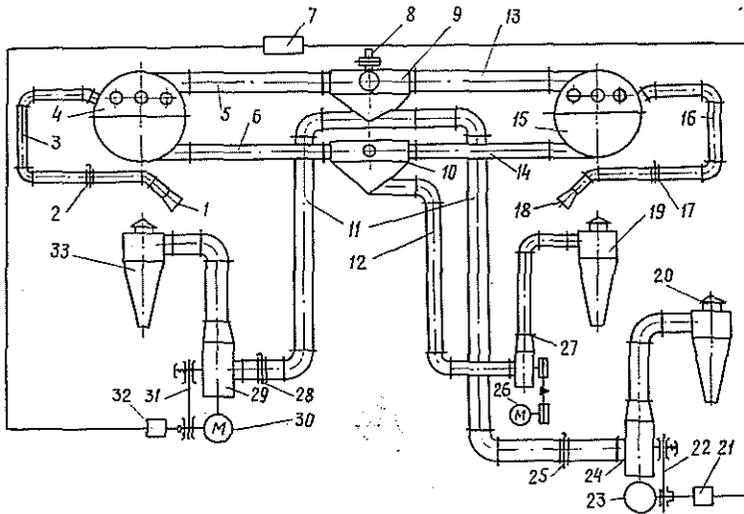


Рис. 3. АРЦУПС, выполненная по схеме СЗ.

АРЦУПС, выполненная по схеме СЗ (рис. 3), работает следующим образом. В коллекторах 4 и 15 поток аэросмеси распределяется на аэросмесь повышенной концентрации, которая направляется по транспортным трубам 6 и 14 в сборный коллектор 10 ТУ, а воздушный поток, направляемый по уравнивательной трубе 5 и 13 в сборный коллектор 9 УОВ.

При изменении количества воздуха, поступающего в коллектор 9, в нем меняется статическое давление. Изменение статического давления фиксируется датчиком 8, и с помощью командного блока 7 соответственно включаются УОВ; через исполнительные механизмы соответственно меняется передаточное отношение клиноременных вариаторов скорости 22 и 31 и тем самым изменяется режим работы вентиляторов 24 и 29 УОВ. Часть АРЦУПС, предназначенная для транспортирования аэросмеси (транспортные трубы 6 и 14, коллектор 10 ТУ и транспортная установка 12, 19, 26, 27), работает в стационарном режиме.

На рис. 3 введены также следующие обозначения: 1 и 18 — приемники деревообрабатывающего станка; 3 и 16 — ответвления к приемнику; 2 и 17 — клапаны приводные; 11 — воздухопроводы УОВ; 25 и 28 —

клапаны обратные; 20 и 33 — циклоны; 23 и 30 — электродвигатели; 21 и 32 — исполнительные механизмы.

АРЦУПС, выполненная по схеме С4, имеет один коллектор, транспортную и уравнивательную трубы и одну УОВ. Данная схема предназначена для малых расходов воздуха и может обслуживать ограниченную площадь производственного помещения. АРЦУПС, выполненная по такой схеме (рис. 4), работает следующим образом. При изменении количества воздуха, поступающего в коллектор 4, система автоматического регулирования 7, 8, 15, реагируя на изменение статического давления, меняет передаточное отношение клиноременного вариатора скорости 14 УОВ (11—14), изменяя и частоту вращения вентилятора 12. Одновременно с помощью клапана пропорционального регулирования поддерживается постоянное сопротивление уравнивательной трубы 6.

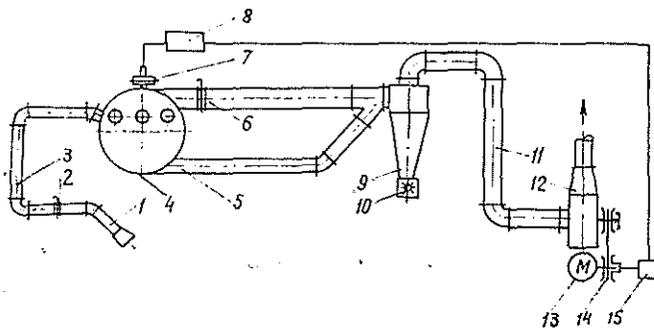


Рис. 4. АРЦУПС, выполненная по схеме С4.

На рис. 4 также обозначено: 1 — приемник деревообрабатывающего станка; 2 — клапан приводной; 3 — ответвление к приемнику; 5 — транспортная труба; 9 — циклон; 10 — пылевой затвор.

Разработано несколько вариантов схем автоматического регулирования АРЦУПС. Один из рабочих вариантов системы автоматического регулирования подачи вентилятора УОВ изображен на рис. 5.

К коллектору 1 с помощью гибкого шланга подключен дифференциально-транспортный индукционный датчик давления 2 (дифференциальный тягометр) типа ДТ-2 или ДМ. Датчик состоит из специальной дифференциально-трансформаторной катушки с подвижным сердечником, который перемещается с помощью мембраны. Положение сердечника зависит от регулируемой величины. В качестве регулятора применяли дифманометр 3 типа КСД-2; в дифманометре имеется идентичная дифференциально-трансформаторная катушка. Следовательно, каждому положению сердечника датчика соответствует свое определенное положение сердечника в катушке дифманометра.

Применяются исполнительные механизмы типа МЭМ, ВА3 или червячный редуктор с электродвигателем мощностью 110—200 Вт. Для изменения частоты вращения вентиляторов используют клиноременной вариатор скорости.

Система автоматического регулирования (рис. 5) работает следующим образом. При отклонении статического давления в коллекторе 1 перемещается сердечник индукционной катушки датчика 2. Дифманометр КСД-2 включает с помощью реверсивного пускателя 5 электродвигатель 4 исполнительного механизма, который изменяет переда-

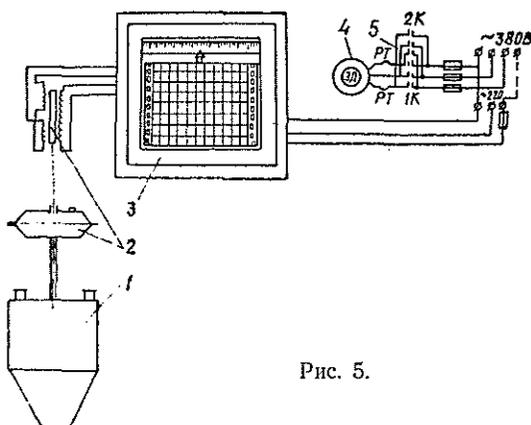


Рис. 5.

точное отношение вариатора скорости, осуществляя автоматическое плавное регулирование режимов работы вентилятора УОВ.

При наличии нескольких УОВ для их последовательного включения (выключения) устанавливается командный блок, содержащий дифманометр КСД-2 и блок переключения, который состоит из нескольких реле тока и реле времени.

В связи с тем, что режим работы АРЦУПС регулируется и максимальный расход воздуха можно задавать количеством установок отбора воздуха, а командный блок можно устанавливать на любую величину статического давления, появляется возможность серийного производства узлов, из которых можно комплектовать универсальные системы с любым расходом воздуха для любых технологических потоков. Эти системы будут потреблять значительно меньше электроэнергии и дадут значительную экономию тепла за счет уменьшения количества воздуха, удаляемого из цеха в холодный период года. АРЦУПС будут удобны в эксплуатации, так как в случае ухудшения отсоса отходов можно простым перемещением задатчика электронного регулятора увеличить статическое давление в коллекторе, а значит улучшить работу всей системы.

Эти пневмотранспортные системы могут проектироваться с определенным запасом по расходу воздуха, что в процессе эксплуатации даст возможность подключить к ним дополнительное оборудование без каких-либо переделок самих систем. Система автоматического регулирования сама «учтет» увеличение расхода воздуха пневмотранспортной системы.

В связи с переменным расходом воздуха и режимом работы существующие методики расчета не могут использоваться для проектирования АРЦУПС.

Во Львовском лесотехническом институте разработана методика для расчета таких систем с помощью ЭВМ. По этой методике на В. Бычковском комбинате объединения Закарпатлес изготовлена и проходит пусконаладочные испытания одна АРЦУПС. Внедрение этой АРЦУПС позволит экономить 150 тыс. кВт·ч электроэнергии и 80 гкал тепла в год.

По совместным разработкам ЛЛТИ и Гипродревпрома начались работы по внедрению АРЦУПС на Электрогорском мебельном комбинате. Внедрение двух АРЦУПС на этом предприятии даст экономию в год 200 гкал тепла и 458 тыс. кВт·ч электроэнергии. Годовой экономический эффект составит 13 120 р. при сроке окупаемости дополнительных капиталовложений 0,38 года.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.085.2 : [541.12 : 542.942 : 543.85]

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ТЕРМОПОЛИМЕРИЗАЦИИ
ТАЛЛОВОГО МАСЛА ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Д. А. АФОНИН, А. А. БАГАЕВ, Г. И. ЦАРЕВ, А. И. КИПРИАНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Талловое масло лиственных пород (ТМлп) представляет собой сложную смесь предельных и непредельных жирных кислот, неомыляемых и окисленных веществ. Высокое содержание непредельных жирных кислот (54—69 % от общего количества жирных кислот), в основном олеиновой, линолевой и линоленовой [3, 5], делают талловое масло перспективным сырьем для получения полимеров непредельных жирных кислот.

В отличие от талловых масел хвойных пород в составе ТМлп нет смоляных кислот. Известно, что смоляные кислоты оказывают ингибирующее действие на процесс полимеризации непредельных жирных кислот [6]. В работе [2] с помощью метода ГЖХ нами получены выражения формальной кинетики термической полимеризации индивидуальных непредельных жирных кислот. Так как в составе ТМлп содержится большое количество неомыляемых веществ, а также окисленные вещества, то они могут влиять на процесс полимеризации.

Цель настоящей работы — изучить кинетику термополимеризации ТМлп и ЖКТМлп (жирных кислот таллового масла лиственных пород), а также исследовать степень влияния неомыляемых веществ на процесс термической полимеризации непредельных жирных кислот ТМлп.

В качестве объекта исследования использовали ТМлп Херсонского ЦБЗ, а также жирные кислоты, выделенные из этого масла по методу, приведенному в работе [4]. Основные физико-химические показатели используемых продуктов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Продукт	Иодное число, г I ₂ /100 г	Число, мг КОН/г		Содержание веществ, %	
		кислотное	омыления	неомыляемых	окисленных
ТМлп	131,2	135,3	143,5	19,5	7,4
ЖКТМлп	145,4	173,9	176,1	0,0	8,8

Состав жирных кислот ТМлп, определенный методом ГЖХ, представлен в табл. 2. Жирные кислоты хроматографировали в виде их метиловых эфиров. Качественный состав ЖКТМлп определяли по относительным временам удерживания метиловых эфиров жирных кислот искусственной смеси. Количественный состав определяли методом внутренней стандартизации. В качестве внутреннего стандарта выбрана 98,8 %-ная пентодекановая кислота марки «ч.», так как ее содержание в ЖКТМлп незначительно (табл. 2). Условия хроматографирования следующие: хроматограф ЛХМ-72; детектор пламенно-ионизационный; сорбент 6,5 % ПДЭГС на целите 545, промытом кислотой; колонка из нержавеющей стали 4500 × 4 мм; температура колонки 190 °С; температура испарителя 285 °С; скорость газа-носителя (азот) 40 мл/мин.

Исследование термополимеризации ТМлп и ЖКТМлп проводили в изотермических условиях в стеклянных ампулах, продутых перед запаиванием азотом, при температу-

Таблица 2

Кислоты	Содержание кислот, % к массе	
	ТМлп	ЖКТМлп
Непредельные жирные	50,71	63,26
В том числе:		
олеиновая	2,87	3,58
линолевая	39,94	49,83
линоленовая	7,90	9,85
Предельные жирные	13,15	16,40
В том числе:		
лауриновая	0,10	0,13
миристиновая	0,12	0,15
пентодекановая	0,19	0,24
пальмитиновая	4,43	5,53
маргариновая	0,30	0,37
стеариновая	0,59	0,74
бегеновая	1,20	1,50
арахиновая	2,77	3,46
лигноцериновая	3,43	4,28
Неидентифицированные компоненты	9,24	11,54
Всего	73,10	91,20

рах 250, 300 и 350 °С. Массовую долю мономерных жирных кислот определяли по известной методике [1]. Для этого термообработанное ТМлп предварительно разделяли на омыляемые и неомыляемые вещества по методу, приведенному в работе [4]. Омы-

Таблица 3

Показатель	Темпера- тура обра- ботки, °С	Численное значение показателя по кислоте	
		линолевой	линоленовой
Массовая доля мономеров после термообработки	250	$39,94 \cdot 0,973^\tau$	$7,90 \cdot 0,830^\tau$
	250	$49,83 \cdot 0,983^\tau$	$9,85 \cdot 0,921^\tau$
	300	$39,94 \cdot 0,756^\tau$	$7,90 \cdot 0,242^\tau$
	300	$49,83 \cdot 0,875^\tau$	$9,85 \cdot 0,767^\tau$
	350	$39,94 \cdot 0,0196^\tau$	$7,90 \cdot (7,07 \cdot 10^{-4})^\tau$
	350	$49,83 \cdot 0,252^\tau$	$9,85 \cdot (8,66 \cdot 10^{-3})^\tau$
Выборочный коэффициент корреляции	250	-0,953	-0,968
	250	-0,981	-0,953
	300	-0,998	-0,987
	300	-0,999	-0,988
	350	-0,997	-0,991
	350	-0,998	-0,993
Константа скорости реакции термополимеризации, с ⁻¹	250	$7,65 \cdot 10^{-6}$	$5,19 \cdot 10^{-5}$
	250	$4,78 \cdot 10^{-6}$	$2,96 \cdot 10^{-5}$
	300	$7,76 \cdot 10^{-5}$	$3,95 \cdot 10^{-4}$
	300	$3,71 \cdot 10^{-5}$	$7,37 \cdot 10^{-5}$
	350	$1,09 \cdot 10^{-3}$	$2,02 \cdot 10^{-3}$
	350	$3,83 \cdot 10^{-4}$	$6,80 \cdot 10^{-4}$

Примечание. В числителе — результаты обработки экспериментальных данных по ТМлп; в знаменателе — по ЖКТМлп; τ — продолжительность термообработки, ч.

ляемые вещества после сушки в вакуум-сушильном шкафу при температуре 50 °С смешивали с внутренним стандартом. ЖКТМлп непосредственно после термообработки смешивали с внутренним стандартом. Метилловые эфиры жирных кислот подвергали ГЖХ анализу. Условия хроматографирования указаны выше.

Экспериментальные данные, полученные с помощью ГЖХ, так же как и для индивидуальных непредельных жирных кислот [2], представлены в виде формулы, которая показывает зависимость количества оставшейся мономерной кислоты от времени термообработки. Численные значения этой формулы представлены в табл. 3. Исходя из полученных математических зависимостей вычислены константы скоростей реакций термической полимеризации непредельных жирных кислот ТМлп и ЖКТМлп (табл. 3).

В процессе эксперимента нами выяснено, что колебания молярной доли олеиновой кислоты при термообработке ЖКТМлп и ТМлп составляли $\pm 5\%$ от ее начального содержания, что соответствует ошибке эксперимента. Кроме того, ее содержание в ЖКТМлп и ТМлп незначительно. Практически можно считать молярную долю олеиновой кислоты в ЖКТМлп и ТМлп в процессе их термообработки неизменной.

Как видно из данных табл. 3, выборочные коэффициенты корреляции во всех случаях близки к единице. Известно, что математическая зависимость выбранного вида соответствует реакции первого порядка, поэтому можно сказать, что реакции термической полимеризации непредельных жирных кислот ТМлп и ЖКТМлп с достаточной точностью описываются уравнениями первого порядка. Кинетические кривые термической полимеризации непредельных жирных кислот ТМлп и ЖКТМлп приведены на рис. 1, 2.

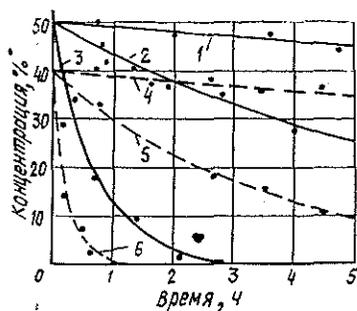


Рис. 1. Кинетические кривые термической полимеризации линолевой кислоты в ТМлп (1, 2, 3) и ЖКТМлп (4, 5, 6). Температура полимеризации: 250 (1, 4); 300 (2, 5); 350 °С (3, 6).

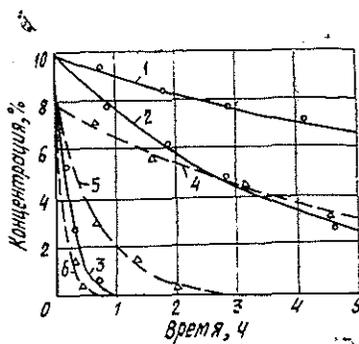


Рис. 2. Кинетические кривые термической полимеризации линоленовой кислоты в ТМлп (1, 2, 3) и ЖКТМлп (4, 5, 6). Обозначения те же, что на рис. 1.

Сравнивая константы скоростей термической полимеризации индивидуальных непредельных жирных кислот [2] с полученными для ЖКТМлп, можно отметить, что для линолевой кислоты значения констант имеют один порядок. Для линоленовой кислоты константы скорости термической полимеризации имеют более низкие значения, чем для индивидуальной кислоты. По-видимому, этот факт можно объяснить ингибирующим действием окисленных веществ. В случае термической полимеризации ТМлп увеличиваются значения констант скорости как для линолевой, так и для линоленовой кислот по сравнению с индивидуальными. Отмеченное

явление, по-видимому, можно объяснить каталитическим действием неомыляемых веществ, входящих в состав ТМлп.

Полученные константы скорости реакций термополимеризации непредельных жирных кислот по методу наименьших квадратов представлены в виде уравнений Аррениуса:

в ТМлп:

для линолевой кислоты

$$\lg K = 8,18 - \frac{6968}{T}; \quad (1)$$

для линоленовой

$$\lg K = 5,74 - \frac{5245}{T}; \quad (2)$$

в ЖКТМлп:

для линолевой кислоты

$$\lg K = 6,43 - \frac{6154}{T}; \quad (3)$$

для линоленовой

$$\lg K = 4,32 - \frac{4722}{T}. \quad (4)$$

Исходя из уравнений (1) — (4), вычислены энергии активации реакций термополимеризации непредельных жирных кислот: для линолевой в ТМлп — 133,4, линоленовой в ТМлп — 100,4 кДж/моль; для линолевой в ЖКТМлп — 117,8, линоленовой в ЖКТМлп — 90,4 кДж/моль. В уравнениях (1) — (4) выборочные коэффициенты корреляции для линолевой кислоты в ТМлп равны —0,9991, линоленовой в ТМлп —0,9982; для линолевой кислоты в ЖКТМлп равны —0,9983, линоленовой в ЖКТМлп —0,9978.

Полученные кинетические уравнения можно применить для расчета промышленного реактора при полимеризации ТМлп.

Таким образом, в процессе термообработки ТМлп и ЖКТМлп при температуре 250—350 °С полимеризуются линолевая и линоленовая кислоты. Получены кинетические уравнения реакций термополимеризации этих кислот. Окисленные вещества, содержащиеся в ТМлп, оказывают ингибирующее влияние на процесс термополимеризации непредельных жирных кислот; неомыляемые вещества влияют каталитически.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лапшина Л. А., Куприна Л. Б. Определение массовой доли мономеров в димерных кислотах. — Гидролиз. и лесохим. пром-сть, 1981, № 3, с. 22—23. [2]. Определение кинетических параметров термополимеризации высших жирных кислот/Д. А. Афонин, А. А. Багаев, Г. И. Царев, А. И. Киприанов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4. [3]. Полежаева Н. С., Комшилов Н. Ф. Исследование мицеллообразования в растворах сульфатного мыла и его основных компонентов. — Химия древесины, 1978, № 1, с. 64—67. [4]. Сумароков В. П., Ваньян М. Л., Аскинази А. И. Талловое масло. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. [5]. Узлов Г. А. Получение лесохимических продуктов сульфатно-целлюлозного производства в СССР и за рубежом: Обзор. — М., 1970. — 54 с. [6]. Шишкина А. П., Царев Г. И. Влияние смоляных кислот на скорость окислительной димеризации высших жирных кислот. — Гидролиз. и лесохим. пром-сть, 1975, № 8, с. 12—13.

Поступила 17 января 1984 г.

УДК 628.16.081 : 630.81

ОПТИМИЗАЦИЯ СОРБЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ КОРОЙ ЛИСТВЕННОЙ СИБИРСКОЙ

Т. М. ИВКИНА, Э. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

Ранее нами показано [4], что в реальных условиях очистки водоемов от нефти с помощью коры лиственницы экстрактивные вещества не переходят в воду даже при длительном пребывании насыщенной нефтью коры на поверхности воды. Это позволяет считать кору удобным средством для сбора разливов нефти и обуславливает целесообразность разработки оптимального режима сорбции.

Оптимальный режим определяли, применяя методы математического планирования эксперимента [1, 6]. Использовали кору лиственницы сибирской — наиболее распространенной среди хвойных пород Сибири. В качестве независимых переменных факторов выбрали влажность коры*, размер частиц и отношение массы нефти к массе коры. Условия планирования эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Фактор	Уровень фактора			Интервал варьирования
	Верхний	Основной	Нижний	
Влажность X_1 , %	40	25	10	15,00
Размер частиц X_2 , мм	2,5—3,0	1,25—1,75	0,0—0,5	1,25
Соотношение X_3 , г нефти/г коры	4,0	2,5	1,0	1,50

Интервал варьирования влажности выбран из следующих соображений. Известно, что кора обладает значительной гигроскопичностью; влажность ее может изменяться в широких пределах в зависимости от влажности окружающей среды. По данным Р. Мартина, при 25 °С влажность коры хвойных пород меняется от 0 до 30 % при изменении относительной влажности воздуха от 0 до 100 % [8]. В нормальных условиях при относительной влажности воздуха 40—60 % влажность воздушно-сухой коры составляет не менее 10 %. С ростом влажности окружающего воздуха влажность коры резко возрастает до 30 %. Поэтому если запас измельченной коры будет храниться в условиях, исключающих попадание атмосферных осадков, то ее влажность не будет превышать 30 %. Включая в эксперимент кору свежесрубленных деревьев, имеющую влажность 40 % [2], получаем пределы изменения ее влажности — 10—40 %. Использовать кору сплавной древесины (влажность более 80 %) без предварительного подсушивания нежелательно, так как это затрудняет ее измельчение и ухудшает сорбционные свойства.

Интервалы варьирования размера частиц коры и соотношения масса нефти — масса коры подобраны по результатам предварительных опытов.

Определяющая характеристика коры как сорбента — нефтеемкость, поэтому этот показатель выбран основным параметром оптимизации (y_1 , г нефти/г коры).

Известно, что теплотворная способность коры и древесины мало различается, а у некоторых пород теплотворная способность коры выше. Благодаря этому, кору широко используют в качестве топлива. Кроме того, имеется практический опыт сжигания коры в смеси с мазутом [7]. Поэтому насыщенную нефтью кору целесообразно использовать как топливо. Это особенно актуально для северных районов неф-

* Здесь и далее приведена относительная влажность коры.

тедобычи, где имеется много разливов нефти и не хватает бытового топлива. Для выяснения энергетических возможностей смеси коры и нефти необходимо знать ее теплотворную способность. Этот показатель выбран вторым параметром оптимизации Y_2 , кДж/кг.

В основу эксперимента положен план Бокса второго порядка, который реализовали в два этапа. На первом этапе эксперимент проводили по линейной части матрицы планирования. Все опыты рандомизировали и дублировали.

Матрица планирования и результаты ее реализации приведены в табл. 2 (опыты 1—8).

Таблица 2

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2
1	1	1	1	0,58	19 050
2	-1	1	1	0,94	27 800
3	1	-1	1	2,30	31 736
4	-1	-1	1	2,68	35 588
5	1	1	-1	0,53	19 678
6	-1	1	-1	1,00	24 268
7	1	-1	-1	0,91	13 021
8	-1	-1	-1	1,00	12 288
9	1	0	0	1,28	—
10	-1	0	0	1,82	—
11	0	1	0	1,16	—
12	0	-1	0	2,50	—
13	0	0	1	1,87	—
14	0	0	-1	1,00	—

Опыты по определению нефтеемкости коры проводили следующим образом. Стакан емкостью 300 мл наполняли водой на 2/3. На поверхность воды выливали определенный объем нефти*. На полученную таким образом нефтяную пленку распыляли навеску измельченной коры. После того, как кора пропитывалась нефтью (на это уходит не более 1 мин), содержимое стакана выливали на сито. Стекающую с сита воду и избыток нефти, если он был, собирали в другой стакан. Количество нефти, оставшейся на поверхности воды, определяли стандартным весовым методом [5]. Количество поглощенной корой нефти рассчитывали по разности между объемом разлитой нефти и количеством нефти, стекающей с сита.

Образцы коры, пропитанной нефтью, без предварительного подсушивания сжигали в калориметрической установке**, определяя таким образом теплоту сгорания по бомбе Q_6^a . До сжигания образцы хранили герметично упакованными.

По результатам эксперимента получены следующие уравнения регрессии:

$$Y_1 = 1,24 - 0,16X_1 - 0,48X_2 + 0,38X_3 - 0,04X_1X_2 - 0,38X_2X_3; \quad (1)$$

$$Y_2 = 5477 - 492X_1 + 1341X_3 - 306X_1X_2 - 1168X_2X_3 - 261X_1X_3. \quad (2)$$

Проверка адекватности модели показала, что расчетные значения критериев Фишера не превышали табличных:

$$F_1 = 0,003; \quad F_2 = 1,96; \quad F_{0,05}(4; 8) = 3,8.$$

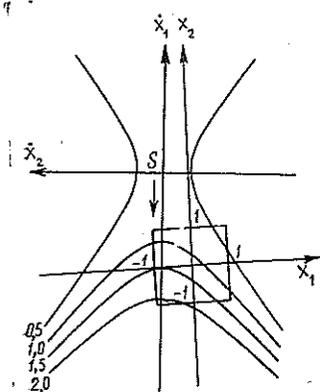
Величины доверительных интервалов для коэффициентов регрессии:

$$\Delta b_1 = \pm 0,023; \quad \Delta b_2 = \pm 66,18.$$

* Для эксперимента использовали нефть Черкасского завода химреактивов с кинематической вязкостью 3,69 сСт и удельной плотностью 0,836 кг/м³.

** Образцы сжигали в топливном отделе Сиб. фил. н.-и. теплотехн. ин-та под руководством канд. техн. наук Г. Г. Бруера, за что авторы выражают ему свою благодарность.

В уравнении (1) незначимым оказался коэффициент при X_1X_3 , в уравнении (2) — при X_2 . Незначимость коэффициента в уравнении (2) означает, что теплотворная способность не зависит от степени измельчения коры.



Двумерное сечение поверхности отклика при $X_3 = 1$.

Результаты реализации всего эксперимента аппроксимированы следующим уравнением:

$$Y_1 = 1,788 - 0,184X_1 - 0,518X_2 + 0,392X_3 - 0,235X_1^2 + 0,04X_2^2 - 0,355X_3^2 - 0,045X_1X_2 - 0,385X_2X_3. \quad (3)$$

Регрессионный анализ уравнения показал, что незначимым оказался коэффициент при X_1X_3 . Гипотеза адекватности модели отвергается, так как расчетное значение критерия Фишера $F = 8,74$ превышает табличное $F_{0,05}(4; 14) = 3,1$, что является следствием большой точности эксперимента.

Проверка показала, что модель достаточно эффективна и может быть использована для поиска оптимальных условий процесса ($F_{эф} = 25$).

Для наглядной интерпретации полученных результатов уравнение регрессии преобразовано в типовую каноническую форму [3]

$$Y - 1,06 = 0,12\tilde{X}_1^2 - 0,12\tilde{X}_2^2 - 0,44\tilde{X}_3^2. \quad (4)$$

Из уравнения (4) видно, что поверхность отклика относится к типу «минимакс». Координаты центра находятся за пределами области исследования ($X_1 = -0,62$; $X_2 = 2,44$; $X_3 = -0,77$). Результаты моделирования процесса представлены графически изолиниями в координатах X_1 ; 0 ; X_2 при $X_3 = 1$ (см. рис.). Сечения поверхности отклика — сопряженные гиперболы. Нетрудно заметить, что значения функции отклика увеличиваются при движении из седловой точки в направлении осей, которым соответствуют положительные коэффициенты. Поэтому, чтобы выбраться из седловой точки, необходимо двигаться из точки S в направлении, указанном стрелкой, следовательно, максимальное значение функции находится на границе области исследования. Градиент поверхности проходит вблизи точки с координатами $X_1 = -1$ и $X_2 = 1$, которой соответствуют два значения X_3 , равные 1 (опыт 4) и -1

(опыт 8). За оптимальные принимают условия опыта 4, которому соответствует большая нефтеемкость, равная 2,68 г нефти/г коры.

Таким образом, оптимальный режим сорбции задается следующими условиями: размер частиц коры — до 0,5 мм; влажность — 10 %; отношение нефть/кора больше 2,68 г нефти/г коры.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976. — 279 с. [2]. Вертенник Д. Г. Использование древесной коры в народном хозяйстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 120 с. [3]. Ефимов Н. В. Квадратичные формы и матрицы. — М.: Физматгиз, 1972. — 169 с. [4]. Левин Э. Д., Ивкина Т. М. Экстракция коры хвойных пород водой при использовании ее для очистки водоемов от нефти. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 3, с. 94—97. [5]. Лурье Ю. Ю., Рыбникова А. И. Химический анализ производственных сточных вод. — М.: Химия, 1966. — 280 с. [6]. Пен Р. З., Менчер Э. М. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 120 с. [7]. Цывнин М. М. Использование древесной коры. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 94 с. [8]. Martin R. E. Interim equilibrium moisture content values of bark. — Forest Product Journal, 1967, vol. 17, 4, p. 30—31.

Поступила 9 февраля 1984 г.

УДК 678.652

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

С. П. ТРИШИН, В. Е. ЦВЕТКОВ

Московский лесотехнический институт

Создание новых, отвечающих современным требованиям связующих для производства плитных древесных материалов, — важная народнохозяйственная задача [2]. Для оценки эффекта модификации нами проведены термомеханические исследования методом свободнотухающих колебаний крутильного маятника с поддерживающей нитью [1].

Объектом исследования выбраны карбамидоформальдегидные системы, модифицированные кубовым остатком со стадии регенерации трихлорэтилена производства капролактама. Введение модификатора на стадии синтеза производили из расчета 20, 40, 60 и 100 %, считая на амидный компонент. В качестве контрольной системы для сравнения взята смола КФ-МТ. Исследования проводили при температурах 100 и 180 °С, как наиболее реальных в условиях прессования древесных плитных материалов.

Анализ полученных термомеханических кривых (ТМК) позволил установить эффект модификации, выявить систему с лучшими физико-механическими показателями и определить условия переработки модифицированного олигомера.

Из приведенных на рис. 1 данных видно, что с введением модификатора в количестве 20 % наблюдается незначительное в сравнении с контрольными образцами изменение абсолютной жесткости при температурах 100 и 180 °С. Увеличение содержания модификатора в отвержденных при 100 °С образцах приводит к снижению жесткости полимера, что, вероятно, связано с недостаточным полным отверждением и выполнением модификатором функций пластификатора. Можно также предположить, что в данном случае доля эфирных связей в полимере достаточно велика, что приводит к получению более эластичных структур.

С повышением температуры отверждения до 180 °С характер ТМК сохраняется, но наблюдается более резкое нарастание жесткости и

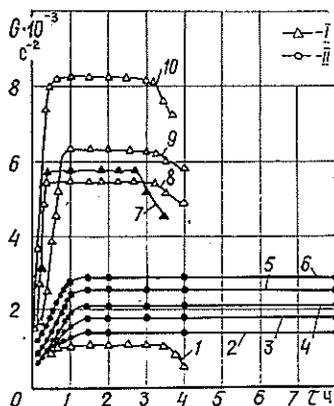


Рис. 1. Зависимость изменения абсолютной жесткости полимеров G в изотермических условиях.

I — 180; II — 100 °С; 1, 2 — КФК-100; 3, 8 — КФК-60; 4, 10 — КФК-40; 5, 9 — КФК-20; 6, 7 — КФ-МТ.

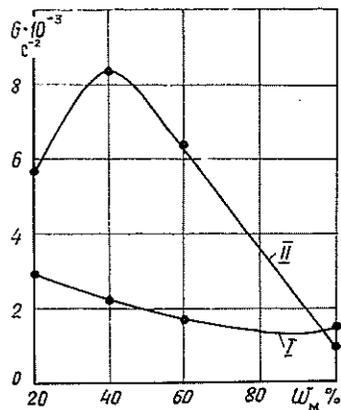


Рис. 2. Зависимость жесткости карбамидоформальдегидных полимеров G от содержания модификатора W_M и температуры отверждения T .

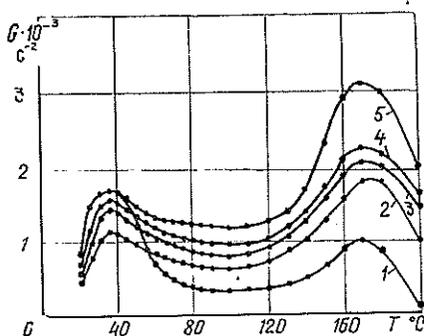
Продолжительность термообработки — 2 ч.
 I — 100; II — 180 °С.

увеличение ее абсолютных значений. Максимальные значения жесткости наблюдаются у композиции с содержанием модификатора 40 % (рис. 2). Этот факт объясняется полной реализацией модификатора в процессе формирования трехмерной структуры, а также снижением доли эфирных и увеличением доли метиленамидных связей.

Повышение содержания модификатора до 60 % уменьшает жесткость полимера на 24,1 %, а до 100 % — на 81,3 %. Следует отметить, что при большом избытке модификатора — 100 % и более — часть функциональных групп, ответственных за отверждение, оказывается заблокированной, в результате реакционная способность модифицированной системы, а следовательно, и частота сшивок в отвержденном полимере снижается. Следовательно, чтобы обеспечить когезионные характеристики полимеров на достаточно высоком уровне и придать им повышенную эластичность, карбамидоформальдегидные смолы должны содержать модификатор в количестве 40—100 %, считая на амидный компонент.

По полученным ТМК с достаточной достоверностью можно оценить работоспособность полимеров в изотермических условиях. При температуре 100 °С все изучаемые системы имеют высокую работоспособность, на что указывают участки ТМК с максимальными значениями жесткости. Повышение температуры сокращает область работоспособности. Так, для карбамидоформальдегидных систем при 180 °С падение жесткости наступает через 165—195 мин. Предел работоспособности находится на грани начала интенсивной термоокислительной деструкции полимера. Некоторое увеличение работоспособности модифицированных полимеров происходит за счет внедрения капролактама и олигомеров поликапролактама в структуру карбамидоформальдегидного полимера и повышения их стойкости к воздействию кислорода и температуры. Результаты исследований показали, что работоспособность полимеров при модификации можно повысить на 12 %.

Рис. 3. Зависимость изменения абсолютной жесткости полимеров G от температуры T во времени. Скорость подъема температуры — $5^\circ/\text{мин}$.
 1 — КФ-МТ; 2 — КФК-100; 3 — КФК-20; 4 — КФК-60; 5 — КФК-40.



Изучение ТМК, снятых в динамическом режиме при скорости подъема температуры $5^\circ/\text{мин}$ (рис. 3), позволяет выделить области, соответствующие стадиям, через которые проходит карбаминоформальдегидный полимер в процессе отверждения и старения. На первой стадии в период удаления свободной влаги наблюдается некоторое нарастание жесткости. Начало второй стадии характеризуется ее падением, что вызвано подплавлением низкомолекулярных линейных олигомеров и выделением равновесной и конденсационной влаги, затем скорость падения жесткости снижается — идет интенсивное образование трехмерных структур. Можно предположить, что в этот период образуется максимальное количество эфирных связей. Третья стадия сопровождается резким углублением процесса конденсации, увеличением количества шивок и содержания метиленамидных связей в полимере, на что указывает резкое возрастание жесткости. Это подтверждается тем, что именно при температурах $110\text{--}140^\circ\text{C}$ из пленок карбаминоформальдегидных полимеров наиболее интенсивно выделяется формальдегид [3]. Четвертая область на ТМК наглядно показывает, что дальнейшая выдержка полимеров выше критических температур вызывает снижение жесткости, что, безусловно, связано с ускорением процессов термоокислительной деструкции.

Сравнение ТМК на рис. 1 и 3 показывает, что низкие значения абсолютной жесткости полимеров типа КФ-МТ при постоянно возрастающей во времени температуре обусловлены более низкой их термостабильностью.

Термомеханический анализ показывает, что для контрольных систем максимальное абсолютное значение жесткости в изотермических условиях выше, чем в динамическом режиме. Это, прежде всего, объясняется наложением (на третьей стадии) процессов поликонденсации и деструкции. В случае модифицированных систем структура полимера включает более термостабильные звенья модификатора, что приводит к торможению деструктивных процессов и, следовательно, к повышению жесткости и предела работоспособности.

По совокупности полученных экспериментальных данных можно заключить, что рассмотренная модификация позволяет повысить эластичность, когезионную и адгезион-

Марка полимера	Предел прочности при разрыве, МПа	Модуль упругости при растяжении, МПа
КФ-МТ	28,3	3280
КФК-20	33,5	2425
КФК-40	38,0	1700
КФК-60	34,6	1144
КФК-100	21,6	680

ную прочность, снизить выделение формальдегида при их отверждении. Наблюдаемые явления хорошо подтверждаются данными по определению прочности полимерных пленок (см. табл.).

Таким образом, изучение термомеханических свойств полимеров позволяет прогнозировать оптимальные по свойствам модифицированные системы и направленно изменять свойства древесных плитных материалов на их основе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Об отверждении карбамидных олигомеров/ В. И. Азаров, С. П. Тришин, В. Е. Цветков, Е. Н. Соколова. — Науч. тр. М.: МЛТИ, 1979, вып. 116, с. 51—54.
[2]. Опыт применения смол, модифицированных отходами производства капролактама/ В. Е. Цветков, Е. И. Карасев, С. П. Тришин и др. — Деревообработ. пром-сть, 1983, № 9, с. 4—5. [3]. Совершенствование технологии производства нетоксичных древесностружечных плит/ С. П. Тришин, В. Е. Цветков, А. А. Никитин, С. А. Рыженкова. — Науч. тр. М.: МЛТИ, 1983, вып. 150, с. 128—131.

Поступила 5 марта 1984 г.

УДК 691.11.002.25 : 620.197.7

СТОЙКОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ К ЦИКЛИЧНЫМ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

В. М. ХРУЛЕВ, Н. А. МАШКИН

Новосибирский инженерно-строительный институт

Модифицированная древесина как композиционный материал обладает комплексом свойств, присущих полимеру и натуральной древесине; для нее характерны высокая прочность, формоустойчивость при увлажнении-высушивании, химическая стойкость. Однако со временем эти свойства модифицированной древесины могут снижаться из-за ослабления связей между полимером и древесиной и вследствие структурных изменений в полимере-модификаторе. К такому предположению приводят результаты исследований в области клееной древесины [3, 8, 9]. Представляет интерес выяснить, по какому механизму развиваются деструктивные процессы в модифицированной древесине.

Для этого проверили способность к влажностным деформациям образцов после циклического кипячения в воде и высушивания (кипячение — 4 ч, высушивание при 105 °С — 20 ч). Модификатором служили фенолоспирты марки В (ТУ-6-05-1165—81) 33 %-ной концентрации. Пропитку древесины (березовых заготовок) проводили по способу вакуум — атмосферное давление до 100—110 %-ного поглощения жидкого модификатора. Затем после предварительной подсушки заготовки нагревали до 130 °С для отверждения фенолоспиртов, после чего содержание полимера в древесине составило 34 %. Далее из заготовок вырезали образцы размером 10 × 10 × 8 мм (последний размер — вдоль волокон).

Изменение физических свойств модифицированной древесины в процессе циклических испытаний определяли методом измерения давления набухания, которое, как известно [4], отражает структурные изменения, происходящие в древесно-полимерном композите. Параллельно испытывали образцы натуральной древесины березы, вырезанные из тех же заготовок.

Давление набухания измеряли стандартным методом (ГОСТ 16483.14—72) при точности показаний индикатора 0,001 мм. Измерения проводили после каждых 5 циклов испытания. Для этого образцы попарно помещали в прибор рычажного типа, заливали воду с температурой 20 ± 2 °С и наблюдали за показаниями индикатора в течение 48 ч.

Измерения показали, что давление набухания модифицированной древесины в течение 40 циклов кипячения-высушивания изменяется по

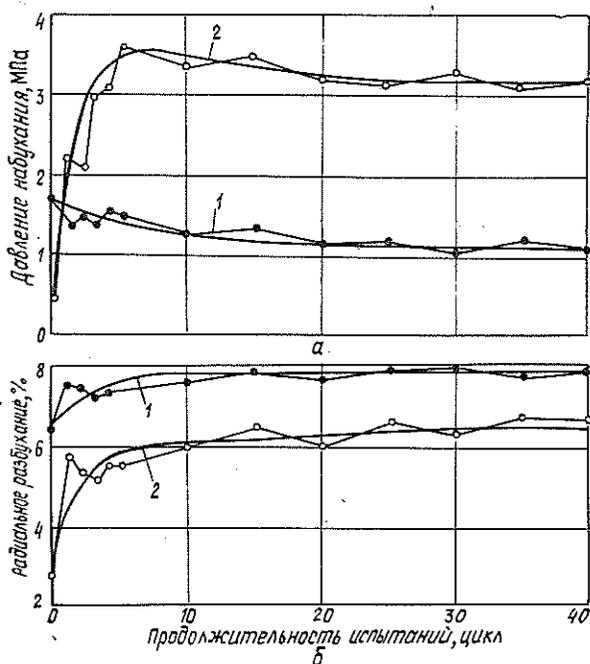
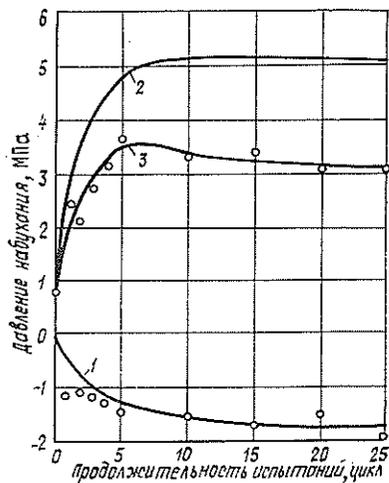


Рис. 1. Изменение давления набухания (а) и свободного разбухания в радиальном направлении (б) натуральной (1) и модифицированной фенолоспиртами (2) древесины березы при циклическом кипячении-высушивании.

кривой, имеющей максимум между 5- и 10-м циклами (рис. 1, а, кривая 2). В то же время давление набухания натуральной древесины меняется по слабо убывающей кривой (рис. 1, а, кривая 1). Снижение давления набухания натуральной древесины при циклических воздействиях можно объяснить тем, что гидрофильные радикалы целлюлозы, вовлекаемые в процесс набухания, частично насыщаются при сушке, т. е. уже не могут разрываться в последующих циклах кипячения [3, 4]. Поэтому концентрация обратимых связей постепенно уменьшается,

Рис. 2. Кинетика составляющих сил давления набухания модифицированной древесины.

1 — кривая влияния набухания натуральной древесины, $y = 1,9e^{-0,2x} - 1,9$; 2 — кривая влияния сил набухания фенольного модификатора $y = 5,2 - 4,5e^{-0,5x}$; 3 — кривая давления набухания модифицированной древесины, $y = 1,9e^{-0,2x} - 4,5e^{-0,5x} + 3,3$.



а давление набухания при циклических воздействиях снижается. Уменьшению обратимых связей может способствовать и частичный гидролиз древесины при кипячении. В результате структура древесины становится более проницаемой, что выражается в увеличении свободного разбухания (рис. 1, б).

Интересно отметить, что свободное разбухание модифицированной древесины, как и давление набухания, возрастает к 5-му циклу испытаний (увеличение в 2,3 раза), а затем стабилизируется. Свободное разбухание натуральной древесины также возрастает, но более плавно.

Чтобы объяснить появление максимума на кривой давления набухания модифицированной древесины, сделана попытка представить эту кривую как результат сложения двух взаимно противоположных процессов — уменьшения и увеличения количества обратимых связей. Уменьшение обратимых связей, отражаемое кривой 1 (рис. 2), полностью зависит от свойств натуральной древесины, т. е. от основы композита. Здесь сказывается влияние периодов сушки на водородные связи в древесине. Увеличение обратимых связей, отражаемое кривой 2 (рис. 2), зависит от свойств модификатора. Вероятно, это результат освобождения полимера от побочных низкомолекулярных компонентов, которые ранее блокировали физические связи.

Для точного построения хода кривой 1 (от этого зависит точность самого приема разложения кривой 3) воспользовались данными рис. 1, из которого следует, что в первые 5 циклов испытаний на 1% прироста свободного разбухания приходится 0,4 МПа снижения давления набухания натуральной древесины. Придерживаясь этого соотношения, на рис. 2 показали ход кривой 1 и подобрали ее эмпирическое уравнение. Другая кривая (2), для которой также подобрано уравнение, построена по разности кривых 3 и 1. Отметим, что для модифицированной древесины на 1% прироста свободного разбухания приходится 1 МПа увеличения давления набухания.

Следовательно, кривые 1 и 2 на рис. 2 показывают два встречных процесса: первый (кривая 2) — возрастание сил набухания за счет роста диссоциирующихся связей, включая и адгезионные связи полимера с древесиной; второй (кривая 1) — уменьшение сил набухания за счет ослабления структуры древесины в процессе циклических воздействий. В результате суммарная кривая 3 (экспериментальная) имеет максимум. Поскольку кривые 1 и 2 несут экспоненциальный характер, то и результирующая кривая также может быть выражена экспоненциальной функцией (рис. 2).

Для объяснения роста давления набухания в начальных циклах тепловлажностной обработки можно воспользоваться данными [2, 7], которые показывают, что при модификации древесины молекулы полимера проникают между мицеллами целлюлозы во вторичной клеточной оболочке и раздвигают их, фиксируя в новом, «набухшем» состоянии. При этом размеры образцов в тангенциальном направлении увеличиваются иногда до 13%. Полимерные звенья здесь служат своего рода распорками, сдерживающими возвращение мицелл в исходное положение. Они связаны с целлюлозными волокнами, в основном, относительно слабыми водородными связями по линии активных ОН-групп. Кроме этого, полимер располагается в полостях клеток в виде тонких прослоек.

В периоды кипячения происходит разрыв слабых связей, а в периоды сушки полимер механически разрушается в клеточной стенке и полостях. В результате мицеллы сближаются, возрастает амплитуда их раздвижки при увлажнении и как следствие увеличивается

свободное разбухание (рис. 1, б, кривая 2). Разрыв связей, в том числе адгезионных, и деструкция полимерных прослоек в модифицированной древесине обусловлены также перенапряжениями в системе, вызванными значительной усадкой фенолоспиртов при отверждении (примерно вдвое) [2, 6]. В жестком режиме циклических испытаний следует ожидать в первую очередь разрушения именно этих перенапряженных связей и структурных звеньев; доказательством служит интенсивный рост разбухания после первых циклов кипячения-высушивания модифицированной древесины.

Для проверки гипотезы об изменении числа обратимых связей при кипячении-высушивании проведены дополнительные исследования структуры древесины методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), позволяющим определить количество активных центров (с неспаренными электронами), образующихся при разрыве слабых связей и деструкции полимера [1, 5]. Спектры ЭПР снимали вначале после каждого цикла кипячения-высушивания, затем через каждые 5 циклов. Запись спектров вели на радиоспектрометре РЭ-1307. При подсчете концентрации активных центров в качестве эталонного вещества использовали $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (монокристалл массой 1 мг). Для исключения влияния дополнительной механодеструкции древесины при приготовлении порошковых проб применяли цилиндрические пробы (длиной до 20 мм и массой 50—100 мг), получаемые путем скалывания заготовок вдоль волокон. Монокристалл эталонного вещества помещали в одну пробирку с исследуемым веществом и спектры снимали одновременно.

Анализ спектров ЭПР (рис. 3) показал, что у натуральной древесины березы концентрация активных центров составляет $6,25 \cdot 10^{16}$ на 1 г вещества. После двух циклов кипячения-высушивания число активных центров снижается до $4,74 \cdot 10^{16}$ и к 40-му циклу достигает $4,12 \cdot 10^{16}$.

У модифицированной древесины концентрация активных центров от цикла к циклу возрастает, увеличиваясь к 5-му циклу от $2,37 \cdot 10^{16}$ до $14,76 \cdot 10^{16}$.

Интересно, что изменение концентрации активных центров соответствует ходу кривой 1 на рис. 2, правда, с некоторым опережением. Это наблюдение согласуется с представлением о физической сущности набухания [4].

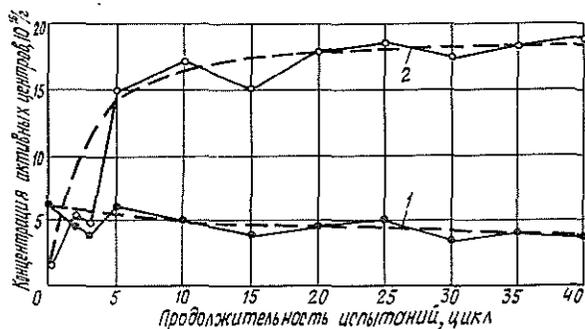


Рис. 3. Изменение концентрации активных центров, обнаруживаемых методом ЭПР, при циклическом кипячении-высушивании образцов древесины березы. 1 — натуральной; 2 — модифицированной фенолоспиртами.

Из рис. 3 видно, что кривая концентрации активных центров в модифицированной древесине (кривая 2) напоминает кривую давления набухания 2 на рис. 2; у натуральной древесины также наблюдается

сходство кинетики давления набухания и концентрации активных центров (кривая 1, рис. 1, а и 3).

Следует отметить, что, кроме концентрации активных групп, доступных для молекул воды, набухание древесины зависит и от слабых физических связей между ОН-группами целлюлозы и молекулами полимера, которые при контакте с водой разрываются, а при высушивании взаимно насыщаются [4]. В спектре ЭПР они не регистрируются, поэтому реальное число активных групп больше, чем можно судить по кривой 2 рис. 3. Активные группы, образующиеся при разрыве (механодеструкции) макромолекул в блоке полимера, вероятно, мало влияют на изменение сил набухания модифицированной древесины. Например, набухание отливков фенолоформальдегидного полимера составляет 0,2 %, а в измельченном состоянии не более 1,0 %; число же активных центров при этом возрастает на несколько порядков (от $<10^{12}$ до $7,8 \cdot 10^{16}$ на 1 г вещества). Следовательно, влияние химических связей на обратимые влажностные деформации древесины сравнительно невелико. Рост разбухания в начальный период обусловлен прежде всего высвобождением гидрофильных групп древесины при разрыве ее адгезионных связей с модификатором, а также ослаблением сдерживающего влияния самого полимера-модификатора за счет механодеструкции его перенапряженных участков.

Таким образом, результаты испытаний модифицированной древесины методом циклического кипячения-высушивания свидетельствуют об ослаблении связей фенольного модификатора с древесиной и о частичной деструкции самого полимера. Эти процессы отражаются кривыми давления набухания и свободного разбухания, подъем которых в начальный период испытаний указывает на потерю связей полимера с древесиной, а спад в последующих циклах — на дополнительную потерю прочности самого полимера-модификатора.

Для доказательства тезиса о двойной причине изменения свойств модифицированной древесины при циклическом кипячении-высушивании экспериментальные кривые давления набухания можно представить как сумму двух кривых, одна из которых показывает возрастание сил набухания древесины благодаря освобождению ее от блокирующих связей полимера, другая — снижение жесткости всего композита (модифицированной древесины) вследствие частичной деструкции полимерных компонентов.

Если судить о скорости ослабления компонентов модифицированной фенолоспиртами древесины при циклическом кипячении-высушивании, то прежде всего ослабляется связь полимера-модификатора с древесным субстратом, далее проявляется деструкция модификатора и, наконец, возможно ослабление самой древесины. Анализ кривых давления набухания в этом случае может быть использован для ускоренной оценки качества модифицирования.

Ослабление связи модификатора с древесиной выражается увеличенным количеством свободных гидрофильных групп, обнаруживаемым измерением свободного разбухания, давления набухания и исследованием структуры композита методом ЭПР. Деструкция модификатора объясняется перенапряжением участков полимерных цепей при переменных деформациях с их частичным разрывом (механодеструкция макромолекул).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР/ Пер. с англ. под ред. Л. А. Блюменфельда. — М.: Мир, 1975. — 552 с. [2]. В и х-

ров Ю. В. Физико-механические свойства древесины, модифицированной фенолоформальдегидными смолами и характер распределения полимера в древесине: Дис. . . канд. техн. наук. — Минск, 1971. — 243 с. [3]. Иванов Ю. М. Исследование набухания древесины. — В кн.: Строение и физические свойства древесины. Тр. ин-та леса и древесины: Изд-во АН СССР, 1962, т. 51, с. 91—106. [4]. Иванов Ю. М. О физико-механических испытаниях модифицированной древесины. — В кн.: Пластификация и модификация древесины. Рига: Зинатне, 1970, с. 17—25. [5]. Ингрэм Д. Электронный парамагнитный резонанс в свободных радикалах/ Пер. с англ. под ред. Л. А. Блюменфельда. — М.: ИЛ, 1961. — 345 с. [6]. Макаревич С. С. Температурные напряжения, возникающие в древесине в процессе модификации ее термохимическим методом. — В кн.: Механ. технолог. древесины, Минск. Вышэйш. школа, 1982, с. 80—84. [7]. Пауль Э. Э. Исследование физико-механических свойств древесины, модифицированной фенолоспиртами: Дис. . . канд. с.-х. наук. — Минск, 1969, — 208 с. [8]. Фрейдин А. С. Прочность и долговечность клеевых соединений — М.: Химия, 1981. — 270 с. [9]. Хрулев В. М. Долговечность клееной древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. — 160 с.

Поступила 17 января 1984 г.

УДК 676.1.022.18

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕАГЕНТОВ НА СНИЖЕНИЕ СОРНОСТИ ПРИ ОТБЕЛКЕ СУЛЬФИТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ БУМАГ

Г. Ф. ПРОКШИН, Л. А. МИЛОВИДОВА, Г. В. КОМАРОВА, В. С. ЦВИЛЬ

Архангельский лесотехнический институт

Снижение качества древесного сырья, поступающего на предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, приводит к получению целлюлозы повышенной сорности.

При сортировании и очистке небеленой целлюлозы в производственных условиях обеспечивается, как нами установлено, снижение сорности на 60—80 %. Оставшийся (20—40 %) мелкий сор древесного происхождения следует практически полностью удалить при отбелке целлюлозы, так как требования к беленым высококачественным целлюлозам достаточно жестки.

Этим вопросам посвящено сравнительно небольшое количество работ [1—6].

По имеющимся литературным данным, сорность сульфитной целлюлозы изменяется от 4000 до 10 000 1/м²; целлюлоза в большей степени засорена корой, чем частичками коры, при этом 50—90 % соринок имеют площадь менее 0,1 мм². Примерно такой же количественный состав приводится при характеристике сорности небеленой сульфатной целлюлозы [2].

По данным зарубежных авторов [5, 6], степень снижения сорности при отбелке целлюлозы составляет 90—95 %.

При неоднократных исследованиях на многих отечественных предприятиях мы получили несколько иные данные. Сорность небеленой сульфитной и сульфатной целлюлозы, поступающей в отбелку, составляет не менее 10 000—15 000 1/м². В сульфитной целлюлозе присутствуют частички коры и костры примерно в равных количествах, в сульфатной целлюлозе не менее 90 % соринок составляет коstra; 50—70 % частичек коры и костры имеют площадь более 1—1,5 мм². Схемы отбелки целлюлозы, действующие на отечественных предприятиях, обеспечивают снижение сорности на 94—96 %.

Снижение сорности целлюлозы в процессе отбелки до минимально возможного значения может быть достигнуто регулированием расходов

реагентов и изменением технологического режима на ступенях хлорирования и щелочения. В литературе этот вопрос освещен слабо. Мы не обнаружили данных о влиянии добавок окислительных реагентов при хлорировании на степень удаления частиц коры, костры и луба, хотя в работе [5] и отмечается снижение белизны и эффективности удаления соринки при изменении расхода хлора на хлорирование, а также положительное влияние использования двуокиси хлора при добелке целлюлозы.

В работах [2, 4, 5, 6] отмечается, что требуемая конечная белизна целлюлозы достигается раньше, чем установленное значение сорности. Это значит, что целлюлозу для достижения необходимой степени чистоты перебеливают, расходуя дополнительное количество реагента.

Учитывая экономическую эффективность снижения потерь волокна и расходов реагента, а также эффективность повышения качества целлюлозы, мы реализовали программу лабораторных и производственных исследований с целью выявления оптимальных режимов и необходимого уровня очистки целлюлозы до отбелки и при отбелке, рассматривая последнюю как отдельный элемент химико-технологической системы получения чистой целлюлозно-волокнистой суспензии.

В данной работе изложены результаты исследований, проведенных с целью определения влияния добавок окислительных реагентов, таких, как гипохлорит натрия и двуокись хлора, при хлорировании на снижение сорности сульфитной целлюлозы при отбелке ее по схеме $X_1 - Ш_1 - X_2 - Ш_2 - Г - Д - К$.

Экспериментальную часть в лабораторных условиях проводили на образце целлюлозы, имевшем степень провара 57 перм. единиц, содержание экстрактивных веществ 1,51 % (по эфирному экстракту). При суммарной сорности 3312 1/м² содержание частиц коры составляет 1682 1/м² (50,8 %), костры — 1630 1/м² (49,2 %), содержание соринки площадью 15—1,0 мм² — 64 1/м² (1,9 %), 1,0—0,75 мм² — 223 1/м² (6,7 %), 0,75—0,06 мм² — 3025 1/м² (91,3 %). Это типичный образец мягкой отсортированной небеленой целлюлозы.

Режимы хлорирования и щелочения и состав реагентов при отбелке этого образца приведены в табл. 1, режимы добелки — в табл. 2, показатели беленых целлюлоз — в табл. 3.

Таблица 1

Режимы хлорирования и щелочения и состав реагентов при отбелке сульфитной целлюлозы ($X_1 - Ш_1$)

Параметр	Значения параметра для режимов											
	хлорирования									щелочения		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1—7	8—9	
Реагент	X	Д/Х	Д/Х	Д/Х	Г-Д/Х	Г-Д/Х	Д	Д	Д	Ш+	ТНФ	Ш/Г
Расход реагента, кг/т	30	2/28	5/25	15/15	6-2/28	6-2/28	2	2	2	10+10	10/5	
Температура, °С	20	20	20	20	60—20	20—20	35	35	70	70	70	
Продолжительность, мин	45	45	45	45	20—45	20—45	45	45	45	120	120	
Концентрация массы, %	3	3	3	3	6—3	6—3	3	3	6	6	6	

Примечание. Расход хлорсодержащих реагентов приведен в единицах активного хлора; ТНФ — тринатрийфосфат.

Таблица 2

Режим доделки сульфитной целлюлозы

Параметр	Значения параметра для степени отбелки				
	X ₂	Ш ₂	Г	Д	К
Расход реагента, кг/т	10	10	15	7,9	20
Температура, °С	20	70	42	70	20
Продолжительность, мин	45	120	120	180	30
Концентрация массы, %	3	6	6	6	3

Примечание. Расход хлорсодержащих реагентов приведен в единицах активного хлора; расход реагента на окисловку — в единицах SO₂; расход гипохлорита натрия для режимов 8 и 9 — 10 кг/т.

Таблица 3

Показатели сульфитной целлюлозы после отбелки по различным режимам

Режим	Выход, %	Белизна, %	Содержание экстрактивных веществ, %	Разрывная длина, км	Сорность, 1/м ²	Классификация сорняков			
						по виду		по площади, мм ²	
						Кора	Костра	1,00—0,75	0,75—0,06
1	90,5	89,4	0,33	5,10	318	64	254	—	318
2	94,3	88,2	0,32	5,30	264	—	264	—	264
3	94,6	89,1	0,37	5,50	191	—	191	—	191
4	94,8	88,7	0,48	5,40	129	—	129	—	129
5	95,0	89,4	0,39	5,40	150	—	150	—	150
6	94,7	87,7	0,24	5,50	328	—	328	64	264
7	93,6	88,8	0,37	5,50	258	—	258	—	258
8	94,6	88,5	0,30	5,60	318	159	159	—	318
9	—	86,7	0,21	6,00	318	—	254	64	254
Исходная целлюлоза	100	—	1,51	6,5	3312	1682	1680	233	3025

Как видно из представленных в табл. 3 данных, беленая целлюлоза почти после всех режимов отбелки (за исключением режимов 6 и 9) содержала сорняки только площадью менее 0,75 мм². Полное удаление частичек коры не было достигнуто только для режимов 1 и 8.

Таблица 4

Влияние условий хлорирования и щелочения на эффективность снижения сорности при отбелке

Режим	Эффективность снижения сорности, %	Эффективность снижения сорности, %			
		по виду сорняков		по площади сорняков, мм ²	
		Кора	Костра	1,00—0,75	0,75—0,06
1	90,3	96,0	84,9	100,0	90,3
2	92,0	100,0	84,2	100,0	92,3
3	94,2	100,0	88,6	100,0	93,0
4	90,3	100,0	84,8	71,3	91,6
5	96,1	100,0	93,6	100,0	95,7
6	95,4	100,0	95,0	100,0	95,0
7	90,9	100,0	80,5	71,3	91,2
8	91,2	100,0	81,8	100,0	90,4
9	90,3	90,2	90,5	100,0	89,5

Примечание. Эффективность снижения сорности по площади сорняков 1,5—1,0 мм² составляет 100 % для всех режимов.

Следовательно, сорность целлюлозы по содержанию частичек коры снизилась на 95—100 %, костры — на 90—95 % (табл. 4).

Для оценки результатов следует принять во внимание, что их точность оценивается числом обнаруженных и измеренных соринки на отливках из всей массы целлюлозы, взятой на отбелку. Для подсчета соринки использовали отливки массой 250 г/м², после чего полученные результаты пересчитывали на отливку массой 500 г/м², как это предусмотрено стандартной методикой. При подсчете мелких соринки площадью менее 0,75—0,06 мм² для одной отливки ошибка составляла 1—2 соринки, а в пересчете на отливку массой 500 г/м² — 30—32 1/м².

С учетом этого, по данным табл. 3 можно сделать следующие выводы. При отбелке мелкого образца сульфитной целлюлозы по схеме с двойным хлорированием более трудноудаляемый вид древесных включений — частички коры. Добавка двуокиси хлора при хлорировании в количестве 2—15 кг/т в единицах активного хлора в счет общего расхода хлора на отбелку (режимы 2—4) обуславливает более эффективную отбелку костры, чем при хлорировании одним хлором (режим 1). Обработка целлюлозы перед хлорированием гипохлоритом натрия при температуре 60 °С (режим 5) существенно снижает сорность беленой целлюлозы. Обработка гипохлоритом натрия при пониженной температуре (режим 6) не влияет на степень удаления костры из целлюлозы. Замена ступени первого хлорирования обработкой небольшим количеством двуокиси хлора (режимы 7—9) не дает преимуществ в эффективности снижения сорности в белевых целлюлозах по сравнению с режимом хлорирования одним хлором, и, по-видимому, так же как хлорирование одним хлором не во всех случаях приводит к полному удалению частичек коры.

Благоприятное влияние добавок двуокиси хлора на хлорирование отмечено и для других показателей белевой целлюлозы (выход, белизна, величина разрывной длины). Более высокий показатель белизны обеспечивает и обработка гипохлоритом по режиму 5. Содержание экстрактивных веществ для всех режимов хлорирования и щелочения изменялось в пределах 0,3—0,4 %.

Таким образом, введение добавок двуокиси хлора при хлорировании в счет общего расхода хлора на хлорирование способствует более полной очистке целлюлозы как от коры, так и от костры в отличие от хлорирования одним хлором. С увеличением доли двуокиси хлора при хлорировании эффективность очистки целлюлозы при отбелке возрастает. Предварительная обработка сульфитной целлюлозы гипохлоритом натрия перед отбелкой дает дополнительный эффект снижения сорности белевой целлюлозы при температуре 60 °С.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аким Г. Л., Мельяченко С. И., Полетаева Г. П. Получение сульфитной вискозной целлюлозы без тонкого сортирования. — Бум. пром-сть, 1976, № 9, с. 10—12. [2]. Annegren G. E., Lindblad P. O. Shives/ brightness: a problem of bleaching optimization. — Tappi, 1976, 59, N 11, p. 95—98. [3]. Axegard P., Jonsson V. Delignification of shives and bark particles after D and CED bleaching studied by UV-microscopy. — Svensk papperstidn., 1979, N 10, p. 310. [4]. Axegard P., Teder A. Model experiments in bleaching shives knot and bark particles. — Pulp and Paper Mag. of Can., 1977, 78, p. T196—T204. [5]. Bach B., Flechn. G. Untersuchungen zur Verringerung der Unreinheiten in geblichten Sulfitzellstoff durch Varianten der Bleichbedingungen. — Zellstoff und Papier, 1981, N 3, S. 101—105. [6]. Chollet J., Dubby M., Seppal O. Studies of dirt in sulfite pulp. — Pulp and Paper Mag. of Can., 1959, 60, N 4, p. T123—T128.

Поступила 15 декабря 1983 г.

УДК 676.024 : 676.287

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ ИЗ ОТХОДОВ СОРТИРОВАНИЯ

М. В. ПОСТНИКОВА, Ю. Г. БУТКО

Пермский политехнический институт
Ленинградский технологический институт ЦБП

На предприятиях, вырабатывающих бумагу с использованием в композиции до 50—70 % дефибрерной древесной массы, переработка отходов грубого и тонкого сортирования — составная часть технологии получения дефибрерной массы.

В ряде работ [3, 4] показано, что делигнификацией отходов сортирования до получения волокнистого полуфабриката с выходом 70—90 % можно значительно улучшить прочностные показатели древесной массы. С целью выяснения этой возможности изучено влияние щелочных обработок на качество размолотых отходов сортирования. При этом поставлена задача сохранить выход размолотой массы на достаточно высоком уровне.

Ранее [2] нами показано, что путем обработки отходов сортирования перед размолом щелочным раствором перекиси водорода можно получить модифицированную древесную массу повышенной прочности. С точки зрения экономичности процесса, для химической обработки отходов больше всего подходят щелочные моносльфитные и фосфорные растворы.

В данной работе изучено влияние обработок отходов сортирования щелочными моносльфитными и фосфатными растворами на качество получаемой из них массы. Образцы отходов грубого и тонкого сортирования отбирали на Камском ЦБК. Характеристика их приведена в табл. 1.

Таблица 1

Номер образца	Степень помола, °ШР	Содержание волокна (фракционный состав), %				Содержание кисты, %
		Грубое	Среднее	Мелкое	Мелочь	
1	18	65,8	12,1	4,8	17,3	20,0
2	14	68,1	13,8	9,4	8,7	23,4
3	17	60,5	12,8	7,2	19,5	22,1

Отходы грубого и тонкого сортирования содержат до 60—68 % грубого волокна, 20,0—23,4 % и 8—19 % мелочи. По сравнению с древесной массой основного потока элементы отходов сортирования пластифицированы в меньшей степени и представляют фрагменты, покрытые снаружи средней пластинкой или имеют частично вскрытую вторичную стенку [1]. Поэтому можно предположить, что предварительная щелочная обработка должна способствовать набуханию и размягчению спичек, щепочек и пучков грубой массы, что положительно повлияет на характер размола (рафинирования) и качество получаемой массы.

Отходы сортирования обрабатывали щелочным моносльфитным или фосфатным раствором при концентрации массы 6 % и температуре 90—95 °С в течение 30—120 мин. Обработанную массу сгущали до 20 % концентрации и подвергали рафини-

рованию на лабораторной дисковой мельнице Спрут-Вальдрон в три ступени при зазоре между дисками 0,3 мм на первой ступени и 0,05 мм на второй и третьей ступенях, при концентрации массы 20 % на первой и 4 % на второй и третьей ступенях. Выбор температуры 90—95 °С обусловлен предварительными опытами, в которых выяснилось положительное влияние моносльфитной и фосфатной обработок на качество размолотых отходов при указанной температуре. При этом ставили также задачу повысить пластификацию волокнистых элементов отходов сортирования, учитывая сульфонирующее действие моносльфита натрия. Считают [1], что моносльфит натрия начинает действовать на древесину как сульфонирующий агент при температуре примерно 80 °С.

На рис. 1 и 2 представлены результаты изучения влияния продолжительности щелочных обработок, расхода и вида щелочных растворов на качество размолотых отходов сортирования. При этом массу размалывали до степени помола 65 °ШР.

Отходы сортирования, обработанные и необработанные щелочными растворами, размалывали в центробежном размольном аппарате (ЦРА) до различной степени помола. Продолжительность обработок в этом случае составляла 120 мин. Результаты этих исследований даны на рис. 3.

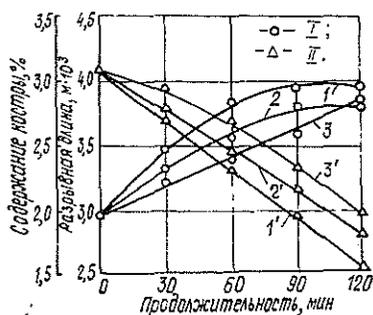


Рис. 1. Влияние продолжительности щелочных обработок на качество размолотых отходов сортирования.

I — разрывная длина; *II* — содержание костры; *1* и *1'* — $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH}$, 4 % от абс. сухих отходов (1:1); *2* и *2'* — $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH}$, 3 % от абс. сухих отходов; *3* и *3'* — Na_3PO_4 , 4 % от абс. сухих отходов.

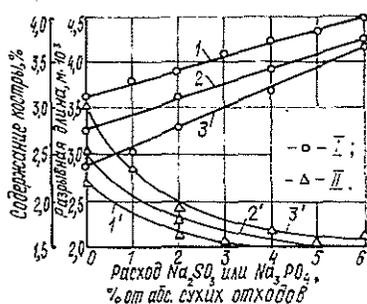


Рис. 2. Влияние расхода и вида щелочных растворов на качество размолотых отходов сортирования.

I — разрывная длина; *II* — содержание костры; *1* и *1'* — $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH}$, расход NaOH —2 %; *2* и *2'* — $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH}$, расход NaOH —1 %; *3* и *3'* — Na_3PO_4 .

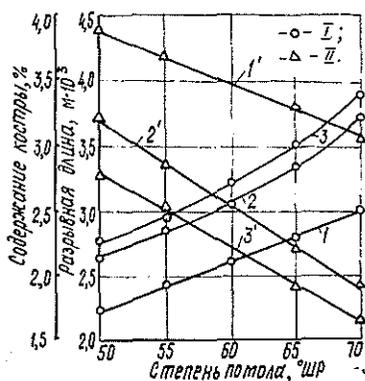


Рис. 3. Качественные показатели древесной массы из отходов сортирования при различной степени помола.

I — разрывная длина; *II* — содержание костры; *1* и *1'* — без щелочных обработок; *2* и *2'* — Na_3PO_4 , 4 % от абс. сухих отходов; *3* и *3'* — $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH}$, 4 % от абс. сухих отходов (1:1).

Из приведенных данных следует, что моносльфитная обработка с расходом моносльфита 2—6 % или фосфатная с расходом три-

натрийфосфата 4—6 %, проводимая при температуре 90—95 ° в течение 30—120 мин, способствует получению древесной массы повышенного качества. Так, масса, размолотая до 65 °ШР с расходом моносульфита 4 % и едкого натра 2 %, имеет разрывную длину 4100 м, содержание костры в ней 1,5 %. Лучшие результаты получены для щелочной моносульфитной обработки, чем для фосфатной, но масса, предварительно обработанная тринатрийфосфатом с расходом 4—6 %, имеет более высокие качественные показатели, чем необработанная. Обработка отходов сортирования перед рафинированием щелочными моносульфитными или фосфатными растворами способствует получению древесной массы повышенного качества при более низких градусах помола. Щелочная обработка отходов улучшает их размол.

Как видно из рис. 2, повышение расхода моносульфита или фосфата до 6 % увеличивает разрывную длину и снижает содержание костры в получаемой древесной массе, т. е. повышает ее качество. Но расход моносульфита натрия больше 3 %, едкого натра больше 2 % и тринатрийфосфата больше 4 % экономически нецелесообразен.

С целью возможности сократить продолжительность щелочной моносульфитной обработки нами изучено влияние концентрации моносульфита и едкого натра в растворе, а также продолжительности обработки на поглощение химикатов массой. Применяя более концентрированные растворы, продолжительность обработки при 90—95 °С можно сократить до 60 мин. Из отходов сортирования (образец 3), обработанных в течение 60 мин при концентрации массы 6 % щелочным моносульфитным раствором (содержащим 10 г/л моносульфита и 10 г/л едкого натра) и размолотых на мельнице Спрут-Вальдрона при условиях размола, указанных выше, получали древесную массу, качественные показатели которой приведены в табл. 2. Для сравнения здесь же представлены данные для древесной массы без предварительной обработки.

Таблица 2

Образец древесной массы	Разрывная длина, м	Сопротивление		Безлизна, %	Степень помола, °ШР	Содержание костры, %	Состав, % по фракциям		Содержание смол и жиров, %
		продавляющую, кПа	раздранную, Н				I	IV	
Без обработки	3100	102	0,74	59,4	62	3,5	49,1	32,8	2,1
С обработкой:									
2 % NaOH + + 2 % Na ₂ SO ₃	3980	100	0,80	60,8	60	1,5	40,5	30,4	1,2
4 % Na ₃ PO ₄	3890	104	0,78	61,4	64	2,0	42,0	33,1	1,4

Из данных табл. 2 видно, что щелочные моносульфитные и фосфатные обработки отходов сортирования перед рафинированием способствуют получению из них древесной массы повышенного качества. При традиционной работе древесномассного производства количество отходов сортирования составляет не более 10 %. Поэтому для повышения прочности древесной массы всего потока необходимо, чтобы количество массы повышенной прочности, получаемой рафинированием с предварительной щелочной обработкой, было значительно больше. С этой целью можно рекомендовать следующие изменения в схеме сортирования массы. Путем двухступенчатого сортирования можно выделить до 30 % волокна, которое далее следует подвергать химической

обработке перед рафинированием, а затем полученную массу повышенного качества смешивать с массой основного потока. Для практической реализации этих предложений необходимо провести дополнительные исследования в производственных условиях. Применяя древесную массу, полученную из отходов сортирования с предварительной моносульфитной обработкой (ОДМ), составили композиции волокнистой массы без наполнителя для получения типографской бумаги № 2 (ГОСТ 9095—73). Для композиций использовали дефибрерную древесную массу (ДМ) и беленую сульфитную целлюлозу (Ц) Камского ЦБК. Масса 1 м² отливки — 62 г.

В табл. 2 приведены условия получения и характеристика образца древесной массы (ОДМ) из отходов сортирования, в табл. 3 — качественные показатели типографской бумаги № 2 с применением в композиции древесной массы из отходов сортирования.

Таблица 3

Состав композиции, %	Показатели механической прочности			Белизна, %
	Разрывная длина, м	Сопротивление		
		продавливанию, кПа	раздиранию, Н	
ДМ-100	2700	53	0,30	64,0
Ц-100 (26 °ШР, 75 г/м)	5730	290	0,87	75,0
ДМ-50 Ц-50	4020	198	0,71	66,2
ДМ-35 ОДМ-15 Ц-50	4430	210	0,70	65,8
ДМ-38 ОДМ-17 Ц-45	4100	190	0,73	65,0

Результаты, приведенные в табл. 3, показывают, что применение 17 % древесной массы с химической обработкой (ОДМ) и 38 % дефибрерной массы дает возможность заменить 5 % целлюлозы в композиции типографской бумаги. Годовой экономический эффект от такой замены для условий Камского ЦБК может составить 150 тыс. р. в год (производительность существующего узла 50 т/сут). С точки зрения охраны окружающей среды, применение щелочных растворов, с целью повышения прочности древесной массы, предусматривает небольшой расход химикатов (моносульфита 2—3 % и едкого натра 1—2 % или тринатрийфосфата 4 %), повторное использование химикатов и оборотных вод при переработке отходов. Можно предположить, что небольшая остаточная щелочность в потоке древесномассного цеха нейтрализуется кислыми продуктами гидролиза древесины, имеющего место при дефибрировании баланса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ласкаев П. X. Производство древесной массы. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. — 582 с. [2]. Постникова М. В., Бутко Ю. Г., Левцкий Л. М. Модифицированная древесная масса из отходов сортирования. — В кн.: Химия и технология бумаги: Межвуз. сб. науч. тр. Л., 1982, вып. 10, с. 150—161. [3]. Ceragioli G. Miglioramento delle proprietà di resistenza della pasta mediante trattamento chimico degli scarti dell'assortimento. — Ind. carta, 1979, 17, № 12, p. 558—563. [4]. Chemical modification of newsprint groundwood pulp. Part II. Soda-oxygen/alkali delignification of screeng rejects/ M. Fredrikson, C. A. Lindholm, K. Saramaki, N. E. Virkolia. — Paperi ja Puu, 1979, 61, N 4, с. 357—364.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*78

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

Т. С. ЛОБОВИКОВ, С. И. КОЛЕСНИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В лесной промышленности узкоколейные железные дороги (УЖД) в наше время играют значительно меньшую роль, чем автомобильные. Вывозка леса узкоколейным транспортом сократилась с 52,3 млн. м³ в 1956 г. до 28,9 млн. м³ в 1981 г.; однако 12% общего объема древесины и сейчас вывозится по УЖД.

Это снижение обусловлено следующими причинами.

1. УЖД более эффективны при значительных грузооборотах и длительных сроках эксплуатации, что соответствует условиям освоения крупных лесосырьевых баз. В большинстве таких баз в пределах доступных районов лесозаготовок и были построены УЖД. Сейчас в Европейско-Уральской зоне, где функционируют 167 узкоколейных дорог, возможности выделения крупных лесосырьевых баз ограничены или отсутствуют. Автомобильный транспорт легче приспосабливается к условиям ограниченных лесосырьевых баз и успешнее там работает.

2. Металл и особенно металлический прокат до сих пор дефицитны в нашей стране. Получение рельсов для строительства УЖД стало затруднительным. Заметно ухудшилось их качество. В то же время автомобили могут быть использованы даже на простейших грунтовых дорогах.

3. Практически любая автодорога может исполнять функции общехозяйственного транспорта, в том числе и пассажирского, а возможности УЖД (в том виде, как они построены) значительно ниже.

4. Утвержденные в 1965 и 1969 гг. нормативные показатели по трудоемкости строительства и содержания узкоколейных дорог были явно завышены, а соответствующие показатели автодорог, скорее, занижены [5]. Использование этих норм при проектировании и сравнении конкурирующих видов транспорта предопределяло более благоприятные проектные технико-экономические показатели для автодорог и порождало критическое отношение к УЖД.

5. При строительстве и эксплуатации УЖД требуется высокая культура производства, автомобильные дороги предъявляют гораздо меньшие требования. В реальных условиях лесозаготовок это обстоятельство действует в пользу автодорог.

Отмеченные причины породили мнение о нецелесообразности применения УЖД вообще. В результате резко ухудшилось состояние УЖД. Однако несмотря на это, УЖД работают во многих случаях более стабильно, чем автодороги. Доля вывозки древесины по ним в некоторых лесозаготовительных объединениях достаточно высока. Так, в объединении Ленлес вывозка по УЖД за последние годы составляет 23—24%, Кировлеспром — 28—31%, Удмуртлес — 43—45%. Многие узкоколейки включены в общую транспортную систему районов и, кроме основного назначения, используются для нужд населения, торговли, сельско-

го хозяйства и других отраслей промышленности. Алапаевская УЖД ежегодно перевозит почти 2 млн. т лесных грузов и 1,2 млн. пассажиров, а всеми УЖД лесной промышленности перевозится до 12 млн. т лесных грузов и несколько миллионов пассажиров. В защиту УЖД неоднократно выступали многие ученые и производственники [1—4, 6, 7].

Сравним некоторые технико-экономические особенности автомобильного и узкоколейного транспорта.

1. Автомобильные дороги хорошо вписываются в рельеф местности (уклоны до 90 ‰, радиусы 50—60 м); УЖД вписывается в рельеф хуже (уклоны до 30 ‰, радиусы 100—400 м), но это не очень существенно в равнинной и слабохолмистой местности. Однако преимущества автотранспорта снижаются в горной и сильно пересеченной местности, так как автодорога имеет более широкое полотно, чем узкоколейка; это особенно сильно сказывается на стоимости строительства многочисленных искусственных сооружений.

2. Для строительства 1 км проезжей части автодороги требуется 5—6 тыс. м³ гравия или щебня. Объемы земляных работ при строительстве 1 км УЖД обычно меньше: на балластировку — 500—800 м³ песка, на устройство верхнего строения — 50—60 т металла. После износа рельсов 80% этого металла возвращается в народное хозяйство, тогда как на устройство 1 км автодороги с колейным железобетонным покрытием безвозвратно тратится 21—22 т металла и 200—220 т бетона.

3. Автомобильные лесовозные дороги резко реагируют на изменение погоды; распутица и гололед вызывают необходимость ограничивать или прекращать движение. УЖД мало подвержены атмосферному воздействию и работоспособны при любых погодных условиях, обеспечивая тем самым высокую ритмичность производства.

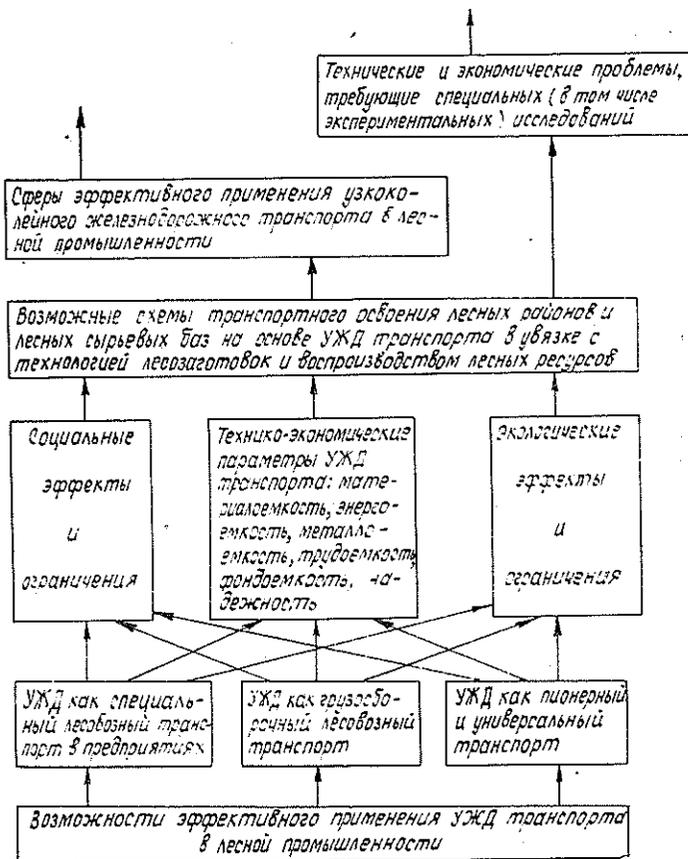
4. В современный период экономия горючего приобретает все большее значение. Дефицитность нефтепродуктов особенно остро ощущается в малоосвоенных, труднодоступных районах страны из-за сложности и большой трудоемкости их доставки. Это в полной мере относится к лесозаготовительному производству в северной и восточной частях страны. Путевая топливная экономичность тяговых единиц узкоколейного транспорта выше, чем автомобильного. Расчеты, выполненные в ЦНИИМЭ, показывают, что при вывозке древесины по УЖД расход топлива уменьшается в 3,5 раза по сравнению с автомобильной доставкой. Узкоколейки хорошо поддаются электрификации тяги, что еще более подчеркивает их энергоэффективность. На первый взгляд, вероятно, покажется неожиданной и парадоксальной мысль о том, что на УЖД не исключается эффективное применение древесного топлива. Мы не пропагандируем возврат к устаревшим формам паровозной тяги, а имеем в виду современные формы: измельчение, брикетирование, автоматическую подачу в топку (возможно с предварительной газификацией) коры и древесной щепы из отходов и низкосортной древесины, не имеющей эффективного сбыта во многих районах нашей страны. За последние 5—7 лет в США и Канаде потребление древесного топлива возросло до 110 млн. м³ ежегодно в связи с резким повышением цен на нефтетопливо. В ряде зарубежных стран ведутся широкие и серьезные исследования эффективности древесного топлива в современных условиях.

5. При использовании автомобильных усов и веток разрушаются плодородные почвенные слои, что является подчас необратимым процессом; на УЖД почвенный слой повреждается гораздо меньше.

6. Для выполнения лесохозяйственных мероприятий по уходу за лесом, организации охраны лесов от пожаров и т. п. более удобны автодороги. Однако во многих случаях после снятия рельсов и грейдирования балластного слоя полотно УЖД можно использовать как автодорогу для этих же целей. Убедительные примеры этого мы наблюдали, в частности, в южной части Кировской области.

Учитывая перечисленные особенности транспорта, следует признать, что распространенное мнение о безусловном во всех случаях преимуществе автомобильного транспорта неправомерно. В определенных условиях эффективно применение УЖД на современном техническом уровне. Поэтому необходимо тщательно изучить эту проблему на строгой научной основе при соблюдении системного, вариантного подхода с учетом не только отраслевой, но и народнохозяйственной эффективности.

Руководствуясь этими соображениями и основываясь на фактических данных, можно назвать три вида использования УЖД: как специальный лесовозный транспорт в системе лесозаготовительного предприятия; как грузосборочный лесовозный транспорт в системе группы предприятий (объединения); как универсальный транспорт (для перевозки не только лесных, но и иных грузов, а также пассажиров).



Системограмма постановки проблемы эффективности использования узкоколейного железнодорожного транспорта в лесной промышленности.

При намечаемой концентрации лесозаготовок и создании крупных лесопромышленных комплексов не исключено эффективное применение УЖД в качестве универсальных и грузосборочных магистралей. Кроме того, при освоении крупных лесных районов УЖД транспорт может выступить в качестве пионерного, если строительство железных дорог широкой колеи по каким-либо соображениям оказывается преждевременным. При этом можно предполагать последующую реконструкцию узкой колеи в нормальную. Для обеспечения крупных грузооборотов УЖД, высокой скорости движения и мощности подвижного состава можно иметь в виду не только традиционную ширину колеи (750 мм), но и известные в технике колеи 900—1000 мм. Передача грузов с железнодорожного транспорта узкой колеи на широкую может успешно решаться применением контейнеризации и пакетирования грузов.

Использование УЖД в качестве универсального, грузосборочного, а также пионерного транспорта потребует: обеспечения дорог высокоэффективными механизмами для всего комплекса погрузочно-транспортных работ; создания достаточно мощной ремонтной базы; применения сварного рельсового пути, антисептирования шпал, более тяжелых типов рельсов, чем Р18 и Р24; повышения уровня организации движения и обеспечения надежных современных средств связи и блокировки; электрификации тяги.

Попытка изучить проблему эффективности использования УЖД транспорта на лесозаготовках в общем виде (рис. 1) предпринимается нами в рамках ЛТА. Конкретные рекомендации могут быть даны лишь после серьезных специальных экспериментальных и лабораторных исследований, направленных на возможности применения не только традиционной колеи 750 мм, но и колеи 900—1000 мм, разработку техники и организации передачи грузов с узкоколейного на ширококолейный железнодорожный транспорт, использование древесного топлива, к чему следовало бы привлечь внимание научно-исследовательских организаций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алпакций И. В. Больше внимания узкоколейному транспорту. — Промышленный транспорт, 1973, № 3, с. 12—14. [2]. Дроздова И. Н. Перспективен ли узкоколейный железнодорожный транспорт? — Промышл. транспорт, 1982, № 11, с. 13—16. [3]. Ильин Б. А., Кувалдин Б. И. Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 384 с. [4]. Кувалдин Б. И. Некоторые проблемы технического совершенствования лесовозных узкоколейных дорог: Автореф. дис. . . . докт. техн. наук. — М., 1974. — 66 с. [5]. Татаринов В. П. Лесозаготовки: Состояние и проблемы повышения эффективности. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 224 с. [6]. Татаринов В. П. Повышение эффективности использования дорог круглогодичного действия: Обзор. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1977. — 63 с. [7]. Щелкунов В. В., Скрипов Н. И. Эффективность применения различных типов лесовозных дорог. — М.: Гослесбумиздат, 1963. — 110 с.

Поступила 14 марта 1984 г.

УДК 630*79.002.6

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ НОРМАТИВНОЙ ЧИСТОЙ ПРОДУКЦИИ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ ОБЪЕДИНЕНИИ

Е. С. РОМАНОВ, Т. И. НОВГОРОВОДА, А. В. ПЛАСТИНИН

Архангельский лесотехнический институт

Кафедрой экономики и организации производства АЛТИ изучено применение показателя нормативной чистой продукции (НЧП) на

предприятиях всесоюзного лесопромышленного объединения (ВЛПО) Архангельсклеспром в 1982 г. Исследование включало анализ широкого круга показателей по всем двадцати производственным единицам: производственным объединениям (ПО) и леспромхозам (ЛПХ), а также анкетирование начальников плановых отделов и экономистов.

Переход к применению показателя НЧП прошел организованно. Экономические кадры предприятий довольно быстро и без усилий освоились с новым показателем. Относительно природы нового показателя и правил установления нормативов мнения производителей различны. Но они, к сожалению, формируются в основном с точки зрения выгоды для данного предприятия. Общую психологическую оценку НЧП экономистами производства следует расценить как сдержанную.

Показатели	Число предприятий*			
	выпол- нивших план 1982 г.	не выпол- нивших план	улучшивших работу в 1982 г. по сравнению с 1981 г.	ухудшив- ших ра- боту
Товарная продукция	1	18	14	5
Объем реализации	2	17	11	8
НЧП	11	8	18	1
Вывозка	1	18	11	8
Деловая древесина	1	18	7	12

* Без объединения Двинослав.

Показатели выполнения плана 1982 г. по НЧП оказались повсеместно лучше, чем по товарной продукции, объему вывозки, деловой древесине и другим объемным показателям (см. таблицу). То же наблюдается и по показателям производительности труда, особенно заработной платы. Выработка на одного работающего по НЧП для ВЛПО в целом на 6 пунктов выше, чем по товарной продукции, в отдельных леспромхозах разница достигает 12 пунктов. Комплексная выработка на одного рабочего лесозаготовок (показатель, не подверженный изменению цен) увеличилась в 1982 г. по сравнению с 1981 г. лишь в семи производственных единицах (ЛПХ, ПО) Архангельсклеспрома из двадцати, а выработка по НЧП — в девяти. Разница невелика, но в целом ВЛПО не выполнило план по комплексной выработке (98,9 %), а по НЧП перевыполнило (100,5 %). Отрицательный результат превратился в положительный, благодаря завышению нормативов на лесоматериалы круглые, хотя объем последних ниже планового.

Из таблицы следуют существенные выводы. Среди данных о выполнении плана показатель НЧП выглядит очень контрастно рядом с другими. Вывод тут может быть только один: НЧП приукрашивает положение. То же самое можно сказать и о темпах роста в 1982 г. по сравнению с 1981 г. Самый объективный и беспристрастный показатель в таблице — деловая древесина, но именно по нему достижения самые скромные. Показатели по НЧП, наоборот, наиболее высокие. Но выполнение плана по НЧП при невыполнении по деловой древесине — это мнимое благополучие, а само это противоречие ставит под сомнение достоверность оценок по НЧП.

Особенностораживают результаты по расходованию фондов заработной платы. Общий по ВЛПО относительный перерасход при расчете по товарной продукции 6,6 млн. р. обернулся экономией в 295 тыс. р. при расчете по НЧП. При перерасчетах по товарной продукции экономиию

имеют лишь две производственные единицы (на сумму 136 тыс. р.), при пересчете по НЧП — 15 единиц из 20 (на сумму 1218 тыс. р.). Во всех 20 производственных единицах темпы роста производительности труда по НЧП оказались выше темпов роста средней зарплаты. Столь резкое «улучшение» по сравнению с имевшим место повсюду и в течение ряда лет обратным соотношением весьма красноречиво.

Надо, конечно, учитывать, что мы изучали опыт первого года применения НЧП. В дальнейшем вполне вероятны более скромные результаты (темпы) по НЧП и всему, что выражается через нее.

Показатель НЧП введен не взамен старых, традиционных показателей. Он применяется одновременно и рядом с ними. Существует и действует система показателей. В этой системе целесообразно как можно точнее конкретизировать разделение функций между показателями. Опыт показывает: чем больше разных функций возлагается на тот или иной показатель, тем хуже, расплывчатее отражает (и выполняет) он каждую из них. НЧП лучше других показателей (не считая ЧП) выражает трудовой вклад коллектива, предприятия. Эта и только эта функция должна быть закреплена за НЧП. Иными словами, по НЧП следует выражать производительность труда, нормировать фонд зарплаты, контролировать соотношение темпов производительности труда и зарплаты. При этом нормативы должны быть прямо (и строго) пропорциональны трудоемкости или зарплатоемкости. Какое-либо стимулирование качества продукции, выходящее за рамки увеличения трудо- и зарплатоемкости, связанного с повышением качества, неоправданно. Повышение качества продукции надежно стимулируется дифференциацией оптовых цен и всеми показателями, включающими прибыль. НЧП не может превзойти цены и прибыль в этой роли. В то же время показатель НЧП, на который качество влияет больше, чем трудоемкость, утрачивает свою природу, становится искусственным, превращается в бледную тень цены.

Необходимо со всей определенностью сказать, что НЧП не стимулирует экономию материальных затрат, снижение материалоемкости. С применением НЧП лишь отпадает (точнее, ослабляется) нездоровая заинтересованность в повышении материалоемкости. Это не одно и то же.

Экономия материальных затрат, начиная с 1983—1984 гг., активно стимулируется через себестоимость, новые показатели предельного уровня затрат, лимита материальных затрат, прямые отчисления от экономии в фонд материального поощрения. Нет смысла вовлекать в эту орбиту еще и показатель НЧП, что помешало бы выполнению им основных «трудовых» функций.

Официальные методики предписывают устанавливать нормативы НЧП по зарплатоемкости. Анализ показал, что фактическая зарплатоемкость (в том составе, в котором она входит в НЧП) находится в трудно объяснимых и противоречивых соотношениях с НЧП. Уложились в зарплату, включенную в НЧП, только три леспромхоза. В Северодвинском ЛПХ зарплатоемкость оказалась выше всей НЧП. Поскольку зарплата формируется объективно, а НЧП рассчитаны с субъективными отступлениями, то несоответствие между ними свидетельствует против обоснованности НЧП.

Наиболее серьезным просчетом, на наш взгляд, является произвольное увеличение НЧП на лесоматериалы круглые по сравнению с дровами. Соотношение по трудоемкости и зарплатоемкости, не превышающее 1,1, в нормативе НЧП составляет 1,37. Выше мы уже отмечали, что есть другие, более сильные стимулы повышения выхода —

оптовые цены. Применение этого момента в НЧП мало способствует повышению выхода, но в корне подрывает основу, природу НЧП.

Следует решительно предостеречь от принятия предложений, высказываемых некоторыми учеными, дифференцировать нормативы НЧП по сортаментам, длинам, диаметрам. Это привело бы к двум параллельно действующим системам оптовых цен и НЧП, где последняя, в силу своей искусственности, лишь затемняла бы положение. Разработка и применение таких дифференцированных нормативов привели бы к огромным неоправданным затратам труда.

Сравнение НЧП на 1 м³ заготовленной древесины и на продукцию прочих производств показывает, что они разновыгодны. Нормативы по лесозаготовкам несколько завышены. Это опять-таки говорит об отступлении от природы чистой продукции, допущенном при установлении нормативов, и не способствует развитию перерабатывающих производств.

На лесозаготовках по-прежнему наиболее ответственна роль натуральных и условно-натуральных показателей. Главным среди них является показатель Деловая древесина. Выполнение и перевыполнение плана по любому стоимостному показателю, в том числе и по НЧП, при одновременном невыполнении по деловой древесине не может считаться удовлетворительным результатом. Наоборот, выполнение по деловой древесине автоматически обеспечивает высокие стоимостные показатели. Оценка по деловой древесине должна дополняться обобщающей по достаточно широкому кругу показателей.

Дальнейшие изменения нормативов НЧП должны быть подчинены ее экономическому содержанию. Мы считаем целесообразным определять и чистую продукцию (не нормативную). Не исключено, что со временем она вытеснит НЧП.

Поступила 26 января 1984 г.

УДК 630*79 : 338.409.12

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ФОНДА РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ

В. И. МОСЯГИН, С. Д. БАДМАЕВА, Т. А. СМЕРНОВА

Ленинградская лесотехническая академия

В действующих условиях хозяйствования, характеризующихся достаточно динамичным развитием процесса обновления техники, важное значение приобретает совершенствование методов финансирования воспроизводства основных фондов. Одним из важнейших источников в реализации этой задачи выступает фонд развития производства (ФРП).

Этот фонд, как известно, образуется из трех источников: части амортизационных отчислений на реновацию основных фондов, отчислений от прибыли и выручки от реализации выбывшего и ненужного оборудования. На предприятиях ПО Кареллесозэкспорт основное место в образовании ФРП занимают амортизационные отчисления (табл. 1).

Отчисления реновационных средств в ФРП не отличаются стабильностью; они существенно разнятся как по предприятиям, так и в масштабе одного предприятия, что подтверждает динамика данных, приведенных в табл. 2.

Таблица 1

Структура источников формирования ФРП, %

Источник образования ФРП	1978	1979	1980	1981	1982
Амортизационные отчисления	90,4	63,1	68,1	90,7	89,7
Прибыль	5,7	24,0	24,8	1,1	3,1
Выручка от реализации вывешенного и ненужного оборудования	3,9	12,9	7,1	8,2	7,2
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 2

Доля реновационных средств, направляемых в ФРП, %

Предприятие	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Беломорский ЛДК	14,7	12,1	22,2	11,3	20,4	30,4	28,8
Ильинский л/з	13,9	12,1	60,6	29,2	21,6	25,9	8,9
Кемский л/з	14,3	11,9	18,7	4,7	10,1	6,1	9,8
Кондопожский ДОЗ	13,5	11,9	53,8	24,1	44,2	49,8	22,6
Ляскельский л/з	16,1	12,6	78,2	56,1	19,4	16,5	15,5
Медвежьегорский л/з	14,3	12,3	47,4	15,1	19,2	17,8	17,4
Найстеньярский л/з	15,6	14,5	66,4	13,3	—	18,2	10,3
Петрозаводский ЛМК	14,5	11,8	53,4	7,4	33,7	12,2	18,8
Петрозаводский ДСК	—	11,8	35,0	4,4	2,8	9,8	10,2
Пудожский л/з	12,9	—	26,9	2,3	18,2	17,6	11,9
Поросозерский л/з	13,7	12,3	76,9	—	6,0	29,6	17,3
Сортавальский МЛК	15,3	11,1	78,3	20,5	33,1	19,6	16,5
Сегежский ЛДК	15,5	11,0	30,1	4,4	3,8	3,8	9,6
В среднем по объединению	16,8	16,3	58,4	13,1	19,5	19,0	18,5

Таблица 3

Нормы амортизации и фактический коэффициент выбытия активной части основных фондов, %

Предприятие	Год			
	1981		1982	
	Норма амортизации на реновацию	Фактический коэффициент выбытия	Норма амортизации на реновацию	Фактический коэффициент выбытия
Беломорский ЛДК	9,3	3,4	9,8	5,7
Ильинский л/з	3,3	7,2	9,7	0,1
Кемский л/з	4,5	4,8	6,3	2,8
Кондопожский ДОЗ	11,7	4,2	12,4	8,6
Ляскельский л/з	10,2	15,9	10,4	6,3
Медвежьегорский л/з	10,6	2,3	10,1	4,2
Найстеньярский л/з	9,3	4,9	9,5	0,1
Петрозаводский ЛМК	8,5	6,9	5,4	2,5
Петрозаводский ДСК	9,2	4,9	8,9	2,1
Пудожский л/з	6,5	4,7	7,3	4,2
Поросозерский л/з	9,2	4,9	8,9	8,4
Сортавальский МЛК	9,1	5,1	9,8	2,8
Сегежский ЛДК	9,9	1,2	8,9	3,8
В среднем по объединению	8,1	4,3	8,4	3,8

В определенной мере такое положение объясняется различиями в стоимости и структуре основных фондов, степенью их обновления и

другими факторами. Вместе с тем отчисления в ФРП не всегда находятся в прямой зависимости от степени износа и объема выбытия основных фондов. К тому же среди экономистов нет единого мнения о величине самого норматива отчислений реновационных средств в ФРП.

При установлении норматива часто исходят из предпосылки, что амортизационные отчисления на реновацию служат источником простого воспроизводства основных фондов, т. е. выполняют функцию возмещения выбывающих средств труда. Приведенные же в табл. 3 данные свидетельствуют об обратном: амортизационный фонд стабильно превышает потребность лесопильно-деревообрабатывающих предприятий в средствах для возмещения выбывающих основных фондов.

Это объясняется тем, что амортизационные отчисления по своему характеру обслуживают не только простое воспроизводство; часть их является источником расширенного воспроизводства основных фондов.

Расширенное воспроизводство создает такие условия, при которых ежегодные амортизационные отчисления превышают размер средств, необходимых для восстановления ежегодно выбывающих фондов. Это объясняется тем, что новые объекты, вступая в производство, соответственно увеличивают амортизацию. При этом общая сумма амортизации оказывается достаточной не только для восстановления выбывающей техники, но и для увеличения общего количества функционирующих фондов. Это и понятно, ведь ежегодная сумма амортизационных отчислений исчисляется исходя из наличия фондов в данном году, а замене подлежат фонды, вступившие в строй ранее. При расширенном воспроизводстве каждый год увеличиваются вновь вводимые фонды. Отсюда сумма ежегодной амортизации превосходит средства, необходимые для возмещения выбывших фондов. Именно поэтому коэффициент выбытия основных фондов ниже норм отчислений на реновацию (табл. 3). При этом чем больше темп расширения и выше срок службы фондов, тем больше это различие. Другими словами, чем выше доля новых средств труда в общей совокупности фондов, тем меньше средняя скорость их выбытия.

Таблица 4

Средние коэффициенты выбытия
за период 1976—1982 гг.

Предприятие	Коэффициент выбытия	
	фактический	расчетный
Беломорский ЛДК	2,2	4,5
Ильинский л/з	5,5	4,1
Кемский л/з	2,6	2,3
Кондопожский ДОЗ	5,4	3,8
Лясельский л/з	6,1	6,5
Медвежьегорский л/з	3,8	5,0
Найстенярвский л/з	4,6	4,2
Петрозаводский ЛМК	2,5	1,5
Петрозаводский ДСК	1,2	3,3
Пудожский л/з	3,2	5,5
Поросозерский л/з	2,9	3,9
Сортавальский МЛК	2,9	1,7
Сегежский ЛДК	2,0	2,8

Соотношение между ежегодным расчетным коэффициентом выбытия основных фондов (K_p), нормативным сроком их службы (t) и темпом расширения (Δ) определяется по формуле*

$$K_p = \frac{\Delta}{(1 + \Delta)^t - 1}$$

Расчетный коэффициент выбытия носит нормативный характер и показывает, каким должно быть выбытие основных фондов при данных темпах их роста и нормативных сроках службы.

В табл. 4 приведены сравнительные данные коэффициентов выбытия (фактического и расчетного) основных производственных фондов предприятий ПО Кареллесозэкспорт.

* Гапоненко А. Л. Моральный износ и обновление орудий труда. — М.: Мысль, 1982. — 156 с.

По ряду предприятий расчетные коэффициенты выбытия превышают фактические. На Петрозаводском ЛМК, Сортавальском МЛК, Сегежском ЛДК, Кондопожском ДОЗ, а также на Ляскельском, Медвежьегорском и Пудожском лесозаводах наблюдается противоположная картина, свидетельствующая о том, что реальный процесс выбытия фондов на указанных предприятиях протекает быстрее, чем предусмотрено действующими нормами амортизации. По объединению Кареллесозэкспорт в целом процесс выбытия основных фондов еще не достиг уровня действующих норм амортизационных отчислений на реновацию.

Представляется целесообразным отчислять средства амортизации в фонд развития производства не ниже той величины, которая полностью обеспечивала бы возмещение средств труда, т. е. на уровне фактического коэффициента выбытия. Верхним пределом отчислений реновационных средств должен служить расчетный коэффициент выбытия основных фондов. При превышении фактического коэффициента выбытия над расчетным норматив отчислений рекомендуется устанавливать на уровне фактически достигнутого показателя выбытия фондов.

Таблица 5

Среднегодовые отчисления реновационных средств
в фонд развития производства
за период 1976—1982 гг., тыс. р.

Предприятие	Фактически достигнутый уровень	Рекомендуемый уровень	
		нижний	верхний
Беломорский ЛДК	139	247	506
Ильинский л/з	78	116	116
Кемский л/з	109	458	458
Кондопожский ДОЗ	69	154	154
Ляскельский л/з	64	173	184
Медвежьегорский л/з	56	142	186
Найстеньярвский л/з	89	321	321
Петрозаводский ЛМК	158	330	330
Петрозаводский ДСК	89	188	516
Пудожский л/з	44	147	245
Поросозерский л/з	63	120	161
Сортавальский МЛК	130	222	222
Сегежский ЛДК	101	329	461
Итого по объединению	1189	2947	3861

Приведенные в табл. 5 данные свидетельствуют о том, что фактический уровень отчислений реновационных средств в ФРП практически занижен на всех анализируемых лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях. В целом по объединению Кареллесозэкспорт только для обеспечения процесса возмещения выбытия средств труда необходимо реновационные отчисления в фонд развития производства повысить в 2,5 раза (2947:1189), а с учетом обеспечения процесса расширенного воспроизводства основных фондов — в 3,2 раза (3861:1189). Поскольку средний процент отчислений в ФРП от общей суммы на реновацию на предприятиях объединения Кареллесозэкспорт составляет 1/5 часть, целесообразно этот показатель повысить до 50—60 %.

Поступила 10 января 1984 г.

УДК 630*284

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ — ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ПОДСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю. И. ДЕМИНЦЕВ, А. В. ПЕТЕРСОН

Уральский лесотехнический институт

Интенсификация общественного производства и повышение его эффективности — основная линия экономического развития нашей страны на современном этапе. Для многих отраслей промышленности основным направлением интенсификации является ресурсосберегающее, основанное на более рациональном использовании производственных фондов и трудовых ресурсов.

Своеобразие производств требует различного подхода к определению показателей интенсивности, выбору форм их развития. К числу таких производств следует отнести подсочку леса. В этом производстве потребляется незначительное количество материальных ресурсов, невысок уровень технической оснащенности. Вместе с тем подсочное производство — важная составная часть комплексного использования лесных ресурсов, основанная на своеобразном частичном прижизненном использовании растущих насаждений.

Наряду с рациональным использованием сырьевой базы, одним из основных направлений развития подсочного производства следует считать дальнейшее повышение его интенсификации, так как во многих районах страны нет возможностей для экстенсивного развития из-за ограниченного наличия сырьевых или трудовых ресурсов.

В подсочном производстве интенсификация должна обеспечивать более полное использование сложного процесса смолообразования и смолыуделения в подсачиваемых деревьях. Вместе с тем в условиях прижизненного использования лесов возможности интенсификации подсочки ограничиваются необходимостью сохранения жизнедеятельности насаждений. С этой целью добыча живицы в различных районах страны проводится согласно действующим правилам подсочки по типовым технологическим схемам. Но и в рамках этих правил возможна различная степень интенсификации производства в зависимости от наличия и расположения карр на дереве, интенсивности нанесения подновок и т. д. Кроме того, интенсивность выделения живицы зависит от применяемых стимуляторов смолообразования и смолыуделения. При подсочке с применением стимуляторов выход живицы на учетную единицу увеличивается на 40—60 %.

В связи с влиянием многочисленных факторов на уровень интенсификации подсочного производства для его оценки необходима определенная система показателей. В ее состав, по нашему мнению, должны быть включены следующие показатели, применяемые в практике работы промышленных предприятий:

- 1) выход живицы на учетную единицу (карру и карроподновку) по методам и способам подсочки;
- 2) доля карр, работающих по прогрессивной технологии;
- 3) периодичность нанесения подновок;
- 4) продолжительность сезона и число обходов;
- 5) число карр на 1 га подсачиваемой площади.

В качестве интегрального показателя уровня интенсивности подсосного производства следует применять объем добычи живицы за сезон с 1 га сырьевой базы, находящейся в подсоске. Именно этот показатель наиболее полно и объективно характеризует как уровень организации производства, так и степень использования всего производственного потенциала предприятия. Уровень этого показателя колеблется по районам страны и по предприятиям в пределах одного экономического района. Объем добычи живицы с 1 га зависит не только от организационно-технологических факторов, но и от смолопродуктивности насаждений, колебаний погодных условий по сезонам и т. д.

Для характеристики уровня интенсивности в таблице приведены отчетные данные по специализированным объединениям Горькхимлес и Свердловхимлес в сравнении со средними значениями этих показателей по бывшему ВПО Союзхимлес.

Объединение	Год	Выход живицы на карру, г	Число от-ходов за сезон	Число карр на 1 га, шт.	Объем добычи с 1 га, кг
Союзхимлес	1980	778	18,4	90	70
	1981	820	18,5	97	80
	1982	856	18,5	93	80
	1983	839	18,1	98	82
Горькхимлес	1980	827	24,9	148	113
	1981	941	25,9	153	124
	1982	1015	26,4	159	145
	1983	1239	27,8	172	185
Свердхимлес	1980	940	24,7	112	105
	1981	1012	25,4	117	120
	1982	1062	25,5	118	125
	1983	1056	23,9	120	127

За последние три года темп роста объема добычи живицы с 1 га в объединении Горькхимлес составил 164 %, в то время как в целом по ВПО Союзхимлес этот показатель возрос незначительно. Это объясняется тем, что в ряде предприятий по-прежнему не уделяется должного внимания улучшению использования сырьевой базы подсоски и в некоторых из них объем добычи живицы с 1 га обычно не превышает 40—50 кг, т. е. в 4 раза меньше, чем в Горькхимлесе.

Различная смолопродуктивность отдельных подвидов сосны обыкновенной и природно-климатические условия не позволяют многим предприятиям получать высокий выход живицы на карру, но вполне реально увеличение объема добычи с 1 га сырьевой базы подсоски за счет других организационно-технологических факторов.

Влиянием многочисленных факторов обусловлены значительные колебания этого показателя и по предприятиям Свердловхимлеса. Предприятия, расположенные в северных районах области, получают по 45—60 кг живицы с 1 га сырьевой базы. Наиболее устойчивый уровень добычи живицы (более 200 кг с 1 га за сезон) в последние годы отмечен в Красногвардейском ХЛХ и Режевском ЛПХ, к этому высокому для Урала рубежу приближается Тугулымский ХЛХ. Эти предприятия ведут подсоску в сосновых насаждениях с более высокой смолопродуктивностью. Но не только этим объясняются достигнутые показатели валового сбора живицы. В этих предприятиях, как правило, применяются наиболее совершенные технологические схемы, которые подбируются с учетом производственных условий, лесоводственно-таксацион-

ной характеристики насаждений. В частности, на многих производственных участках применяется двухъярусный способ подсочки с чередованием подновок в ярусах по обходам, обеспечивающий наиболее высокий выход живицы с карроподновки вследствие увеличения паузы нанесения подновок в каждом ярусе. Применение этого способа создает также предпосылки для выполнения 2—3 дополнительных обходов за счет более раннего нанесения первых подновок, что способствует увеличению валового сбора живицы. В Тугулымском ХЛХ многие вздымщики выполняют за сезон по 30—33 обхода при плане 27—28, что позволило предприятию добиться наиболее высокого выхода живицы на карру среди предприятий объединения.

Одно из направлений интенсификации подсочного производства в Красногвардейском ХЛХ — увеличение числа карр на 1 га. Если в среднем по объединению в последние годы этот показатель составлял 113—120 карр, то на производственных участках Красногвардейского ХЛХ — более 200 карр.

Общим направлением интенсификации производства для всех предприятий, занимающихся подсочкой леса, является расширение границ применения различных стимуляторов смолообразования и смолы выделения. В объединении Свердловсклес более 96 % живицы добывается с применением различных стимуляторов, поэтому очень важен выбор наиболее эффективных для конкретных производственных условий стимуляторов, которые могут обеспечивать увеличение выхода живицы на карру и карроподновку. На некоторых (но не на всех) предприятиях объединения объем добычи живицы увеличивается при использовании в качестве стимулятора настоя кормовых дрожжей.

В условиях Урала проходят производственные испытания другие стимуляторы смолообразования и смолы выделения. Их следует подбирать так, чтобы обеспечивался максимально возможный выход живицы на учетную единицу. Для этого необходимо разработать рекомендации, отражающие условия наиболее эффективного применения того или иного стимулятора смолообразования и смолы выделения на каждом производственном участке.

Интенсивность производства может быть повышена также подбором наиболее эффективных для данных условий технологических схем. Применение усовершенствованных технологических схем подсочки сосны, разработанных КирНИИЛПом и его Уральским опорным пунктом, позволяет добиться увеличения выхода живицы на карру на 9—12 % по сравнению с типовыми схемами.

Таким образом, в подсочном производстве к резервам повышения интенсивности следует отнести:

- применение наиболее эффективных технологических схем подсочки каждым производственным подразделением;
- строгое соблюдение технологической дисциплины, размещение максимально возможного числа карр на 1 га;
- выбор для каждого производственного участка наиболее эффективных стимуляторов смолообразования и смолы выделения с учетом конкретных условий производства;
- изучение и распространение опыта передовиков производства, добывающихся высоких показателей работы.

Интенсивность подсочного производства, несмотря на высокую трудоемкость, в меньшей степени, чем во многих других производствах, зависит от интенсивности труда. Один из результирующих показателей — выход живицы на карру за сезон — зависит не только от числа нанесенных подновок, но и от качества их выполнения, чем в значи-

тельной степени объясняется более высокий сбор живицы опытными вздымщиками.

В связи со специфическими особенностями организации подсочного производства затруднен оперативный контроль за соблюдением технологической и трудовой дисциплины. Поэтому одним из условий премирования рабочих на подсочке леса следует считать обязательное выполнение планового числа обходов в течение сезона. Это послужит не только укреплению дисциплины труда, но и будет способствовать повышению интенсивности производства.

Все приведенные организационно-технологические мероприятия направлены на увеличение объемов добычи живицы путем интенсификации производства. Именно этот путь развития и должен быть основным для большинства предприятий, занимающихся подсочкой леса.

Поступила 3 апреля 1984 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*228.7 : 674.031.632.26

НОВАЯ АГРОТЕХНИКА
СОЗДАНИЯ СЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ ДУБА
НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

В. В. РЕПНЕВСКИЙ

Северо-Кавказская ЛОС Кавказского филиала ВНИИЛМ

Закладка семенных плантаций дуба на Северном Кавказе началась лишь в последнее пятилетие после организации Краснооктябрьского спецлесхоза в Краснодарском крае. Плантации в этом лесхозе создавали по проекту, разработанному Краснодарским филиалом Союзгипролесхоза.

При этом выполняли следующие операции: корчевку и удаление за пределы участка пней, засыпку бульдозером ям после корчевки, сплошную вспашку раскорчеванной площади на глубину 30 см, вычесывание корней, дискование почвы, ее известкование и внесение минеральных удобрений, предпосадочную культивацию. Затем производили посадку выращенных в питомнике двухлетних подвоев дуба. Расстояние между рядами 10 м, в рядах между саженцами 0,75 м.

Подвой по видам дуба не разделяли ни на питомнике, ни при посадке на плантации. В настоящее время подвойные культуры представляют собой смесь трех видов дуба (Гартвиса, черешчатого и скального), встречающихся примерно в равных количествах.

За пять последних лет в Краснооктябрьском спецлесхозе создано около 350 га подвойных культур дуба. Большая часть их сильно повреждена вследствие массового размножения непарного шелкопряда в 1982—1983 гг.

В подвойных культурах до момента прививки предусматривалась 19-кратная культивация междурядий и 11-кратное рыхление почвы мотыгой и прополка в рядах, а также применение гербицидов.

Черенки с плюсовых деревьев заготавливали в зимний период, хранили в леднике в течение 2—3 месяцев, а весной прививали. Расстояние в рядах между привитыми саженцами 5 м.

Агротехникой предусмотрены неоднократные проверки, поправки, дополнения прививок, снятие полиэтиленовых пакетов, обвязок, многократное удаление поросли на подвое ниже места прививки, изреживание плантации, многократное рыхление почвы, внесение минеральных удобрений в приствольные круги и внекорневые подкормки, химическая и биологическая защита плантаций от болезней и вредителей.

Из этого далеко не полного перечня операций видно, что работа по закладке семенных плантаций крайне трудоемка.

Дуб — труднопрививаемая древесная порода, поэтому успех создания семенных плантаций во многом зависит и от применяемого способа прививки. На Северо-Кавказской ЛОС было испытано 10 различных способов прививок и окулировок в открытом грунте, причем для каждого из них выбирали наиболее благоприятные сроки.

Черенки для прививок заготавливали как в конце зимы и начале весны до набухания почек, так и летом с молодых побегов текущего года. Зимние черенки помещали в полиэтиленовые пакеты, плотно завязывали и хранили в обычном бытовом холодильнике при температуре от 0 до +5 °С. С летних черенков удаляли листья сразу же после их срезания. Нижними концами обезлиственные черенки помещали в банку с водой и в таком виде транспортировали к месту работ, где немедленно прививали. По десяти способам прививок получена следующая приживаемость: окулировка щитком и окулировка вприклад — 0 %, прививка в боковой зарез — 12 %, прививка врасщеп — 36 %, прививка вприклад и копулировка черенками зимней заготовки — 36 %, то же свежесрезанными летними черенками — 58 %, прививки за кору «в мешок» зимними черенками — 40 %, то же летними черенками — 65 %.

Таким образом, самая высокая приживаемость привитых черенков наблюдалась при способе прививки за кору «в мешок». Ниже рассматриваем только этот способ.

Изучение различных привойно-подвойных комбинаций показало, что у дубов черешчатого, скального и Гартвиса возможны любые варианты, но процент прижившихся прививок наибольший в случаях, когда привой и подвой принадлежат к одному виду. В противном случае, несмотря на хорошую первоначальную приживаемость, сохранность их в дальнейшем понижается.

При одинаковых привойно-подвойных комбинациях и одном способе прививки приживаемость в большей степени зависит от времени заготовки и состояния прививаемых черенков. Так, при прививке 9 июня свежесрезанных летних и зимних черенков, хранящихся в холодильнике в течение трех месяцев, была получена приживаемость, соответственно, 71 и 31 %.

Приживаемость черенков зимней заготовки зависит от длительности их хранения. Так, с увеличением срока хранения черенков с 32 до 115 сут их приживаемость снижалась с 40 до 17 %, а прирост в высоту к концу вегетационного сезона, соответственно, с 43,1 до 18,4 см. Процент приживаемости черенков зимней заготовки и их прирост в высоту уменьшались с апреля по июнь постепенно, а в июле наблюдалось резкое уменьшение этих показателей. Это связано как со снижением качества черенков во время длительного хранения, так и с ухудшением условий приживаемости прививок во второй половине лета. Последнее подтверждается также и прививками летних свежесрезанных черенков, приживаемость которых постепенно снижалась с 71 % в начале июня до 34 % в начале августа, а прирост снижался от 23,5 см у июньских прививок до 6,4 см — у августовских.

При прочих равных условиях на успешность прививок влиял диаметр прививаемых черенков: с увеличением его повышался процент их приживаемости. Таким образом, самым результативным из всех применявшихся способов прививки дуба в открытом грунте оказался способ за кору в «мешок». Он впервые применен для прививки дуба Б. М. Сидорченко [3], а затем усовершенствован В. И. Белоусом [1].

Однако и этот способ не лишен недостатков. Длительное хранение черенков зимней заготовки снижает их приживаемость и требует дополнительных затрат труда. Прививки по этому способу производятся в разгар лесокультурных работ при остром дефиците рабочих рук.

Значительных затрат труда и транспортных расходов требуют также такие операции, как обломка побегов ниже места прививки, снятие пакетов, снятие обвязки, тем более, что эти операции производятся одновременно. Успешность прививок в значительной степени зависит от погодных условий. Даже при хорошей первоначальной приживаемости прививок сохранность их в дальнейшем очень низка, что обуславливается загниванием древесины на подвоях в месте прививки, несоответствием фенофаз у подвоев и привоев, сильным повреждением прививок при неоднократных дискованиях междурядий и уходах в рядах, низкой устойчивостью неокрепших прививок к болезням и вредителям.

В целях устранения перечисленных недостатков автором разработана и совместно с работниками опытной станции и Краснооктябрьского спецсемлесхоза Краснодарского края испытывается новая агротехника создания семенных плантаций дуба. Эта агротехника предусматривает после полной раскорчевки дубовых лесосек, вычесывания корней и боронования сплошной посев многолетнего люпина (*Lupinus polyphyllus* Lindl.), который при хорошем освещении может произрастать на одном и том же месте 15 лет и более.

Посев производится осенью или ранней весной зерновой сеялкой СЗА-36. Норма высева 35—40 кг/га.

Люпин предохраняет почву от зарастания сорняками, обогащает ее элементами питания и улучшает водно-физические свойства. Это особенно важно на раскорчеванных лесосеках, где в процессе корчевки пней и планировки площади бульдозерами на поверхность выворачиваются малоплодородные плотные глины или тяжелые суглинки.

На наших опытных участках к середине второго вегетационного периода после посева люпина высота его достигла 80—100 см, корневая система углубилась до 100 см и более, надземная масса в воздушно-сухом состоянии составила 12 т на 1 га, корневая масса в воздушно-сухом состоянии в верхнем слое почвы (0—30 см) — 3,2 т на 1 га, урожай семян — 1 т на 1 га.

Осенью с люпином поступило на 1 га азота — 130 кг, фосфора — 18 кг, калия — 45 кг, кальция — 25 кг, а также микроэлементы: бора — 80 г, меди — 122 г, марганца — 5090 г, кобальта — 3 г.

Прививки в теплицах производят с ноября по апрель свежесрезанными черенками дуба, заготовленными с плюсовых деревьев. Черенки прививают в проростки желудей дуба, выращенные в полиэтиленовых пакетах (видоизмененный способ Д. Мура [4]).

Привитые сеянцы после закалки высаживают на плантации. Для этого на занятой сплошным травостоем люпина площади через 1 год после его посева дискуют узкие (шириной 0,5—1 м) полосы на расстоянии 10 м одна от другой. Перед посадкой сеянцы обильно увлажняют, а полиэтиленовые пакеты разрезают. Затем сеянцы с комом земли высаживают в ямки на расстоянии 10 м в ряду. Сеянцы размещают на площади по линейной схеме [2].

Многолетний многолиственный люпин обладает высоким коэффициентом размножения (1:100), поэтому ее посевы на плантациях используют в качестве семенников. В Краснооктябрьском спецсемлесхозе под руководством сотрудников станции в 1982—1984 гг. уже заложено более 20 га семенников люпина и сделано более 8000 прививок новым способом. Приживаемость прививок составила 80 %.

К преимуществам нового метода относится возможность переноса основного объема работ по прививкам на менее напряженный зимний период. Отпадает необходимость в длительном хранении черенков.

Всю работу по прививкам можно поставить на промышленную основу. Черенки прекрасно сростаются с подвоем; загнивания в местах срастания не наблюдается.

Различия в сроках наступления фенофаз у подвоя и привоя и даже различия видов дуба при новом методе не влияют на приживаемость черенков. Например, черенки дуба черешчатого хорошо приживаются на проростках дуба красного и дуба Гартвиса.

Сводятся к минимуму уход за семенной плантацией, так как отпадает необходимость в постановке кольев, подвязке прививок, обломке побегов, многократных рыхлениях и удобрениях.

Испытание нового метода будет продолжено.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белоус В. И. Опыты по прививкам дуба черешчатого. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев: Урожай, 1967, вып. 9. [2]. Лісове елітне насінництво на вінниччині/ В. И. Белоус, В. П. Баксаляр, П. Г. Калайда и др.—Одесса: Маяк, 1969. [3]. Сидорченко Б. М. Прививка дуба. — Лесн. хоз-во, 1949, № 7, с. 28—29. [4]. Moore J. C., Goggans J. F. A new method of Grafting the Large Seeded Oak. — Journal of Forestry, 1967, v. 65, N 9.

УДК 630*323.13.002.5-19

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ОТ НАРАБОТКИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

В. А. КАРАКУЛОВ, Г. Ф. ДУТОВ, В. Ф. СКУДИН

ДальНИИЛП

При разработке и модернизации конструкций лесозаготовительных машин все большее внимание уделяется решению вопросов по улучшению приспособленности машин к обслуживанию и ремонту.

В нормативно-технических документах показатели ремонтпригодности задаются независимо от наработки. Исследование надежности лесозаготовительных машин показывает, что с наработкой возрастает параметр потока отказов и увеличивается время простоев в ремонте.

В качестве примера рассмотрено изменение основных показателей ремонтпригодности [1]: среднего времени восстановления (T_B) и удельной суммарной трудоемкости (T_P) лесозаготовительных машин ЛП-19 и ЛП-18А.

Показатели ремонтпригодности для каждого интервала наработки определяют по формулам [2]

$$T_B = \frac{\sum_{i=1}^m t_B}{m}, \quad (1)$$

где T_B — среднее время восстановления, ч;
 t_B — длительность восстановления работоспособности объектов (включая время поиска причин отказа), ч;
 m — число объектов наблюдения, шт.;

$$T_P = \frac{\bar{\tau}_P}{t}, \quad (2)$$

где T_P — удельная суммарная трудоемкость текущих ремонтов, $\frac{\text{чел.-ч}}{\text{наработка}}$;
 t — наработка технического устройства за период испытаний, мото-ч;
 τ_P — средняя суммарная трудоемкость текущих ремонтов;

$$\bar{\tau}_P = \sum \tau_{P_i}, \quad (3)$$

где τ_{P_i} — трудоемкость i -той операции за определенный период эксплуатации, чел.-ч.

Для получения достоверных данных об изменении показателей ремонтпригодности было сделано предположение, что вероятность появления отказа подчиняется закону Вейбула. Поэтому статистический ряд значений рассматриваемых показателей представляет большую выборку.

Исходные статистические данные для расчета показателей ремонтпригодности были взяты на основании многолетних наблюдений за надежностью контрольной партии машин.

Согласно полученной информации, были составлены динамические ряды. Зависимости между показателями ремонтпригодности и наработкой устанавливали методами корреляционно-регрессивного анализа с применением ЭЦВМ «Наири-К» по стандартной программе.

При установлении связи между исследуемыми параметрами принимали следующие математические зависимости:

$$y = a + bx;$$

$$y = a_0 + b_1x + b_2x^2;$$

$$y = a + \frac{b}{x};$$

$$y = a + e^{bx};$$

$$y = a + b \ln x;$$

$$y = ax^n,$$

где y — показатель ремонтпригодности;
 x — наработка;
 a, a_0, b, b_1, b_2, n — коэффициенты регрессии.

В качестве критериев при выборе математической зависимости использовали коэффициент корреляции и корреляционное отношение.

В таблице представлены математические зависимости среднего времени восстановления (числитель) и удельной суммарной трудоемкости восстановления работоспособности (знаменатель) от наработки.

Машина	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции; корреляционное отношение
Валочно-пакетирующая ЛП-19	$y = 0,054x^2 + 14,27x - 2291,3$ $y = 0,0028x^{0,6656}$	$\frac{0,91}{0,90}$
Бесчokerная трелевочная ЛП-18А	$y = 55,83x - 1207,78$ $y = 0,037x^{0,3021}$	$\frac{0,80}{0,88}$

Высокие значения критериев оценки адекватности полученных математических зависимостей показывают хорошее согласование теоретических и опытных данных.

В результате расчетов были определены зависимости, по которым изменяются показатели ремонтпригодности от наработки. Следовательно, данные показатели необходимо корректировать для групп машин, имеющих соответствующую наработку для уточнения при планировании трудозатрат на производство плановых работ текущего ремонта.

Уточнение производят с помощью корректировочных коэффициентов [3], определяемых отношением среднего значения интервала (0—0,25; 0,25—0,50; 0,50—0,75; 0,75 — ресурс) к значению показателя при 50 %-ном ресурсе машины. В данной точке $K_{50} = 1,0$.

Получив данные по результатам ускоренных испытаний и зная коэффициенты корректировки, можно прогнозировать показатели ремонтпригодности за ресурс по формуле:

$$P_p = K_i P_{\phi_i},$$

где P_p — прогнозируемый показатель ремонтпригодности;
 P_{ϕ_i} — фактическое значение показателя ремонтпригодности в i -том интервале;
 K_i — корректировочный коэффициент в i -том интервале.

$$P(x_1 \leq x \leq x_2) = \int_{x_1}^{x_2} \varphi(x) dx = \varphi(0) \left(x - \frac{x^2}{2x_{max}} \right) \Big|_{x_1}^{x_2} \quad (8)$$

Из выражения (8) следует, что

$$P(0 \leq x \leq x_{max}) = \frac{\varphi(0) x_{max}}{2} = 1 \quad (9)$$

и

$$\varphi(0) = \frac{2}{x_{max}} \quad (10)$$

Следовательно, вероятность попадания сучков в интервал x_1, x_2 можно определить по формуле:

$$P(x_1 \leq x \leq x_2) = \frac{2x}{x_{max}} \left(1 - \frac{x}{x_{max}} \right) \Big|_{x_1}^{x_2} = \frac{2(x_2 - x_1)}{x_{max}} - \frac{x_2^2 - x_1^2}{x_{max}^2} \quad (11)$$

Таким образом, зная диаметр максимального сучка d_{max} и количество всех сучков на поверхности бревна N или n , можно определить количество сучков в любом из интервалов изменения диаметров.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Исследование влияния сучков на качественный выход пиломатериалов/ Д. Г. Веретеник, А. М. Черный, Э. А. Татарникова, Г. В. Скрипина. — Науч. информ.: КирНИИЛП, 1971, с. 15—25. [2]. Шалаев В. С. Результаты изучения распределения сучков на поверхности еловых пиловочных бревен. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 5, с. 137—140.

УДК 66.067.33

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ АСПИРАЦИОННОГО ВОЗДУХА

А. М. ГОЛУБЕВ, В. В. ПОСТНИКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Повышение требований к чистоте обрабатываемых поверхностей, увеличение скорости резания, применение шлифовальных шкурок с мелкими зернами абразивного материала — все это ведет к образованию большого количества древесной мелкодисперсной пыли (размер частиц менее 20 мкм), весьма опасной для здоровья людей.

Как известно, используемые на предприятиях деревообрабатывающей промышленности пылеуловители — циклоны — не способны улавливать столь мелкие частицы. Для более эффективной очистки рекомендуется применять рукавные фильтры, имеющие близкую к 100 %-ной степень очистки [2]. Одна из основных характеристик фильтровальной ткани, определяющей оптимальные размеры фильтра и воздушную нагрузку, — ее гидравлическое сопротивление [1].

В настоящей работе исследовали гидравлическое сопротивление ΔP чистых и запыленных тканей двух типов: фильтродиагональ и фильтросванбой. Испытываемые образцы зажимали между двумя фланцами с резиновыми прокладками и помещали в лабораторный фильтр, после чего измеряли гидравлическое сопротивление чистых образцов при различных значениях воздушной нагрузки L_{ϕ} (от 0 до 240 м³/м²·ч через каждые 30 м³/м²·ч). Затем образцы подвергали 15-кратному запылению с последующим отряхиванием, и опыты повторяли с запыленными тканями. Для запыления использовали древесную пыль следующего фракционного состава: частицы размером до 20 мкм — 20—25 %; 20—50 мкм — 50 %; 50—100 мкм — 10 %. Степень очистки воздуха фильтром с использованием исследуемых образцов составляла 99,5 % и выше. Опыты для каждой из тканей повторяли с пятью образцами, затем вычисляли среднюю величину

$$\overline{\Delta P} = \frac{1}{n} \sum \Delta P_i,$$

где $n = 5$ — число измерений.

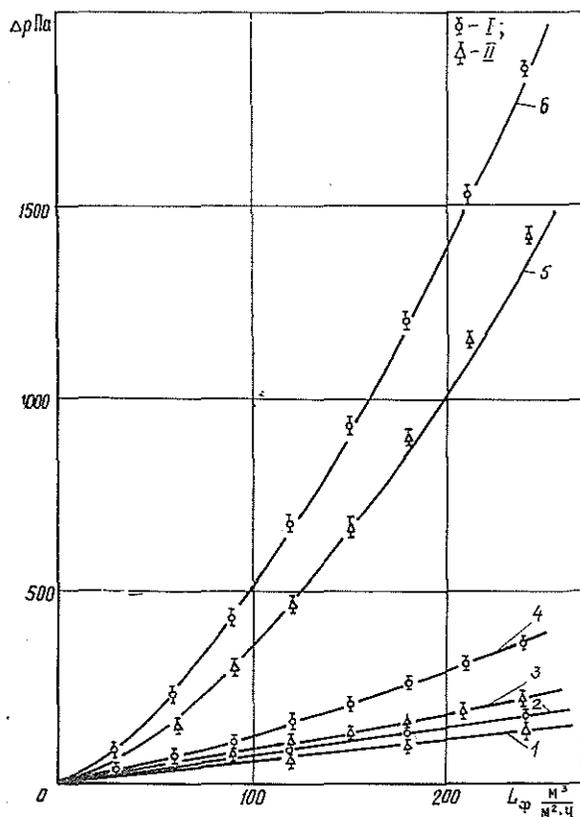
После этого определяли абсолютную погрешность измерения с использованием известной теории погрешностей Стюдента (см., например, [3]):

$$\Delta(\Delta P) = t_{pv} \sqrt{\frac{\sum (\overline{\Delta P} - \Delta P_i)^2}{n(n-1)}}, \quad (1)$$

где t_{pv} — коэффициент Стюдента, зависящий от числа измерений и величины доверительной вероятности (последнюю выбирали равной 95 %).

И, наконец, по результатам расчетов для каждого определяемого значения ΔP строили доверительный интервал, который учитывали при построении графика зависимости $\Delta P(L_{\phi})$.

Результаты измерений представлены на рисунке.



Зависимость гидравлического сопротивления от воздушной нагрузки чистых и запыленных тканей.

I — фильтродиагональ (арт. 2074); *II* — фильтросванбой.

Нами установлено, что все зависимости удовлетворительно описываются простой показательной функцией вида:

$$\Delta P = \alpha L_{\phi}^{\beta}, \quad (2)$$

где $\alpha = \text{const}$ — величина, численно равная гидравлическому сопротивлению чистой ткани при воздушной нагрузке $L_{\phi} = 1 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ (для ткани фильтродиагональ $\alpha = 0,61$, для фильтросванбоя $\alpha = 0,72$);

$\beta \geq 1$ — подгоночный параметр (для чистой ткани $\beta = 1$, по мере увеличения степени запыленности β растет).

Размерность коэффициента изменяется в зависимости от параметра β . Прямые 1 и 2 определяют изменение гидравлического сопротивления чистых тканей в зависимости от возрастания воздушной нагрузки ($\beta = 1$):

прямая 1: $\Delta P = 0,61L_{\phi}^{1,083}$ — для ткани фильтродиагональ;

прямая 2: $\Delta P = 0,72L_{\phi}$ — для ткани фильтросванбой.

Кривые 3 и 4 соответствуют изменению ΔP тех же тканей после 15-кратного запыления с последующим отряхиванием:

кривая 3: $\Delta P = 0,61L_{\phi}^{1,083}$ — фильтродиагональ;

кривая 4: $\Delta P = 0,72L_{\phi}^{1,136}$ — фильтросванбой.

Кривые 5 и 6 дают зависимость $\Delta P (L_{\phi})$ для тех же тканей после 15-кратного запыления (без последнего отряхивания, т. е. со слоем пыли):

кривая 5: $\Delta P = 0,61L_{\phi}^{1,40}$ — фильтродиагональ;

кривая 6: $\Delta P = 0,72L_{\phi}^{1,43}$ — фильтросванбой.

Сплошными линиями показаны зависимости $\Delta P (L_{\phi})$, рассчитанные по формуле (2). Как видно из рисунка, они почти во всех случаях совпадают с экспериментальными точками.

Эксперименты показали, что эффективность очистки воздуха возрастает с увеличением степени запыленности ткани. Это легко понять, поскольку чистая ткань не в состоянии удержать тонкодисперсную пыль при достаточно больших значениях воздушной нагрузки. Затем по мере образования на поверхности ткани сплошного слоя пыли картина изменяется: сам пылевой слой уже становится фильтрующей средой, обеспечивающей высокую степень очистки воздуха от мелкодисперсной пыли. Увеличение толщины пылевого слоя на ткани приводит к слабому возрастанию степени очистки воздуха, но при этом резко увеличивается гидравлическое сопротивление ткани (кривые 5, 6, возрастает параметр β). После отряхивания удаляется значительная часть пылевого слоя, гидравлическое сопротивление ткани существенно уменьшается (особенно это заметно при высоких значениях воздушной нагрузки, см. кривые 3 и 4), однако это практически не снижает эффективности очистки воздуха фильтром. По всей видимости, это связано с тем, что внутри ткани между нитями остается некоторое количество пыли, которая и поддерживает высокую степень очистки воздуха. Об этом, в частности, свидетельствует тот факт, что после отряхивания гидравлическое сопротивление ткани не снижается до значений, соответствующих чистым тканям ($\beta > 1$).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Испытание обеспыливающих вентиляционных установок: Инструктивно-методические материалы/ Сост. П. А. Коузов и др. — Л.: ЛИОТ, 1971. [2] Ужов В. Н., Мягков Б. И. Очистка промышленных газов фильтрами. — М.: Химия, 1970. [3] Худсон Д. Статистика для физиков. — М.: Мир, 1970.

УДК 630*86

О ХАРАКТЕРИСТИКЕ КОРМОВОЙ ОСАХАРЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ, ПОЛУЧАЕМОЙ НА ДЕФИБРАТОРАХ

В. В. КОРОТКОВ, Е. Д. ГЕЛЬФАНД, Н. А. ЖУКОВ

Севгипробноспитез, Архангельский лесотехнический институт
Кировский политехнический институт

Получаемая на дефибраторах [3] кормовая осахаренная древесина (КОДр) — новый продукт, существенно отличающийся от известных аналогов. В связи с этим представляет интерес рассмотреть состав углеводных компонентов КОДр, имея в виду содержание моносахаридов, а также водорастворимых, легкогидролизуемых, не растворимых в воде и трудногидролизуемых полисахаридов.

Нами отобраны образцы четырех производственных партий КОДр из выработанных на Архангельском ЦБК на основе сырья лиственных пород и проанализированы на

содержание упомянутых компонентов. Использованы известные методики, в частности, влажность определяли методом высушивания навески КОДр, содержание моноз — водной экстракцией КОДр при модуле 1 : 100 с последующим эбуллиостатическим титрованием [2, с. 41], содержание водорастворимых полисахаридов — инверсией водного экстракта с повторным эбуллиостатическим титрованием и вычитанием содержания моноз. Легко- и трудногидролизуемые полисахариды определяли по методике работы [2, с. 36] после предварительной водной экстракции КОДр, а расчет производили на исходную КОДр. Для анализа серной кислоты использовали специально разработанную нами методику [1].

Номер образца	Влажность, %	Содержание, % на абс. сухое вещество КОДр,				
		серной кислоты	моносахаридов	полисахаридов		
				водорастворимых	легкогидролизуемых	трудногидролизуемых
1	50,5	0,24	11,9	7,8	4,7	41,1
2	48,7	0,27	13,2	6,4	4,8	40,2
3	53,5	0,38	23,8	4,1	0,0	38,5
4	55,0	0,54	24,0	6,9	0,0	35,2

Результаты анализов, представленные в таблице, позволяют сделать следующие выводы.

1. При осаживании древесины в дефибраторах с расходом кислоты до 0,54 % к абс. сухому сырью гидролизу подвергаются преимущественно легкогидролизуемые полисахариды, а трудногидролизуемые — лишь в небольшой степени.

2. Наряду с монозами кормовая древесина содержит значительное количество водорастворимых полисахаридов. Исходя из этого, целесообразно оценивать ее качество по содержанию в ней не только моноз, а, по крайней мере, по суммарному содержанию моноз и водорастворимых полисахаридов (являющихся также легкоусвояемыми углеводами). При такой оценке видно, что даже в образце 1, характеризующемся наименьшим содержанием моноз, общее содержание легкоусвояемых углеводов составляет 19,7 %. Если же принять во внимание наличие в образце 1 легкогидролизуемых полисахаридов в количестве 4,7 %, а также и то, что целлюлозная часть сырья не может не подвергнуться частичной гидролитической деструкции в условиях получения КОДр и, следовательно, становится более доступной для ферментативного гидролиза, то следует сделать вывод, что оценка качества КОДр как углеводной кормовой добавки только по содержанию в ней моноз явно недостаточна. Следовательно, целесообразно ввести в технические условия на КОДр показатель, который бы учитывал совокупную углеводную ценность, а не только содержание моноз в КОДр. Для этого необходимо разработать методику, позволяющую достаточно просто и быстро определять суммарное содержание простых и инвертируемых сахаров в КОДр.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гельфанд Е. Д., Коротков В. В., Жуков Н. А. Определение содержания минеральной кислоты в кормовой осаживаемой древесине. — В кн.: Использование продуктов гидролиза растительных материалов и микробиологического синтеза в кормлении сельскохозяйственных животных: Тез. выступл. региональной конф. Киров, 1983. — 23 с. [2]. Емельянова И. З. Химико-технический контроль гидролизных производств. — М.: Лесн. пром-сть, 1969. [3]. Производство кормовой осаживаемой древесины — резерв кормов для животноводства / В. В. Коротков, Е. Д. Гельфанд, Н. А. Жуков, Г. К. Уткин, Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 99—102.

УДК 674.812

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ЕЕ ПРЕССОВАНИИ

А. В. АПОСТОЛ

Воронежский лесотехнический институт

Физико-механические свойства модифицированной древесины, полученной термо-механическим методом, зависят от ряда факторов, основной из которых — режим температурно-влажностной обработки в процессе прессования (начальная влажность древесины и температура сушки после прессования).

При контурном прессовании втулок теоретические расчеты, подтвержденные экспериментально, рекомендуют оптимальную начальную влажность древесины перед прессованием 12—15 %. При одноосном прессовании напряженное состояние в древесине менее опасно, чем при контурном (возможен выход свободной влаги через торцы, выдавливания внутренних слоев древесины не происходит), и здесь допустима более высокая начальная влажность 15—20 %.

Теоретические исследования послужили основой для разработки нового способа — так называемого холодного одноосного прессования древесины. Древесину в виде досок подсушивают до влажности 14—19 % и в холодном состоянии (без нагрева или пропаривания) прессуют в прессформах с удельным давлением 20—50 МПа, затем сушат в течение 4—8 мин на 1 мм толщины заготовки до влажности 6—8 %. Этот способ дает возможность получить прессованные заготовки с высокими механическими свойствами, светлого тона, с сохранением эластичных свойств, присущих природной древесине, и с сохранением пористой структуры, позволяющей производить дальнейшую обработку различными смазочными веществами, чтобы обеспечить эффект самосмазки при работе в узлах трения.

Для плотности 1150—1200 кг/м³ и влажности 8—10 % предел прочности при сжатии вдоль волокон древесины березы одноосного прессования составляет 125—130 МПа.

При контурном полом прессовании рекомендуется заготовки перед прессованием пропаривать в течение 10—30 мин. Продолжительность пропаривания (температура пара 110 °С) назначается в зависимости от размеров заготовок* (табл. 1). Для повышения производительности труда предлагается сушить древесину после прессования при температуре 130—140 °С с начальной влажностью 12—15 % (табл. 2).

Таблица 1

Толщина стенки, мм	Продолжительность пропаривания, мин	Толщина стенки, мм	Продолжительность пропаривания, мин
15	10	30	18
20	12	35	20
25	15	40	25

Таблица 2

Толщина стенки, мм	Продолжительность прессования, ч	Толщина стенки, мм	Продолжительность прессования, ч
15	2,5	30	3,5
20	2,5	35	4,5
25	3,0	40	5,5

Опыты показали, что соблюдение оптимальной начальной влажности древесины при сушке с повышенной температурой обеспечивает высокое качество заготовок и сокращает время сушки. Равновесная влажность прессованных заготовок на 4—5 % меньше, чем у исходной натуральной древесины.

Следовательно, оптимальными параметрами процесса прессования древесины, обеспечивающими высокие механические качества продукции при минимальной продолжительности технологического процесса, являются начальная влажность древесины 12—15 % при контурном прессовании и 15—20 % — при одноосном прессовании; температура сушки древесины после прессования 130—140 °С.

* Огарков Б. И., Апостол А. В. Теория и физическая сущность прессования древесины. — Воронеж: Изд-во Воронеж, ун-та, 1981.

УДК 519:54.3

ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ КРИТЕРИЯ СТЬЮДЕНТА С ПОМОЩЬЮ ЭМПИРИЧЕСКИХ ФОРМУЛ

Ю. Г. ХАБАРОВ

Архангельский лесотехнический институт

Методы математической статистики широко применяют при обработке данных лабораторного и производственного контроля. Собранный цифровой материал систематизируют для дальнейших исследований, вычисляют также статистические показатели. Кроме того, важно знать, имеет ли изучаемый показатель нормальное распределение или так называемое *t*-распределение при малом числе наблюдений. При этом статистические показатели сравнивают с величиной критерия Стьюдента, задаваемой таблично. Табличная форма представления неудобна при использовании вычислительной техники.

Нами подобрано уравнение, которое позволяет с хорошей точностью вычислять критерий Стьюдента при различных уровнях надежности определения данных. Тем самым представляется возможность легко вычислять этот критерий при программировании статистических задач.

Подобранное уравнение имеет следующий вид:

$$t = d - \frac{b + N - 2 - \sqrt{(b + N - 2)^2 - 4ac - 2acN}}{a}$$

где N — число степеней свободы;
 a, b, c, d — коэффициенты уравнения.

Коэффициенты уравнения a, b, c, d вычислены по методу наименьших квадратов и приведены в табл. 1.

Таблица 1

Уровень надежности, %	Величина коэффициента			
	a	b	c	d
90	0,615130	1,51260	1,2724	2,92
95	0,080578	1,13200	2,3394	4,30
99	0,075270	0,93751	7,3624	9,92

Сравнение табличных* и вычисленных по эмпирическим формулам значений критерия Стьюдента при различном числе степеней свободы (табл. 2) свидетельствует о хорошей точности вычислений.

Таблица 2

Число степеней свободы	Критерий Стьюдента при уровне надежности, %		
	90	95	99
2	2,920	4,300	9,920
	<u>2,920</u>	<u>4,300</u>	<u>9,920</u>
5	2,010	2,570	4,030
	<u>2,019</u>	<u>2,572</u>	<u>3,972</u>
8	1,860	2,310	3,360
	<u>1,858</u>	<u>2,310</u>	<u>3,316</u>

* Доерфель К. Статистика в аналитической химии. — М.: Мир, 1969. — 248 с.

Продолжение табл. 2

Число степеней свободы	Критерий Стюдента при уровне надежности, %		
	90	95	99
11	1,800	2,200	3,110
	1,794	2,204	3,075
14	1,760	2,150	2,980
	1,759	2,148	2,950
20	1,730	2,086	2,845
	1,724	2,089	2,822
35	1,690	2,032	2,729
	1,690	2,032	2,703
50	1,676	2,009	2,679
	1,677	2,010	2,658
80	1,665	1,991	2,640
	1,666	1,991	2,619

Примечание. В числителе табличные значения критерия; в знаменателе — расчетные.

УДК 630*813.13

ОКИСЛЕНИЕ МАННОЗЫ ИОНАМИ ПЕРЕМЕННОВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ

В. И. КРУПЕНСКИЙ

Ухтинский индустриальный институт

Реакции окисления моносахаридов ионами металлов, представляющие большой практический интерес, изучены сравнительно мало. Нами предпринято систематическое изучение реакций окисления тех моносахаридов, которые являются основными структурными элементами растительных тканей. В качестве окислителей выбраны ионы Cu^{2+} , Fe^{3+} , Ag^+ , Hg^{2+} , Hg_2^{2+} , Ce^{4+} , окислительная способность которых лежит в широком интервале величин редокспотенциала. Ранее исследовано окисление перечисленными ионами ксилозы [7], глюкозы [3, 4] и арабинозы [2].

Окисление маннозы сульфатами меди и железа, нитратами серебра и ртути (I) и (II) проводили при 80—130 °С, сульфатом церия — при 20—40 °С. Все соли имели квалификацию «ч. д. а.» и «х. ч.», D(+)-манноза — «ч. д. а.». Методики проведения опытов и анализ реакционных смесей описаны в работах [5, 6].

Опыты показали, что при температурах 100 °С и выше наряду с окислением протекает побочный процесс дегидратации, приводящий к появлению в растворе окси-

Таблица 1
Состав кислот в продуктах окисления маннозы

Окислитель	Выход кислоты, % от распавшейся маннозы,							CO ₂
	левулиновой	муравьиной	глицирриновой	гликолевой	глиоксальной	янтариной	манноновой	
CuSO ₄	6	25	11	14	8	5	—	26
Fe ₂ (SO ₄) ₃	6	22	30	25	—	—	—	11
Ce(SO ₄) ₂	—	62	—	6	6	—	—	18
Hg(NO ₃) ₂	5	8	—	—	—	—	39	8
Hg ₂ (NO ₃) ₂	10	28	—	—	—	8	30	18
AgNO ₃	16	7	—	—	—	6	36	10

метилфурфуrolа (ОМФ) и продуктов его распада — левулиновой и муравьиной кислот. Наличие ОМФ в продуктах распада маннозы обнаруживали по характерному УФ-спектру (прибор «Spesord UV-Vis»), а количественно ОМФ определяли по предварительно построенному калибровочному графику (длина волны 290 нм). Интенсивность процесса дегидратации уменьшается с понижением температуры, и при 100 °С выход ОМФ не превышает 3—5 % от распавшейся маннозы. Помимо ОМФ, левулиновой и муравьиной кислот, в реакционных растворах присутствуют разнообразные органические кислоты — конечные продукты окислительного распада маннозы (табл. 1).

Исследуя кинетику реакции, варьировали концентрации окислителя и углевода в пределах 0,05—0,25 моль/л. При этом устанавливали зависимость логарифма началь-

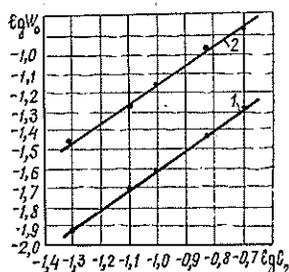


Рис. 1. Зависимость начальной скорости реакции от концентрации ионов Cu^{2+} (1) и маннозы (2). Условия: 100 °С; $C_1 = 0,25$ моль/л.

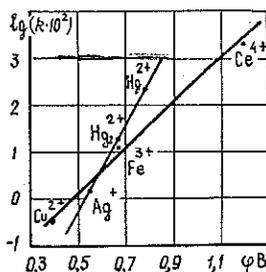


Рис. 2. Зависимость скорости реакции второго порядка от редокспотенциала окислителя. Условия: 100 °С; $C_{\text{окислителя}} = 0,10$ г · ион/л; $C_{\text{маннозы}} = 0,07$ моль/л.

ной скорости реакции при постоянной концентрации (0,25 моль/л) одного реагента от логарифма переменной (в указанных пределах) концентрации другого. Во всех случаях получены прямые с тангенсом угла наклона, равным 1, что указывает на первый порядок по обоим реагентам (пример на рис. 1), суммарный же порядок реакций — второй. Рассчитанные кинетические и активационные параметры приведены в табл. 2.

Таблица 2

Данные по кинетике окисления маннозы
Условия: 100 °С; $C_{\text{маннозы}} = 0,07$ моль/л; $C_{\text{окислителя}} = 0,1$ г · ион/л

Параметр	Численные значения параметра по окислителю					
	CuSO_4	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$	AgNO_3
$k \cdot 10^3 \text{ мин}^{-1}$	0,305*	8,920	3360	92,000	5,750	0,720
$k \cdot 10^2 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$	0,090	0,884	328	35,800	3,550	0,240
Температурный коэффициент	0,316	12,200	5060	189	23,400	1,300
$p z_0 \cdot 10^{-11} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$	2,40	2,06	1,80	2,00	2,15	2,30
$E^* \text{ ккал/моль}$	10,70	1,41	1,86	5,98	4,68	8,80
$\Delta S^* \text{ э. е.}$	24,8	20,6	16,3	19,6	21,6	23,6
Расход окислителя, г · экв/моль маннозы	-14,2	-17,1	-17,5	-15,2	-15,5	-13,8
	6,6	7,5	9,5	2,5	3,8	3,6

Примечание. Для параметра k в числителе данные по окислителю; в знаменателе — по маннозе.

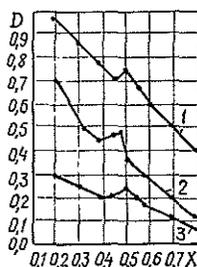
На приборе рН-121 измерены редокспотенциалы реакционных смесей (измерительный электрод платиновый, электрод сравнения хлорсеребряный). Оказалось, что константы скорости реакции связаны полулогарифмической зависимостью в ряду Cu^{2+} , Fe^{3+} , Ce^{4+} , а также в ряду Ag^+ , Hg_2^{2+} , Hg^{2+} , причем связь эта, как показывает расчет, описывается уравнением Вейса (рис. 2):

$$\ln k_1/k_2 = (\varphi_1 - \varphi_2) nF/3RT.$$

В первом ряду уравнение выполняется при $n = 1$, что указывает на механизм однокэлектронного окисления, во втором — при $n = 2$, что свидетельствует о двухэлектронном окислении маннозы. На самом деле, основной продукт в реакциях с Ag^+ , Hg_2^{2+} и Hg^{2+} — манноновая кислота — является продуктом двухэлектронного окисления моносахарида. В опытах с ионами Cu^{2+} , Fe^{3+} и Ce^{4+} , где окисление протекает деструктивно (табл. 1), источником разнообразных кислот может быть радикал,

Рис. 3. Диаграмма изомолярных серий.

1 — $[\text{Fe(III)}] + [\text{манноза}] = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ М}$, $\lambda = 310 \text{ нм}$; 2 — $[\text{Ce(IV)}] + [\text{манноза}] = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ М}$, $\lambda = 364 \text{ нм}$; 3 — $[\text{Cu(II)}] + [\text{манноза}] = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ М}$, $\lambda = 630 \text{ нм}$; D — оптическая плотность; X — мольная доля маннозы; условия: $\mu = 1,0$; рН 1,5; $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$; $l = 3 \text{ см}$.



образующийся при однокэлектронном окислении молекулы маннозы. Образоваться же этот радикал мог при гомолитическом распаде монокомплекса между ионом металла и углеводом. Спектрофотометрическое изучение смесей солей CuSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ и $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ с маннозой методом Жоба-Остромысленского [1] показало, что комплексы состава 1:1 образуются сразу же после смешения компонентов (рис. 3). Используя диаграммы изомолярных серий, кривые насыщения, а также применяя метод Бабко, определили эффективные константы нестойкости обнаруженных комплексов [1]. При $20 \text{ }^\circ\text{C}$, рН 1,5 и $\mu = 1,0$ эффективные $K_{\text{нест}}$ составляют $(3,92 \pm 0,17) \cdot 10^{-4}$, $(5,48 \pm 0,28) \cdot 10^{-5}$ и $(1,08 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ соответственно для Cu^{2+} , Fe^{3+} и Ce^{4+} .

Таким образом, реакции окисления маннозы ионами Cu^{2+} , Fe^{3+} , Ce^{4+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} и Hg^{2+} имеют первый порядок по каждому реагенту.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Булатов М. И., Калинин И. П. Практическое руководство по фотокolorиметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. — Л.: Химия, 1972. [2]. Крупенский В. И. Окисление арабинозы ионами переменновалентных металлов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 5, с. 124—125. [3]. Крупенский В. И., Долгая Т. В. Окисление глюкозы ионами меди (II), железа (III) и церия (IV) в кислой среде. — Химия древесины, 1978, № 2, с. 81. [4]. Крупенский В. И., Долгая Т. В. Окисление глюкозы нитратами ртути и серебра в кислой среде. — Химия древесины, 1978, № 2, с. 84. [5]. Крупенский В. И., Корольков И. И. Исследование окислительного действия солей двухвалентной меди на растворы ксилозы и фурфурола в кислой среде. — Гидролизное производство, 1972, № 6, с. 9. [6]. Крупенский В. И., Корольков И. И., Микущ Н. П. Окисление ксилозы и фурфурола ионами Ce (IV). — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 4, с. 163—165. [7]. Крупенский В. И., Корольков И. И., Микущ Н. П. Об окислении ксилозы в кислой среде солями переменновалентных металлов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 6, с. 135—139.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КАЧЕСТВА ПЛИТ И ПЛАСТИКОВ

В феврале 1984 г. в Свердловске проходила научно-техническая конференция «Современное состояние и пути совершенствования качества древесных плит и пластиков», организованная Уральским лесотехническим институтом совместно с лесотехнической секцией НТС Минвуза СССР и областными правлениями научно-технических обществ: ВХО им. Д. И. Менделеева, лесной промышленности и лесного хозяйства, бумажной и деревообрабатывающей промышленности, стройиндустрии. В работе конференции приняло участие более 100 ведущих специалистов и ученых в области производства и применения древесных плит и пластиков из 30 учебных, научно-исследовательских, академических институтов и предприятий.

За два дня работы конференции было заслушано и обсуждено более 40 докладов и сообщений. Большое внимание уделено повышению качества выпускаемых промышленностью древесностружечных плит и особенно — снижению их токсичности. Методам определения свободного формальдегида посвящен ряд докладов, в том числе Т. К. Капса и других из Таллинского политехнического института, В. Е. Цветкова и других из Московского лесотехнического института, В. П. Пермикина и других из Свердловского института народного хозяйства. Введению различных добавок, снижающих выделение свободного формальдегида, посвящены выступления Е. А. Маслаковой и других из Тюменского НИИПИлесдрев, В. И. Азарова и Г. В. Зайцевой из Московского лесотехнического института, В. М. Балакина и других из Уральского лесотехнического института. В докладе Э. А. Сокольников и Л. М. Петина из Свердловской областной санэпидстанции говорилось о значении ведомственного контроля гигиенических качеств древесностружечных плит. Повышению атмосферостойкости древесностружечных плит посвящены выступления А. А. Эльберта и Л. П. Коврижных из Ленинградской лесотехнической академии.

О повышении биостойкости и огнестойкости путем введения различных добавок говорили в своих докладах сотрудники кафедры технологии переработки пластмасс Уральского лесотехнического института В. М. Балакин, Ю. И. Литвинцев, В. С. Таланкин и др. Более 10 докладов было посвящено получению и исследованию масс древесных прессовочных и плит без добавления связующих, в том числе доклады сотрудников Уральского лесотехнического института П. П. Третьяка, Н. М. Мухина, В. Н. Петри.

• Принято решение регулярно проводить такие конференции.

В. М. Балакин

Уральский лесотехнический институт

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*18(076.5)

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ
И ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ В ВУЗОВСКИХ КУРСАХ*

Проблемы охраны природы и, тем самым, проблемы экологии приобрели в настоящее время особое звучание, далеко выходящее за рамки тех представлений об окружающем нас мире живых существ, которые рассматривались как стандартные еще несколько десятилетий тому назад. В такой крупной капиталистической стране, как Федеративная Республика Германия, возникла даже политическая партия, достаточно прогрессивная по своим устремлениям, которая в своем названии «зеленые» отразила свою цель — защиту биосферы и, в первую очередь, зеленой оболочки Земли. В некоторых исследованиях, опубликованных как у нас в Советском Союзе, так и за рубежом, выходя из достаточно четко обозначенных рамок одной из биологических дисциплин, становится некоей «синкретической наукой о человеке и его природном, естественном и искусственном окружении», причем «экологические проблемы становятся проблемами политики, мировоззрения, идеологии». За последнее десятилетие такие работы идут потоком, причем в этой «экологической волне» полностью теряется конкретность самых, казалось бы, элементарных понятий экологии.

Естественно, что у профессиональных биологов весь этот экологический бум вызывает энергичный протест, очень хорошо выраженный в «президентской речи» известного французского физиолога растений ныне покойного Пьера Шуара, произнесенной им на заседании Французской Академии сельскохозяйственных наук, где он достаточно ядовито предложил различать науку «экологизм» (ecologisme), которой занимаются журналисты, социологи, экономисты и политики, рассуждающие о вопросах, им, по сути дела, мало понятных, от собственно «экологии» (ecologie) — науки для биологов, специалистов в вопросах взаимоотношения живых существ со средой. При всей полемической заостренности определения маститого французского биолога, нельзя не согласиться с основным в его утверждении — проблема охраны природы (пусть уже — «окружающей среды») не может вестись иначе, как на экологической основе, и тем самым требует профессионалов, специалистов-экологов. Без этого вся проблема, при всей своей значимости и даже драматизме окажется лишь поводом (и это в лучшем случае) для пустых декламаций.

В этом отношении любопытен пример Соединенных Штатов. Тот, кто следит за развитием в этой стране высшего лесного образования, не мог не отметить преобразования уже около десятилетия тому назад двух из самых престижных высших лесных школ США в «школы лесоводства и исследования окружающей среды». Речь идет о лесном факультете университета штата Нью-Йорк (College of environmental sciences and forestry) и Йельского университета в Нью-Хевене (School of forestry and environmental studies). Думается, это не случайно. Именно «инженер лесного хозяйства» (как бы ни именовался в разных странах специалист этого профиля) является самой удачной моделью для превращения его в «инженера эколога» — профессионального «хранителя окружающей среды» (или, если это больше понравится, «защитника природы»).

В настоящее время, вероятно, еще нет возможности оформить особую специальность «инженера эколога», поскольку еще не определены и та система, и те штатные места, которые должны занимать «природоохранители» в системе наших советских, проектных и хозяйственных организаций. Надо полагать, что это дело будущего, хотелось бы, чтобы не очень отдаленного (когда практически уже нечего будет охра-

* Соловьев В. А., Зайцева В. К., Алексеев А. С. Экологические основы охраны труда: Лабор. практикум. — Л.: ЛТА, 1982. Соловьев В. А. Введение в экологию: Учеб. пособие. — Л.: ЛТА, 1982.

нять). Поэтому об этих вопросах надо уже сейчас думать и предпринимать некоторые шаги. Вместе с тем и в связи с этим, необходимо учитывать необходимость некоторой экологической грамотности и тех специалистов, производственная деятельность которых более всего угрожает окружающей среде. Вот такая попытка решения обеих задач — построения некоторого курса общей экологии и как основы специализации будущих природоохранителей, и как предостережения для будущих «природогубителей» — и была поставлена десять лет назад профессором Ленинградской лесотехнической академии, докт. биол. наук В. А. Соловьевым. Надо сказать, что курсы «охраны природы» читаются ныне в большинстве вузов самого различного профиля. При всем уважении ко многим этим лекторам — часто высококвалифицированным биологам, надо признать, что и эти курсы, и опубликованные на этой основе учебники большей частью сводятся к изложению, так сказать, анамнеза, т. е. описания развития поражения от того или иного фактора (особенно популярна в этом отношении двуокись серы) и его симптомов. Между тем, хотелось дать студентам не ряд готовых рецептов, но утвердить в их сознании некоторые общие положения тех взаимоотношений человека и природы в нашем столь быстро меняющемся мире, которые позволили бы — по возможности — в любой ситуации найти приемлемые компромиссные решения.

Отражением этой попытки построить адекватный курс общей экологии, как некоторую основу «созологии» (довольно странный термин для «учения об охране природы», в последнее время получивший распространение особенно у украинских и молдавских ботаников) и были два учебных пособия, рассматриваемых в настоящей рецензии.

Прежде всего надо подчеркнуть, что курс общей экологии принципиально отличен от частных экологических дисциплин, в том числе и от экологии растений. Общая экология рассматривает основы взаимодействий между всеми элементами биосферы и стремится выразить эти отношения в наиболее абстрактной, математической форме, позволяющей, путем относительно элементарных преобразований, приложить эти общие закономерности к любым (или хотя бы к большинству) конкретным ситуациям.

Основной сложностью преподавания основ общей экологии в многопрофильном лесотехническом вузе является необходимость в известной степени дифференцировать этот курс в зависимости от уровня биологической подготовки студентов, который на всех факультетах, кроме лесохозяйственного, находится практически на нулевом уровне. Если для лекционного, вводного курса это относительно несложно, то для лабораторных занятий такая дифференциация существенно необходима. Попробуем показать, как это достаточно убедительно было сделано в ЛТА.

Лабораторный практикум по общей экологии включает 18 тем, распределенных на 7 занятий. Этого, разумеется, мало, но в настоящее время курс общей экологии, читаемый на всех шести факультетах академии, по необходимости втиснут в очень жесткие рамки расписания. Однако, когда к этому окажется возможность, он легко может быть расширен, так что его можно рассматривать и как некоторую модель лабораторных занятий по общей экологии.

Семь занятий охватывают как некоторые вопросы, уместные только в лесотехнических вузах, так и более общие проблемы. Узко «лесотехнических занятий» всего два, с 4 темами. Первое занятие знакомит студентов с общими проблемами лесной биогеоценологии, составом основных лесообразующих пород и сукцессией грибов в древесине (эта последняя, несколько неожиданная тема связана с личными интересами В. А. Соловьева). Естественно, что для лесохозяйственного факультета первые две темы не предусмотрены. Второе занятие включает всего одну тему — «макроскопическое строение древесины», также несколько выходящее за рамки общей экологии, но призванное несколько повысить квалификацию студентов ЛИФ и ЛМФ, где эти вопросы программой не предусмотрены. На остальных факультетах эта тема не прорабатывается. Третье занятие посвящено контролю качества воды и прорабатывается в трех темах — определение концентрации кислорода и его биологического потребления и определение нитритов. Для студентов ЛХФ и ЛМФ по этому занятию прорабатыва-

ется только первая тема. Занятия четвертое, пятое и шестое объединены одним общим подзаголовком и посвящены моделям динамики популяций (3 темы), моделям динамики биоценозов и моделям контроля за загрязнением окружающей среды. Эти три занятия включают 9 тем, очень тесно связанных между собой и построенных скорее по принципу семинара, чем собственно лабораторных занятий, поскольку в них студентам предлагается дать решение ряда конкретных задач путем целой системы уравнений. В полном объеме эти задачи решают студенты ЛХФ и ИЭФ, студентам остальных четырех факультетов предлагаются только темы по контролю за загрязнением. Последнее занятие посвящено экологическим экскурсиям и состоит из двух тем — экскурсия по парку ЛТА и по ее музеям. Для студентов ЛХФ экскурсия по музею не планируется.

Такова попытка — повторяю: в рамках очень ограниченного числа часов — ввести студентов в круг идей общей экологии и в практику созологии. Нам эта идея представляется весьма плодотворной. При возможности она может быть расширена, но замысел кажется удачным.

Обратимся теперь к рассмотрению краткого конспекта введения в общую экологию, занимающего всего 86 страниц. В самом начале В. А. Соловьев предупреждает студентов, что для усвоения курса требуется определенный уровень культуры мышления. Собственно говоря, мы вправе рассчитывать, что студенты, обучающиеся в высшем учебном заведении, такой культурой обладают и казалось бы невежливым от них эту культуру требовать. Но мысль автора здесь ясна — усвоение этого курса требует определенных усилий, что, к сожалению, не всегда является условием при проработке некоторых других учебных пособий.

Пособие разделено на две части — «Охрана природы и научно-технический прогресс», включающую 10 параграфов и «Предмет, задачи и методы экологии» с 19 параграфами. Первая часть, весьма сжато написанная, излагает проблемы охраны биосферы отчасти в историческом плане, учитывая и современные подходы к проблеме, в том числе и материалы так называемого «Римского клуба» и их критику советскими исследователями. Наиболее оригинальна, однако, вторая часть пособия.

В первых параграфах излагаются в самом обобщенном виде основные параметры биосферы, в том числе принципиальная схема обмена веществ в организмах, принципы их классификации и основные уровни организации живого вещества планеты. Все это изложено в семи параграфах очень кратко, вполне на современном уровне и — при необходимой культуре мышления — вполне доступно для студентов, в том числе и технических факультетов. Далее автор переходит к собственно проблемам экологии и после нескольких вводных параграфов (8—10) описывает системный подход в экологии, концепцию черного ящика и методы многомерной статистики, концепцию поля и методов моделирования, в том числе и на микромоделях. В заключении излагается современная экологическая парадигма, научные функции экологии и экологический стиль мышления.

Даже такой суммарный и выборочный обзор учебного пособия В. А. Соловьева по введению в экологию показывает не тривиальный подход автора к проблеме, которую в некоторой степени можно рассматривать как ключевую на исходе второго тысячелетия (если, разумеется, не считать проблемы мира и войны, которая рискует снять вообще все экологические проблемы для человечества).

Преподавание в ЛТА общей экологии как «созологической дисциплины» явилось своего рода экспериментом. В. А. Соловьев и его сотрудники накопили в этой области определенный опыт и этот опыт послужил основой для публикации двух обсужденных в настоящей заметке учебных пособий. Мне представляется, что этот опыт оказался удачным, заслуживающим и внедрения, и расширения. Привлечь внимание работников нашей обширной производственной, учебной и исследовательской лесотехнической системы и было моей целью. Я буду доволен, если эта цель будет достигнута.

А. А. Яценко-Хмелевский

Ленинградская лесотехническая академия

ЮБИЛЕИ

ПРОФЕССОРУ
ИВАНУ ВАСИЛЬЕВИЧУ ВОРОНИНУ — 80 ЛЕТ

29 августа с. г. исполнилось 80 лет со дня рождения и 65 лет производственной, педагогической, научной и общественной деятельности известному лесоэкономисту нашей страны, Заслуженному лесоводу РСФСР, заведующему кафедрой экономики и организации лесного хозяйства Воронежского лесотехнического института профессору Ивану Васильевичу Воронину.

Внук крепостного крестьянина, сын рабочего, рано потерявший отца, он с пятнадцати лет стал рабочим Моршанской суконной фабрики. В 1923 г. по командировке профсоюза он поступает на лесной факультет Воронежского сельскохозяйственного института. По окончании института Иван Васильевич прошел большой путь практической работы, начиная от помощника лесничего до главного лесничего Воронежского управления лесного хозяйства, одновременно занимаясь научными исследованиями. Будучи главным лесничим, в 1944 г. И. В. Воронин защитил кандидатскую диссертацию, а с 1946 г. целиком посвятил себя делу подготовки молодых специалистов лесного хозяйства высшей квалификации в Воронежском лесотехническом институте.

Начало его научно-педагогической деятельности совпало с периодом формирования курса экономики лесного хозяйства, в становлении которого он принимал активнейшее участие. Являясь 38 лет бессменным заведующим кафедрой экономики и организации лесного хозяйства, И. В. Воронин постоянно вкладывает много сил, знаний, опыта и энергии в преподавание и развитие экономики лесного хозяйства.

В 1959 г. при непосредственном и активном участии И. В. Воронина у нас в стране появился первый вузовский учебник по экономике лесного хозяйства СССР. С тех пор, на протяжении 25 лет все учебные пособия по экономике и организации лесохозяйственного производства для вузов и техникумов выходят чаще всего по его инициативе и при его непосредственном и самом активном участии. Эти учебники пользуются широкой популярностью не только в нашей стране, но и в странах социалистического содружества. Шесть изданий этих учебников вышли в свет на языках народов СССР, в Чехословакии и Монголии.

Осуществляя большую учебную и методическую деятельность, И. В. Воронин плодотворно ведет научно-исследовательскую работу. Его разработки по использованию стоимостных показателей оценки комплексной продукции лесного хозяйства, определению эффективности различных лесохозяйственных мероприятий имеют не только научное, но и большое практическое значение. Более 200 опубликованных работ посвящено решению различных проблем экономики лесного хозяйства. Под руководством И. В. Воронина подготовлено 17 кандидатов и 2 доктора наук.

Созданная его трудами школа лесных экономистов вносит свой вклад в развитие лесоэкономической науки нашей Родины. Обладая большими способностями организатора на протяжении 7 лет (1961—1968 гг.), он был проректором по научной работе.

Широкая эрудиция, лекторское мастерство, любовь к лесу и молодежи, активная и плодотворная производственная, научная и педагогическая деятельность выдвинули И. В. Воронина в ряд ведущих ученых-лесоэкономистов, подлинных учителей большой армии советских лесоводов. Трудно найти лесовода с высшим или средним лесохозяйственным образованием, который бы не слушал его лекции или не учился по его учебникам.

Член КПСС с 39-летним стажем, Иван Васильевич и ныне успешно ведет большую общественную работу не только в масштабе института, но и за его пределами.

Он член секции Госкомитета по науке и технике, проблемного Совета по экономике и лесоустройству Гослесхоза СССР, НТС Гослесхоза, экономической секции НМС АН СССР, редакционной коллегии «Лесного журнала» и целого ряда других органов.

Многолетний труд И. В. Воронина высоко отмечен Правительством: ему присвоено почетное звание «Заслуженный лесовод РСФСР», он награжден орденами Трудового Красного Знамени и Октябрьской революции, медалями, почетными грамотами министерства, партийных и общественных организаций.

От всего сердца поздравляем Ивана Васильевича со славным юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, многих лет жизни и дальнейших успехов в науке и воспитании молодых специалистов социалистического лесного хозяйства!

М. А. Куликов, С. А. Бредихин, В. И. Золотых,
В. А. Пономаренко, В. М. Шепилов

Воронежский лесотехнический институт

Редакционная коллегия «Лесного журнала»

ЮБИЛЕЙ НИКОЛАЯ МАКСИМОВИЧА ГОРШЕНИНА

6 августа 1984 г. исполнилось 80 лет со дня рождения и 60 лет производственной, научно-педагогической и общественной деятельности Николая Максимовича Горшенина, видного ученого в области полезащитного лесоразведения и горного лесоводства, члена КПСС с 1939 г., доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Украинской ССР.

16-летним юношей он стал добровольцем пулеметных курсов Красной Армии, где готовили защитников страны Советов от белогвардейцев и интервентов. В 1921 г. вступил в комсомол, в рядах которого работал руководителем Ленинской политешколы. В 1928 г. окончил лесной факультет Саратовского государственного института сельского хозяйства и меллиорации. В 1930—1931 гг. в период прохождения аспирантской подготовки стажировался в Ленинградской лесотехнической академии у профессоров М. Е. Ткаченко, А. В. Тюрина и других видных ученых.

С 1928 г. по 1946 г. работал на инженерных и руководящих должностях в учебно-опытных и научно-исследовательских учреждениях лесного хозяйства. По заданию Наркомзема СССР принимал активное участие в разработке научных основ и генплана полезащитного лесоразведения Ставропольского края, а в 1936 г. был назначен начальником экспедиции по разработке технического проекта защитного лесоразведения в Северо-Кавказском крае, который впоследствии был внедрен в производство.

В апреле 1946 г. Н. М. Горшенин вместе с учеными Москвы, Ленинграда и Киева был командирован в Минвуз СССР для организации педагогической и научно-исследовательской работы в институтах западных областей УССР.

Вначале Н. М. Горшенин работал заведующим кафедрой лесоводства Львовского сельскохозяйственного института, с 1954 г. — Львовского лесотехнического института. За эти годы проявил себя как талантливый педагог, много сделал для подготовки высококвалифицированных инженеров лесного хозяйства. В 1950 г. защитил докторскую диссертацию.

Н. М. Горшенин подготовил 18 кандидатов наук и оказал непосредственную помощь в написании 12 докторских диссертаций.

Н. М. Горшениным создана новая широкоизвестная и общепризнанная школа горного лесоводства. По результатам научных исследований им опубликовано свыше 160 научных работ, в том числе два учебника и семь монографий. Под его руководством разработаны методы повышения продуктивности лесов и реконструкции насаждений, мероприятия по борьбе с эрозией почв, а также новый способ и технология котловинных рубок для горных лесов, обеспечивающие повышение производительности труда на 15—20 %, снижение себестоимости продукции на 4—5 % и сохранение экологической средообразующей роли леса. Результаты этих работ широко применяются на производстве, а расчетная экономия за счет их внедрения составляет ежегодно только по западному региону УССР около 1 млн. р. С результатами исследований Н. М. Горшенин систематически выступает на Всесоюзных конференциях и международных симпозиумах.

В 1979 г. за большие заслуги в развитии лесной науки и использовании ее результатов в производстве Н. М. Горшенину было присвоено звание заслуженного деятеля науки Украинской ССР.

Н. М. Горшенин проводит многогранную общественно-политическую работу. Он неоднократно избирался членом райкома Компартии Украины, парткома института,

является членом многих секций и советов Минвуза СССР, Гослесхоза СССР, АН СССР и др. Он является одним из ведущих ученых страны по проблемам лесной биогеоценологии и охраны окружающей среды.

За плодотворную научно-исследовательскую деятельность, общественно-политическую работу и успехи в воспитании и подготовке инженерных кадров для народного хозяйства Н. М. Горшенин награжден орденом Трудового Красного Знамени, двумя орденами Знак Почета, многими медалями СССР.

Сердечно поздравляем Николая Максимовича со славным юбилеем, желаем ему долгого здоровья и дальнейших творческих успехов в развитии советской лесной науки.

В. А. Кучерявый, Н. Х. Осмола, З. Ю. Герушинский

Львовский лесотехнический институт

ПРОФЕССОР, ДОКТОР ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК ТИМОФЕЙ СЕРГЕЕВИЧ ЛОБОВИКОВ

31 июля 1984 г. исполнилось 75 лет доктору экономических наук, профессору Т. С. Лобовикову. Тимофей Сергеевич родился в 1909 г. в Вятке (ныне Киров) в семье фотографа, видного деятеля художественной фотографии, признанного основоположником демократического направления в этой области.

В 1930 г. Т. С. Лобовиков окончил Ленинградский институт народного хозяйства.

Еще студентом в 1928—1929 гг. он начал научную деятельность, организовав в Институте микрофотолабораторию и выполняя работы по фотографированию микроструктуры древесины и текстильных волокон, по изучению механических свойств древесины (под руководством проф. В. А. Петровского), по обоснованию строительства лесопильного завода (под руководством проф. Д. Ф. Шапиро). Получив специальность экономиста торговли (лесоэкспорт), он, однако, начал работать по приглашению во Всесоюзном научно-исследовательском институте древесины и в 1930—1931 гг. принимал участие в Котласской экспедиции по составлению плана эксплуатации лесов нижнего течения р. Вычегды, а затем возглавлял экономическую часть в Пинежской и Карпогорской экспедициях в бассейне р. Пинеги.

После прохождения в 1932 г. действительной военной службы Т. С. Лобовиков поступил на работу в только что созданную проектную организацию Ленлесоргпроект (впоследствии реорганизованную в институт Гипролестранс), где он возглавлял проектирование лесомашинных станций Белоручейской, Ужельской и др., оказавшихся в числе первых механизированных лесных предприятий Советского Союза.

Во вновь созданном Гипролестрансе Т. С. Лобовикову было поручено организовать и возглавить Бюро методики и типизации. Он явился одним из зачинателей методической работы в области проектирования предприятий лесной промышленности и типового проектирования ее объектов. В 1938 г. Т. С. Лобовиков организовал и руководил комплексной лесоводственно-геоботанической и инженерно-гидрологической экспедицией в бассейне р. Б. Лаба для обоснования лесоводственно-допустимых рубок в лесах Северного Кавказа. Подобные работы были первыми в лесной промышленности и в дальнейшем стали обязательными при проектировании освоения горных лесов.

В 1939—1940 гг. призванный в армию Т. С. Лобовиков участвовал в боях против белофиннов на Карельском перешейке в качестве начальника радиостанции большой мощности, а 22 июня 1941 г. снова в армии на важных рубежах обороны Ленинграда, все 900 дней в кольце блокады. Начав с должности начальника штаба полка связи, позднее возглавил радиосвязь 42-й армии. При прорыве блокады в январе 1943 г. он был ранен под Шлиссельбургом.

После полного снятия блокады с Ленинграда Тимофей Сергеевич был отозван из армии для работы в народном хозяйстве и назначен директором Гипролестранса. Под его руководством в 1944—1948 гг. Гипролестранс был восстановлен, значительно расширен и прочно занял ведущее положение среди лесных проектных организаций. В 1946—1948 гг. впервые в нашей стране Т. С. Лобовиков в соавторстве с С. Л. Пушки-

ным предложил и разработал технологию переработки отходов лесозаготовок в кормопродукты, основные черты которой успешно развиваются и в наши дни.

В 1947 г. Т. С. Лобовиков был приглашен в Ленинградскую лесотехническую академию на должность доцента по совместительству для чтения курса организации производства, а с 1948 г. полностью перешел на работу в ЛТА. В течение 26 лет он возглавлял здесь кафедру экономики и организации лесной промышленности и лесного хозяйства, явился автором первых учебных пособий по курсу экономики лесной промышленности (1958 г.).

В 1964 г. Т. С. Лобовиков организовал проблемную экономическую лабораторию по комплексному использованию низкокачественной древесины и отходов и в течение 11 лет руководил ею. Теоретические работы в области форм (типов) предприятий и лесопромышленных комплексов, экономики транспортного освоения лесов, основ экономической организации лесохозяйственного производства и др. получили широкую известность. А предложенные и в принципе разработанные им оригинальный метод решения ряда экономических задач на основе предельных цен и система «нормализованных» экономических показателей, плодотворно развиваемые учениками (профессора А. П. Петров и В. Е. Леванов), успешно применяются в научно-исследовательских, плановых и проектных организациях.

Т. С. Лобовиков ведет большую работу по подготовке молодых научных кадров. Им подготовлено 45 кандидатов наук, 5 докторов наук. Это говорит о сложившейся научной школе Лобовикова. Экономические кафедры лесотехнических вузов, экономические подразделения многих научных институтов в лесной промышленности и лесном хозяйстве возглавляют воспитанники Т. С. Лобовикова. Его перу принадлежат более 150 печатных работ научного, методического и публицистического характера.

Научная и педагогическая деятельность Т. С. Лобовикова сочетается с большой общественной работой. Он является членом проблемных советов Госкомитета СМ СССР по науке и технике, Гослесхоза СССР и ВАСХНИЛ, членом научно-методического совета Минвуза СССР и других организаций.

В течение многих лет Т. С. Лобовиков состоял членом НТС Минлеспрома СССР и его бюро, председательствовал в совете по присуждению ученых степеней доктора и кандидата экономических наук.

За боевые заслуги и достижения в труде Тимофей Сергеевич удостоен девяти правительственных наград.

В последние годы он ведет большую военно-патриотическую работу среди молодежи в ЛТА, ПТУ и школах Ленинграда, выступает в печати. За работу награжден Почетным Знаком Советского комитета ветеранов войны, нагрудным знаком, двумя памятным медалями, имеет ряд благодарностей и грамот от командования Ленинградского военного округа.

Коллеги по работе и многочисленные ученики Тимофея Сергеевича желают ему долгого здоровья и долгих лет плодотворной деятельности.

Кафедра экономики и организации лесной
промышленности и лесного хозяйства
Ленинградской лесотехнической академии

НЕКРОЛОГ

НИКОЛАЙ ПАВЛОВИЧ АНУЧИН

7 июня 1984 г. на 82-м году жизни скончался крупнейший советский ученый в области лесоустройства и лесной таксации доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик ВАСХНИЛ Николай Павлович Анучин.

Н. П. Анучин родился 26 апреля 1903 г. в деревне Лариково Кирилловского уезда Вологодской губернии в семье крестьянина.

В 1925 г. он окончил Ленинградский лесной институт. Еще в студенческие годы в период производственных практик и летних каникул Н. П. Анучин работал таксатором в лесах Карелии. После окончания института работал в Лисинском учебно-опытном лесничестве сначала помощником лесничего, затем окружным лесничим. В Лисине он организует многоцелевое хозяйство: лесозаготовки и переработку древесины, строит лесопильный завод и одновременно становится его директором.

В 1929 г. Н. П. Анучин был приглашен в Москву на должность старшего специалиста лесного ученого комитета при Центральном управлении лесами Наркомзема РСФСР. В это же время он становится старшим научным сотрудником, заведует лабораторией лесной таксации Центральной лесной опытной станции (будущего ВНИИЛМа). Одновременно он работает в должности доцента Московского лесотехнического института. В этот период он осуществлял координацию работ по созданию первых советских таблиц объемов стволов главнейших древесных пород.

С 1931 г. Н. П. Анучин заведует сектором во Всесоюзном научно-исследовательском институте древесины. Здесь им были созданы первые в стране сортиментные и товарные таблицы и разработаны основы промышленной таксации леса — нового направления в лесотаксационной науке.

В 1935 г. Н. П. Анучину присуждается ученая степень кандидата технических наук, а в 1939 г. — доктора сельскохозяйственных наук.

В 1937 г. Н. П. Анучин уезжает в Красноярск, где заведует кафедрой лесной таксации в Сибирском лесотехническом институте и одновременно является заместителем директора этого института. В 1941 г. вступает в ряды КПСС.

С 1943 г. по 1948 г. Н. П. Анучин — начальник Главного управления лесами Наркомлеса СССР и заведующий кафедрой лесной таксации Московского лесотехнического института. В целях сохранения и рационального использования лесов им в те же годы разработана теория государственных цен на лес, а в 1949 г. были предложены первые в нашей стране лесные таксы.

С 1949 г. по 1960 г. Н. П. Анучин работает заместителем директора и заведующим кафедрой лесной таксации МЛТИ.

В течение четырех лет (1960—1964 гг.) Н. П. Анучин одновременно заведует кафедрой в МЛТИ, исполняет обязанности академика-секретаря Отделения лесоводства и агролесомелиорации и члена президиума ВАСХНИЛ и директора ВНИИЛМа.

В 1956 г. Н. П. Анучин избран членом-корреспондентом, а в 1967 г. академиком ВАСХНИЛ.

С 1971 г. и до последних дней жизни академик Н. П. Анучин заведовал кафедрой лесной таксации и лесоустройства МЛТИ.

Н. П. Анучин — автор многочисленных печатных трудов. Им подготовлено 5 докторов наук и 40 кандидатов наук. По его учебникам «Лесная таксация», «Лесоустройство», «Промышленная таксация леса и основы лесного хозяйства» постигли основы своей специальности многие тысячи выпускников лесных вузов нашей страны. Учеб-

ник «Лесная таксация», переведенный на языки некоторых зарубежных стран, в СССР выходил пятью изданиями.

Н. П. Анучин обладал особым даром просто и доходчиво доводить до слушателей сложнейшие вопросы теории лесоустройства и таксации. Его выступления с большим интересом принимались студенческой молодежью, работниками производства, учеными и преподавателями вузов.

Н. П. Анучин — автор многих оригинальных научных предложений по лесной лесной сложнейшие вопросы теории лесоустройства и таксации. Его выступления с большим интересом принимались студенческой молодежью, работниками производства, учеными и преподавателями вузов.

Большой вклад сделан ученым в теорию и практику лесоустройства. Для лучшего практического осуществления теории непрерывности пользования лесом Н. П. Анучин предложил производству установленные им оптимальные возрасты рубок леса, формулы для расчета размера главного пользования лесом, а также метод расчета площади лесных массивов, на которой необходимо и возможно осуществить непрерывность лесопользования. Все эти разработки обобщены в книге Н. П. Анучина «Теория и практика организации лесного хозяйства» (1977).

Ряд трудов Н. П. Анучина посвящен применению математических методов и ЭВМ в лесном хозяйстве. Он является одним из авторов отечественного статистического метода учета лесов.

Академик Н. П. Анучин неоднократно выступал с докладами и сообщениями на международных лесных форумах в США, Испании, Австрии; в Чехословакии он был награжден памятной золотой медалью высшей сельскохозяйственной школы в Брно, в Финляндии избран членом-корреспондентом Финского лесного общества, в Венгрии ему присвоено звание почетного доктора Шопронского университета.

Будучи высококвалифицированным специалистом академик Н. П. Анучин привлекался к работе высших государственных учреждений (Госплана СССР, АН СССР, ГК по науке и технике СМ СССР, Минлесбумпрома СССР, Гослесхоза СССР). Много времени и энергии ученый отдавал работе в различных экспертных комиссиях Госплана СССР по разрешению острых спорных межведомственных вопросов, связанных с лесным хозяйством и лесопользованием.

Родина высоко оценила труд академика Н. П. Анучина, наградив его орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Дружбы Народов.

Светлая память об академике Н. П. Анучине — талантливом педагоге, крупном ученом и организаторе науки, чутком и отзывчивом товарище — навсегда сохранится в наших сердцах.

Н. Н. Свалов

Московский лесотехнический институт

И. И. Гусев

Архангельский лесотехнический институт

СОДЕРЖАНИЕ

А. В. Пирожков. Вузовскому комсомолу — партийную заботу	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

И. И. Гусев, С. В. Ярославцев. Текущий прирост ельников Крайнего Севера . .	5
Г. Л. Тышкевич. Влияние рубок ухода на формирование древесины бука в молодых культурах	8
М. В. Давидов. Результаты исследования типов роста древостоев основных лесообразующих пород на Украине	13
В. А. Алексеев. Эффективная группа регуляторов роста древесных растений . .	17
Ю. И. Колесников, Г. И. Ларин. О силах, действующих на ножи лесных плугов	21
Н. А. Гуцелюк, В. Н. Коршун. Постановка задачи оптимального проектирования конструкций лесохозяйственных машин	25

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Н. П. Дергунов, Ю. Д. Силуков, В. И. Моськов. Реализация оптимальной передаточной функции для существующей структуры подвески лесовозного автомобиля	29
С. И. Морозов, М. В. Попов. Условия применения температурно-напряженного пути на лесовозных УЖД	34
Ю. В. Лебедев. Исследование взаимодействия потоков лесовозных автопоездов с другими транспортными потоками на автомагистралях	39
В. Я. Харитонов. Использование теории присоединенной массы в лесосплавных исследованиях и расчетах	43
П. М. Мазуркин. Проектирование новой техники	48

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

В. Р. Фергин. Принятие решений по оптимизации параметров лесопильных потоков	53
Т. П. Стукова, И. А. Попова, В. П. Душкин. Движение неуравновешенного ротора под действием внешней возмущающей силы	57
С. А. Апостолов, В. И. Белошицкий, П. П. Петрич, Н. А. Варакина. Исследование влияния конструктивных факторов на вибрации системы СПИД при цилиндрическом фрезеровании древесины	65
В. Г. Громов, Р. В. Луцкык, В. Л. Ломазов. Определение теплофизических характеристик коры ели	67
Г. Ф. Козориз. Автоматически регулируемые цеховые универсальные пневмотранспортные системы (АРЦУПС)	70

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Д. А. Афонин, А. А. Багаев, Г. И. Царев, А. И. Киприанов. Изучение кинетики термополимеризации таллового масла лиственных пород	76
Т. М. Ивкина, Э. Д. Левин. Оптимизация сорбции разливов нефти измельченной корой лиственницы сибирской	80
С. П. Тришин, В. Е. Цветков. Термомеханические исследования модифицированных карбамидоформальдегидных полимеров	83
В. М. Хрулев, Н. А. Машкин. Стойкость модифицированной древесины к циклическим температурно-влажностным воздействиям	86
Г. Ф. Прокшин, Л. А. Миловидова, Г. В. Комарова, В. С. Цвиль. Влияние окислительных реагентов на снижение сорности при отбелке сульфитной целлюлозы для бумаги	91
М. В. Постникова, Ю. Г. Бутко. Повышение качества древесной массы из отходов сортирования	95

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Т. С. Лобовиков, С. И. Колесников. Об эффективности использования узкоколейных железных дорог на лесозаготовках	99
Е. С. Романов, Т. И. Новгородова, А. В. Пластинин. Опыт применения показателя нормативной чистой продукции в лесопромышленном объединении	102
В. И. Мосягин, С. Д. Бадмаева, Т. А. Смирнова. Совершенствование образования фонда развития производства за счет амортизационных отчислений	105
Ю. И. Деминцев, А. В. Петерсон. Интенсификация — основное направление развития подсосного производства	109

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

В. В. Репневский. Новая агротехника создания семенных плантаций дуба на Северном Кавказе	113
В. А. Каракулов, Г. Ф. Дугов, В. Ф. Скудин. Определение характера изменения показателей ремонтпригодности от наработки лесозаготовительных машин	115
В. С. Шалаев. Определение количества сучков различных диаметров на поверхности бревен	117
А. М. Голубев, В. В. Постников. Гидравлическое сопротивление некоторых фильтровальных тканей для очистки аспирационного воздуха	119
В. В. Коротков, Е. Д. Гельфанд, Н. А. Жуков. О характеристике кормовой осажаренной древесины, получаемой на дефибраторах	121
А. В. Апостол. Влияние температурно-влажностного режима на физико-механические свойства древесины при ее прессовании	123
Ю. Г. Хабаров. Вычисление величины критерия Стьюдента с помощью эмпирических формул	124
В. И. Крупенский. Окисление маннозы ионами переменновалентных металлов	125

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

В. М. Балакин. О совершенствовании качества плит и пластиков	128
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

А. А. Яценко-Хмелевский. Проблемы охраны природы и общей экологии в вузовских курсах	129
--	-----

ЮБИЛЕИ

М. А. Куликов, С. А. Бредихин, В. И. Золотых, В. А. Пономаренко, В. М. Шенилов. Редакционная коллегия «Лесного журнала». Профессору Ивану Васильевичу Воронину — 80 лет	132
В. А. Кучерявый, Н. Х. Осмола, З. Ю. Герушинский. Юбилей Николая Максимовича Горшенина	133
Кафедра экономики и организации лесной промышленности и лесного хозяйства Ленинградской лесотехнической академии. Профессор, доктор экономических наук Тимофей Сергеевич Лобовиков	134

НЕКРОЛОГ

Н. Н. Свалов, И. И. Гусев. <u>Николай Павлович Анучин</u>	136
---	-----

Рефераты	142
--------------------	-----

CONTENTS

<i>L. B. Pirozhkov</i> . Party concern of vus's Komsomol	3
--	---

FORESTRY

<i>I. I. Gusev, S. V. Yaroslavtsev</i> . Current increment of fir stands in the Far Norths	5
<i>G. L. Tyshkevich</i> . Influence of cleaning cuttings on the formation of beech wood in young cultures	8
<i>M. V. Davidov</i> . The results of growth types investigation in stands with main forest species in the Ukraine	13
<i>V. A. Alekseev</i> . The effective group of woody plants growth influents	17
<i>Yu. I. Kolesnikov, G. I. Larin</i> . On the forces effecting forest plough blades	21
<i>N. A. Gutselyuk, V. N. Korshun</i> . Formulating the problem of optimal designing the forestry machines constructions	25

FOREST EXPLOITATION

<i>N. P. Dergunov, Yu. D. Silukov, V. I. Moskov</i> . Realization or optimal gearing dunction for conventional log-carrying truck suspension structure	29
<i>S. I. Morozov, M. V. Popov</i> . Conditions of using temperature-strained track on narrow-gauge lines	34
<i>Vu. V. Lebedev</i> . Investigation the moving interaction of log-carrying trailer trains and other vehicles on the highway	39
<i>V. Va. Kharitonov</i> . Using the theory of associated mass in floatage investigations and computations	43
<i>P. M. Mazurkin</i> . Designing new technical equipment	48

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>V. R. Fergin</i> . Taking the decisions on optimization of sawmill processing parameters	53
<i>T. P. Stukova, I. A. Popova, V. P. Dushkin</i> . Movement of unbalanced rotor under the action of external disturbing force	57
<i>S. A. Apostolyuk, V. I. Beloshitsky, P. P. Petriv, N. A. Varakina</i> . Studying the influence of constructive factors on SPID system vibrations at the cylindrical cutting of wood	65
<i>V. G. Gromov, R. V. Lutsyk, V. L. Lomazov</i> . Determination of heat transfer characteristics of fir bark	67
<i>G. F. Kozoriz</i> . Universal automatical by regulated shop pneumatic transport systems	70

CHEMICAL WOODWORKING

<i>D. A. Afonin, A. A. Bagaev, G. I. Tsarev, A. I. Kiprianov</i> . Studying the kinetics of heat polymerization hardwood tall oil	76
<i>T. M. Ivkina, E. D. Levin</i> . The optimization of oil spills sorption with the ground bark of <i>Larix sibirica</i>	80
<i>S. P. Trishin, V. E. Tsvetkov</i> . Termomechanic research of modified ureaformaldehyde polymers	83
<i>V. M. Khrulev, N. A. Mashkin</i> . Stability of modified wood to cycle temperature-moisture effects	86
<i>G. F. Prokshin, L. A. Milovidova, G. V. Komarova, V. S. Tsvil</i> . Influence of oxidative reagents on decreasing the number of specks of dust in sulphite cellulose fir papers when bleaching	91
<i>M. V. Postnikova, Vu. G. Butko</i> . Increase of quality of groundwood pulp from sorting waste	95

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

<i>T. S. Lobovikov, S. I. Kolesnikov.</i> On the efficiency of using narrow-gauge railways in logging	99
<i>E. S. Romanov, T. I. Novgorodova, A. V. Plastinin.</i> The practice of applying the index of normative net product in the forest industry association . . .	102
<i>V. I. Mosyagin, S. D. Badmaeva, T. A. Smirnova.</i> Improving the formation of the fund of production development at the expense of sinking	105
<i>Yu. I. Demintsev, A. V. Peterson.</i> Intensification is the principal direction in development of tapping production	109

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>V. V. Repnevsky.</i> New agrotechnics of establishing oak seed plantations in the North Caucasus	113
<i>V. A. Karakulov, G. F. Dutov, V. F. Skudin.</i> Determination of changes of maintainability coefficients due to the operating time of the logging machines	115
<i>V. S. Shalaev.</i> Determination of the amount of different diameter khots on the spruce sawlogs' surfaces	117
<i>A. M. Golubev, V. V. Postnikov.</i> Hydraulic resistance of some filter fabrics for cleaning aspiration air	119
<i>V. V. Korotkov, E. D. Gelfand, N. A. Zhukov.</i> On characteristic of fodder sugared wood got on defibrators	121
<i>A. V. Apostol.</i> The impact of temperature and humidity regime upon the physical and mechanical properties of wood in the course of pressing	123
<i>Yu. G. Khabarov.</i> Calculation of value of Student's criterion by means of empiric formulas	124
<i>V. I. Krupenky.</i> The mannose oxidation with ions of changing valency metals	125

SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS

<i>V. M. Balakin.</i> On improving the quality of boards and plastics	128
---	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>A. A. Yatsenko-Khmelevsky.</i> The problems of environmental-protection in vuz's courses	129
---	-----

JUBILES

<i>M. A. Kulikov, S. A. Bredikhin, V. I. Zolotykh, V. A. Ponomarenko, V. M. Shepilov.</i> Prof I. V. Voronin — 80 years ago	132
<i>V. A. Kucherjavv, N. H. Osmola, Z. Yu. Gerushinsky.</i> N. M. Gorshenin's jubilee	133
<i>The collective body of chair economic and organization forest industry and forestry of the Forest Technical Akademy.</i> Professor, doktor economical science <i>T. S. Lobovikov</i>	134

OBITUARY

<i>N. N. Svalov, I. I. Gusev.</i> N. P. Anuchin	136
---	-----

Referates	142
---------------------	-----

РЕФЕРАТЫ

Возовскому комсомолу — партийную заботу. ПИРОЖКОВ Л. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 3—4.

УДК 630*56

Тенущий прирост ельников Крайнего Севера. ГУСЕВ И. И., ЯРОСЛАВЦЕВ С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 5—8.

На основе экспериментальных исследований составлены таблицы для определения процента прироста запаса наличного древостоя по радиальному приросту, среднему диаметру и возрасту. В основу составления таблиц положена формула $P_M = P_G + P_{FH}$. Табл. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*811.1 : 630*241

Влияние рубок ухода на формирование древесины бука в молодых культурах. ТЫШКЕВИЧ Г. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 8—12.

Приводятся результаты изучения влияния рубок ухода разной интенсивности на формирование древесины бука в чистых культурах. Установлено, что сильное изреживание с выборкой до 35 % способствует формированию древесины лучшего качества. В ней содержится относительно больше механических элементов. Волокна отличаются большей длиной и толщиной стенок. Табл. 4. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630*56

Результаты исследования типов роста древостоев основных лесобразующих пород на Украине. ДАВИДОВ М. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 13—17.

Установлена взаимосвязь между условиями местопроизрастания, типом роста древостоев и классом бонитета. Для древостоев сосны и дуба разработана схема таксационного районирования, согласно которой, при долгосрочном планировании ведения хозяйства можно прогнозировать динамику их роста. При составлении плана рубок главного пользования необходимо назначать в первую очередь спелые участки древостоев типа T_0 , затем T_1 и в последнюю очередь — T_2 . Предварительные расчеты показывают преимущества ведения дифференцированного лесного хозяйства. Библиогр. список: 19 назв.

УДК 630*243.8 : 631.811.98

Эффективная группа регуляторов роста древесных растений. АЛЕКСЕЕВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 17—21.

Приводятся результаты исследований на древесных растениях регулятора роста — 2-хлорэтилфосфоновой кислоты (калпозана) и ее производных гидрела и дигидрела. Показана высокая ретардантная способность названных соединений. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 631.512.001.2

О силах, действующих на ножи лесных плугов. КОЛЕСНИКОВ Ю. И., ЛАРИН Г. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 21—25.

Приведены уравнения для расчета сил резания почвы и разрушения корней древесно-кустарниковых пород дисковым и

черенковым ножами лесных плугов. Уравнения включают в себя геометрические параметры ножей и физико-механические свойства почвы и корней. Сопоставление результатов расчета с экспериментальными данными показало достаточно хорошую их сходимость. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*3.001.2

Постановка задачи оптимального проектирования конструкций лесохозяйственных машин. ГУЦЕЛЮК Н. А., КОРШУН В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 25—28.

Ставится проблема оптимального проектирования лесохозяйственных машин и дается схема получения оптимальной конструкции, приводятся рекомендации по выбору критериев эффективности и ограничений. Ил. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 629.11.012.81

Реализация оптимальной передаточной функции для существующей структуры подвески лесовозного автомобиля. ДЕРГУНОВ Н. П., СИЛУКОВ Ю. Д., МОСКОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 29—33.

Рассматривается метод определения оптимальных параметров подвески лесовозного автомобиля, по которому сначала определяют оптимальную передаточную функцию подвески, а затем с помощью введенного функционала вычисляют субоптимальные параметры подвески. Система подвески представлена как замкнутая система автоматического управления с детерминированным и случайным сигналами на входе. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 625.31.001.24

Условия применения температурно-напряженного пути на лесовозных УЖД. МОРОЗОВ С. И., ПОПОВ М. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 34—39.

Рассмотрены условия применения температурно-напряженного пути на лесовозных УЖД по условию устойчивости против выброса и по условию ограничения поперечных перемещений рельсошпальной решетки. Дан пример пользования расчетной номограммой. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 656.05

Исследование взаимодействия потоков лесовозных автопоездов с другими транспортными потоками на автомагистралях. ЛЕБЕДЕВ Ю. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 39—43.

Рассмотрена методика и результаты исследования взаимодействия потоков лесовозных автопоездов с потоками автомобилей общего назначения на дорогах общего пользования; изложены принципы статистического моделирования движения смешанного транспортного потока. Даны рекомендации по условиям примыкания лесовозных автодорог к общей транспортной сети региона. Критерием оптимальности является минимум задержек всех транспортных средств. Ил. 2. Табл. 1.

УДК 630*378.1

Использование теории присоединенной массы в лесосплавных исследованиях и расчетах. ХАРИТОНОВ В. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 43—48.

Даны расчетные формулы по определению присоединенной массы применительно к неустановившемуся движению пучков и бревен в воде, с учетом конечности длины, в ограниченной и неограниченной среде, а также в условиях плавления на поверхности. С использованием гипотезы Вагнера исследовано быстрое погружение бревна после его падения на воду. Введены зависимости для определения ударной присоединенной массы, скорости погружения бревна и силы удара его о воду. Ил. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*79.001.2

Проектирование новой техники. МАЗУРКИН П. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 48—52.

Рассмотрены систематизация объектов проектирования и место процесса проектирования общей структуры науки — производство. Особо выделены уровни объектов технического проектирования и группы методов проектирования. Ил. 2. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 674.023.002.237

Принятие решений по оптимизации параметров лесопильных потоков. ФЕРГИН В. Р. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 53—57.

Изложена методика обоснования и выбора параметров лесопильных потоков из множества вариантов оптимальных параметров процессов пиления древесины в потоке с учетом условий гармонизации его работы. Даны примеры принятия решений для рамных потоков, распиливающих сырье диаметрами 18 и 34 см. Приведены сведения об экономической эффективности оптимизации параметров работы лесопильных потоков. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.05 : 534.1

Движение неуравновешенного ротора под действием внешней возмущающей силы. СТУКОВА Т. П., ПОПОВА И. А., ДУШКИН В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 57—65.

В работе приведена методика расчета неуравновешенного ротора под действием внешней возмущающей силы. Показано ее применение к исследованию движения фрезерного узла фрезерно-брусующего станка. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 62-752.001.57 : 621.914.1

Исследование влияния конструктивных факторов на вибрации системы СПИД при цилиндрическом фрезеровании древесины. АПОСТОЛЮК С. А., БЕЛОШИЦКИЙ В. И., ПЕТРИВ П. П., ВАРАКИНА Н. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 65—67

В работе приведены результаты исследования влияния жесткости и массы на вибрации системы СПИД при цилиндрическом фрезеровании. Установлено, что жесткость и масса основных узлов системы СПИД оказывают существенное влияние на характер колебательного движения, определяя частоту и амплитуду вибрации, а также их затухание. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 536.242

Определение теплофизических характеристик коры ели. ГРОМОВ В. Г., ЛУЦЫК Р. В., ЛОМАЗОВ В. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 67—70.

Изложены результаты определения теплофизических характеристик коры ели: теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности. Установлено, что тем-

пеломкость сухих образцов коры не зависит от температуры (в диапазоне 60—100 °С), теплоемкость влажных образцов коры значительно увеличивается при возрастании температуры. Коэффициенты теплопроводности и температуропроводности очень сильно зависят от влажности образцов. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 62-525

Автоматически регулируемые цеховые универсальные пневмотранспортные системы (АРЦУПС). КОЗОРИЗ Г. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 70—75.

В статье обоснована необходимость замены существующих пневмотранспортных систем автоматически регулируемы. Приведены схемы разработанных в ЛЛТИ автоматически регулируемых пневмотранспортных систем (АРЦУПС) и даны рекомендации для их использования в деревообрабатывающей промышленности. Ил. 5.

УДК 676.085.2 : (541.12 : 542.942 : 543.85)

Изучение кинетики термополимеризации таллового масла лиственных пород. АФОНИН Д. А., БАГАЕВ А. А., ЦАРЕВ Г. И., КИПРИАНОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 76—79.

Получены выражения формальной кинетики для реакций термополимеризации непредельных жирных кислот таллового масла лиственных пород (ТМлп) и жирных кислот таллового масла лиственных пород (ЖКТМлп). Показано, что в процессе термообработки полимеризуются только линолевая и линоленовая кислоты. Выяснено, что наличие неомыляемых веществ в ТМлп вызывает изменение скорости реакций термополимеризации непредельных жирных кислот. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 628.16.081 : 630.81

Оптимизация сорбции разливов нефти измельченной корой лиственницы сибирской. ИВКИНА Т. М., ЛЕВИН Э. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 80—83.

Получена математическая модель процесса. Установлен оптимальный режим сорбции, максимизирующий нефтеемкость коры. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 678.652

Термомеханические исследования модифицированных карбамидоформальдегидных полимеров. ТРИШИН С. П., ЦВЕТКОВ В. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 83—86.

В работе приведены экспериментальные данные оценки модифицированных карбамидоформальдегидных отвержденных систем методом термомеханического анализа. Установлена принципиальная возможность использования метода для прогнозирования свойств отвержденных клеевых составов, связующих древесных плитных материалов на их основе. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 691.11.002.25 : 620.197.7

Стойкость модифицированной древесины к циклическим температурно-влажностным воздействиям. ХРУЛЕВ В. М., МАШКИН Н. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн. 1984, № 5, с. 86—91.

Установлено, что при циклическом кипячении-высушивании модифицированной фенолоспиртами древесины березы значительно возрастают показатели набухания: давление набухания и свобод-

ное разбухание. Кривая давления набухания имеет максимум, характеризующий ускоренное старение (в основном, механодеструкцию) полимера в начале испытаний, что подтверждается данными ЭПР-анализа, показывающего значительное увеличение в образцах активных центров. Ил. 3. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 676.1.022.18

Влияние окислительных реагентов на снижение сорности при отбелке сульфитной целлюлозы для бумаг. ПРОКШИН Г. Ф., МИЛОВИДОВА Л. А., КОМАРОВА Г. В., ЦВИЛЬ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 91—94.

Изучено влияние добавок двуокиси хлора при хлорировании, предварительной обработки гипохлоритом на эффективность удаления коры и костры из сульфитной целлюлозы после отбелки по схеме: X—Щ—X—Щ—Г—Д—К. Показано, что использование двуокиси хлора на стадии хлорирования и горячей обработки гипохлоритом обеспечивает более полное удаление сора в виде коры в отличие от хлорирования одним хлором. С увеличением доли двуокиси хлора возрастает эффективность снижения сорности в беленых целлюлозах. Табл. 4. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 676.024 : 676.287

Повышение качества древесной массы из отходов сортирования. ПОСТНИКОВА М. В., БУТКО Ю. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 95—98.

Показано влияние щелочных моносульфитных или фосфатных растворов на качество размолотых отходов сортирования. Качество древесной массы из отходов сортирования можно значительно улучшить, проводя щелочную моносульфитную обработку отходов перед размолом (с расходом моносульфита натрия 2—3 % и едкого натра 1—2 % от абс. сухих отходов сортирования) или фосфатную обработку (с расходом тринатрийфосфата 4 %). Ил. 3. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*78

Об эффективности использования узкоколейных железных дорог на лесозаготовках. ЛОБОВИКОВ Т. С., КОЛЕСНИКОВ С. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 99—102.

Приведены причины снижения роли узкоколейного железнодорожного транспорта, рассмотрены его современное состояние, некоторые технико-экономические особенности автомобильного и узкоколейного транспорта, дана систематическая постановка проблемы эффективного применения УЖД транспорта в лесной промышленности. Ил. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*79.002.6

Опыт применения показателя нормативной чистой продукции в лесопромышленном объединении. РОМАНОВ Е. С., НОВГОРОВА Т. И., ПЛАСТИНИН А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 102—105.

Оценки по показателям НЧП и производным от нее оказались, как правило, выше, чем по традиционным показателям продукции, производительности труда, расходования фонда зарплаты и др. Это превышение представляется недостаточно объективным. Табл. 1.

УДК 630*79 : 338.409.12

Совершенствование образования фонда развития производства за счет аморти-

зационных отчислений. МОСЯГИН В. И., БАДМАЕВА С. Д., СМЕРНОВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 105—108.

Анализируются источники формирования фонда развития производства предприятий ПО Кареллесохоспорт. Исследуется процесс взаимосвязи обновления основных фондов с действующими нормами амортизации. Излагаются рекомендации по совершенствованию образования фонда развития производства за счет реновационных средств. Табл. 5.

УДК 630*284

Интенсификация — основное направление развития подсобного производства. ДЕМИНЦЕВ Ю. И., ПЕТЕРСОН А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 109—112.

Рассматриваются особенности развития подсобного производства, предлагаются показатели для измерения степени интенсивности. На примере предприятий объединения Сверххимлес показаны основные направления интенсификации подсобного производства. Табл. 1.

УДК 630*228.7 : 674.031.632.26

Новая агротехника создания семенных плантаций дуба на Северном Кавказе. РЕПНЕВСКИЙ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 113—115.

Приведена новая агротехника создания семенных плантаций дуба, основанная на прививке в теплице черенков с плюсовыми деревьями в проростки желудей и высадке привитых сеянцев на предварительно засеянные многолетним люпином площади. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*323.13.002.5-19

Определение характера изменения показателей ремонтпригодности от наработки лесозаготовительных машин. КАРАКУЛОВ В. А., ДУТОВ Г. Ф., СКУДИН В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 115—117.

Приведена методика определения показателей ремонтпригодности по статистическим данным. С помощью ЭВМ получены математические зависимости показателей ремонтпригодности от наработки. Дан способ определения корректировочных коэффициентов для прогнозирования изменения показателей за ресурс. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.038.15

Определение количества сучков различных диаметров на поверхности бревен. ПАЛАЕВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 117—119.

По диаметру максимального сучка и по количеству всех сучков на поверхности бревна можно определить количество сучков в любом из интервалов изменения их диаметров. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 66.067.33

Гидравлическое сопротивление некоторых фильтровальных тканей для очистки аспирационного воздуха. ГОЛУБЕВ А. М., ПОСТНИКОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 119—121.

В статье приведены результаты лабораторных исследований гидравлического сопротивления некоторых фильтровальных тканей для очистки воздуха, запыленного древесной пылью, при различной воздушной нагрузке. Ил. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*86

О характеристике кормовой осажаренной древесины, получаемой на дефибраторах. КОРОТКОВ В. В., ГЕЛЬФАНД Е. Д., ЖУКОВ Н. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 121—122.

Установлено, что образцы кормовой осажаренной древесины содержат, наряду с монозами, ощутимое количество водорастворимых олигосахаридов (от 30 до 65 % к монозам); содержание легкогидролизуемых полисахаридов — до 4,8 %; содержание трудногидролизуемых полисахаридов может снижаться на 5—15 %. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.812

Влияние температурно-влажностного режима на физико-механические свойства древесины при ее прессовании. АПОСТОЛ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 123

В статье приведены оптимальные параметры температурно-влажностного режима при одноосном и контурном полом прессовании древесины. Даны некоторые наиболее важные физико-механические показатели прессованной древесины. Ил. 2.

УДК 519:54.3

Вычисление величины критерия Стьюдента с помощью эмпирических формул. ХАБАРОВ Ю. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 124—125.

Для различных уровней надежности определения статистических данных подобраны эмпирические формулы, позволяющие с хорошей точностью вычислять величину критерия Стьюдента. Подобранные формулы могут быть легко использованы при программировании задач математической статистики. Табл. 2.

УДК 630*813.13

Окисление маннозы ионами переменновалентных металлов. КРУПЕНСКИЙ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 125—127.

Изучены реакции окисления маннозы в кислой среде ионами меди (II), железа (III), церия (IV), ртути (I) и (II) и серебра (I). Рассчитаны эффективные константы устойчивости монокомплексов при рН 1,5 и ионной силе 1,0. Табл. 2. Ил. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК [674.817-41 + 630*865]:061.3

О совершенствовании качества плит и пластиков. БАЛАКИН В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 128.

УДК 630*18(076.5)

Проблемы охраны природы и общей экологии в вузовских курсах. ЯЦЕНКО-ХМЕЛЕВСКИЙ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 129—131.