

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

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

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

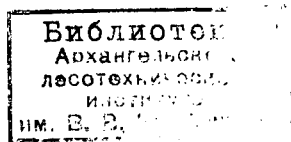
Лесной журнал

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

4

1989



АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), доц. О. М. Соколов (зам. гл. редактора), проф. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), проф. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), канд. техн. наук Н. Г. Багаев, проф. Н. М. Белая, проф. С. П. Бойков, проф. Ю. Г. Бутко, проф. А. В. Веретников, доц. Е. Д. Гельфанд, проф. И. И. Гусев, проф. Р. Е. Калитеевский, проф. А. Н. Кириллов, проф. Н. П. Коваленко, проф. Э. Д. Левин, проф. Е. Г. Мозолева, доц. О. А. Неволин, проф. А. Н. Обливин, проф. А. Р. Родин, д-р биол. наук Л. П. Рысин, проф. В. П. Рябчук, проф. Е. Д. Сабо, проф. В. И. Санев, канд. с.-х. наук С. Г. Синицын, проф. Н. И. Федоров, проф. В. Я. Харитонов, канд. с.-х. наук Г. А. Чибисов, проф. Г. М. Шутов, проф. В. В. Щелкунов, проф. А. А. Эльберт.

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.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4

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

Сдан в набор 18.05.89. Подписан в печать 02.08.89. Сл. 03401.
Форм. бум. 70 × 108^{1/8}. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая,
Усл. печ. л. 13,075. Усл. кр.-отт. 12,775. Уч.-изд. л. 15,48. Тираж 1530 экз. Заказ 4572.

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*56

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ЕСТЕСТВЕННОГО ОТПАДА В ТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКАХ

И. И. ГУСЕВ

Архангельский лесотехнический институт

В одновозрастном древостое у части деревьев увеличиваются размеры, часть их ежегодно отмирает. Изучение этих противоречивых изменений позволяет выявить закономерности формирования запаса наличного древостоя и естественного отпада — основного объекта промежуточного лесопользования.

Запас отпада в разные периоды жизни древостоя наиболее правильно можно определить по данным длительных наблюдений на постоянных пробных площадях. На 12 пробных площадях, заложенных в таежных ельниках Европейского Севера М. В. Гудочкиным, А. Ф. Борисовым, Н. Ф. Флоровским (1927—1929 гг.) и автором (1955 г.), мы провели 2—4-разовые обследования. По этим материалам установлено, что в спелых и перестойных высокопродуктивных ельниках ежегодно отмирает от 1,1 до 5,4 м³/га, т. е. запас отпада сильно варьирует. При этом в 140-летних ельниках годичный отпад равен 1,2 м³/га, в 160-летних — 2,8 м³/га, в 200-летних — 4,2 м³/га. В высокоорганизованном хозяйстве деревья, идущие в отпад, периодически убирают и используют для хозяйственных нужд. Вследствие этого общая продуктивность древостоев возрастает.

Для изучения закономерностей изменения отпада деревьев также использованы данные 295 повторных пересчетов на постоянных пробных площадях в ельниках ТСХА [2]. На всех пробных площадях определен относительный объем среднего дерева отпада в долях от среднего объема растущих деревьев. Такие же данные получены на 128 временных пробах таежных ельников, где был учтен весь сухостой. Затем установлена корреляционная зависимость между относительным объемом отпада и возрастом древостоя, которая оказалась умеренной и нелинейной ($r = 0,46 \pm 0,05$; $\eta = 0,48 \pm 0,05$). По классам возраста вычислены средние значения относительного объема отпада, которые использованы для вычисления математической модели:

$$v_{\text{отн}} = 0,849 - \frac{23,388}{A}; \quad m_v = \pm 0,042, \quad (1)$$

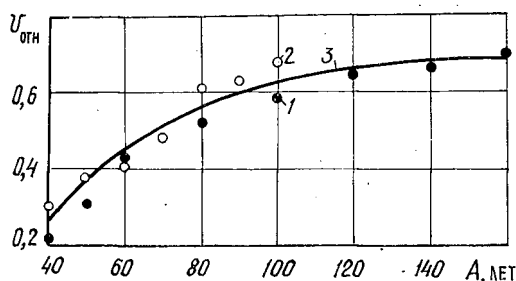
где $v_{\text{отн}}$ — относительный объем среднего дерева отпада;

A — возраст древостоя, лет;

m_v — основная ошибка уравнения.

Графические построения показали идентичность изменений относительного объема отпада в древостоях Севера и по опытным данным ТСХА (см. рисунок).

Установленная закономерность (1) позволяет определить структуру отпада. Отпад в древостоях происходит в основном за счет тонкомерных деревьев, но отпадают также средние и толстомерные. С увеличением возраста древостоя доля среднемерных и толстомерных деревьев в отпаде увеличивается, поэтому средний их объем по отноше-



Зависимость относительного объема отпада от возраста: 1 — ельники Севера; 2 — ельники ТСХА; 3 — кривая, выравненная по формуле (1)

нию к среднему объему растущих деревьев также увеличивается. Однако в любом возрасте в отпаде преобладают деревья из тонкомерной части. Поэтому средний объем отпада, как правило, не бывает больше, чем у растущего древостоя. Наиболее интенсивно возрастают относительные размеры отпада в молодом древостое (см. рисунок).

Не подтверждаются выводы А. И. Тарашкевича [4, 5] о наличии трех типов отпада и П. В. Воропанова [1] о равенстве средних размеров отпада и растущих деревьев.

По относительному объему отпада можно определить его запас в разные периоды жизни древостоя. С этой целью мы использовали таблицы хода роста еловых древостоев по классам бонитета [3]. По таблицам вычислен средний объем ствола растущего древостоя как частное от деления запаса на число деревьев. Средний объем отпада установлен как произведение среднего объема ствола на относительный объем отпада в соответствующем возрасте. Запас отпада определен по формуле

$$M_{\text{отп}} = v_A N, \quad (2)$$

где $M_{\text{отп}}$ — запас отпада за определенный период, м³/га;
 v_A — средний объем ствола отпада, м³, в возрасте A , лет;
 N — число деревьев отпада за определенный период.

По формуле (2) вычислены запасы отпада по интервалам возраста таблиц хода роста [3], а затем сумма запаса отпада за весь предшествующий период. Далее сумма запаса отпада к определенному возрасту нормальных еловых древостоев по классам бонитета выражена на математических моделях.

Для III класса бонитета

$$\Sigma M_{\text{отп}} = -71,9 + 1,844A + 0,002259A^2; \quad m = \pm 6,1. \quad (3)$$

Для IV класса бонитета

$$\Sigma M_{\text{отп}} = -51,5 + 1,478A + 0,0003368A^2; \quad m = \pm 7,9. \quad (4)$$

Для V класса бонитета

$$\Sigma M_{\text{отп}} = -20,1 + 0,724A + 0,001595A^2; \quad m = \pm 8,3, \quad (5)$$

где $\Sigma M_{\text{отп}}$ — сумма запаса отпада, м³/га;
 A — возраст древостоя, лет;
 m — основная ошибка уравнения, м³/га.

На основе математических моделей (3)—(5) и таблиц хода роста [3] найдены запасы отпада и общая продуктивность таежных ельников по классам бонитета. Общая продуктивность в определенном возрасте получена из наличного запаса и суммы запаса отпада (см. таблицу).

Сумма запаса отпада к возрасту спелости древостоев достигает существенных размеров. К 120 годам за счет отпада в еловых древо-

Продуктивность таежных ельников

Воз- раст, лет	Средняя высота, м			Наличный запас, м ³ /га			Сумма запаса отпада, м ³ /га			Общая продук- тивность, м ³ /га		
	III	IV	V	III	IV	V	III	IV	V	III	IV	V
50	12,2	10,4	8,5	151	116	84	26	23	20	177	139	104
60	14,6	12,5	10,1	204	158	111	47	38	29	251	196	140
70	17,0	14,3	11,6	261	193	138	68	54	38	329	247	176
80	18,6	15,6	12,7	306	225	162	90	69	48	396	294	210
90	19,8	16,6	13,6	341	252	181	112	84	58	453	336	239
100	20,6	17,4	14,3	369	274	198	135	99	68	504	373	266
120	22,2	18,5	15,4	420	308	231	182	131	90	602	439	321
140	23,3	19,4	16,1	457	335	253	230	162	113	687	497	366
160	24,1	20,0	16,7	457	330	249	281	193	137	738	523	386
180	24,7	20,4	17,2	424	299	222	333	225	162	757	524	384
200	25,2	20,8	17,5	379	263	184	387	257	189	766	520	373

Примечание. III, IV, V — классы бонитета.

стоях Севера теряется 30 % общей продуктивности, в 140 лет до 34 % и в 160...180 лет от 35 до 45 %. Только в Архангельской области от неиспользования большей части естественного отпада ежегодно теряется 11,8 млн м³ древесины [6]. В Финляндии, например, половина годового объема заготовки древесины приходится на рубки ухода — прореживание и проходные [6].

Интенсификация лесного хозяйства в таежных лесах путем введения только промежуточных пользования уже значительно повысит фактически используемую часть лесных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воропанов П. В. Расчет размеров среднего дерева в отпаде насаждения // Лесн. журн.—1976.— № 6.— С. 22—25.— (Изн. высш. учеб. заведений). [2]. Итоги экспериментальных работ в лесной опытной даче ТСХА за 1862—1962 годы / Под ред. В. П. Тимофеева.— М.: Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, 1964.— 519 с. [3]. Левин В. И., Гусев И. И. Ход роста одновозрастных ельников III, IV, V классов бонитета Архангельской области // Лесн. журн.—1958.— № 6.— С. 24—29.— (Изн. высш. учеб. заведений). [4]. Тарашкевич А. И. Процесс отпада стволов // Лесн. хоз-во и лесозащита.—1935.— № 11.— С. 38—41; № 12.— С. 42—47. [5]. Тарашкевич А. И. Процесс перегруппировки стволов / Лесн. хоз-во и лесозащита.—1936.— № 1.— С. 40—43; № 2.— С. 47—49. [6]. Чупров Н. П. Лесопользование и лесовыращивание на Европейском Севере // Экономические вопросы развития лесного хозяйства: Сб. Арханг. ин-та леса и лесохимии.—Архангельск, 1981.— С. 3—21.

Поступила 25 марта 1988 г.

УДК 630*24

О ВЕРХОВОМ МЕТОДЕ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ

С. Н. СЕННОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Вопрос о преимуществах и недостатках верхового метода рубок ухода за лесом вновь становится злободневным, поскольку в практике этих рубок наблюдается тенденция к заготовке крупных лесоматериалов с целью повышения окупаемости и выполнения планов поставки деловой древесины. Решение этого вопроса имеет также теоретическое значение. Верховой метод в чистом древостое — это отрицательная селекция и уменьшение напряженности конкуренции между деревьями вследствие удаления наиболее конкурентоспособных экземпляров.

Эксперименты с верховым методом позволяют выявить весомость селекции и влияние конкуренции на рост и продуктивность древостоя.

О последствиях применения верхового метода существуют разные мнения: повышается производительность древостоев [1, 4], не меняется [2, 7], снижается производительность древостоев разного состава [6], снижается производительность ельников [5]. Противоречивость выводов объясняется главным образом отсутствием длительных целенаправленных опытов, методологическими трудностями и погрешностями исследований. Иногда результаты опытов в смешанных древостоях распространяют на чистые. Имеет место и разное толкование термина «верховой» метод. В современном понимании верховой метод отличается от низового увеличенным процентом выборки крупных деревьев и оставлением угнетенных экземпляров. О методе можно судить по изменению объема среднего дерева: после рубки по низовому методу он увеличивается, по верховому — уменьшается. За количественную характеристику метода можно принять соотношение объемов среднего дерева до и после рубки.

Сравнение методов рубки входило в задачу опытов, поставленных в 1929—1934 гг. в ЛенНИИЛХе (б. ЦНИИЛХе). Большинство опытов испорчено в годы войны. Полностью сохранилось несколько серий пробных площадей в смешанных лиственно-еловых и сосново-еловых древостоях и одна серия из двух площадей в чистом ельнике. Результаты опытов в смешанных древостоях опубликованы [3]. Здесь своевременный и правильный уход может привести к достоверному увеличению производительности.

В данной статье приводятся и обсуждаются результаты опыта 55-летней давности в чистом ельнике и опыта в сосняке, заложенного 15 лет назад.

Описание пробных площадей. Серия 9 состоит из двух площадей 9-А и 9-С размером 0,25 и 0,30 га, заложенных в ельнике 44 лет. Почва — слабоподзолистая супесчаная на моренном суглинке. Первая площадь контрольная, на второй проведена рубка по верховому методу с целью заготовки балансов. Часть крупных деревьев (около 400 экземпляров в переводе на 1 га) была оставлена в качестве деревьев будущего.

За 55 лет наблюдений класс бонитета возрос от III до I, а тип леса, установленный по характеристикам насаждения и верхних горизонтов почвы, изменился от черничника до кисличника.

В серии 6, заложенной в 45-летнем сосняке-брусничнике на песчаной подзолистой почве, рассматривается опыт на трех площадях: 6-7 с рубкой по верховому методу, 6-8 и 6-9 с рубкой по низовому методу. Контрольная площадь не анализируется из-за меньшего исходного запаса. Площади 6-7 и 6-8 сходны по проценту выборки, но различны по исходным запасам. Площади 6-7 и 6-9 различаются по интенсивности рубки, но имели одинаковый запас до рубки. Размер каждой площади 0,25 га.

Результаты. На площади 9-С верховая рубка не привела к уменьшению текущего прироста за первые 10 лет (табл. 1). Относительная разница прироста на обеих площадях (6 %) соответствует

Таблица 1

Итоги опыта на площадях серии 9 за первые 10 лет

Пробная площадь	Исходный запас, м³/га	Вырублено, м³/га	Показатель метода	Итоговые			Отпад, м³/га	Текущий прирост, м³/га
				запас, м³/га	средние			
					высота, м	диаметр, см		
9-А	227	13	—	286	14,6	12,5	35	10,7
9-С	240	101	1,40	240	14,2	12,0	13	11,4

Примечание. Показатель метода — соотношение объемов среднего дерева до и после рубки.

разнице исходных запасов. Процесс отпада после рубки не прекратился. Средние высота и диаметр через 10 лет остались уменьшенными.

Таблица 2

Итоги опыта на площадях серии 9 за 55 лет

Показатели	Пробная площадь	
	9-A	9-C
Итоговые:		
запас, м ³ /га	503	397
густота, шт./га	588	316
средняя высота, м	30,1	32,4
средний диаметр, см	26,9	32,2
Вырублено, м ³ /га	186	409
Отпад, м ³ /га	207	97
Общая производительность, м ³ /га	896	903
В том числе за вычетом исходного запаса, м ³ /га	669	663

Позднее на площади 9-C трижды проводили слабый уход по низовому методу главным образом с санитарной целью. Тем не менее отпад продолжался, и этим объясняется итоговая разница запасов через 50 лет (табл. 2). Слабую рубку с санитарной целью проводили и на контрольной площади. В 1981 г. на обеих площадях рубили модельные деревья. В итоге общая производительность на обеих площадях оказалась одинаковой.

Только через 20 лет после рубки, проведенной в 1930 г. по верховому методу, средние размеры деревьев стали такими же, как на контрольной площади:

Календарный год	1937	1940	1946	1950
Средний диаметр, см, на пробной площади				
9-A	11,0	12,5	15,0	16,9
9-C	10,6	12,0	14,4	16,9

В дальнейшем уход по низовому методу привел к увеличению размера среднего дерева. Итоговая разница среднего диаметра равна примерно 5 см.

На площадях серии 6 подведены итоги опыта за 15 лет. Рубка проведена только один раз. Оказалось, что полный (с учетом отпада) текущий прирост здесь также не зависит от метода рубки (табл. 3).

Таблица 3

Итоги опыта на площадях серии 6

Показатели	Пробная площадь		
	6-7	6-8	6-9
Показатель метода рубки	1,02	0,70	0,45
Исходный запас, м ³ /га	273	207	278
Итоговый запас, м ³ /га	239	223	238
Итоговая густота, шт./га	755	540	480
Итоговые средние:			
высота, м	21,6	22,8	23,3
диаметр, см	22,7	23,9	24,5
Вырублено, м ³ /га	118	86	159
Отпад, м ³ /га	51	18	15
Общая производительность, м ³ /га	408	327	412
В том числе за вычетом исходного запаса, м ³ /га	135	124	134

На участке с верховым методом наблюдается усиленный отпад. Здесь больше густота, меньше размеры деревьев и ниже класс бонитета.

Если текущий прирост древостоя не зависит от метода рубки, то верховой метод должен стимулировать повышенный прирост оставленных деревьев. Это подтверждается результатами измерений прироста по диаметру (табл. 4). Пробная площадь 6-9, на которой после сильной рубки по низовому методу почти не осталось деревьев диаметром меньше 16 см, заменена в таблице площадью 6-8 с менее сильной рубкой.

Таблица 4

Прирост деревьев по диаметру за 10 лет
на пробных площадях серии 6

Степень толщины, см	Средний прирост и его ошибка, мм		Достоверность различия по критерию Стьюдента
	6-7	6-8	
12	1,5 ± 0,139	1,7 ± 0,266	0,7
14	2,0 ± 0,118	2,4 ± 0,186	1,8
16	3,1 ± 0,136	2,6 ± 0,138	2,6
18	3,2 ± 0,200	2,9 ± 0,147	1,2
20	3,6 ± 0,235	3,4 ± 0,261	0,6

Наиболее заметной и достоверной оказалась разница в приросте деревьев средней степени толщины. Усиление роста деревьев после верхового метода лишь частично компенсирует их убыль и не сопровождается улучшением товарной структуры:

Степень толщины, см	8	12	16	20	24	28	32	Всего
Число деревьев, шт., на пробной площади								
6-7	—	17	33	61	36	4	—	151
6-8	—	3	8	48	35	12	2	108
6-9	—	—	3	28	37	23	5	96

Напрашиваются такие выводы. После проведения одной рубки по верховому методу: 1) полный текущий прирост древостоя не уменьшается по сравнению с приростом после низового метода; 2) остается больше деревьев, но меньшего размера и ценности, снижается бонитет, устанавливаемый по средней высоте; 3) усиливается отпад, поэтому запас древостоя на корню уменьшается и ухудшается его санитарное состояние.

Выводы относятся к рубкам, проведенным в возрасте древостоя около 40 лет, или в период наиболее интенсивного роста хвойных древостоев. Последующий уход по низовому методу сглаживает отрицательные последствия, но не ликвидирует их полностью. В итоге неизбежны потери на отпаде и уменьшение размера деревьев.

Обсуждение результатов. Подтверждается гипотеза о независимой от метода рубки общей производительности чистого древостоя и повышенной его устойчивости к изменению ценотических отношений между деревьями. Лимитируют рост другие экологические факторы. Этим объясняются результаты многочисленных экспериментов с рубками ухода, которые при достаточной длительности по времени не показали достоверного изменения общей производительности чистых древостоев при самых разнообразных методах отбора деревьев в рубку.

К этому же выводу привел и выполненный ранее на площадях серии 9 и других площадях анализ перехода деревьев из одного ранга

в другой [3]. Оказалось, что вероятность увеличения ранга деревьев старше 20...30 лет после рубки ухода и без нее существенно отличается от нуля только в течение первого десятилетия наблюдений, когда возможное повышение является формальным результатом и объясняется разными темпами дифференциации угнетенных деревьев.

После верхового метода тот же общий прирост распределяется на большее число деревьев меньшего размера, поэтому неизбежным следствием будет ухудшение товарной структуры древостоя. И, наоборот, селекция на быстроту роста может привести к увеличению размера деревьев и, следовательно, ценности запаса, но не изменит уровня продуктивности.

Текущий прирост и запас древостоя лучше отражают его потенциальную продуктивность в данных условиях, чем густота и размеры деревьев, в большей мере зависящие от истории роста и хозяйственных мероприятий. Последствия ветровала, бурелома, засухи могут быть аналогичны последствиям рубки по верховому методу.

Значительное варьирование густоты и размеров деревьев наблюдается в пределах таксационного выдела. Так, на семи площадях серии 6 в 1986 г. коэффициенты варьирования оказались равными: по запасу — 12 %, по густоте — 320 %, по верхней высоте — 509 %.

По-видимому, бонитировка по запасу и общей производительности в том или ином возрасте точнее отражает потенциальную продуктивность условий произрастания, чем бонитировка по средней или верхней высотам. Вновь подтверждается бесперспективность поисков оптимального числа деревьев с целью увеличения общей производительности.

Продолжение опытов с верховым и низовым методами отбора деревьев в рубку позволит выяснить, в какой мере быстрота роста и конкурентоспособность дерева являются генотипическими признаками и каковы перспективы лесоразведения с использованием элитных деревьев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воропанов П. В. О повышении продуктивности лесов рубками ухода.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960.— 153 с. [2]. Давыдов А. В. Рубки ухода за лесом.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 180 с. [3]. Сеннов С. Н. Уход за лесом (экологические основы).— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 128 с. [4]. Эйтинген Г. Р. Рубки ухода за лесом в новом освещении.— М.: Гостехиздат, 1934.— 244 с. [5]. Эрикссон Г. Аспекты рубок ухода и удобрения насаждений ели и сосны, основанные на новых опытах, проведенных в Швеции // Матер. Междунар. конф. ИЮФРО по проблемам рубок ухода.— М.; Рига, 1985.— 20 с. [6]. Nyssönen A. Hakavksilla Käsiteltujen mönniköiden rakenteesta ja kahityksesta // Acta Forestalia.— 1954.— 60.— 230 p. [7]. Vuokila J. Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä // Folia forest.— 1977.— N 298.— S. 3—17.

Поступила 23 ноября 1987 г.

УДК 630*237.4

РОСТ СОСНЫ В ИЗРЕЖЕННЫХ КУЛЬТУРАХ С ИНТЕНСИВНЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ

С. С. ШТУКИН

Двинская лесная опытная станция (БелНИИЛХ)

Крупномерная древесина хвойных пород пользуется большим спросом. В будущем ее ценность возрастет еще больше [2]. Для того чтобы разработать технологию ускоренного выращивания такой древесины, нужно осуществить широкоплановый эксперимент, позволяю-

ший сравнить эффективность различных лесохозяйственных мероприятий.

Влияние изреживания древостоев, совместного и отдельного применения в них минеральных удобрений, гербицидов и многолетнего люпина изучали на специальных опытных объектах. Один из них заложен изреживанием 8-летних культур сосны, созданных весной 1969 г. на землях сельскохозяйственного пользования, густота посадки 8,5 тыс. растений на 1 га. Почва обработана плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором ТДТ-40М. Однолетние сеянцы сосны посажены лесопосадочной машиной ЛМД-1 прямолинейными рядами. В течение двух лет проводили ручной уход в рядах. До возраста культур 8 лет гербициды и удобрения не применяли. В мае — июне 1976 г. на участке выполнена селекционная рубка. К этому времени сохранилось 8 тыс. деревьев на 1 га. После изреживания получены секции с размещением деревьев $3,2 \times 2,8$ м (1 тыс. шт./га), $3,2 \times 1,4$ м (2 тыс. шт./га) и $3,2 \times 0,7$ м (4 тыс. шт./га). Предусмотрены контрольные участки, где вырубку сосны не проводили ($1,6 \times 0,7$ м). На секции с густотой 1, 2 и 4 тыс. шт./га налагаются варианты с удобрениями, гербицидами, с совместным применением удобрений и гербицидов, а также контроль — без удобрений и гербицидов. На контрольную секцию по густоте налагаются варианты с удобрениями и без удобрений. Всего 14 вариантов. Площадь объекта 8,2 га.

В мае 1977 г. на участки с удобрениями внесли аммиачную селитру в дозе 100 кг на 1 га (по д. в.). Через два года в это же время применили полное удобрение в такой же дозе азота, фосфора и калия. В мае 1981 г. снова внесли аммиачную селитру в дозе 150 кг на 1 га. В вариантах с гербицидами в начале июня 1977 г. применили прометрин, а в середине апреля 1978 г. — пропазин. Доза препаратов 5 кг на 1 га. В июне 1979 г. для борьбы с интенсивно разросшейся полевой метельчатой (*Artemisia paniculata* Lam.) внесли аминную соль 2, 4-Д в дозе 3 кг на 1 га и добились практически полного подавления недревесной растительности. В вариантах с совместным применением удобрений и гербицидов выполнены такие же мероприятия и в те же сроки.

Рост сосны с многолетним люпином изучали в культурах 1976 г., изреженных в 11-летнем возрасте до густоты 1, 2 и 4 тыс. деревьев на 1 га. Срубленные деревья оставляли в люпиновом травостое для перегнивания. На объекте имеется контроль по густоте (6,5 тыс. шт./га). Изреживанием этих культур заложены контрольные участки с густотой 1 и 2 тыс. шт. без люпина. Здесь порубочные остатки были убраны за пределы объекта, ввиду высокой пожарной опасности. Люпин введен одновременно с посадкой леса. Ко времени рубки он был практически полностью подавлен древостоем. На секции с густотой 1, 2 и 4 тыс. и люпином налагается вариант с применением минеральных удобрений. Всего 9 вариантов. Весной 1977 г. по люпину были внесены двойной суперфосфат в дозе 90 кг и хлористый калий — 80 кг на 1 га. Площадь объекта 2,3 га. Почва на обоих объектах дерново-подзолистая, слабооподзоленная, связнопесчаная с переходами в супесчаную.

При постановке опытов был запланирован рекогносцировочный уровень исследований. Поэтому однократная повторность вариантов многофакторных опытов (каждый вариант густоты повторяется при испытании лесохозяйственных мероприятий 3—6 раз, а эти мероприятия при разной густоте — 3—4 раза) не является нарушением методики полевого опыта [1]. К тому же для закладки объектов использовали однородные по высоте участки лесных культур. Варианты и их повторности размещали как рендомизированно, так и систематически. Предпочтение отдавали рендомизации, но учитывали удобство применения механизмов при внесении химикатов.

Рост культур изучали общепринятыми в лесной таксации методами. Прирост по диаметру определяли отдельно для каждого учетного дерева. Для изучения реакции живого напочвенного покрова на проведенные мероприятия по диагонали участка закладывали 10 учетных площадок размером 1×1 м. Влияние мероприятий на условия минерального питания сосны изучали методом агрохимического анализа почвы и листовой диагностики. Этим же методом устанавливали виды и дозы вносимых удобрений. Интенсивность накопления массы корней определяли по методу И. Н. Рахтеенко и Б. И. Якушева [3] в верхнем 25-сантиметровом слое почвы.

Изреживание 8-летних культур вызвало интенсивный рост живого напочвенного покрова. Его масса в воздушно-сухом состоянии в июле 1978 г. при густоте 2 тыс. шт. достигла 552 кг на 1 га. Это в 8,6 раза больше, чем на контрольном участке. Удобрения повысили массу недревесной растительности на 75 %. Комплексное применение триазенов и аминной соли 2, 4-Д способствовало практически полному подавлению напочвенного покрова (95 кг/га). Удобрения несколько ослабили действие гербицидов (183 кг/га). Масса многолетнего люпина при густоте 1 тыс. шт./га в июле 1978 г. достигла 1410 кг на 1 га. Это в 4,5 раза больше, чем в контроле, где изреживание не проводили. На участках с густотой 2 и 4 тыс. шт./га масса люпина была меньше (960

и 320 кг/га). К июлю 1983 г. люпин оказался практически полностью подавлен древостоем даже в варианте с густотой 1 тыс. деревьев на 1 га.

Показатели роста 18-летних культур сосны различной густоты с интенсивным применением минеральных удобрений

Показатели роста	Густота древостоя в возрасте 8/18 лет, тыс. шт./га			
	8,0/5,4	4,0/3,2	2,0/2,0	1,0/1,0
Средний диаметр, см	7,7 ± 0,2	9,3 ± 0,2	12,0 ± 0,1	15,7 ± 0,1
Средняя высота, м	8,2	8,2	8,3	7,9
Запас сырорастающего леса, дм ³	135,1	115,2	114,4	89,7
Запас деревьев-лидеров, м ³ /га	43,1	51,9	60,7	71,2
Средний объем ствола, дм ³	25,0	36,0	57,2	89,7
Средний объем ствола деревьев-лидеров, дм ³	61,6	74,1	86,7	101,7
Прирост культур за 10 лет:				
по диаметру, мм	45	59	78	112
по высоте, см	620	620	600	550
по запасу, м ³ /га	117,6	106,2	107,9	85,9
по запасу у деревьев-лидеров, м ³ /га	38,0	48,9	57,5	67,9

Применение азотного удобрения на связнопесчаной почве повысило содержание легкогидролизуемого азота в ней только в первый год. Внесение минеральных удобрений и заблаговременное введение многолетнего люпина оказывало в изреженных культурах достоверное влияние на длину хвои, которая увеличилась с $59 \pm 0,4$... $67 \pm 0,7$ до $70 \pm 0,6$... $77 \pm 0,9$ мм, и вызывало в отдельные годы возрастание массы 200 хвоинок, соответственно на 26 и 30 %. Корненасыщенность почвы в крайних вариантах густоты уже через 8 лет после рубки была одинаковой. Удобрения и многолетний люпин не способствовали увеличению массы корней. Изреживание культур оказало значительное влияние на их рост (см. таблицу).

Средний диаметр в крайних вариантах густоты различается в 2 раза, средняя высота изменяется незначительно. Запас на контрольном участке в 1,5 раза больше, чем при густоте 1 тыс. шт./га. В начале опыта это различие было значительно большим (в 4,6 раза). На участках с густотой 2 и 4 тыс. шт./га запасы практически выравнивались и отстают от контрольного на 20 м³. Прирост по запасу в этих вариантах опыта ниже контрольного на 10 м³/га. Однако в контроле очень много мелких деревьев. Средний объем ствола здесь в 3,6 раза меньше, чем при густоте 1 тыс. деревьев на 1 га.

После рубки заметно изменился рост деревьев-лидеров. К лидерам относили 700 самых крупных деревьев, которые определяют конечную цель лесовыращивания. В 18 лет запас деревьев при густоте 1 тыс. шт./га достиг 71,2 м³ на 1 га. На контрольном участке этот показатель меньше в 1,7 раза. Прирост по запасу крупных деревьев различается в крайних вариантах в 1,8 раза.

Учет прироста по диаметру отдельно для каждого дерева дает возможность выявить устойчивость положения в древостое лидирующих по крупности деревьев. Установлено, что при густоте 1 тыс. шт./га только 12...13 % самых крупных в 8 лет сосен к 18 годам уступили свое положение. При густоте 2 тыс. шт./га таких деревьев значительно больше — от 21 до 27 %. Средний диаметр самого крупного сучка у 700 деревьев-лидеров на высоте до 5 м при густоте 1 тыс. шт./га составил 42 мм, 2 тыс. шт./га — 37 мм, 4 тыс. шт./га — 33 мм, в контроле — 28 мм. Согласно ГОСТ 9463—88 на лесоматериалы круглые, в культурах густотой 1 тыс. деревьев на 1 га и выше будет получено

основное количество круглых пиломатериалов первого сорта. В вариантах с применением удобрений прирост по запасу за 10 лет превысил контрольный на 5...14 м³/га. На участках с гербицидами рост сосны усилился значительно слабее (на 3...7 м³/га). При совместном применении удобрений и гербицидов проявляется некоторое их суммирующее действие. Так, прирост по запасу за 10 лет при густоте 2 тыс. деревьев на 1 га в варианте с удобрениями составил 103,9 м³/га, в варианте с гербицидами — 93,1 м³, а на участках с удобрениями и гербицидами — 108,2 м³/га. На объекте с многолетним люпином в начале опыта запас в варианте с густотой 2 тыс. шт./га и биологической мелиорацией превышал контрольный на 3,4, а при густоте 1 тыс. шт./га — на 0,9 м³/га. В 21-летних культурах показатель на участках с люпином и перегнившими древесными остатками в первом случае достиг 126,6 м³/га и превысил контрольный на 22,8 м³. В варианте с густотой 1 тыс. шт./га запас достиг 98,9 м³/га. Это больше контрольного на 25,1 м³.

Экономическая оценка проведенных мероприятий показала, что применение удобрений и гербицидов в редких культурах (при густоте 2 тыс. деревьев на 1 га) не дало положительного эффекта. Так, себестоимость 1 м³ дополнительного прироста без учета затрат на изреживание культур в варианте с применением гербицидов достигла 16 р. 36 к. На участках с удобрениями и совместным применением удобрений и гербицидов этот показатель составил соответственно 7 р. 78 к. и 9 р. 19 к. Себестоимость 1 м³ дополнительного прироста в вариантах с люпином при густоте 2 тыс. шт./га составила 3 р. 62 к. Разовое внесение указанных выше минеральных удобрений по люпину способствовало увеличению расходов на 2 р. 63 к.

Таким образом, в Белоруссии целевые культуры сосны на пилочник в возрасте 10...20 лет нужно выращивать при густоте, близкой к 2 тыс. деревьев на 1 га. Биологическая мелиорация в древостоях на относительно бедных, дренированных почвах является более эффективным лесохозяйственным мероприятием, чем интенсивное применение минеральных удобрений и гербицидов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Доспехов Б. А. Повышение информативности и комплексности научных разработок // Вестн. с.-х. науки.— 1979.— № 1.— С. 96—101. [2]. Задачи лесной науки в 12-й пятилетке. Бюро научного совета АН СССР по проблемам леса // Лесоведение.— 1986.— № 1.— С. 3—10. [3]. Рахтеенко И. Н., Якушев Б. И. Комплексный метод исследования корневых систем растений // Ботаника.— Мн.: Наука и техника, 1970.— Вып. 12.— С. 108—116.

Поступила 21 декабря 1987 г.

УДК 630*284.4

ПОДСОЧКА КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО

В. П. РЯБЧУК

Львовский лесотехнический институт

Комплексное изучение лесных биоценозов предполагает рациональное использование всех его компонентов, в частности ряда лиственных пород с целью получения сока.

Опыты по подсочке клена в предвоенные годы проводили в Белоруссии [1, 7, 9] и на Южном Урале [3]. Однако в послевоенные годы вопросы изучения добычи и переработки кленового сока были незаслуженно забыты. В научной литературе отсутствуют данные о подсочке кленовых насаждений в условиях СССР. О необходимости вовлечения в подсочку

кленовых насаждений говорилось на Всесоюзной научно-технической конференции «Подсочка и переработка сока лиственных пород» [2].

В то же время в ряде стран вопросу подсочки кленовиков уделяется пристальное внимание [11, 12]. Так, например, в штате Массачусетс (США) в год производится 50 тыс. галлонов (190 тыс. л) кленового сиропа. Он употребляется для производства газированных напитков, коктейлей, бисквитов, пудингов, конфет, печенья, мороженого, тортов, сэндвичей и других продуктов питания. Кроме того, кленовый сироп экспортируется в страны Европы, Южной Америки и Африки [12].

Сокопродуктивность и свойства сока клена остролистного мы изучали на протяжении 8 лет в условиях Львовской и Волынской областей УССР [6].

Подсочку производили путем высверливания каналов глубиной до 50 мм и диаметром до 15 мм. Как установлено опытами, такие параметры подсочных каналов оптимальны с точки зрения нанесения ранений растению и максимального получения сока. Нагрузку (число каналов) n определяли по формуле [4]

$$n = kS,$$

где k — коэффициент нагрузки деревьев, равный 0,0044 при краткосрочной подсочке и 0,0031 — при долгосрочной подсочке;

S — площадь поперечного сечения ствола на высоте 1,3 м, см².

Рекомендуемая шкала нагрузок в зависимости от длительности подсочки приведена в табл. 1.

Таблица 1

Диаметр деревьев, см	Число каналов при подсочке	
	кратко- срочной (1...3 года)	долго- срочной (4 года и более)
20	1	1
24	2	1
28	2	2
32	4	3
36	5	3
40	5-6	4
44	5-6	5
48 и более	5-6	5

Предлагаемая нагрузка не приводит к каким-либо изменениям в сроках распускания листьев. Масса, площадь и длина листовых пластинок подсоченных и неподсоченных (контрольных) деревьев практически тождественны.

Установлено, что в условиях УССР выделение сока наблюдается в январе — апреле. В отличие от березы, выход сока у кленов происходит дискретно [5], в наших опытах в 1—6 этапов. С учетом перерывов продолжительность возможного соковыделения (в наших опытах мы ее назвали условной продолжительностью) колебалась в пределах 28... 67 сут, за вычетом перерывов (фактическая) 20... 33 сут.

Выход сока зависит от диаметра деревьев (табл. 2).

Таблица 2

Диаметр деревьев, см	Сокопродук- тивность, л/сезон	Диаметр деревьев, см	Сокопродук- тивность, л/сезон
20... 24	22,1 ± 0,4	42... 44	63,8 ± 0,4
26... 28	26,3 ± 0,4	46... 48	76,5 ± 0,5
30... 32	32,0 ± 0,5	50... 52	81,1 ± 0,6
34... 36	41,7 ± 0,4	58... 60	97,4 ± 0,5
38... 40	52,3 ± 0,4	В среднем за 6 лет	59,7 ± 0,1

Таким образом, зависимость между сокопродуктивностью и диаметром деревьев можно выразить следующим уравнением регрессии:

$$V_c = -31,22 + 2,18d,$$

где V_c — сокопродуктивность деревьев, л/сезон;

d — диаметр ствола деревьев на высоте 1,3 м, см.

Характерно, что отдельные особи отличались исключительно высокой сокопродуктивностью. Например, у клена диаметром 60 см (опытное дерево № 38) она составила 187,7 л.

Относительная плотность кленового сока, определяемая отношением его массы к массе дистиллированной воды такого же объема при 20 °С, колеблется в пределах 1,003...1,004 г/см³. Содержание общих сахаров: при диаметре деревьев 20...24 см — 1,58 %, 32...34 см — 1,63 %, 40...46 см — 1,68 %, 48...50 см — 1,67 %. Метод определения общих сахаров основан на объемном определении закисного соединения меди, образующегося при восстановлении окисной меди редуцирующими сахарами. Для сравнения укажем, что в условиях Литовской ССР содержание сахаров составляло $1,65 \pm 0,08$ [10], БССР — 1,1...1,4 % [1, 7], в Киверцовском лесхоззаге УССР — 2,42 % [8], на Южном Урале — 2,42 % [3]. Различие в содержании сахаров объясняется, очевидно, неидентичными условиями местопроизрастания и разной методикой взятия проб для анализа.

Кроме того, в кленовом соке обнаружен ряд химических элементов, содержание которых определяли при помощи спектрофотометра марки СФ-10, пламенного фотометра марки ПАЖ и фотоэлектроколориметра марки ФЭК-56. В табл. 3 приведены данные для лесокомбината Львовского лесотехнического института.

Таблица 3

Химический элемент	Содержание химических элементов в соке, мг/л, деревьев диаметром, см			
	20...24	32...34	40...42	48...50
Алюминий	1,22	2,74	14,51	2,47
Барий	0,08	0,13	0,06	0,94
Железо	2,10	0,36	1,24	0,07
Калий	85,00	242,70	70,00	228,00
Кальций	48,50	107,00	52,50	170,00
Кремний	0,80	0,80	4,74	0,26
Магний	4,03	3,64	4,40	3,71
Марганец	6,26	12,28	3,76	1,14
Медь	0,01	0,01	0,02	Следы
Натрий	10,25	12,77	10,00	21,00
Никель	0,01	0,01	0,01	0,01
Стронций	0,16	0,24	0,27	0,05
Титан	0,03	0,33	0,45	0,07
Хром	0,03	0,21	0,04	—

Как видно, содержание химических элементов в соке не зависит от диаметра деревьев.

Полученные данные можно использовать при организации заготовки и промышленной переработки кленового сока, который позволит расширить ассортимент продуктов питания трудящихся и даст возможность повысить рентабельность кленовиков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Емельянов Ю. Н., Рахтеенко И. Н. Подсочка клена и переработка его сока в сироп. — Минск: АН БССР, 1935. — 92 с. [2]. Подсочка и переработка сока лиственных пород: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. — Львов, 1977. — 66 с. [3].

Орлов И. И. Березовый и кленовый соки.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 40 с. [4]. Рябчук В. П. Методика определения нагрузки при подсочке лиственных пород // Лесохимия и подсочка.— 1976.— № 6.— С. 9. [5]. Рябчук В. П. Температурные условия выделения сока из явора // Лесн. журн.— 1976.— № 5.— С. 90—91.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Рябчук В. П. Соки лиственных деревьев: получение и использование.— Львов: Вища школа, 1988.— 152 с. [7]. Соколовский И. О., Рахтеенко И. Н. Подсочка клена остролистного (*Acer platanoides*) в Белоруссии // Сб. тр./ЦНИИЛХ.— 1936.— № 4.— С. 32—52. [8]. Телишевский Д. А. Комплексное использование недревесной продукции.— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— 261 с. [9]. Шкателов В. В. К исследованию сока остролистного клена // Сб. работ по лесохимии.— Минск: АН БССР, 1937.— С. 3—8. [10]. Юодвиршене А., Рашкаускас В., Глаузерене Н. Биохимический состав весеннего сока клена. // Науч. тр. вузов ЛитССР.— Вильнюс, 1973.— № 12.— С. 41—44. [11]. Kostron L. Pozyskiwanie i wykorzystywanie wiosennych sokow z drew lesnych // Sylwan.— 1974.— N 3.— P. 44—51. [12]. Noyes J. N. Maple Syruping in Massachusetts // The Northeastern Logger.— 1961.— April.— 20.— P. 51—52.

Поступила 20 февраля 1989 г.

УДК 581.128 : 581.43 : 630*114.54 : 630*161.2

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ДЫХАНИЕ КОРНЕЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

В. Н. КОНОВАЛОВ, А. А. ЛИСТОВ

Архангельский институт леса и лесохимии

Литературные данные о дыхании корней хвойных растений немногочисленны, а дыхание корней сосны под влиянием удобрений до последнего времени не исследовали. В то же время известно, что у травянистых растений при недостатке фосфора и общем дефиците минеральных солей дыхание корней значительно подавляется [3, 4, 10].

Цель настоящего исследования — изучить влияние минеральных удобрений на дыхание корней молодняков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Работа выполнена в июне — августе 1981—1982 гг. в северной подзоне тайги (Лешуконский район Архангельской области). Она явилась одним из разделов комплексного изучения сосняков лишайниковых.

Для решения поставленной задачи использовали две серии опытов. Одна заложена в 20—25-летних сосновых молодняках (высота сосны к началу эксперимента около 2 м), вторая — на участках с угнетенным 10—15-летним подростом сосны (высота подроста 0,3...0,5 м) в 120-летнем сосняке лишайниковом. Делянки для внесения удобрений (каждая размером 40 × 50 м, повторность трехкратная) заложены на равнинных участках с относительно равномерным размещением деревьев. В молодняках удобрения внесены в почву 9 июня 1981 г. в дозах азота N120, N180, N240; на участках с угнетенным подростом — 1 июня 1982 г. по схеме N120, N180, N240, N180P150K100 (азотные удобрения — в форме карбамида, фосфорные — двойного суперфосфата, калийные — хлористого калия). Контролем служили аналогичные соседние неудобранные участки. Для сравнения была изучена также сезонная ритмика дыхания корней сосны в расположенном поблизости к опытным участкам травяно-сфагновом сосняке (высота опытных сосенок около 1,5 м), произрастающем на торфяных почвах с избыточным увлажнением.

Интенсивность дыхания корней определяли методом Бойсен-Йенсена, описанным ранее [2]. В опыт брали корни из верхнего 10-сантиметрового слоя почвы от 3...5 растений. Корни осторожно откапывали, очищали от комочков почвы и разделяли на две фракции: мелкие и проводящие. При выделении фракций корней пользовались классификацией А. Я. Орлова и С. П. Кошелькова [8]. Во фракцию мелких корней мы включили все сосущие корни с диаметром до 1,5 мм; во фракцию проводящих корней — ростовые и проводящие диаметром 1,5...3,0 мм. Для каждой фракции составляли среднюю пробу. У подростка исследовали дыхание только мелких корней. Повторность каждого определения 2—3-кратная. Одновременно с регистрацией дыхания измеряли температуру почвы в центре опытного участка (на глубине 5...10 см) и в экспозиционной камере (различия в показаниях термометров обычно не превышали 2...5°), а в избыточно увлажненном сосняке также уровень грунтовых вод с помощью мерной линейки по двум смотровым колодцам. Интенсивность дыхания корней рассчитывали в мг CO₂ за 1 ч на единицу их массы в сухом состоянии.

Сезонная динамика дыхания корней сосны на неудобрённых делянках. Сравнительный анализ дыхания корней в сосняке лишайниковом на контрольной делянке по ходу вегетации показал, что у сосны наиболее интенсивное выделение CO_2 корнями происходит в первой половине вегетационного периода во время роста молодых побегов. В конце лета, когда рост побегов завершается, дыхание корней, несмотря на теплую погоду, значительно ослабляется. Так, в 1982 г. (табл. 1) 15 июня мелкие всасывающие корни при температуре 20°C дышали с активностью 1,5, а 20 августа при такой же температуре интенсивность дыхания была значительно ниже и составляла 1,1 $\text{мг CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$. Эта закономерность сезонной динамики дыхания корней у хвойных растений подтверждена также нашими наблюдениями в заполярных лишайниковых борах бассейна р. Нижняя Пеша ($66^\circ 45'$ с.ш.). В 1987 г. наиболее интенсивно мелкие корни сосны и ели здесь дышали в июне—июле (1,2...1,3 $\text{мг CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$). В августе интенсивность дыхания их почти во всех случаях была ниже, чем в июне—июле, и редко превышала 0,9...1,0 $\text{мг CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$.

Таблица 1

Интенсивность дыхания мелких (числитель)
в проводящих (знаменатель) корней сосны на контрольных
и опытных (после внесения азотных удобрений)
делянках в 1982 г., $\text{мг CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$

Дата	Температура воздуха в камере, $^\circ\text{C}$	Сосняк лишайниковый				Сосняк травяно-сфагновый (для сравнения)	
		Контроль	Опыт			Уровень грунтовых вод, см	Дыхание
			N120	N180	N240		
13.VI	14,0	$\frac{1,1}{0,7}$	$\frac{1,2}{0,8}$	$\frac{1,5}{1,0}$	$\frac{1,4}{0,9}$	4	$\frac{0,7}{0,5}$
»	15,2	$\frac{1,2}{0,8}$	$\frac{1,4}{0,9}$	$\frac{1,6}{1,0}$	$\frac{1,5}{1,0}$	4	$\frac{0,8}{0,6}$
15.VI	20,0	$\frac{1,5}{1,1}$	$\frac{2,0}{1,2}$	$\frac{2,2}{1,3}$	$\frac{2,4}{1,4}$	6	$\frac{0,9}{0,6}$
16.VI	19,2	$\frac{1,4}{1,0}$	$\frac{1,8}{1,1}$	$\frac{2,0}{1,2}$	$\frac{2,3}{1,2}$	7	$\frac{0,9}{0,7}$
4.VIII	17,6	$\frac{1,3}{0,8}$	$\frac{1,6}{0,9}$	$\frac{1,8}{1,1}$	$\frac{2,2}{1,2}$	12	$\frac{1,6}{1,0}$
10.VIII	24,0	$\frac{1,4}{0,8}$	$\frac{2,0}{1,4}$	$\frac{2,3}{1,5}$	$\frac{2,5}{1,5}$	17	$\frac{1,8}{1,2}$
20.VIII	20,8	$\frac{1,1}{0,7}$	$\frac{1,7}{1,0}$	$\frac{1,8}{1,0}$	$\frac{1,9}{1,2}$	18	$\frac{1,7}{1,1}$

В избыточно увлажненном травяно-сфагновом сосняке минимальная интенсивность дыхания корней (0,7...0,9 мелких 0,5...0,7 $\text{мг CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$ проводящих) наблюдалась в июне—начале июля при уровне грунтовых вод 4...7 см, а максимальная (1,6...1,8 и 1,0...1,2 $\text{мг CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$ соответственно) в августе, когда корневые системы были свободны от избытка воды. Ранее подобные данные об интенсивности дыхания корней в связи с особенностями водного режима торфяной почвы получены нами [2] для ели, Л. П. Смоляком и В. Г. Реуцким [9] для сосны. В августе интенсивность дыхания корней сосны в сосняке травяно-сфагновом была почти в 1,4 раза выше, чем в сосняке лишайниковом.

Сравнение показывает, что полученные нами значения интенсивности дыхания корней близки к литературным данным [6], несмотря на различия в условиях местообитания сосны.

Влияние минеральных удобрений на дыхание корней сосны. Внесение азотных удобрений в почву 25-летних молодняков привело к заметному изменению дыхательной активности корней сосны. Разные дозы азота вызвали неодинаковый эффект. В первый год (1981) наибольшее положительное действие на дыхание корней оказала доза N180. У сосен этого варианта количество выделившейся углекислоты составило 1,9...2,3 мг, или в 1,4 раза больше, чем в неудобренном контроле. Под влиянием дозы N120 дыхание корней также активизировалось и при температуре 20,6° составило 1,9 мг CO₂/(г · ч) (в контроле 1,5). Максимальная доза N240 в начале вегетационного периода ингибировала дыхание корней (количество выделившейся CO₂ здесь было на 14...21 % меньше, чем в контроле), а в конце вегетации слабо влияла на этот процесс. На делянках с дозой N240 отмечалось побурение и частичное (около 20 % от основной массы) отмирание активных корешков. Подобное явление гибели корней древесных растений после внесения повышенных доз удобрений отмечено и в литературе [1]. Наряду с гибелью корней, эта доза азота почти на 30 % снизила по сравнению с контролем приток к корням ¹⁴C-ассимилятов. К 23 июля средняя интенсивность дыхания мелких корней на контрольной делянке составляла 1,5 ± 0,08, а на опытных (N120, N180, N240) соответственно 1,9 ± 0,16; 2,1 ± 0,20; 1,6 ± 0,25 мг CO₂/(г · ч) (достоверность различий $t = 4,0; 5,9; 0,2$ при $t_{st 0,95} = 2,4$).

На второй год (1982) все дозы азота усилили выделение CO₂ корнями сосны (табл. 1). Уже в начале вегетации интенсивность дыхания корней на опытных делянках оказалась значительно выше, чем в контроле. Наиболее активное дыхание наблюдалось на делянках N180 и N240 и превышало контроль в 1,3—1,6 раза. Доза N120 также стимулировала выделение CO₂ корнями сосны, но в меньшей мере, чем дозы N180 и N240. За сезон средняя интенсивность мелких корней в контроле и на опытных делянках (N120, N180, N240) составила соответственно 1,3 ± 0,06; 1,7 ± 0,13; 1,9 ± 0,12; 2,1 ± 0,17 мг CO₂/(г · ч). Различия существенны и достоверны ($t = 3,0...4,5$).

По сравнению с заболоченным древостоем интенсивность дыхания корней сосны на удобренных делянках оказалась в 1,6—2,5 раза выше. Особенно существенные различия отмечались в начале вегетации, в период интенсивного роста побегов.

Таким образом, внесение под сосновые молодняки азотных удобрений значительно повышает энергетическую активность корней сосны. Эта активизация дыхания у опытных растений явилась результатом лучшего обеспечения корней ассимилятами. Как показал анализ данных по оттоку, количество ¹⁴C-ассимилятов, поступивших из кроны в корневые системы деревьев, на опытных делянках (N180) было на

Таблица 2

Влияние удобрений на интенсивность дыхания корней подростка сосны, мг CO₂/(г · ч)

Дата	Температура воздуха в камере, °C	Контроль	Опыт			
			N120	N180	N240	N180P150K100
16.VI	19,2	1,5	1,8	1,6	1,1	1,1
17.VI	23,0	1,6	2,2	1,9	1,4	1,3
24.VIII	18,8	1,2	1,8	2,1	1,7	1,6
27.VIII	22,0	1,4	1,9	2,3	1,8	1,7

32...65 % больше, чем на контроле. Усиление дыхания корней после внесения удобрений отмечено и у травянистых растений [3, 4, 10].

С повышением температуры воздуха в камере скорость выделения CO_2 корнями усиливается, особенно на делянках с удобрениями. Следует отметить также, что интенсивность дыхания мелких корней значительно выше, чем проводящих.

Результаты исследований влияния удобрений на дыхание корней угнетенного соснового подростка представлены в табл. 2.

Как видим, в первый месяц после внесения удобрений наибольшее возрастание интенсивности дыхания корней у подростка произошло на делянках N120 (на 20...38 % по сравнению с контролем). Доза N180 в этот период вызвала сравнительно небольшое увеличение выделения CO_2 (в среднем на 13 %). Максимальная доза N240 и комбинированное удобрение (NPK) в начале вегетации снизили дыхание корней, а в августе слабо повлияли на его интенсивность. Максимальная интенсивность дыхания в августе наблюдалась на делянках с дозами N120 и N180 и превышала контроль на 42...69 %. В целом за вегетационный период средняя интенсивность дыхания корней у данного подростка в контроле и на опытных делянках (N120, N180, N240, NPK) составила соответственно: $1,4 \pm 0,10$; $1,9 \pm 0,11$; $2,0 \pm 0,18$; $1,5 \pm 0,18$; $1,4 \pm 0,16$ мг $\text{CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$. Достоверность различий $t = 3,4; 2,8; 0,4; 0,1$ при $t_{\text{ст } 0,95} = 2,2$.

Таким образом, корни сосны в сосняке лишайниковом наиболее активно выделяют CO_2 в первой половине вегетационного периода, когда происходит интенсивный рост побегов. В августе, несмотря на благоприятные погодные условия, активность процесса ослабляется. Аналогичная закономерность выявлена и у травянистых растений [7]. Избыток влаги в почве в значительной мере подавляет дыхание корней у древесных растений и снижает их энергетическую активность.

Удобрения значительно повышают энергию дыхания корней сосны. Активизация дыхательного метаболизма, в свою очередь, должна вызывать усиление ряда других функций корневых систем, таких, как поглощающая, проводящая, синтетическая, и в целом вести к интенсификации физиолого-биохимической деятельности во всем дереве. В то же время повышенные дозы питательных элементов, как и их недостаток, подавляют энергетическую активность корней и приводят к снижению интенсивности фотосинтеза и ослаблению ростовых процессов сосны [5]. Это необходимо учитывать при разработке мероприятий по мелиорации лесных фитоценозов в целях повышения их продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Абражко М. А. Влияние азотных удобрений на изменение массы и фрикционный состав корней ели // Лесоведение.— 1986.— № 6.— С. 75—80. [2]. Веретенников А. В., Коновалов В. Н. Влияние осушения на интенсивность дыхания корней *Picea abies* Karst. (Pinaceae) в ельнике осоково-хвощово-сфагновом северной подзоны тайги // Бот. журн.— 1979.— № 2.— С. 252—254. [3]. Зайцева М. Г. Дыхание и минеральное питание растений // Физиология растений.— 1965.— Т. 12, вып. 5.— С. 794—804. [4]. Курсанов А. Л., Вискребенцева Э. И. Первичное включение фосфата в метаболизм корней // Физиология растений.— 1960.— Т. 7, вып. 3.— С. 276—286. [5]. Листов А. А., Коновалов В. Н., Серый В. С. Сезонный рост в высоту и фотосинтез сосновых молодняков в связи с внесением удобрений // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. 22—23 ноября 1983 г.— Архангельск: Ин-т леса и лесохимии, 1983.— С. 25—28. [6]. Мамаев В. В. Дыхание древесных корней в сосняке и березняке кислотно-черничных // Лесоведение.— 1984.— № 6.— С. 53—60. [7]. Наумов А. В. Дыхание корневых систем // Бот. журн.— 1981.— № 8.— С. 1099—1113. [8]. Орлов А. Я., Кошелев С. П. Почвенная экология сосны.— М.: Наука, 1971.— 323 с. [9]. Смоляк Л. П., Реуцкий В. Г. Эколого-физиологические основы мелиорации лесных почв.— Минск: Наука и техника, 1971.— 156 с. [10]. Строго-

нова Л. Е. О величине расхода органических веществ на дыхание в различных условиях минерального питания растений // Физиология растений.— 1968.— Т. 15, вып. 2.— С. 272—280.

Поступила 22 июля 1988 г.

УДК 630*181.22 : 630*232.31

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СОЗРЕВАНИЕ И ПЛОТНОСТЬ ОБОЛОЧЕК СЕМЯН БУНДУКА ДВУДОМНОГО

А. А. КУЛЫГИН

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

Бундук двудомный, или канадский *Gymnocladus dioicus* (L.) С. Косч — крупное дерево из семейства бобовых. Успешно разводится на Украине, в Закавказье, Северном Кавказе. Древесина твердая, тяжелая, очень крепкая, с ядром розового цвета и красивой текстурой. Используется для изготовления мебели, шпал, столбов и др.

С. С. Пятницкий [9] указывал на возможность использования бундука двудомного в защитных насаждениях на Северном Кавказе. В степных районах Нижнего Дона и Северного Кавказа бундук двудомный оказался вполне зимостойким и засухоустойчивым [2, 8, 10]. Он считается прекрасной породой для озеленения [1, 8, 10].

В условиях Ростовской области у представителей семейства бобовых — софоры японской и гледичии обыкновенной, в годы с малой теплообеспеченностью семена не успевают созреть. Плотность оболочек семян у названных пород также зависит от погодных условий периода вегетации [7]. Биология бундука двудомного во многом схожа с биологией гледичии обыкновенной. Он поздно начинает вегетацию. Семена созревают в октябре.

Задача наших исследований — изучить влияние метеорологических условий на созревание и качество семян бундука двудомного.

Объектом наблюдения служили деревья бундука, произрастающие в дендрарии Ростовского мехлесхоза. Почва участка — северо-приазовский чернозем. Бундук посажен здесь в 1962 г. и представлен небольшими группами деревьев. Расстояние между рядами 8...10 м, между деревьями в ряду 2...4 м. Высота деревьев в 1983 г. составляла 12...13 м, диаметр на высоте груди — 18...31 см.

Цветет бундук в конце мая — начале июня. Сначала зацветает нижняя часть кистевидного соцветия, затем цветение постепенно перемещается вверх. Плоды образуются в такой же последовательности, что предопределяет некоторую разнокачественность семян.

Семена бундука собирали в конце октября — начале ноября, после окончания вегетации (полного опадения листьев). К незрелым относили семена увеличенных в 1,2—1,4 раза размеров, с мягкой слизистой оболочкой и эндоспермом. Помещенные на 2 ч в 0,05 %-й раствор индигокармина, зародыши таких семян окрашивались; при проращивании семена не проявляли признаков жизни. Первые заморозки в условиях Ростова-на-Дону отмечаются в первой-второй декадах октября еще до окончания вегетации бундука. Не исключено, что незрелые семена побивались морозом. На повреждение не полностью вызревших плодов бундука указывает и Д. В. Воробьев [4]. Массу 1 000 семян определяли в соответствии с ГОСТ 13056.4—67. Водопроницаемость семенных оболочек устанавливали намачиванием 100 семян в пятикратной повторности в воде комнатной температуры (18...20 °C) в течение 24 ч.

При характеристике метеорологических условий использованы данные наблюдений Ростовской гидрометеорологической обсерватории,

Расчет сумм эффективных температур выполнен по общепринятой методике [3].

Характеристика семян бундука двудомного приведена в табл. 1.

Таблица 1

Год	Масса 1 000 се- мян, г	Размеры семян, см		Про- цент созрев- ших семян	Количество набухших семян, %, после на- мачивания в воде в течение 24 ч
		длина 10 шт.	ширина 10 шт.		
1980	2 259,6	—	—	46,7	100,0*
1982	1 812,6	17,9	17,2	100,0	93,0
1983	1 801,2	17,8	16,3	100,0	0,0
1984	1 822,2	17,5	16,4	100,0	68,8
1985	2 566,2	20,0	18,5	100,0	100,0
1986	2 106,2	17,9	17,2	100,0	13,7

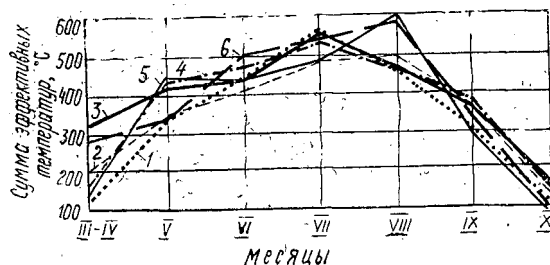
* Анализировали только созревшие семена.

Период наблюдений включал годы с высокой и низкой теплообеспеченностью и разной продолжительностью солнечного сияния. Характеристика метеорологических условий вегетационных периодов дана в табл. 2.

Таблица 2

Год	Средняя месячная температура воздуха, °С					Сумма эф- фективных температур воздуха за период ве- гетации, °С	Продолжи- тельность солнечного сияния с апреля по октябрь, ч
	V	VI	VII	VIII	IX		
1980	15,6	20,2	23,6	20,2	15,5	2 394	1 483
1982	16,4	19,0	21,0	21,4	17,4	2 500	1 673
1983	18,8	20,1	23,4	20,6	17,5	2 820	1 774
1984	19,2	20,8	22,8	20,1	18,0	2 610	1 717
1985	19,3	19,8	20,9	25,0	14,8	2 538	1 626
1986	16,2	22,0	22,5	24,2	16,9	2 703	—

На рисунке представлены суммы эффективных температур в отдельные месяцы вегетационных периодов.



Сумма эффективных температур в разные месяцы:
1 — 1980 г.; 2 — 1982 г.;
3 — 1983 г.; 4 — 1984 г.;
5 — 1985 г.; 6 — 1986 г.

Наблюдения показывают, что созревание семян бундука двудомного и водопроницаемость их кожуры находятся в прямой зависимости от теплообеспеченности периода вегетации и продолжительности солнечного сияния. В год с малой теплообеспеченностью (сумма эффективных температур 2 394°) и малой продолжительностью солнечного сияния (1 483 ч с апреля по октябрь) созревала только часть семян. Они легко набухали в воде и при посеве прорастали. Из рисунка сле-

дует, что в 1980 г. в начале вегетации (апрель, май) и ее конце (сентябрь, октябрь) наблюдалось понижение сумм эффективных температур.

В 1983 г., когда сумма эффективных температур за вегетационный период составила 2820°, а продолжительность солнечного сияния с апреля по октябрь 1774 ч, все семена бундука созрели и имели плотные водонепроницаемые оболочки. В этом году начало и конец вегетации характеризовались более высокими значениями сумм эффективных температур (см. рисунок). Свет и тепло являются источниками энергии для растений и влияют на фотосинтез, дыхание, транспирацию и другие физиологические процессы, а это, в свою очередь, определяет процесс формирования семян, их созревание.

В лесоводственной литературе рекомендации по подготовке семян бундука двудомного к посеву противоречивы. В книге «Деревья и кустарники СССР» [6] сказано, что бундук «размножают посевом семян весною без предварительной стратификации».

По Т. А. Желтиковой [5], семена бундука имеют очень плотную оболочку, препятствующую набуханию. Поэтому перед весенним посевом их подвергают скарификации и последующему ошпариванию кипятком. Свежесобранные семена Т. А. Желтикова рекомендует ошпаривать без скарификации, а при осеннем посеве высевать сухие семена.

Д. В. Воробьев [4] высевал как сухие, так и ошпаренные семена.

Способ подготовки семян бундука двудомного к посеву следует выбирать с учетом водопроницаемости семенной кожуры. Если при намачивании в воде все семена бундука набухают, их не следует ошпаривать; если не набухают, то их необходимо подвергнуть скарификации или ошпариванию. Если часть семян набухает, а другая не набухает, семена необходимо готовить к посеву в два приема: сначала намочить в воде в течение 24 ч, отделить на ситах набухшие (а потому более крупные) семена, а ненабухшие ошпарить.

Результаты исследований позволяют оценить сумму эффективных температур в 2394° и продолжительность солнечного сияния 1483 ч, как недостаточные для созревания семян бундука двудомного.

Сумма эффективных температур 2538° и продолжительность солнечного сияния 1626 ч обеспечивают полное созревание семян и формирование у них водопроницаемой кожуры.

При сумме эффективных температур 2820° и продолжительности солнечного сияния 1774 ч все семена бундука двудомного созревают и формируют водонепроницаемую кожуру.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бойченко Е. П. Итоги интродукции древесных пород и кустарников в Ростовском ботаническом саду // Сб. тр. бот. сада.— Харьков, 1956.— Вып. 2, т. 35.
[2]. Бойченко Е. П. Перезимовка древесных и кустарниковых растений в Ростове-на-Дону в 1953/54 г. // Бюл. ГБС.— М.: АН СССР, 1955.— Вып. 22.— С. 20—24. [3]. Венцкевич Г. З. Сельскохозяйственная метеорология.— Л.: Гидрометеиздат, 1952.— 258 с. [4]. Воробьев Д. В. Каркас и бундук. // Тр. Гос. запов. Веселые Боковеньки.— Киев; Харьков, 1950.— Вып. 1.— С. 75—103.
[5]. Выращивание посадочного материала для защитного лесоразведения / Д. П. Ишин, Г. Я. Маттис, Т. А. Желтикова, Ф. А. Павленко.— М.: Сельхозиздат, 1963.— 253 с. [6]. Деревья и кустарники СССР.— М.; Л.: АН СССР, 1958.— Т. 4.— С. 59—61.
[7]. Кулыгин А. А. Влияние температурных условий на созревание семян гледичии обыкновенной и софоры японской // Лесоведение.— 1984.— № 1.— С. 73—76. [8]. Плотников Н. С. Краткое сообщение о результатах работ по внедрению ценных древесных и кустарниковых пород в Азово-Черноморском крае // Тр. НИМИ.— Ростов-на-Дону: Азово-Черноморск. кн. изд-во, 1936.— С. 134—145. [9]. Пятницкий С. С. Курс дендрологии.— Харьков: ХГУ, 1960.— 422 с. [10]. Чапурин Ф. К., Захарченко С. А. Итоги интродукции древесных пород в условиях степной зоны Кубани // Науч. тр. Кубанск. опытно. станции ВИР.— Краснодар: Краснодарск. кн. изд-во, 1963.— С. 185—255.

УДК 591.52 : 595.768

ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ НАСЕКОМЫЕ СТВОЛОВОГО ЭНТОМОКОМПЛЕКСА В ЛЕСАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КАМЧАТКИ

Б. М. МАМАЕВ, Н. П. КРИВОШЕИНА, П. А. ХОМЕНТОВСКИЙ

ВИПКЛХ Госкомлеса СССР

ИЭМЭЖ АН СССР

Камчатская ЛОС ДальНИИЛХ

Леса Камчатки — единственной в СССР горной страны, которая (вместе с Курильскими островами) относится к области активного проявления современного вулканизма, в силу особого характера геодинамики и формирования биогеоценологического покрова региона отличаются значительным структурно-функциональным своеобразием, осуществляя на полуострове важную функцию сохранения стабильности биотической среды.

В настоящее время промышленной эксплуатацией охвачены лиственничные и еловые леса, в меньшей степени — бело- и камменноберезовые. Значительная часть массивов кедрового стланика уничтожается при рубке основной породы в смешанных древостоях, при горных работах, при заготовке дров в безлесных районах.

Между тем энтомофауна этих лесов изучена значительно слабее, чем в других регионах страны. Лишь в отношении ксилофагов и конофагов хвойных пород были выполнены целенаправленные исследования [1—9]. Общая же структура стволовых энтомокомплексов, изучение которых важно как в теоретическом, так и в практическом отношении, до настоящего времени недостаточно исследована.

Энтомокомплексы, как и весь животный мир Камчатки, отличаются значительной спецификой. В течение всего плейстоцена и до наших дней естественной преградой проникновению многих видов насекомых на полуостров служат в прошлом покрытый льдом или водой, а сейчас заболоченный Камчатский перешеек и расположенная к северу от него обширная тундра — Паропольский дол. Те же виды, которые раньше могли заселить вполне приемлемые для них по климатическим условиям и близкие к восточно-сибирским леса Центральной Камчатки, вымерли во время опустошительного верхнеплейстоценового оледенения. По этим причинам ряд видов ксилобионтов, обычных в материковой части области, на полуострове не встречается.

С другой стороны, завезенные на Камчатку с лесоматериалами опасные стволовые вредители — малый черный еловый усач (*Monochamus sutor* L.) и блестящегрудый еловый древосек (*Tetropium gracilicorne* Gebl.), попав в идеальные условия отсутствия врагов и конкурентов, примерно за последние 25 лет расселились практически по всем хвойным лесам полуострова, зачастую достигают высокой численности и наносят значительный технический вред древесине [9].

В целом энтомофауна Камчатки обеднена. В древесине различных древесных пород до наших исследований было зарегистрировано около 50 видов жесткокрылых из 22 семейств. Около половины этих видов впервые были приведены в работах зарубежных ученых, которые изучали сборы шведской экспедиции, работавшей на Камчатке в 1920—1922 гг. [10—14]. Позднее во время советской Камчатской комплексной экспедиции АН СССР под руководством А. И. Куренцова (1958—1960 гг.) были изучены в общих чертах фауна, биология, трофические связи, распространение и стациальная приуроченность вредителей лесов полуострова, включая ксилофагов [2—8]. Экология и распространение стволовых вредителей хвойных пород были подробно охарактеризованы П. А. Хоментовским [9]. Обитатели мертвой разлагающейся древесины не изучались.

Таблица 1

Жесткокрылые насекомые-ксилофаги
в лесах Центральной Камчатки

Систематическое положение, видовое название	Кормовые породы	Библиогра- фиче- ские источ- ники
Сем. <i>Buprestidae</i>		
<i>Agrilus gebleri</i> Ob.	И	2
<i>Anthaxia</i> sp.	Л	—
<i>Melanophila acuminata</i> F.	Б, Е, Л, Кс, Ол, П	6, 9, 14
Сем. <i>Anobiidae</i>		
<i>Ptilinus costatus</i> Gyll.	Ос	12
Сем. <i>Bostrychidae</i>		
<i>Stephanopachys linearis</i> Kug.	Л	9
Сем. <i>Lymexylonidae</i>		
<i>Elateroidea dermestoides</i> L.	Б	2
<i>E. flabellicornis</i> Schn.	Е, Л	9
Сем. <i>Melandryidae</i>		
<i>Melandrya karafutona</i> Kono	Ол	—
<i>M. rufipes</i> Gebl.	Б	13
Сем. <i>Mordellidae</i>		
<i>Hoshihananomia perlata</i> Sulz.	Ол	—
<i>Mordella aculeata</i> L.	Б, Т	12
Сем. <i>Cerambycidae</i>		
<i>Acmaeops pratensis</i> Laich.	Е, Л, Кс	2, 9, 12
<i>A. septentrionis</i> Thoms.	Е, Л	5, 9
<i>A. smaragdula</i> Fabr.	Е, Л	5, 9
<i>Callidium violaceum</i> L.	Л	9
<i>Judolia sexmaculata</i> L.	Е, Л, Кс	3
<i>Leiopus albivittis</i> Kr.	Ос	2
<i>Leptura aethiops</i> Poda	Б	2
<i>L. nigripes</i> Deg.	Б	2
<i>L. quadrifasciata</i> L.	Б	2
<i>Monochamus sutor</i> L.	Е, Л, Кс	4, 9
<i>Nivellia sanguinosa</i> Gyll.	Б, Т	5
<i>Oedecnema dubia</i> Fabr.	Б, Е, И, Л, Кс	3
<i>Saperda scalaris</i> L.	Б, Ол	2
<i>Tetropium castaneum</i> L.	Е, Л	9
<i>Xylotrechus adpersus</i> Gebl.	И	2
<i>X. ibex</i> Gebl.	Б, Ол	2
Сем. <i>Anthribidae</i>		
<i>Anthribus albinus</i> L.	Ол	—
Сем. <i>Curculionidae</i>		
<i>Cossonus</i> sp.	Т	—
<i>Magdalis carbonaria</i> L.	Б	2
<i>Pissodes glyllenhali</i> Gyll.	Е, Л, Кс, С	2, 9
Сем. <i>Scolytidae</i>		
<i>Pityogenes foveolatus</i> Egg.	Е, Кс, С	2, 7, 9
<i>Polygraphus jezoensis</i> Niis.	Кс	7
<i>P. polygraphus</i> L.	Е, Л, Кс, С	5, 7, 9
<i>P. punctifrons</i> Thoms.	Л	9
<i>P. sachalinensis</i> Egg.	Л, Кс	8, 9
<i>P. subopacus</i> Thoms.	Л, Кс	5, 8, 9
<i>Trypodendron nipponicum</i> Bl.*	Б, Ол	2
<i>T. lineatum</i> Ol.	Е, Л, П	2, 8, 9
<i>Trypophloeus dejevi</i> Stark	И	2
<i>Xylechinus pilosus</i> Ratz.	Е	2, 8, 9

Обозначения: Б — березы каменная и японская, Е — ель аянская, И — ива козья, Л — лиственница курильская, Кс — кедровый стланик, Ол — ольха волосистая, Ос — осина обыкновенная, П — пихта сахалинская, С — сосна обыкновенная, Т — тополь душистый; цифрами обозначены ссылки на литературу, приведенную в конце статьи; по всем видам, кроме отмеченного звездочкой, собраны собственные материалы.

**Жесткокрылые насекомые-энтомофаги
и сапроксилофаги в лесах Центральной Камчатки**

Систематическое положение, видовое название	Тро- фиче- ские связи	Заселяемые породы	Источники информации	
			Лите- ратура	Собст- венные данные
Сем. <i>Carabidae</i>				
<i>Tachyta nana</i> Gyll.	Э	Л, Т	—	+
Сем. <i>Staphylinidae</i>				
<i>Nudobius lentus</i> Grav.	Э	Л	—	+
Сем. <i>Scarabaeidae</i>				
<i>Trichius fasciatus</i> L.	С	Б, Ос	14	+
Сем. <i>Elateridae</i>				
<i>Ampedus sobrinus</i> Motsch.	Э	Б, Л, Ол, Ос	—	+
<i>Denticollis borealis</i> Payk.	Э	Б	11	+
<i>Ischnodes sibiricus</i> Tsher.	Э	Ол, Ос	—	+
<i>Stenagostus undulatus</i> Deg.	Э	Б, Е, И, Л, Ос	—	+
Сем. <i>Eucnemidae</i>				
<i>Dirrhagus foveolatus</i> Hisam.	С	Б, Ос	—	+
Сем. <i>Cantharididae</i>				
<i>Malthodes mysticus</i> Ksw.	Э	—	12	—
<i>Rhagonycha sjoestedti</i> Pic	Э	—	12	—
Сем. <i>Peltidae</i>				
<i>Peltis grossa</i> L.	С	Б, Л, Ол	—	+
<i>Thymalus marginellus</i> Chevr.	С	—	13	—
Сем. <i>Melyridae</i>				
<i>Collops obscuricornis</i> Motsch.	Э	—	12	—
Сем. <i>Nitidulidae</i>				
<i>Epuraea oblonga</i> Hbst	С	Ос	—	+
<i>E. terminalis</i> Mnnh.	С	Б	—	+
<i>Glischrochilus quadripunctatus</i> L.	С	Ос	13, 14	+
Сем. <i>Cucujidae</i>				
<i>Pediacus fuscus</i> Er.	С	Ол	12	+
Сем. <i>Cerylonidae</i>				
<i>Cerylon</i> sp.	С	Ос	—	+
Сем. <i>Tenebrionidae</i>				
<i>Upis ceramboides</i> L.	С	Б, Е	14	+
Сем. <i>Alleculidae</i>				
<i>Mycetochara koltzei</i> Pic	С	Л	12	+
Сем. <i>Salpingidae</i>				
<i>Salpingus ater</i> Payk.	С	Ол	12	+
Сем. <i>Pythidae</i>				
<i>Pytho depressus</i> L.	С	Б, Л	10	+
Сем. <i>Pyrochroidae</i>				
<i>Schizotus cardinalis</i> Mnnh.	С	Ос, Т	12	+
<i>S. fuscicollis</i> Motsch.	С	Ос, Т	12	+
Сем. <i>Stenotrachelidae</i>				
<i>Stenotrachelus aeneus</i> Payk.	С	Б	12	+

Обозначения: С — сапроксилофаг, Э — энтомофаг. Знаком плюс отмечены виды, по которым собраны собственные данные. Остальные обозначения как в табл. 1.

Новые материалы, собранные во время экспедиционных работ 1985 г., проводившихся совместно сотрудниками ВИПКЛХ Гослесхоза СССР, ИЭМЭЖ АН СССР и Камчатской ЛОС ДальНИИЛХ, обобщены в табл. 1 и 2. Поскольку наши данные относятся к лесам Центральной Камчатки (основные сборы проводили в районе пос. Козыревск), они не включают видов ксилофильных насекомых, которые регистрировали в окрестностях портовых населенных пунктов, куда их завозили с материка вместе с лесоматериалами. Не учитывали также насекомых, для которых в литературе указаны лишь распространение на Камчатке без каких-либо пояснений об исходных материалах. Поэтому, например, короеды *Ips acuminatus* Gyll., *Hylastes septentrionalis* Egg., *Orthotomicus starki* Spess., златки *Ancylocheira sibirica* Fleisch., *A. strigosa* Gebl. и некоторые другие виды, зарегистрированные на Камчатке в публикациях других авторов, но не обнаруженные в процессе длительных исследований ксилофагов хвойных пород [2—9], в окончательный фаунистический список не внесены.

В результате нам удалось дополнительно обнаружить более 10 видов ксилофильных жесткокрылых, новых для фауны Камчатки, в том числе представителей трех ранее не зарегистрированных на Камчатке семейств (*Anthribidae*, *Eucnemidae*, *Cerylonidae*), а также внести ряд других фаунистических уточнений. Всего в лесах Центральной Камчатки в древесине зарегистрировано 66 видов ксилофильных жуков, биология которых была нами в той или иной степени изучена. В результате исследований не только уточнен и значительно пополнен видовой состав стволовых насекомых, среди которых много важных вредителей леса и древесины, но и накоплен большой материал по их естественным врагам — энтомофагам, позволяющий более фундаментально оценить перспективы применения биометода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ефремова Л. С. Биология лиственничной мухи в условиях Камчатки и меры борьбы с ней: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1975. — 27 с. [2]. Ивлиев Л. А. Главнейшие вредители лесов Камчатской области и возможные меры борьбы с ними // Энтомофауна лесов Курильских островов, полуострова Камчатки, Магаданской области. — М.; Л., 1966. — С. 97—111. [3]. Ивлиев Л. А., Кононов Д. Г. О некоторых массовых вредителях лесов Камчатки // IV съезд ВЭО: Тез. докл. — М.; Л., 1959. — Т. 2. — С. 120—122. [4]. Ивлиев Л. А., Кононов Д. Г. Дровосеки Камчатки // Сообщ. ДВФ СО АН СССР. — Владивосток, 1963. — Вып. 19. — С. 117—123. [5]. Ивлиев Л. А., Кононов Д. Г. Насекомые-вредители стланиковых лесов Магаданской области // Вредные насекомые лесов советского Дальнего Востока. — Владивосток: БПИ ДВНЦ АН СССР, 1966. — С. 65—96. [6]. Ивлиев Л. А., Кононов Д. Г. Златки (*Buprestidae*) Магаданской области и Камчатки // Там же. — М.; Л., 1966. — С. 97—111. [7]. Куренцов А. И., Ивлиев Л. А. О вредителях кедрового стланика на Камчатке // Изв. СО АН СССР. — 1960. — № 11. — С. 97—103. [8]. Куренцов А. И., Кононов Д. Г. Короеды (*Coleoptera*, *Ipidae*) полуострова Камчатки // Энтомол. обозр. — 1961. — Т. 40, вып. 3. — С. 595—600. [9]. Хоментовский П. А. Насекомые-ксилофаги хвойных пород Камчатки. — Владивосток: БПИ ДВНЦ АН СССР, 1983. — 176 с. [10]. Bernhauser M. Entomologische Ergebnisse der schwedischen Kamtschatka-Expedition 1920—1922. 8. *Staphylinidae* // Arkiv för Zoologi. — 1925. — Bd 18B, N 4. — S. 1—2. [11]. Fletiaux E. Entomologische Ergebnisse der schwedischen Kamtschatka-Expedition 1920—1922. 5. *Elateridae* // Arkiv för Zoologi. — 1925. — Bd 18B, N 1. — S. 1. [12]. Pic M. Entomologische Ergebnisse der schwedischen Kamtschatka-Expedition 1920—1922. 7. *Coleoptera* (ex. p.) // Arkiv för Zoologi. — 1925. — Bd 18B, N 3. — S. 1—5. [13]. Pic M. Entomologische Ergebnisse der schwedischen Kamtschatka-Expedition. 14. *Coleoptera* (ex. p.) // Arkiv för Zoologi. — 1927. — Bd 19B, N 3. — S. 1—3. [14]. Pic M. Entomologische Ergebnisse der schwedischen Kamtschatka-Expedition. 22. *Coleoptera* (ex. p.) // Arkiv för Zoologi. — 1928. — Bd 20B, N 7. — S. 1—4.

Поступила 2 июня 1987 г.

УДК 630*970

ПАТОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДРОСТА ЕЛИ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ДРЕВОСТОЯХ СЕВЕРНОЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ

А. В. ЛЕБЕДЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Изучение влияния рекреации на лесные биогеоценозы и роли лесопатологических факторов в лесах зеленых зон городов входит в ряд актуальных задач лесной науки и имеет важное практическое значение [1, 3, 9]. В рекреационных лесах, как правило, не проводят сплошных рубок и ориентируются главным образом на естественное возобновление под пологом леса. Поэтому вопросу естественного возобновления в лесах зеленых зон городов следует уделять особое внимание [4]. Необходимость решения поставленных задач очевидна и для лесов Европей-

ского Севера, где сохранение подроста является наиболее распространенным средством воспроизводства лесных ресурсов [7, 8].

Исследования проводили в 1985—1987 гг. на территории Архангельского, Усть-Двинского, Новодвинского лесничеств Архангельского лесхоза в спелых среднеполнотных ельниках черничных на 18 пробных площадях размером 50×50 м. Пробные площади закладывали в наиболее типичных участках леса в соответствии с рекреационной посещаемостью и степенью рекреационной нагрузки (незначительная, умеренная, повышенная). Зоны посещаемости выделяли на основе установления плотности одновременно отдыхающих, определяемой подсчетом в выходные дни в 10-кратной повторности. Степень рекреационной нагрузки устанавливали по совокупности показателей [5], числовые характеристики получали по стандартным методикам, принятым в ботанике, почвоведении и лесоводстве. На каждой пробной площади последовательно на двухметровых лентах проводили сплошной пересчет подроста ели по категориям крупности и состояния. Согласно общепринятой шкале, к категории мелких относили экземпляры высотой до 0,5 м, средних — 0,5...1,5 м, крупных — более 1,5 м. Категорию состояния определяли по шкале, широко распространенной в лесозащите: здоровые — без признаков явного ослабления, повреждений и заболеваний; больные — сильно ослабленные, с признаками повреждений и заболеваний; мертвые — усохшие в текущем году или в предыдущие годы. Одновременно тщательно осматривали каждый экземпляр ели, диагностировали повреждения и заболевания, выясняли причины гибели подроста. Типы болезней хвои, ветвей и стволиков устанавливали по характерным внешним признакам, а зараженность подроста корневой губкой — по утолщению комлевой части ствола и рубкой модельных деревьев. Виды насекомых, трофически связанных с подростом ели, определяли по месту расположения и характеру повреждений, а также — по имаго, в период непосредственного контакта жуков с кормовыми растениями. Кроме того, на пробных площадях и вблизи них анализировали свежеселенные тонкомерные, ветровальные и буреломные деревья ели в целях выявления ксилофагов, способных повреждать подрост ели. Все данные заносили в специальную ведомость лесопатологического обследования подроста, а после проведения полевых исследований подвергали математической обработке и анализу.

Таблица 1

**Состояние подроста ели разных категорий крупности (%)
при различной рекреационной нагрузке**

Категория крупности подроста	Степень рекреационной нагрузки								
	незначительная			умеренная			повышенная		
	Здоровые	Больные	Мертвые	Здоровые	Больные	Мертвые	Здоровые	Больные	Мертвые
Мелкий	18,8	9,5	0,9	17,0	10,8	1,6	11,4	15,0	2,5
Средний	30,4	15,6	3,1	26,3	19,5	5,5	16,1	28,0	6,5
Крупный	14,5	5,9	1,3	10,2	7,2	1,9	1,6	14,4	4,5
Итого	63,7	31,0	5,3	53,5	37,5	9,0	29,1	57,4	13,5

Распределение подроста ели по категориям крупности и состояния в зависимости от степени рекреационной нагрузки приведено в табл. 1. Анализ полученных данных показывает, что во всех зонах рекреации преобладает подрост средней категории крупности, причем это характерно для каждой категории состояния в отдельности. В зоне незначительной и умеренной рекреационной нагрузки доминируют здоровые экземпляры подроста ели, а в зоне повышенной посещаемости явно преобладают больные растения. В связи с увеличением антропогенного воздействия доля участия здорового подроста закономерно уменьшается, в том числе и по каждой категории крупности. В свою очередь, проценты больных и мертвого подроста с усилением рекреационной нагрузки закономерно увеличиваются, что также характерно для каждой категории крупности.

Таким образом, негативное влияние рекреации на процесс возобновления ели под пологом леса очевидно, что совпадает с данными исследований в других регионах страны [10]. В результате проведения рекогносцировочного и детальных обследований нами выявлен ряд при-

чин ослабления, повреждения и гибели подроста ели, которые могут быть сведены в следующие группы: 1) эндогенные — внутренние изменения, обусловленные генетическими особенностями растений; 2) термогенные — повреждение подроста низкими температурами; 3) фитогенные — ослабление растений в результате конкуренции с представителями данного и других видов; 4) рекреагенные — механические повреждения подроста и уплотнение корнеобитаемых горизонтов почвы; 5) патогенные — ослабление и поражение растений грибными заболеваниями; 6) энтомогенные — повреждение подроста насекомыми-фитофагами.

Количественная характеристика перечисленных факторов воздействия на жизнеспособность подроста ели в связи со степенью рекреационной нагрузки приведена в табл. 2.

Таблица 2

**Распределение причин ослабления подроста ели
в зависимости от степени рекреационной нагрузки**

Степень рекреационной нагрузки	Встречаемость причин ослабления подроста, %					
	эндо- ген- ных	фито- ген- ных	термо- ген- ных	рек- реа- ген- ных	пато- ген- ных	энто- моген- ных
Незначитель- ная	11,9	12,1	11,3	5,0	7,3	5,1
Умеренная	9,1	10,5	14,0	14,2	10,4	7,5
Повышенная	5,4	5,5	20,7	29,8	17,1	11,7

Из таблицы следует, что в зоне незначительной рекреационной нагрузки основными причинами ослабления подроста ели являются природные факторы: фито-, эндо- и термогенные. Сравнительно меньше влияние пато-, энтомо- и рекреагенных факторов. В зоне умеренного рекреационного воздействия основными причинами нарушения жизнеспособности подроста являются рекреагенные и термогенные факторы. Несколько меньше роль фито-, пато- и эндогенных факторов, а энтомогенные факторы имеют наименьшее значение. В зоне повышенной рекреационной нагрузки явно преобладают рекреагенные факторы. Далее в нисходящем порядке по степени воздействия на подрост ели следуют термо-, пато- и энтомогенные факторы. Наименьшее значение в нарушении резистентности подроста ели в зоне повышенной рекреационной нагрузки имеют фито- и эндогенные факторы. В связи с усилением рекреационной нагрузки вклад рекреагенных факторов в ухудшение состояния подроста закономерно возрастает, а роль эндогенных факторов постепенно снижается. Доля участия фитогенных факторов воздействия в связи с активизацией антропогенной деятельности постепенно уменьшается, а процент участия термогенных факторов увеличивается. Это, очевидно, обусловлено гибелью части представителей нижнего яруса и ослаблением конкуренции, с одной стороны, и уменьшением защищенности подроста, с другой. Кроме того, снижение активности защитных реакций подроста ели под воздействием рекреации делает его более уязвимым к повреждению заморозками, болезнями и насекомыми. В связи с этим с увеличением рекреационной нагрузки доля участия пато- и энтомогенных факторов в ослаблении и отмирании подроста ели заметно возрастает.

Особый интерес с лесопатологической точки зрения представляет изучение влияния пато- и энтомогенных факторов на жизнеспособность подроста ели (табл. 3). Необходимость рассмотрения данного вопроса обусловлена возможностью массовых грибных заболеваний подроста

Таблица 3

Зараженность и поврежденность подроста ели (%)
в зависимости от степени рекреационной нагрузки

Степень рекреационной нагрузки	Зараженность болезнями				Поврежденность насекомыми			
	Ржав- чина хвои	Обык- новен- ное шютте	Рак- ство- лов и ветвей	Кор- невая губ- ка	Херме- сы	Ко- ро- еды	Дол- гоно- сики	Уса- чи
Незначитель- ная	4,6	3,3	1,4	1,2	2,6	1,2	1,0	0,9
Умеренная	6,1	5,4	1,9	2,0	4,9	2,4	1,5	1,3
Повышенная	10,5	8,6	3,3	3,2	7,7	3,9	2,1	2,0

ели под пологом древостоев северной подзоны тайги [2]. С другой стороны, роль насекомых-фитофагов в лесовозобновительных процессах под пологом североатаежных ельников, тем более в условиях различной рекреационной нагрузки, до сих пор не изучена.

Данные, приведенные в таблице, показывают, что в каждой из зон рекреационной нагрузки преобладающими факторами патогенного воздействия на подрост ели являются ржавчина хвои и обыкновенное шютте. Эти заболевания существенно влияют на состояние и рост хвойных растений и в сочетании с другими ранее охарактеризованными негативными факторами могут быть губительными для них. Кроме того, в каждой из зон рекреационной нагрузки отмечено менее распространенное заражение стволов и ветвей подроста язвенным раком и стволов корневой губкой. В этих случаях заболевания хвойных могут носить затяжной характер, однако дополнительное рекреационное воздействие на подрост ели значительно ускоряет процесс его отмирания.

Доминирующим фактором энтомогенного воздействия на подрост ели во всех зонах рекреации являются хермесы-галлообразователи, в их числе явно преобладает желтый еловый хермес. Хермесы сильно угнетают и ослабляют отдельные экземпляры ели, задерживают их рост и совместно с другими факторами могут вызывать гибель растений. Среди короедов, первопоселенцев на стволиках ослабленного и поврежденного среднего и крупного подроста и тонкомера ели, наиболее распространен обыкновенный гравер. Кроме того, на крупном сильно ослабленном подросте и тонкомере ели отмечены поселения пушистого полиграфа и короеда двойника, а в нижней части стволиков и на корнях мелкого подроста — повреждения еловым корнежилком в процессе дополнительного питания. Остальные выявленные виды короедов: дву- и четырехзубый гравер, короед-автограф, обыкновенный микрограф и малый еловый полиграф, — встречаются редко не только на подросте, но и на других кормовых объектах и хозяйственного значения не имеют. Существенные повреждения отдельным экземплярам ели в процессе дополнительного питания наносят большой сосновый долгоносик, еловая смолевка, малый и большой черные хвойные усачи. Большой сосновый долгоносик повреждает хвоинки на побегах, молодые тонкие веточки и стволики, а еловая смолевка — только стволики подростов всех категорий крупности. Черные хвойные усачи скусывают хвоинки и наносят подросту ели раны продольного или кольцевого типа в вершинной и комлевой частях стволиков.

В связи с усилением антропогенного воздействия, снижающего жизненный потенциал растений, сфера влияния каждого патогенного и каждого энтомогенного фактора закономерно увеличивается.

Полученные данные в сочетании с другими материалами [6] могут быть использованы при организации и реализации мониторинга со-

стояния и патологии рекреационных северотаежных ельников и при проведении санитарно-оздоровительных мероприятий в них.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воронцов И. А., Исаев А. С. Новые задачи лесозащиты // Лесоведение.— 1979.— № 6.— С. 3—11. [2]. Драчков В. Н. Наиболее распространенные болезни естественных молодняков ели в некоторых районах Архангельской области // Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере.— М.: Наука, 1967.— С. 283—289. [3]. Дыренков С. А. Изменения лесных биогеоценозов под влиянием рекреационных нагрузок и возможности их регулирования // Рекреационное лесопользование в СССР.— М.: Наука, 1983.— С. 20—33. [4]. Крестьяшина Л. В., Арно Г. И. Естественное возобновление в рекреационных лесах и пути его улучшения // Лесн. хоз-во.— 1983.— № 8.— С. 54—56. [5]. Лебедев А. В. Состояние деревьев ели при различном рекреационном воздействии // Лесн. журн.— 1986.— № 5.— С. 26—29.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Лебедев А. В. Причины ослабления и усыхания деревьев ели в зеленой зоне г. Архангельска // Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов: Тез. докл. Всесоюз. конф.— М.: МЛТИ, 1987.— С. 78. [7]. Мелехов И. С. Рубки и возобновление леса на Севере.— Архангельск: Арханг. кн. изд-во, 1960.— 200 с. [8]. Львов П. Н., Ипатов Л. Ф., Плохов А. А. Лесообразовательные процессы и их регулирование на Европейском Севере.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 112 с. [9]. Рысин Л. П. Рекреационные леса и проблема оптимизации рекреационного использования // Рекреационное лесопользование в СССР.— М.: Наука, 1983.— С. 5—20. [10]. Рысин Л. П., Полякова Г. А. Влияние рекреационного лесопользования на растительность // Природные аспекты рекреационного использования леса.— М.: Наука, 1987.— С. 4—26.

Поступила 22 июня 1988 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.711.84.001.2

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЕТНЫХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ НА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Б. А. ИЛЬИН

Ленинградская лесотехническая академия

Как известно, одним из важнейших проектных параметров является расчетная скорость движения. На дорогах общей сети I—III категорий в качестве расчетной принята предельная безопасная скорость движения легкового, а на дорогах IV и V категорий — грузового автомобиля. На лесовозных дорогах, где основным транспортным средством является лесовозный автопоезд, при незначительном участии в движении легковых и одиночных грузовых автомобилей, целесообразно в качестве расчетной принимать максимальную безопасную скорость движения автопоезда при обеспеченной видимости и сухом покрытии, находящемся в отличном эксплуатационном состоянии.

С учетом такого подхода были определены расчетные скорости при подготовке Инструкции по проектированию лесозаготовительных предприятий в 1975—1980 гг. [3]. С 1986 г. лесовозные автомобильные дороги проектируют по СНиП 2.05.07—85 Промышленный транспорт (табл. 1), в котором, однако, расчетные скорости остались неизменными, несмотря на значительное удорожание горючего, некоторых материалов, машин и др., имевшее место в последние годы.

Таблица 1

Показатели	Расчетные скорости (основные нормы), км/ч				
	70	60	50	40	30
Категория дорог	I-л	II-л	III-л	IV-л	Ветки
Годовой объем вывозки, тыс. м ³	> 1000	500 ... 1000	150 ... 500	< 150	—
Допустимая высота неровности при отличном состоянии пути, мм — см. формулу (8)	5,5	6,8	8,5	11,3	16,0

Примечание. Для трудных условий скорости снижаются на 10 км/ч на дорогах всех категорий.

При определении оптимальной расчетной скорости может быть использован известный прием поиска экстремальных значений функции с использованием минимума приведенных затрат $R_{пр}$ в качестве критерия оптимальности:

$$R_{пр} = E_n K + C_{выв}.$$

Здесь K — затраты на постройку дороги, гаражей и приобретение подвижного состава, р.;

$C_{выв}$ — эксплуатационные расходы на вывозку, р./м³;

$$K = K_{зп} + K_{до} + K_{пс},$$

где $K_{зп}$, $K_{до}$, $K_{пс}$ — затраты на постройку земляного полотна (включая малые водопропускные сооружения), дорожной одежды и приобретение подвижного состава с постройкой гаражей, р.

При учете влияния расчетной скорости на ширину земляного полотна и проезжей части удобно использовать зависимость [2]

$$B = 2c + s + d + 2\sqrt{0,1 + 0,0075v_p} + 0,3 + 0,014\sqrt{v_p}$$

или с некоторым упрощением (ошибка не более 2...3 %):

для двухполосной дороги

$$B_{дв} = 2c + s + d + (1,55 + 0,022v_p) k_{ум}; \quad (1)$$

для однополосной дороги

$$B_{од} = 2c + s + 0,78 + 0,011v_p, \quad (1a)$$

где B — ширина земляного полотна (в том числе с индексами), м;

c — ширина обочины, м;

d — габаритная ширина автомобиля, м;

s — ширина колеи, м;

v_p — расчетная скорость, км/ч;

$k_{ум}$ — коэффициент, учитывающий незначительное участие легковых автомобилей в движении (0,85...0,9).

$$K_{зп} = 1000c_{зп}k_{кр}\omega L = 1000c_{зп}k_{кр}(BH_{ср} + mH_{ср}^2)L,$$

где $c_{зп}$ — стоимость постройки земляного полотна, р./м³;

$k_{кр}$ — коэффициент, учитывающий увеличение строительных затрат на кривых участках;

ω — площадь поперечного сечения насыпи (сливную призму в данном случае можно не учитывать), м²;

L — длина дороги, км;

m — средний коэффициент заложения откосов полотна;

$H_{ср}$ — средняя рабочая отметка, м.

Величина $c_{зп}$ зависит от рода грунта, технологии разработки и перемещения, стоимости машино-смены и др., а также от уровня концентрации объемов земляных работ, уменьшаясь с увеличением ширины земляного полотна, которая, в свою очередь, зависит от расчетной скорости.

Анализ материалов Гипролестранса, в частности [4], показал, что:

$$c_{зп} = \gamma - \delta v_p, \quad (2)$$

где γ — предельное значение измерителя, р./м³;

δ — коэффициент, характеризующий снижение затрат в зависимости от v_p .

Пользуясь данными ОНТП 2-85 Гипролестранса, можно получить, что для 1-го территориального района в ценах 1985 г. при основной норме $\gamma = 2,12$ р./м³ (двухполосные дороги) и $\gamma = 2,24$ (однополосные), а $\delta = 0,01$ р. · ч/(м³ · км). Таким образом.

$$K_{зп} = 1000(\gamma - \delta v_p) k_{кр} L \{ [2c + s + d + k_{ум}(1,55 + 0,022v_p)] H_{ср} + mH_{ср}^2 \}$$

или

$$K_{зп} = (A - Bv_p - Cv_p^2) L, \quad (3)$$

где (двухполосная дорога)

$$A = 1000k_{кр}\gamma[(2c + s + d + 1,55k_{ум})H_{ср} + mH_{ср}^2]; \quad (4)$$

$$B = 1000k_{кр}\delta[(2c + s + d + 1,55k_{ум})H_{ср} + mH_{ср}^2] - \\ - 22k_{кр}k_{ум}H_{ср}\gamma; \quad (5)$$

$$C = 22k_{кр}k_{ум}H_{ср}\delta. \quad (6)$$

Принимаемая в проекте расчетная скорость должна соответствовать выбранному типу дорожной одежды. Согласно исследованиям А. К. Бирули [5], предельно допускаемая скорость движения при отличном состоянии пути (ее можно принять за расчетную) определяется выражением:

$$v_p = v_{доп} = 850/\sqrt{s_c}, \quad (7)$$

где s_c — показатель толчкомера ХАДИ, см/км.

Приводя показатель s_c к более широко используемому на лесовозных дорогах показателю ровности (просвету под 3-метровой рейкой) h , с помощью формулы Е. Г. Попова [4] получим:

$$h = \left(\frac{101\,760}{v_p^2} - 2,8 \right)^{0,59}. \quad (8)$$

Результаты расчета h по формуле (8) приведены в табл. 1.

В практике приемки построенных дорог в эксплуатацию [1] отличную оценку получают участки, имеющие предельный просвет под рейкой: 3 мм — для асфальтобетонного покрытия, 5 мм — для чернотравийного, 7 мм — из укрепленных грунтов, 10 мм — для необработанных гравийных (щебеночных) покрытий. Сопоставляя эти данные с допустимой величиной неровности (табл. 1), можно прийти к выводу, что на лесовозных дорогах I-л и II-л категорий вполне достаточно при принятых в нормах СНиП значениях v_p использовать чернотравийные (гравийные) покрытия, на дорогах III-л категории — гравийные, обработанные цементом, или колеиные покрытия из железобетонных плит, на дорогах IV-л категории и ветках — гравийные.

Анализ укрупненных показателей стоимости постройки дорожных одежд, перечисленных выше и приведенных в [4], показал, что при обосновании оптимальной расчетной скорости может быть принята зависимость:

$$c_{до} = qv_p - p, \quad (9)$$

где $c_{до}$ — стоимость постройки дорожной одежды, р./м²;

p, q — коэффициенты, зависящие от расчетной осевой нагрузки автопоезда, цен на строительные материалы, тарифных ставок, природных условий, технологии и др. Для нагрузки (до 100 кН $p = 2 \dots 2,5$ р./м² и $q = 0,17 \dots 0,19$ р. × × ч/(м² · км).

С учетом этого и имея в виду, что $B_0 = B - 2c$, получим:

$$K_{до} = 1000c_{до}k_{кр}B_0L = 1000k_{кр}(qv_p - p)L[s + d + \\ + (1,55 + 0,022v_p)k_{ум}] = (qv_p - p)(g + hv_p)L, \quad (10)$$

где

$$g = 1000k_{кр}(s + d + 1,55k_{ум}); \quad (11)$$

$$h = 22k_{кр}k_{ум}. \quad (12)$$

Для однополосных дорог значения $K_{зп}$ и $K_{до}$ определяют с учетом формулы (1а). От величины v_p зависят и такие параметры, как расчетное расстояние видимости, радиусы вертикальных кривых и др. Однако, как показал анализ, влияние v_p не сказывается сколько-нибудь значительно на величине приведенных затрат.

Расходы на приобретение лесовозного подвижного состава и постройку гаражного хозяйства с учетом [2]

$$K_{пс} = \left(\Gamma + \frac{DL}{v_p} \right) Q_{год}. \quad (13)$$

Здесь $Q_{год}$ — годовой объем вывозки, м³;

$$\Gamma = \frac{\alpha_{нер} K'_{пс} k_{зап} \Sigma t_{пр}}{(T - t_{пз}) T_{год} m_c k_v Q_{пол}}; \quad (14)$$

$$D = \frac{2\alpha_{нер} \alpha_{пр} K'_{пс} k_{зап}}{(T - t_{пз}) T_{год} m_c k_v Q_{пол} \epsilon}, \quad (15)$$

где $\alpha_{нер}$ — коэффициент учета неравномерности вывозки;
 $\alpha_{пр}$ — коэффициент пробега грузов;
 $K'_{пс}$ — стоимость приобретения одного автопоезда с учетом затрат на постройку гаражей, р.;
 $k_{зап}$ — коэффициент перехода к списочному составу автопарка;
 T — продолжительность рабочей смены, ч;
 $t_{пз}$ — подготовительно-заключительное время, ч;
 $T_{год}$ — число рабочих дней в году;
 m_c — число смен в рабочем дне;
 k_v — коэффициент использования рабочего времени;
 $Q_{пол}$ — полезная нагрузка на автопоезд, м³;
 ϵ — отношение среднетехнической скорости к расчетной.

Выполненные с использованием [4] расчеты показали, что ϵ зависит от удельной мощности двигателя автомобиля, отнесенной к массе поезда, руководящего подъема и может быть определено по формуле:

$$\epsilon = a - 0,003 i_p, \quad (16)$$

где a — коэффициент, зависящий от мощности двигателя и типа автомобиля (для КраЗ-260, МАЗ-5434 и др. — 0,82... 0,89);
 i_p — руководящий подъем, ‰.

Эксплуатационные расходы на вывозку и амортизационные отчисления по дорогам (расходы на текущее содержание и ремонт мало зависят от расчетной скорости)

$$C_{выв} = \frac{Q_{год} M_{см}}{II} + 0,01 n_{ам} (K_{зп} + K_{до}) = \left(E + \frac{JKL}{v_p} \right) Q_{год} + 0,01 n_{ам} (K_{зп} + K_{до}), \quad (17)$$

где II — производительность автомобиля, м³/см.;
 $M_{см}$ — стоимость машино-смены автопоезда с зарплатой водителя и начислениями, р.;
 $n_{ам}$ — норматив ежегодных амортизационных отчислений, ‰.

$$E = \frac{M_{см} \Sigma t_{пр}}{(T - t_{пз}) k_v Q_{пол}}; \quad (18)$$

$$JK = \frac{2M_{см} \alpha_{пр}}{(T - t_{пз}) k_v Q_{пол} \epsilon}. \quad (19)$$

Таким образом, приведенные затраты

$$R_{\text{пр}} = (E_n + 0,01n_{\text{ам}})[A - Bv_p - Cv_p^2 + (qv_p - p)(g + hv_p)]L + [E_n\Gamma + E + (E_nD + Ж)L/v_p]Q_{\text{год}}. \quad (20)$$

Используя метод определения экстремальных значений функций, упомянутый выше, получим уравнение, из которого можно определить оптимальную расчетную скорость для любого значения:

$$\frac{E_n + 0,01n_{\text{ам}}}{E_nD + Ж} [gq - B - ph + 2(hq - c)v_p] v_p^2 = Q_{\text{год}}. \quad (21)$$

Из формулы (21) видно, что длина дороги не влияет на значение оптимальной расчетной скорости.

Пример расчета. Исходные данные: дорога двухполосная, расчетный автопоезд МАЗ-5432 + ГКБ-9383, $Q_{\text{пол}} = 25 \text{ м}^3$; $M_{\text{см}} = 45 \text{ р.}$; $d = 2,5 \text{ м}$; $s = 1,95 \text{ м}$; $K'_{\text{пс}} = 32 \text{ 000 р.}$; $E_n = 0,12$; $n_{\text{ам}} = 7,3 \%$; $k_{\text{ум}} = 0,85$; $k_{\text{кр}} = 1,1$; $\alpha_{\text{пр}} = 0,7$; $\alpha_{\text{пер}} = 1,2$; $H_{\text{ср}} = 0,9 \text{ м}$; $T = 250 \text{ дн}$; $m_{\text{с}} = 2 \text{ см}$; $T = 8,2 \text{ ч}$; $t_{\text{пз}} = 0,5 \text{ ч}$; $\gamma = 2,12 \text{ р.}$; $\delta = 0,01 \text{ р.}$; $\rho = 2,0 \text{ р./м}^2$; $q = 0,17 \text{ р.} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{км})$, $\epsilon = 0,67$.

Вычисляя значения комплексных коэффициентов, входящих в формулу (21), найдем: $B = 57,7$; $C = 0,185$; $g = 6,344$; $h = 20,6$; $D = 1,48$; $Ж = 0,54$. В результате по формуле (21) получим зависимость

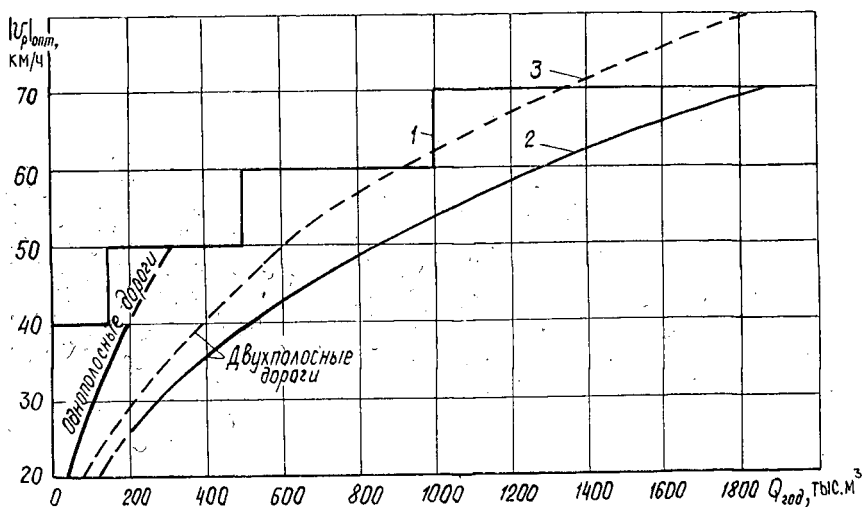
$$(263 + 1,7v_p)v_p^2 = Q_{\text{год}}. \quad (22)$$

позволяющую определить значения оптимальной скорости движения для различных годовых грузооборотов дороги (табл. 2).

Таблица 2

$Q_{\text{год}}, \text{ тыс. м}^3$	119	284	540	877	1 326
$v_p, \text{ км/ч}$	20	30	40	50	60

На рисунке приведено сопоставление значений расчетных скоростей, полученных в примере с нормами СНиП 2.05.07—85 (ступенчатая



Сравнение расчетных скоростей: 1 — принятых в нормах СНиП 2.05.07—85 (ломаная линия); 2 — оптимальных, определенных по методике, изложенной в статье (см. пример расчета) для автомобилей группы А; 3 — то же для автомобилей группы Б

линия). Из него видно, что оптимальные значения расчетной скорости (основные нормы) значительно ниже (для автомобилей группы А), чем принятые в нормах. Для годовых объемов вывозки до 670 тыс. м³ эта разница достигает 20 км/ч и лишь при более значительных объемах — 10 км/ч.

Задаввшись другими значениями исходных данных расчета, можно получить несколько иное положение кривой $|v_p|_{\text{опт}} = f(Q_{\text{год}})$ на графике. Например, если взять в качестве расчетного автомобиль группы Б (с осевой нагрузкой 60 кН), принять для него $M_{\text{см}} = 30$ р., $K'_{\text{пс}} = 25\,000$ р., $Q_{\text{пол}} = 15$ м³ и уменьшить значения p и q на 25 %, то зависимость $|v_p|_{\text{опт}}$ будет характеризоваться кривой 3 (см. рисунок). В этом случае, при $Q_{\text{год}} > 750$ тыс. м³, расчетные скорости движения по нормам СНиП 2.05.07—85 и полученные по предложенной методике выравниваются.

По формуле (20) может быть определен годовой экономический эффект при использовании оптимальных расчетных скоростей. Например, используя исходные данные из приведенного примера и приняв $\Sigma t_{\text{пр}} = 0,8$ ч, можно получить:

$$R_{\text{пр}} = 0,193 [20\,553 - 57,7v_p - 0,185v_p^2 + (0,17v_p - 2) \times \\ \times (6\,344 + 20,6v_p)] + [(0,12 \cdot 1,48 + 0,54)L/v_p + 0,274] Q_{\text{год}}.$$

При $L = 50$ км и $Q_{\text{год}} = 275$ тыс. м³:

1) по нормам СНиП (т. е. при $v_p = 50$ км/ч)

$$R'_{\text{пр}} = 634\,777 + 273\,350 = 908\,127 \text{ р.}$$

2) по предложенной методике (т. е. при $v_p = 30$ км/ч)

$$R''_{\text{пр}} = 391\,255 + 405\,360 = 796\,605 \text{ р.}$$

Годовой экономический эффект составит 111 522 р., или 0,41 р/м³.

Особенностью изложенного метода является возможность использования формулы (21) не только при обосновании новых или пересмотре существующих норм проектирования лесовозных автомобильных дорог, но и при проектировании каждой отдельной конкретной дороги и даже ее отдельного участка с учетом местных условий ее строительства и эксплуатации, в частности рельефа местности (учитывается величинами $H_{\text{ср}}$, ϵ), почвенно-грунтовых условий (учитывается $C_{\text{сп}}$), типа лесовозного автомобиля (учитывается величинами $K'_{\text{пс}}$, $Q_{\text{пол}}$, $M_{\text{см}}$) и др.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вейцман М. И., Егоров В. П. Краткий справочник строителя автомобильных дорог.— М.: Транспорт, 1979.— 248 с. [2]. Ильин Б. А., Кувалдин Б. И. Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 384 с. [3]. Инструкция по проектированию лесозаготовительных предприятий. ВСН 01—82.— Л.: Гипролестранс, 1983.— 186 с. [4]. Общесоюзные нормы технологического проектирования лесозаготовительных предприятий. ОНТП 02—85.— Л.: Гипролестранс, 1986.— 191 с. [5]. Сиденко В. М., Михович С. И. Эксплуатация автомобильных дорог.— М.: Транспорт, 1976.— 287 с. [6]. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог.— М.: Транспорт, 1984.— 287 с.

Поступила 10 июня 1988 г.

УДК 630*323

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВАЛОЧНЫХ И ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩИХ МАШИН

А. П. МАТВЕЙКО

Белорусский технологический институт

Машинная валка деревьев с каждым годом получает все более широкое распространение, так как в этом случае труд вальщиков становится более производительным и безопасным. Так, если в 1985 г. объем машинной валки леса составил 51,7 млн м³, или 25 % объема заготовки по Минлеспрому СССР, то в 1990 г. его намечено довести до 121 млн м³.

В настоящее время в отрасли насчитывается 3 тыс. валочных (ВМ), валочно-пакетирующих (ВПМ) и валочно-трелевочных (ВТМ) машин. Однако эта высокопроизводительная техника пока используется недостаточно эффективно. До настоящего времени нет сравнительно простых и эффективных способов оценки влияния природно-производственных и других факторов на производительность ВМ и ВПМ в данных конкретных условиях. Успешно решать эту задачу можно на основе математического моделирования процесса валки — пакетирования деревьев. Для этого необходимо иметь развернутое математическое описание этого процесса.

Производительность валочной или валочно-пакетирующей машины циклического действия (м³) в обобщенном виде выражается формулой

$$П = \frac{(T - t_{п-3}) \varphi_1 V_{хл} m n}{(t_1 + t_{ц} n) m + t_6}, \quad (1)$$

где T — продолжительность смены, с;
 $t_{п-3}$ — время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;
 φ_1 — коэффициент использования рабочего времени;
 $V_{хл}$ — средний объем хлыста, м³;
 n — число деревьев, срезаемых при одном рабочем положении (с одной технологической стоянки) машины;
 t_1 — время на переезд машины с одной технологической стоянки на другую или от дерева к дереву, с;
 $t_{ц}$ — время на захват (подготовку) дерева к спилу, срезание и укладку спиленного дерева на землю или пакетформирующее устройство (время цикла), с;
 t_6 — время на сброску сформированной пачки с машины на землю и выравнивание комлей, с;
 m — число технологических стоянок (переездов) машины, необходимых для формирования пачки деревьев объемом $V_{п}$:

$$m = \frac{V_{п}}{V_{хл} n}. \quad (2)$$

Формула (1) не дает возможности подробно проанализировать сущность процесса валки и пакетирования деревьев машинами; требуется ее детализация.

По данным [2]

$$t_1 = \frac{10\,000 V_{хл}}{Q b v_{дв}}, \quad (3)$$

где Q — эксплуатационный запас леса на 1 га, м³;
 b — ширина полосы леса, разрабатываемой машиной за один проход, м;
 $v_{\text{дв}}$ — средняя скорость движения машины при переездах с одной технологической стоянки на другую, м/с.

Для машин манипуляторного типа (широкозахватных) в формуле (3) вместо $V_{\text{кл}}$ следует подставить $V_{\text{п}}$.
 Для ВМ и ВПМ время цикла

$$t_{\text{ц}} = t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (4)$$

где t_2 — время на подготовку дерева к спиливанию, с;
 t_3 — время на спиливание дерева, с;
 t_4 — время на сталкивание (повал) спиленного дерева, с;
 t_5 — время на укладку дерева в пакетформирующее устройство (включая и время на открытие и закрытие устройства) или на землю, с.

Значения t_2 , t_4 и t_5 обычно определяют с помощью хронометража, а t_3 зависит от диаметра дерева в плоскости спиливания (d_0) и производительности чистого пиления срезающего механизма ($P_{\text{пил}}$) и может быть определено по формуле:

$$t_3 = \frac{\pi d_0^2}{4 I_{\text{пил}} \varphi_2}, \quad (5)$$

где φ_2 — коэффициент использования срезающего механизма по производительности чистого пиления.

По данным [1]

$$d_0^2 = \frac{d_{1,3}^2 H}{H - 1,3}, \quad (6)$$

где $d_{1,3}$ — диаметр дерева на высоте груди, м;
 H — высота дерева, м.

Диаметр дерева на высоте груди по данным [1] может быть определен из формулы

$$V_{\text{кл}} = f \frac{\pi d_{1,3}^2 H}{4}, \quad (7)$$

где f — видовое число ствола, зависящее от его коэффициента формы.
 Выразив $d_{1,3}^2$ из формулы (7), приведем формулу (6) к виду:

$$d_0^2 = \frac{4 V_{\text{кл}}}{\pi f (H - 1,3)}.$$

Тогда выражение (5)

$$t_3 = \frac{V_{\text{кл}}}{\varphi_2 I_{\text{пил}} f (H - 1,3)},$$

а формула (4)

$$t_{\text{ц}} = t_2 + \frac{V_{\text{кл}}}{\varphi_2 I_{\text{пил}} f (H - 1,3)} + t_4 + t_5. \quad (8)$$

Подставив найденные выражения m , t_1 и t_3 в формулу (1) и сделав соответствующие преобразования, получим развернутое выражение производительности ВМ и ВПМ:

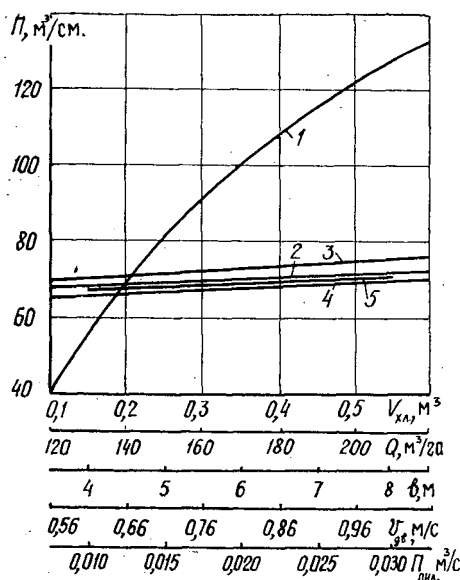
$$P = \frac{(T - t_{\text{п-3}}) \varphi_1 V_{\text{п}}}{\frac{10\,000 V_{\text{п}}}{Q b v_{\text{дв}}} + \left(t_2 + \frac{V_{\text{кл}}}{\varphi_2 I_{\text{пил}} f (H - 1,3)} + t_4 + t_5 \right) \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{кл}}}} + t_6. \quad (9)$$

Для узкозахватных (рычажных) валочных машин типа ВМ-4, не имеющих пакетоформирующего устройства, $V_n = V_{хл}$ и $t_6 = 0$. Машина ЛП-19А формирует пачки на земле, средний их объем зависит от запаса на 1 га и характеризуется данными таблицы.

Запас леса на 1 га (Q), м ³	120	140	160	180	200	220	240
Средний объем формируемой пачки (V_n), м ³	0,80	0,95	1,10	1,20	1,35	1,50	1,65

Объем пачки, формируемой другими валочно-пакетирующими машинами (или работающими в режиме валка — пакетирование), зависит от марки машины, среднего объема хлыста. Для ЛП-17А $V_n \leq 6$ м³, ЛП-49 $V_n \leq 8$ м³, ВМ-4А $V_n \leq 10$ м³.

Объем ствола зависит от среднего значения его высоты, а также от породы, разряда высот и видового числа, на которое, в свою очередь, оказывает влияние коэффициент формы ствола [1].



Графики зависимости производительности машины ЛП-17А на валке — пакетировании деревьев от объема хлыста (1), запаса леса на 1 га (2), ширины разрабатываемой машиной полосы леса (3), скорости переезда машины с одной рабочей позиции на другую (4) и производительности чистого пиления срезающего механизма машины (5)

Анализ производительности применяемых в настоящее время ВМ, ВПМ и ВТМ в режиме валка — пакетирование, произведенный нами на ЭВМ СМ-4 для условий БССР, показал, что такие факторы, как ширина полосы леса, разрабатываемая машиной, скорость переезда машины с одной рабочей позиции на другую (от дерева к дереву) и производительность чистого пиления срезающего механизма не оказывают существенного влияния на производительность машины (см. рисунок).

Формула (9) с достаточной полнотой и достоверностью описывает процесс машинной валки и пакетирования деревьев и позволяет анализировать производительность машин в зависимости от их технологических параметров и различных природно-производственных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Захаров В. К. Лесная таксация. — 2-е изд. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. — 406 с. [2]. Матвейко А. П. Технология и машины лесосечных работ. — Мн.: Высш. школа, 1984. — 334 с.

Поступила 24 января 1989 г.

УДК 674.093 : 621.86/.87

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА РАСХОД ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ АВТОЛЕСОВОЗОВ Т-140

И. Г. БЕККЕР, А. М. ЖИГАЛОВ, П. Ф. МАРЧЕНКО, М. А. СЕННИКОВ

СПКТБ ВПО Союзлесреммаш
Архангельский лесотехнический институт

Исследования условий эксплуатации автолесовозов Т-140, проведенные в различных климатических зонах страны, показывают, что наибольшее влияние на расход запасных частей оказывают дорожные условия. Корреляционный анализ позволил установить, что связь расхода запасных частей с дорожными условиями более сильная, чем с остальными исследуемыми факторами, а линейный коэффициент корреляции составляет 0,613 [2].

Условия эксплуатации автолесовозов на внутризаводских дорогах зависят от постоянных и переменных факторов.

К постоянным относятся: тип дорожного покрытия, продольный профиль дороги, ширина проезжей части, характер пересечения с другими дорогами. Они практически не изменяются для одного предприятия.

Наибольшее влияние на расход запасных частей автолесовозов оказывают переменные факторы: степень ровности покрытий, изменяющаяся в процессе эксплуатации; сцепление колес с дорогой; видимость дороги водителем.

Таблица 1

**Основные статистические характеристики дорожных покрытий
лесопильно-деревообрабатывающих комбинатов**

Район проведения исследований	Тип дорожного покрытия	Статистические характеристики			Время корреляционной связи, с
		Средняя высота неровности, см	Среднее квадратичное отклонение, см	Дисперсия, см	
Архангельск	Деревянное дощатое	11,10	5,60	31,30	16,1
	Железобетонные плиты	8,40	4,70	22,00	9,1
	Снежное укатанное	7,10	5,50	30,10	7,9
Ижевск	Цементобетонное	10,17	4,58	21,03	20,7
	Железобетонные плиты	10,90	4,52	20,48	8,6
	Снежное укатанное	10,47	4,26	18,17	28,1
Лесосибирск	Цементобетонное	4,83	2,02	4,08	16,9
	Железобетонные плиты	7,94	2,04	4,14	4,6
	Снежное укатанное	6,58	1,27	1,62	5,4
Нарьян-Мар	Деревянное дощатое	11,86	5,95	35,38	15,1
	Снежное укатанное	10,24	4,52	20,42	20,9
Дороги общего назначения*	Асфальтированное	—	1,30	1,69	6,2
	Цементобетонное	—	1,24	1,54	8,3

* Данные приняты по работе [4].

Таблица 2

Аналитические аппроксимации корреляционных функций и уравнения нормированной спектральной плотности воздействия дорог комбинатов

Район проведения исследований	Тип дорожного покрытия	Корреляционное уравнение	Уравнение спектральной плотности
Архангельск	Деревянное дощатое	$\rho_1(\tau) = e^{-0,072\tau}$	$S_1^*(\omega) = \frac{0,0458v}{\omega^2 + 0,0052v^2}$
	Железобетонные плиты	$\rho_2(\tau) = e^{-0,44\tau} \cos 0,173\tau$	$S_2^*(\omega) = \frac{0,14v\omega^2 + 0,0314v^3}{\omega^4 - 0,328v^2\omega^2 + 0,05v^4}$
	Снежное укатанное	$\rho_3(\tau) = e^{-0,15\tau} \cos 0,2\tau$	$S_3^*(\omega) = \frac{0,048v\omega^2 + 0,03v^3}{\omega^4 - 0,035v^2\omega^2 + 0,004v^4}$
	Цементобетонное	$\rho_4(\tau) = e^{-0,034\tau} \cos 0,076\tau$	$S_4^*(\omega) = \frac{4,7 \cdot 10^{-4}v^3 + 0,068v\omega^2}{\omega^4 - 9,2 \cdot 10^{-3}v^2\omega^2 + 17,6v^4}$
	Железобетонные плиты	$\rho_5(\tau) = e^{-0,044\tau} \cos 0,181\tau$	$S_5^*(\omega) = \frac{30,5 \cdot 10^{-4}v^3 + 0,046v\omega^2}{\omega^4 - 63,6 \cdot 10^{-3}v^2\omega^2 + 1,2 \cdot 10^{-6}v^4}$
Ижевск	Снежное укатанное	$\rho_6(\tau) = e^{-0,014\tau} \cos 0,056\tau$	$S_6^*(\omega) = \frac{0,9 \cdot 10^{-4}v^3 + 0,02v\omega^2}{\omega^4 - 0,59 \cdot 10^{-4}v^2\omega^2 + 10,9 \cdot 10^{-6}v^4}$
	Цементобетонное	$\rho_7(\tau) = e^{-0,026\tau} \cos 0,094\tau$	$S_7^*(\omega) = \frac{5,2 \cdot 10^{-4}v^3 + 0,054v\omega^2}{\omega^4 - 16,2 \cdot 10^{-3}v^2\omega^2 + 91,2 \cdot 10^{-6}v^4}$
	Железобетонные плиты	$\rho_8(\tau) = e^{-0,28\tau} \cos 0,32\tau$	$S_8^*(\omega) = \frac{0,418v^3 + 2,32v\omega^2}{\omega^4 - 0,048v^2\omega^2 + 0,032v^4}$
	Снежное укатанное	$\rho_9(\tau) = e^{-0,17\tau} \cos 0,32\tau$	$S_9^*(\omega) = \frac{0,075v^3 + 0,52v\omega^2}{\omega^4 - 0,173v^2\omega^2 + 0,02v^4}$
Лесосибирск			

Продолжение табл. 2

Район. проведения исследова- ний	Тип дорожного покрытия	Корреляционное уравнение	Уравнение спектральной плотности
Нарьян-Мар Дороги общего назначения	Деревянное дощатое	$\rho_{10}(\tau) = e^{-0,028\tau} \cos 0,094$	$S_{10}^*(\omega) = \frac{5,4 \cdot 10^{-4} v^3 + 0,056 v \omega^2}{\omega^4 - 1,6 \cdot 10^{-2} v^2 \omega^2 + 92,2 \cdot 10^{-6} v^4}$
	Снежное укатанное	$\rho_{11}(\tau) = e^{-0,025\tau} \cos 0,071$	$S_{11}^*(\omega) = \frac{2,83 \cdot 10^{-4} v^3 + 0,05 v \omega^2}{\omega^4 - 8,83 \cdot 10^{-3} v^2 \omega^2 + 32,09 \cdot 10^{-6} v^4}$
	Асфальтированное	$\rho_{12}(\tau) = e^{-0,2\tau} + 0,15 e^{-0,035\tau} \cos 0,6\tau$	$S_{12}^*(\omega) = \frac{0,054 v}{\omega^2 + 0,04 v^2} + \frac{0,024 v (\omega^2 + 0,36 v^2)}{(\omega^2 - 0,36 v^2) + 0,36 \cdot 10^{-2} v^4}$
	Цементобетонное	$\rho_{13}(\tau) = e^{-0,15\tau}$	$S_{13}^*(\omega) = \frac{0,048 v}{\omega^2 + 0,0225 v^2}$

Ровность дорожного покрытия зависит от типа и состояния покрытия и является основным фактором, влияющим на расход запасных частей автолесовозов, позволяющим количественно оценить воздействие дороги на машину и произвести сравнительный анализ дорог лесопильно-деревообрабатывающих комбинатов в различных зонах эксплуатации автолесовозов.

Воздействие неровностей дорожного полотна на движущийся автолесовоз вызывает колебания и вибрации его поддресоренных и недресоренных частей. Динамические нагрузки в подвеске, раме, грузоподъемном механизме и узлах силовой передачи приводят к их повышенному износу и поломкам.

Это воздействие носит случайный характер, поэтому для исследования надежности отдельных узлов и агрегатов автолесовоза использованы методы статистической динамики, с помощью которых определены статистические характеристики микропрофиля дорожного полотна: дисперсия, среднее квадратичное отклонение, корреляционная функция и спектральная плотность воздействия.

Все обследованные дороги отличаются друг от друга, а также от дорог общего назначения размерами дисперсий, средними квадратичными отклонениями и интервалами корреляционной связи (табл. 1).

На основании полученных рядов распределения отклонений микронеровностей найдены корреляционные функции, аналитические аппроксимации которых с точностью 2 % представлены в табл. 2.

Для сопоставления ресурсных характеристик деталей автолесовозов, работающих в различных условиях эксплуатации, необходимо знать спектральную плотность воздействия микропрофиля на автолесовоз ($S_h(\omega)$).

Она связана с корреляционной функцией прямым преобразованием Фурье [3]

$$S_h^*(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \rho_l(\tau) \cos \omega \tau d\tau, \quad (1)$$

где $S_h^*(\omega) = \frac{S_h(\omega)}{D_h}$ — нормированная спектральная плотность, $\text{см}^2 \cdot \text{с}$;
 τ — время корреляционной связи, с;
 ω — круговая частота, $1/\text{с}$;
 D_h — дисперсия, см.

Применив преобразование Фурье, получим расчетные уравнения нормированной спектральной плотности воздействия микропрофиля для обследованных дорог (табл. 2).

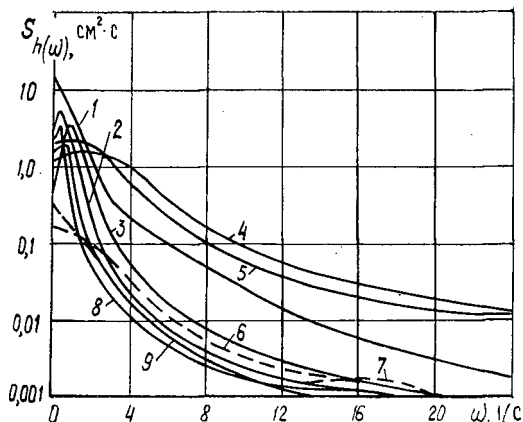


Рис. 1. Нормированные энергетические спектры воздействия микропрофиля различных участков дорожных покрытий в летних условиях при скорости движения 20 км/ч: 1 — деревянный настил (Архангельск); 2 — асфальтированное (Николаев); 3 — то же (Ижевск); 4 — железобетонные плиты (Енисейск); 5 — то же (Архангельск); 6 — асфальтированное (дороги общего назначения); 7 — цементобетонное (дороги общего назначения); 8 — деревянный настил (Нарьян-Мар); 9 — железобетонные плиты (Ижевск)

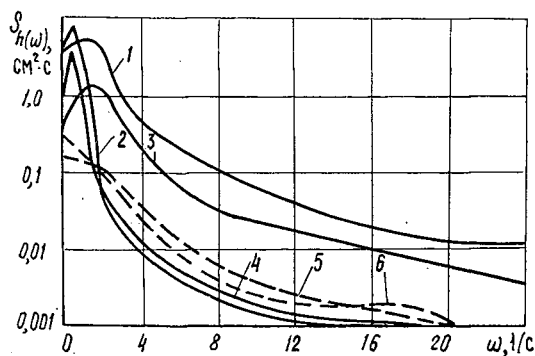


Рис. 2. Нормированные энергетические спектры воздействия микропрофиля различных участков дорожных покрытий в зимних условиях при скорости движения 20 км/ч: 1 — снежное укатанное (Архангельск); 2 — то же (Ижевск); 3 — то же (Нарьян-Мар); 4 — то же (Енисейск); 5 — асфальтированное (дороги общего назначения); 6 — цементобетонное (дороги общего назначения)

На основании полученных уравнений построены графики нормированных спектральных плотностей для различных участков дорожных

Таблица 3

Максимальные и средние значения
 спектральной плотности воздействия различных покрытий дорог
 при скорости движения 20 км/ч

Район проведения исследований	Тип дорожного покрытия	Значение нормированной спектральной плотности	
		максимальное	среднее
Архангельск	Деревянное дощатое	13,20	9,79
Ижевск	Железобетонные плиты	3,37	2,91
Лесосибирск	Цементобетонное	5,54	5,00
Дороги общего назначения	Снежное укатанное	1,80	1,80
	Асфальтированное	0,26	0,26
	Цементобетонное	0,40	0,40

покрытий в летних и зимних условиях эксплуатации (рис. 1 и 2). На этих же графиках нанесены кривые нормированных энергетических спектров воздействия микропрофиля дорог общего назначения. Значения спектральных плотностей воздействия приведены в табл. 3.

Анализ кривых спектральной плотности при скорости движения $v = 20$ км/ч (рис. 1, 2 и табл. 3) показывает, что значения $S_{h(\omega)}^*$ дорог лесопильно-деревообрабатывающих комбинатов значительно выше, чем у дорог общего назначения, и количественно различаются для разных покрытий дорог.

На основании данных о фактическом расходе запасных частей в течение двух лет по объединению Северолесэкспорт (Архангельск) и полученным нами значениям спектральной плотности воздействия микропрофиля дорог этого предприятия составляем корреляционное уравнение зависимости расхода запасных частей от спектральной плотности воздействия микропрофиля дороги [1]

$$q = 35,14 S_{h(\omega)}^3 - 169,68. \quad (2)$$

Здесь q — расход запасных частей на один автолесовоз, р.;
 $S_{h(\omega)}^3$ — эквивалентная спектральная плотность воздействия микропрофиля дорожного покрытия для объединения Северолесэкспорт [2], $\text{см}^2 \cdot \text{с}$

$$S_{h(\omega)}^3 = \sqrt{a_6 S_{h(\omega)6}^3 + a_{ж} S_{h(\omega)ж}^3 + a_d S_{h(\omega)д}^3 + a_c S_{h(\omega)с}^3}, \quad (3)$$

где $S_{h(\omega)6}$, $S_{h(\omega)ж}$, $S_{h(\omega)д}$, $S_{h(\omega)с}$ — значения спектральной плотности воздействия микропрофиля дорог соответственно с цементобетонным, железобетонными плитами, деревянным и снежным покрытиями;

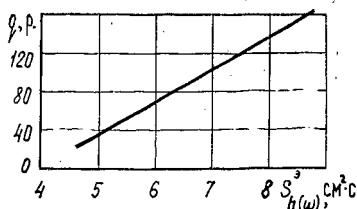
a_6 , $a_{ж}$, a_d , a_c — показатели, учитывающие долю покрытия, соответственно цементобетонного, железобетонными плитами, деревянного и снежного [2]:

$$a_i = \frac{L_i}{2L_{\text{общ}}}, \quad (4)$$

где L_i — протяженность дорог с i -м типом покрытия, км;
 $L_{\text{общ}}$ — общая протяженность дорог на предприятии, км.

По уравнению (2) построен график зависимости расхода запасных частей от спектральной плотности воздействия микропрофиля дороги (рис. 3).

Рис. 3. Зависимость расхода запасных частей от спектральной плотности воздействия микропрофиля дороги (пример)



Таким образом, имея осредненные данные спектральной плотности для различных типов покрытий (табл. 3, рис. 3), можно практически для любого района использования автолесовозов определить необходимый расход запасных частей на них,

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Леонтьев Н. Л. Техника статистических вычислений.— М.: Лесн. пром-сть 1966.— 250 с. [2]. Сенников М. А. Исследования и методика расчета запасных частей и агрегатов оборотного фонда для порталных автолесовозов: Дис... канд техн. наук.— М.: МЛТИ, 1978.— 219 с. [3]. Силаев А. А. Спектральная теория поддресоривания транспортных машин.— М.: Машиностроение, 1972.— 192 с. [4] Труды семинара по подвескам автомобилей. Вып. 8.— М.: НАМИ, 1963.— 65 с.

Поступила 12 ноября 1986 г.

УДК 629.114.4

ВЫБОР ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ПОДРЕССОРИВАНИЯ КОЛЕСНЫХ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Б. В. БИЛЫК

Львовский лесотехнический институт

Качество системы поддресоривания транспортного средства и виброзащиты водителя существенно влияет на условия его труда и утомляемость, а в конечном итоге на производительность и безопасность движения. Поэтому оптимизация параметров подвески и системы поддресоривания сидений водителей лесотранспортных машин, работающих в особо сложных дорожных условиях, является не только чисто технической, но и социальной проблемой.

Любая задача оптимизации заключается в определении значений оптимизируемых параметров, при которых некоторая целевая функция приобретает экстремальное значение. Многопараметрическая оптимизация системы виброзащиты транспортной машины должна выполняться с помощью ЭВМ. Ее алгоритм, в самом общем виде, можно записать следующим образом:

$$W(X) \rightarrow \min_{X \in Q} \Rightarrow X^*, \quad (1)$$

где

$W(X)$ — целевая функция;
 $X = (c_1, c_2, \dots, k_1, k_2, \dots, x_1, x_2, \dots)$ — вектор оптимизируемых параметров, рассматриваемый как переменная оптимизации;

$c_1, c_2, \dots$ — коэффициенты жесткости упругих элементов системы поддресоривания;

$k_1, k_2, \dots$ — коэффициенты неупругого сопротивления (вязкого трения);

$x_1, x_2, \dots$ — геометрические параметры системы поддресоривания;

Q — множество допустимых значений оптимизируемых параметров;

X^* — решение задачи оптимизации, т. е. вектор оптимизируемых параметров, при котором целевая функция принимает минимальное значение.

В настоящее время в качестве характеристик, применяемых для оценки совершенства подвески транспортных средств, используют в основном амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) и средние квадратичные значения, или дисперсии перемещений и ускорений поддрессоренной части транспортной машины. АЧХ — это функция частоты установившихся вынужденных колебаний, которая не дает количественной оценки качества подвески. Средние квадратичные перемещения и ускорения колебаний — это общепринятые параметры, которые используются для количественной оценки и сравнения плавности хода транспортных средств с различными характеристиками подвески или в различных условиях движения. Их рассчитывают при некоторых фиксированных значениях скоростей [1, 3]. В реальных условиях движение транспортного средства, особенно на дорогах с неровным покрытием, происходит с переменной скоростью, которая часто ограничивается интенсивностью возбуждаемых колебаний. В связи с этим использование средних квадратичных ускорений для оптимизации требует моделирования движения транспортного средства с переменной скоростью с учетом определенного типизированного микропрофиля и ограничений скорости по силе тяги, интенсивности колебаний и т. д. Однако моделирование движения по типизированному маршруту, даже с постоянной скоростью, связано с большими затратами машинного времени ЭВМ, так как многопараметрическая оптимизация требует многократного просчитывания целевой функции. Все это вызвало необходимость поиска новых критериев оценки системы поддрессирования, более приемлемых в качестве целевой функции.

Результаты наблюдений и экспериментальных исследований показали, что колебания поддрессоренных масс колесных машин в реальных условиях движения представляют собой не установившиеся вынужденные колебания, а последовательность затухающих переходных процессов. Это вызвало предположение, что целевую функцию целесообразно искать среди характеристик переходных процессов. Выполненный анализ и поиск в указанном направлении дал положительные результаты.

В качестве примера рассмотрим уравнения вертикальных колебаний передней части транспортной машины с учетом поддрессирования сидения водителя. Принимая характеристики колебательной системы линейными, можно записать:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{z}_1 &= k_1 (\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + c_1 (z_2 - z_1); \\ m_2 \ddot{z}_2 &= k_2 (\dot{z}_3 - \dot{z}_2) - k_1 (\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + c_2 (z_3 - z_2) - c_1 (z_2 - z_1); \\ m_3 \ddot{z}_3 &= k_3 (\dot{q} - \dot{z}_3) - k_2 (\dot{z}_3 - \dot{z}_2) + c_3 (q - z_3) - c_2 (z_3 - z_2), \end{aligned} \quad (2)$$

где m_1 , m_2 , m_3 — масса водителя, поддрессоренная и неподдрессоренная массы машины соответственно;

k_1 , k_2 , k_3 — коэффициенты вязкого сопротивления сидения, передней подвески и шин передних колес машины;

c_1 , c_2 , c_3 — коэффициенты жесткости сидения, подвески и шин передних колес;

z_1 , z_2 , z_3 — вертикальные перемещения соответствующих масс системы;

q — функция микропрофиля, воздействующая на передние колеса машины.

Как известно, основными характеристиками переходных процессов динамических систем являются переходные и импульсные переходные функции [2]. Переходные функции $h(t)$ вертикальных перемещений масс рассматриваемой колебательной системы представляют собой ре-

шения $h_1(t) = z_1$, $h_2(t) = z_2$, $h_3(t) = z_3$ уравнений (2) при нулевых начальных условиях и воздействии микропрофиля дороги в виде единичной ступенчатой функции

$$q(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ 1 & \text{при } t \geq 0. \end{cases} \quad (3)$$

На основании численного метода Адамса нами разработана программа решения на ЭВМ системы линейных и нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка с автоматическим выбором шага интегрирования. Ее использование обеспечило необходимую точность решения уравнений (2) и расчета переходных и импульсных переходных функций вертикальных колебаний системы. Импульсные переходные функции определяли как производные переходных функций [2]:

$$k_{zi}(t) = dh_i(t)/dt,$$

или

$$k_{zi}(t) = \dot{z}_i, \quad i = 1, 2, 3$$

где i — номер колебательной массы (массы водителя, поддрессоренной и неподдрессоренной масс).

Анализ результатов расчета переходных функций и других характеристик процессов, возбуждаемых единичной ступенчатой функцией, показал, что оценкой качества поддрессоривания может служить энергия колебательного движения масс системы, совершаемого за время переходного процесса. Она уменьшается с улучшением качества виброзащиты и является функцией только динамических параметров системы. В отличие от других характеристик эта функция имеет экстремумы в областях реализуемых значений оптимизируемых параметров поддрессоривания транспортных машин.

Энергию переходного процесса определяли следующим образом. Так как левые части уравнений (2) равны сумме сил, действующих на массы системы, то их произведения на импульсные переходные функции (скорости движения) представляют собой мгновенные значения мощности, развиваемой соответствующими массами во время переходного процесса:

$$N_i = |m_i \ddot{z}_i k_{zi}(t)|, \quad i = 1, 2, 3.$$

Учитываются абсолютные значения этих произведений, так как N_i рассматривается как положительная величина.

Если проинтегрировать полученное выражение по времени, то можно определить энергию, соответствующую выполненному колебательному движению i -й массы системы за время переходного процесса t_K :

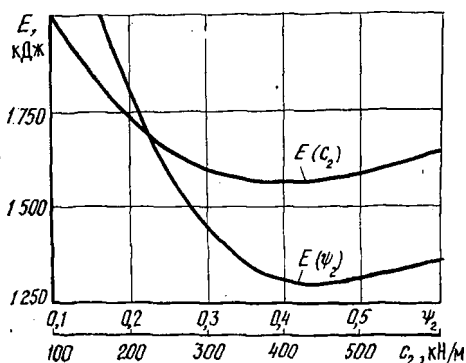
$$E_i = \int_0^{t_K} |m_i \ddot{z}_i k_{zi}(t)| dt, \quad i = 1, 2, 3.$$

Суммарная энергия переходного процесса в целом определяется как сумма энергий всех масс

$$E = \sum_{i=1}^3 \int_0^{t_K} |m_i \ddot{z}_i k_{zi}(t)| dt.$$

На рис. 1 приведены зависимости суммарной энергии от жесткости c_2 и относительного коэффициента затухания (коэффициента апериио-

Рис. 1. Зависимость суммарной энергии переходного процесса передней части автомобиля МАЗ-509 от жесткости c_2 и относительного коэффициента затухания ψ_2 подвески



дичности) ψ_2 передней подвески лесовозного автомобиля МАЗ-509. При этом приняты следующие расчетные параметры системы: $m_1 = 80$ кг; $m_2 = 3\,365$ кг; $m_3 = 1\,160$ кг; $c_3 = 2\,000$ кН/м.

На рис. 2 приведена зависимость энергии E_1 колебаний массы водителя от жесткости поддрессирования сидения при $c_2 = 400$ кН/м и $\psi_2 = 0,25$. Как видно, во всех случаях наблюдается явно выраженный минимум рассматриваемой функции. При этом минимумы энергии соответствуют рекомендуемым в литературе значениям оптимизируемых параметров, лежащим в диапазоне их возможной реализации [1].

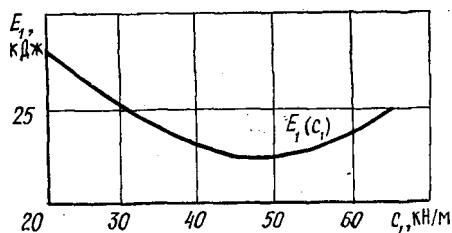


Рис. 2. Зависимость энергии переходного процесса колебаний массы водителя от жесткости поддрессирования сидения c_1

При практическом использовании энергии переходного процесса в качестве целевой функции следует учитывать особенности оптимизируемой системы. Изменение параметров подвески существенно влияет на колебания не только поддрессированной, но и неподдрессированных масс. Поэтому в качестве целевой функции необходимо использовать суммарную энергию E колебаний всех масс системы. В то же время изменение параметров сидения практически не влияет на колебания и энергию поддрессированной массы машины. Поэтому при оптимизации параметров сидения целевой функцией должна служить энергия E_1 переходного процесса колебаний массы водителя.

Для практических расчетов задачи оптимизации (1) могут быть использованы различные методы. Хорошо зарекомендовали себя методы случайного поиска, которые нашли развитие в работах проф. А. А. Растрьгина. Мы использовали алгоритмы метода локального случайного поиска по наилучшей пробе со спуском. В качестве целевых функций принимали суммарную энергию E передней части автомобиля МАЗ-509 и энергию переходного процесса колебаний массы водителя E_1 . В результате расчетов получили следующие значения оптимизируемых параметров: жесткости сидения и передней подвески — $c_1 = 39,4$ кН/м и $c_2 = 398$ кН/м; относительные коэффициенты затухания сидения и подвески — $\psi_1 = 0,32$, $\psi_2 = 0,28$. Полученные значения в полной мере соответствуют современным рекомендациям [1, 2] и практическим возмож-

ностям реализации параметров подвесок транспортных машин и подтверждают правомерность применения энергии переходного процесса, возбуждаемого единичной ступенчатой функцией, в качестве оценки систем поддрессирования и целевой функции их оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Динамика системы дорога — шина — автомобиль — водитель / Под ред. А. А. Хачатурова.— М.: Машиностроение, 1976.— 535 с. [2]. Математические основы теории автоматического регулирования / Под ред. Б. К. Чегодамова.— М.: Высш. школа, 1977.— 366 с. [3]. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля.— М.: Машиностроение, 1972.— 392 с.

Поступила 19 января 1989 г.

УДК 539.3

К ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТИ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРУГОГО МАНИПУЛЯТОРА

М. В. КОНДАКОВ

Московский лесотехнический институт

Лесное машиностроение является уже традиционной областью использования манипуляторов большой грузоподъемности в составе валочно-пакетирующих, валочно-трелевочных и других машин. Однако зачастую эти манипуляторы не отвечают современным требованиям надежности и долговечности. Одна из причин этого кроется в неудовлетворительной отработке динамической прочности конструкции на этапах проектных и опытно-конструкторских работ [3]. Преобладающие в лесном машиностроении методы экспериментальной отработки прочности оказываются малоэффективными на стадии проектирования нового изделия.

Специфической особенностью функционирования манипуляторов лесных машин является их интенсивное динамическое нагружение, обусловленное, в основном, двумя факторами: большими инерционными характеристиками (массой и моментом инерции) переносимых грузов (дерева, хлыста) и достаточно высокими скоростями манипулирования.

Анализ динамики конструкции на стадии проектирования возможен только на основе расчетных методов. В работах [1, 2] приведена математическая модель конструкции манипулятора при переходных процессах, когда интенсивность нагружения достигает, как правило, экстремальных значений, определяющих уровень прочности изделия. В настоящей статье оценивается точность разработанных методов расчета на основе сравнения с данными экспериментальных исследований.

В основу расчетной схемы манипулятора положена балочная модель [1] с переменными по длине массово-жесткостными характеристиками и сосредоточенными инерционными и жесткостными элементами, позволяющими описать конструктивные особенности реальных систем. Для балочных элементов учитываются упругие продольные и изгибные деформации, а также, на основе гипотез С. П. Тимошенко [4], деформации сдвига и инерция поворота поперечного сечения.

Динамическое поведение упругого манипулятора сводится к смешанной задаче математической физики для уравнения

$$[M] \frac{\partial^2 \vec{y}}{\partial t^2} + L \vec{y} = \vec{F}, \quad (1)$$

где линейный оператор L имеет структуру

$$L = [A] \frac{\partial^2}{\partial x^2} + [B] \frac{\partial}{\partial x} + [C]. \quad (2)$$

В случае плоского движения манипулятора, сопровождающегося связанными продольно-поперечными колебаниями, вектор решения:

$$\vec{y} = (u, w, \psi)^T, \quad (3)$$

где u, w, ψ — соответственно продольное, поперечное и угловое перемещения сечений конструкции.

Используя обобщенный метод Галеркина, решение уравнения (1) можно представить [2] в виде ряда:

$$\vec{y} = \sum_{i=1}^{\infty} a_i(t) \vec{\xi}_i(x), \quad (4)$$

где в качестве базиса разложения $\vec{\xi}_i(x)$ выбрано пространство собственных векторов оператора L , определяемых уравнением:

$$-\lambda_i^2 [M] \vec{\xi}_i + L \vec{\xi}_i = 0. \quad (5)$$

Процедура метода Галеркина позволяет перейти от смешанной задачи (1) к задаче Коши для бесконечномерной системы обыкновенных дифференциальных уравнений относительно обобщенных координат $a_i(t)$. При учете конструкционного демпфирования в рамках гипотезы вязкого трения, описывающая система уравнений принимает вид [2]:

$$\ddot{a}_n + 2b_n \dot{a}_n + \lambda_n^2 a_n = f_n, \quad n = 1, 2, \dots, \infty, \quad (6)$$

где $b_n = h_n \lambda_n (2\pi)^{-1}$, h_n — декремент колебаний по n -му тону.

Особенностью формулировки задачи динамики [2] являются слабые ограничения, накладываемые на гладкость функций внешних сил $\vec{F}$ (1). От них требуется только интегрируемость, по крайней мере в смысле Лебега. Следовательно, внешние силы можно задавать не только недифференцируемыми функциями, но и функциями, имеющими конечное число точек разрыва первого рода.

Уравнения движения (6) использовали для построения алгоритма расчета переходных процессов в конструкции манипулятора под действием заданных внешних сил (которые могут быть и управляющими усилиями приводов). Последовательность работы алгоритма можно представить следующими этапами:

1) описание топологии расчетной модели манипулятора на основе каталогизированных типовых элементов [1];

2) автоматическое формирование расчетной схемы;

3) решение проблемы собственных значений (3) и отыскание частот λ_i и форм $\vec{\xi}_i$ свободных колебаний системы;

4) задание внешнего воздействия $\vec{F}(x, t)$;

5) автоматическое формирование уравнений движения (6) в терминах обобщенных координат $a_i(t)$;

6) интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка (6);

7) определение вектора перемещений системы $\vec{y}$ (3).

Алгоритм решения задачи динамики реализован в вычислительной среде ФОРТРАН-ЕС на ВЦ МЛТИ. В рассматриваемом алгоритме определение перемещений упругой конструкции является основным результатом решения задачи динамики. В дальнейшем эти перемещения можно интерпретировать в терминах внутренних силовых факторов для определения нагрузок в конструкции или в терминах напряженно-деформированного состояния для определения запасов прочности.

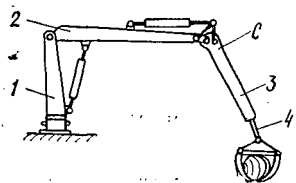


Рис. 1. Компоновочная схема манипулятора

Основные технические характеристики манипулятора: грузовой момент — $50 \text{ кН} \cdot \text{м}$; масса — 1500 кг ; минимальный вылет груза — $1,5 \text{ м}$, максимальный — 6 м . Конструктивная схема типична для систем аналогичного класса и включает колонну 1, стрелу 2, рукоять 3 с телескопическим удлинителем 4.

Расчетную модель манипулятора набирали из типовых элементов [1], характеристики которых определяли по данным рабочих чертежей. Она содержала одиннадцать балочных элементов, схематизирующих переменные по длине массово-жесткостные характеристики звеньев манипулятора, и шесть сосредоточенных элементов, схематизирующих шарнирные соединения и усиливающие элементы конструкции.

Пример расчета переходного процесса, возникающего в конструкции манипулятора, иллюстрируется графиками рис. 2—4. Рассмотрен случай подъема груза массой 450 кг рукоятью при горизонтальном положении стрелы, который соответствует типовым ресурсным испытаниям системы. При этом приведенный грузовой момент составляет примерно 50% от максимально допустимого техническими характеристиками. В ходе эксперимента записывали осциллограммы напряжений для различных сечений конструкции и осциллограммы изменения давления в гидроцилиндре привода.

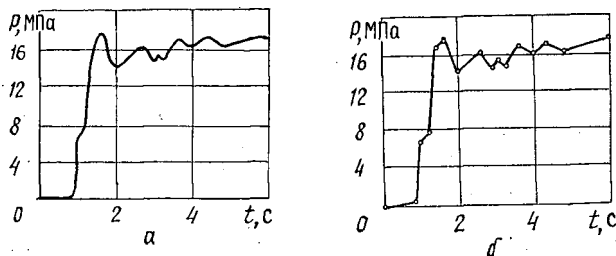


Рис. 2. Изменение давления в гидроцилиндре привода рукояти: а — экспериментальная кривая; б — кусочно-линейная аппроксимация для расчета движения

На рис. 2, а приведен график изменения давления в гидроцилиндре привода рукояти для момента начала движения. Давление в тракте гидроцилиндра возрастает скачком от нулевого до номинального значения, равного 16 МПа . Для расчета движения график давления в гидроцилиндре аппроксимировали кусочно-линейной зависимостью (рис. 2, б) и пересчитывали в управляющее усилие на штоке. Таблицу, связывающую усилие в узловых точках с текущим моментом времени, вводили в память ЭВМ в качестве исходной информации.

Измеренные в эксперименте деформации и рассчитанные на ЭВМ значения внутренних силовых факторов интерпретировали в терминах напряжений. На графиках рис. 3 показано изменение напряжений в точке С (рис. 1) рукояти в месте ее крепления к стреле. Кривая на рис. 3, а получена на осциллограмме. Кривая на рис. 3, б построена по данным расчета переходного процесса на ЭВМ.

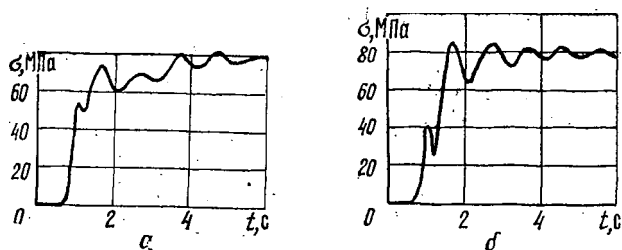


Рис. 3. Изменение напряжений в точке С (рис. 1): а — эксперимент; б — расчет

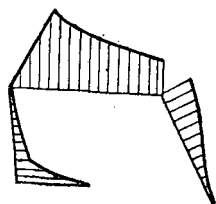


Рис. 4. Эпюры экстремальных изгибающих моментов за время переходного процесса

Основной вклад в напряженно-деформированное состояние конструкции манипулятора при плоском движении вносят изгибные деформации. На рис. 4 представлена расчетная эпюра экстремальных изгибающих моментов, реализующихся в сечениях конструкции за время переходного процесса.

Результаты расчета, выраженные в терминах экстремальных значений напряжений, возникающих в элементах конструкции манипулятора за время переходного процесса, позволяют судить о запасах прочности отдельных элементов и конструкции в целом по критериям разрушающих напряжений. Кроме того, частотные характеристики динамических процессов дают возможность оценить запас длительной прочности по критериям усталостных напряжений для рассматриваемого случая функционирования.

Сопоставление результатов эксперимента и расчета позволяет сделать вывод о достаточно хорошем соответствии между экспериментальными и расчетными результатами.

Динамическая модель упругого манипулятора позволяет уже на этапе рабочего проектирования с достаточной точностью оценить запасы прочности как отдельных узлов, так и конструкции в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кондаков М. В. Расчетная схема упругого манипулятора // Лесн. журн.— 1988.— № 6.— С. 36—41.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Кондаков М. В. К расчету динамического нагружения конструкции манипулятора при переходных процессах // Лесн. журн.— 1989.— № 2.— С. 38—43.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Кондаков М. В., Пилютник А. Г. Каким быть завтрашнему машиностроению отрасли? // Лесн. журн.— 1987.— № 2.— С. 8—14.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Тимошенко С. П. Теория колебаний в инженерном деле.— М.; Л.: ГНТИ, 1932.— 344 с.

Поступила 20 июня 1988 г.

УДК 630*383.2.001.5

ПРОМЕРЗАНИЕ ЗИМНИХ ДОРОГ НА БОЛОТАХ

В. С. МОРОЗОВ

СевНИИП

Зимние автомобильные лесовозные дороги широко применяют при освоении лесных массивов, расположенных на слабых и переувлажненных грунтах. На значительной части своей длины зимние дороги проходят по заболоченным участкам и болотам. Низкая несущая способность торфа, позднее замерзание и раннее оттаивание таких участков

вызывают увеличение расходов на строительство и содержание дорог, ограничивают срок их службы.

Как известно [2, 3], прочностные и деформационные свойства мерзлого торфа существенно зависят от его температуры, поэтому, при оценке эксплуатационных качеств зимних дорог, разработке их оптимальных конструкций и обосновании рекомендаций по продлению сроков службы, необходимо иметь данные о характере промерзания оснований зимних дорог на болотах в течение осенне-зимне-весеннего периода.

Наблюдения за ходом промерзания оснований зимних дорог на болотах были проведены нами с декабря 1987 г. по апрель 1988 г. на Светлозерской автомобильной дороге Светлозерского леспромхоза ТПО Архангельсклеспром. Опытные участки располагались на болоте II типа мощностью торфа 3,5 м и состояли из параллельных трасс двух типов (рис. 1). Проезжая часть дороги первого типа состояла из песчаной насыпи толщиной 30 см и шириной поверху 6 м, отсыпанной на основание из прорезанного деревянного поперечного настила и четырех продольных лаг. Поперечный настил был уложен на моховую поверхность болота без проминки. Для предотвращения продавливания песка между поперечинами поверх настила уложен синтетический материал — отработанные сукна и сетки [1], которые являются отходами целлюлозно-бумажной промышленности.

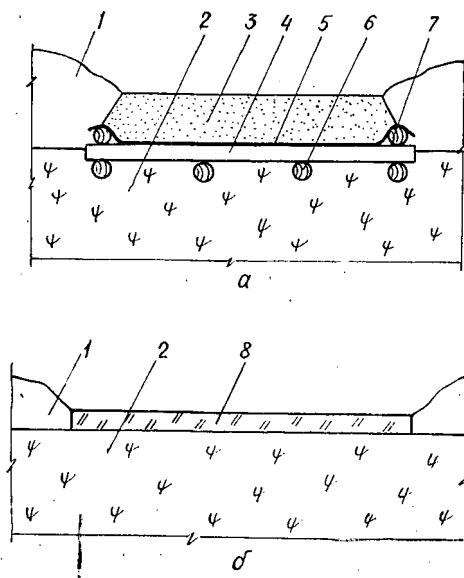


Рис. 1. Поперечные профили участков дорог: а — песчаная насыпь с прослойкой из синтетического материала на деревянном настиле; б — проезжая часть на поверхности болота; 1 — снежный покров; 2 — талый торф; 3 — песчаная насыпь; 4 — поперечный настил; 5 — прослойка из синтетического материала; 6 — продольный настил; 7 — лаги-ограничители; 8 — снеголед

Проезжая часть второго типа шириной 11 м проходила непосредственно по поверхности болота, которое при наступлении устойчивых отрицательных температур было промято тракторами и имело в верхней части прослойку из снегольда. Обе трассы (рис. 2) располагались в непосредственной близости друг от друга.

Проезжую часть дорог систематически очищали от свежевыпавшего снега, а тонкие слои уплотняли колесами движущихся автопоездов.

Толщина снежного покрова на целине составляла 40...50 см.

При проведении наблюдений измеряли температуру в отдельных слоях оснований зимних дорог и толщину промерзшего слоя песка и торфа. Для этого использовали термометры сопротивления ММТ-4, установленные в пяти скважинах. Их положение по поперечному профилю участка и глубина заложения датчиков температуры указаны на рис. 2. Показания датчиков снимали прибором Р4833, который предварительно был оттарирован в лабораторных условиях. Точность определения температуры в рабочем диапазоне от -40 до $+10$ °C составляла $\pm 0,1$ °C.

Для определения толщины мерзлого песка и торфа в основании дорог обоих типов в различных точках поперечника были пробурены дополнительные скважины до глубины талого торфа.

Наблюдениями установлено, что данные о толщине мерзлого торфа, полученные двумя способами: по нулевой температуре торфа и с помощью дополнительных скважин, — практически совпали. Поэтому в дальнейшем глубину промерзания торфа в основании дорог определяли первым способом.

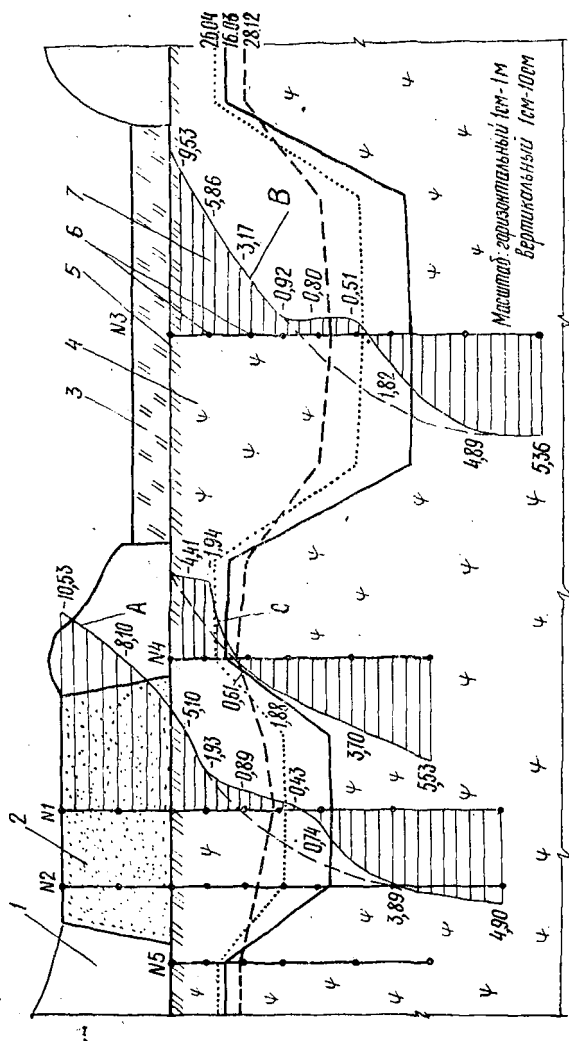


Рис. 2. Опытные участки зимней дороги: 1 — снежный покров; 2 — песчаная насыпь; 3 — снегостой; 4 — талый торф; 5 — мерзлый торф; 6 — датчики температуры; 7 — эшеры промерзания; A, B, C — кривые распределения средних температур по глубине массива

Таблица 1

Глубина заложения датчиков, см	Температура, °С, по датам наблюдений в 1987—1988 гг.									
	28.12	21.01	29.01	05.02	12.02	18.02	25.02	16.03	12.04	26.04

Торф

0	—9,4	—13,6	—26,4	—4,5	—8,0	—18,1	—14,3	—4,4	—3,5	—2,7
15	—4,1	—7,7	—12,8	—12,1	—12,1	—12,6	—9,7	—4,7	—2,9	—2,0
30	—1,9	—4,6	—8,6	—8,3	—8,8	—8,6	—7,8	—2,8	—2,5	—1,4
40	—1,2	—2,0	—5,0	—2,0	—1,7	—1,7	—1,8	—1,7	—1,4	—0,8
50	—0,8	—1,4	—3,6	—0,2	—0,1	—0,3	—0,7	—1,2	—0,8	—0,7
60	0,2	—0,3	—1,1	—0,1	0	—0,8	—0,7	—0,8	—0,6	—0,1
70	2,0	1,4	—0,3	—0,8	—0,5	—0,6	—0,8	—0,6	3,7	3,9
90	2,8	2,7	3,3	3,9	3,8	4,0	4,2	4,7	4,6	4,6
120	3,7	3,8	5,8	5,6	5,0	4,8	5,0	5,2	5,0	5,1

Воздух

0	—10,0	—14,3	—28,7	—4,8	—8,4	—18,6	—14,3	—4,6	—8,2	—3,4
---	-------	-------	-------	------	------	-------	-------	------	------	------

Таблица 2

Глубина заложения датчиков z , см, и температура торфа T , °С, для скважин									
№ 1		№ 2		№ 3		№ 4		№ 5	
z	T	z	T	z	T	z	T	z	T
0	-14,3	0	-14,1	0	-14,2	0	-4,9	0	-5,5
15	-9,8	15	-10,6	10	-7,1	10	-2,6	10	-3,4
30	-7,8	30	-7,6	20	-3,7	20	0,7	20	0,8
40	-1,8	40	-3,1	40	-0,8	40	1,9	40	2,2
50	-0,7	50	-0,8	50	-0,8	50	3,2	50	3,5
60	-0,7	60	-1,7	60	-0,6	60	5,6	60	5,6
70	-0,8	70	-0,8	70	-0,3				
90	4,2	90	4,0	90	5,4				
120	5,0	120	5,2	120	5,4				

Материалы наблюдений за распределением температуры торфа по его толщине для скважины № 1 за весь период наблюдений приведены в табл. 1. Аналогичные результаты получены для остальных четырех скважин. Данные наблюдений по всем пяти скважинам на одну дату — 25.02 1988 г. приведены в табл. 2.

На рис. 2 показано положение границы промерзания (0 °С) в пределах поперечного профиля участка для трех моментов наблюдений. Как и следовало ожидать, эта граница является подвижной, опускаясь по мере накопления суммы отрицательных температур и поднимаясь при прогревании в весенний период. Наиболее интенсивно промерзло основание зимних дорог обоих типов.

Для участка дороги первого типа (песчаная насыпь на деревянном настиле) суммарная толщина промороженного грунта (песок + торф) составила 71...73 см и наблюдалась с середины января до середины марта (см. данные табл. 1). За вычетом толщины насыпи и деревянного настила толщина мерзлого торфа составила только 41...43 см.

Для участка дороги второго типа (снеголед на поверхности дороги с проминкой торфяного покрова осенью) наибольшая глубина промерзания торфа 60...61 см была в период с середины февраля до середины апреля. Разница между глубиной промерзания оснований дорог этих двух типов, равная 10 см, была и в другие моменты наблюдений.

Более интенсивное промерзание основания при устройстве песчаного полотна объясняется большей теплопроводностью минерального грунта по сравнению с торфом. Этим компенсируется влияние мохового покрова под деревянным настилом, который к тому же уплотнен насыпью и деревянным настилом. Влияние на интенсивность промерзания прослойки из синтетического материала не установлено, но оно, очевидно, невелико.

Поскольку прочность мерзлого минерального грунта (песок) существенно выше прочности мерзлого торфа, а суммарная глубина промерзания для дорог первого типа больше, то можно ожидать, что несущая способность этих дорог выше.

Однако дороги первого типа более трудоемки, требуют большого расхода древесины для устройства поперечного и продольного настила и могут быть рекомендованы в основном для магистралей. На ветках и усах ограниченного срока действия более экономично строительство зимних дорог непосредственно на поверхности болота с проминкой мохового покрова. Дороги такого типа можно также использовать для движения порожних автопоездов на двухпутных участках.

Глубина промерзания торфа на целине под естественным снежным покровом невелика (15...18 см). Это означает, что проведение спе-

циальных работ для подготовки оснований зимних дорог существенно влияет на интенсивность промерзания и вполне оправдано как экономически, так и технически.

Характер распределения температур по толщине грунтового массива зависит от температуры воздуха. На поверхности проезжей части дорог обоих типов температура дорожной одежды практически совпадает с температурой воздуха (коэффициент корреляции $r = 0,99$). С увеличением глубины эта связь ослабевает и определяется во многом характером распределения теплового потока со стороны дневной поверхности в глубь болота и со стороны талого торфа в мерзлый торф. Температура талого торфа составляет $5,0 \dots 5,5^\circ\text{C}$. Учитывая большой объем талого торфа, окружающего промороженную часть дорог, его тепловое влияние на процессы промораживания следует признать весьма существенным.

Сложный характер взаимодействия тепловых потоков определяет характер распределения температуры по толщине торфяного массива. По графикам, приведенным на рис. 3 для скважины № 1, нельзя установить какую-либо экспериментальную зависимость, позволяющую прогнозировать распределение температур по глубине.

Более наглядное представление можно получить по значениям средних температур слоев за весь период наблюдений, т. е. с 28.12 1987 г. по 26.04 1988 г. Такие средние значения позволяют сгладить колебания температур по слоям в течение зимнего периода и судить о закономерности их распределения.

Графики зависимости распределения средних температур по глубине для скважин № 1 (А), № 3 (В), № 4 (С) приведены на рис. 2. Кривые А и В состоят из трех участков. На первом, расположенном между поверхностью дороги и зоной, где температура торфа составляет примерно -2°C , она плавно убывает с глубиной. На втором участке, расположенном в зоне температур, близких к нулю, графики резко изменяют наклон. В этой зоне происходят фазовые и агрегатные превращения влаги. Наконец, ниже расположен третий участок, где температура талого торфа плавно повышается.

Возможный вид графиков при отсутствии фазовых и агрегатных превращений влаги показан на рис. 2 (А и В) пунктирной линией.

Для скважин № 4 (и № 5), расположенных под естественным снежным покровом, участок фазовых превращений на графике С (рис. 2) в явном виде не выражен, что объясняется, по-видимому, общим невысоким уровнем отрицательных температур мерзлого слоя торфа на этих участках болота.

Установлено, что распределение температур мерзлого торфа не постоянно в течение сезона и влияет на значения основных расчетных физико-механических величин, таких, как модуль деформации торфа и др. Материалы наблюдений позволяют более обоснованно подойти к назначению расчетного модуля упругости в различные периоды эксплуа-

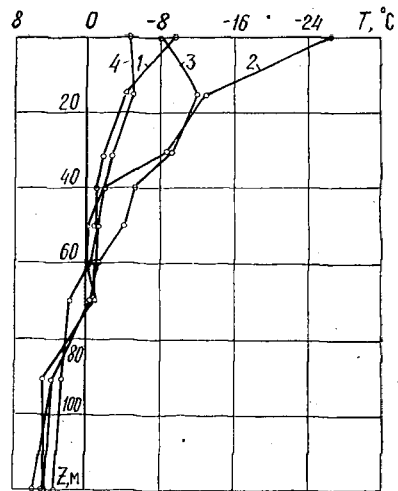


Рис. 3. Графики изменения температур по глубине грунтового массива для скважины № 1: 1 — на 28.12 1987 г.; 2 — на 29.01 1988 г.; 3 — на 12.02 1988 г.; 4 — на 16.03 1988 г.

тации дорог. При расчете требуемой толщины замороженного слоя торфа оправданно использовать средние значения температур торфа за тот или иной период эксплуатации.

Графики средних температур показывают, что основной несущей способностью обладает тот массив торфа, где в течение всего срока эксплуатации не происходит фазовых и агрегатных превращений влаги. Толщина его, по данным наших наблюдений (рис. 2), составляет 40 см для дорог первого типа и 25 см для дорог второго типа. Нижележащий слой толщиной примерно 20 см, где происходят фазовые и агрегатные превращения влаги, имеет вспомогательное значение, так как модуль его упругости значительно меньше модуля упругости мерзлого торфа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мигляченко В. П. Зимнее строительство лесовозных автомобильных дорог.— М.: Лесн. пром-сть, 1988.— 168 с. [2]. Роман Л. Т. Мерзлые торфяные грунты как основания сооружений.— Новосибирск: Наука, 1987.— 113 с. [3]. Строительство промысловых сооружений на мерзлом торфе / С. С. Вялов, Г. Л. Каган, А. Н. Воевода, В. И. Муравленко.— М.: Недра, 1980.— 143 с.

Поступила 30 декабря 1988 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 630*813

ВЛИЯНИЕ
СТРУКТУРЫ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО ПОЛИМЕРА
НА СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. М. ХРУЛЕВ, А. Г. МАНЬШИН

Новосибирский инженерно-строительный институт

Модифицирование древесины фенолоформальдегидными смолами и композициями на их основе значительно улучшает ее физико-механические свойства и химическую стойкость [3, 4]. Исследований по определению зависимости эксплуатационных свойств древесины от структуры формирующегося фенолоформальдегидного полимера при его модификации и отверждении в теле древесины проведено недостаточно [1]. Модифицирование древесины проводят чаще всего без предварительных структурных исследований модифицирующих составов, что приводит обычно к улучшению одних свойств у композиционного материала за счет снижения других.

Ранее было установлено, что использование фенолоформальдегидных смол в качестве модифицирующих составов для деревянных элементов придавало им повышенную хрупкость и вызывало значительные усадки материала. Это послужило основанием предполагать развитие в период формирования структуры композита больших внутренних напряжений, вызывающих нарушение целостности материала, что является, на наш взгляд, одной из основных причин снижения его химической стойкости при эксплуатации в жидких агрессивных средах.

В настоящей работе рассмотрены некоторые результаты изучения структуры и свойств фенольно-латексной композиции, а также влияния модификации пропитываемого состава на химическую стойкость модифицированной древесины в растворах электролитов.

В качестве модифицирующего материала использовали фенолоспирты марки В (ТУ 6-05-1164—81), выпускаемые НПО «Карболит» г. Кемерово, и бутадиен-стирольный латекс СКС-65ГП (ГОСТ 10564—75), количество которого варьировали от 2 до 25 %. Выбор латекса СКС-65ГП обусловлен комплексом высоких физико-механических характеристик в сочетании с низкой температурой стеклования и хорошей химической устойчивостью к жидким агрессивным средам.

Состав получали смешиванием компонентов при 20 ± 4 °С до получения однородной массы. Латекс предварительно стабилизировали 20 %-м раствором поверхностно-активного вещества ОП-7 (ГОСТ 8433—81) с массовым содержанием 5 частей от объема латекса. Образцы полученного состава отверждали по режиму термообработки пропитанной полимерами древесины, что дало возможность определить оптимальные параметры температурных воздействий (продолжительность отверждения при температуре 100 °С — 36 ч) и выявить кинетику внутренних напряжений в сравнении с немодифицированными фенолоспиртами.

Для получения оптимального состава определяли вязкость исходных и совмещенных фенолоспиртов и прочность отвержденных композиций при сжатии (рис. 1). На рис. 2, а, б представлены электронно-микроскопические снимки образцов (при увеличении в 1500 раз) исходных и полученных полимерных составов. Из снимков видно, что надмолекулярные образования можно охарактеризовать как глобулярную структуру.

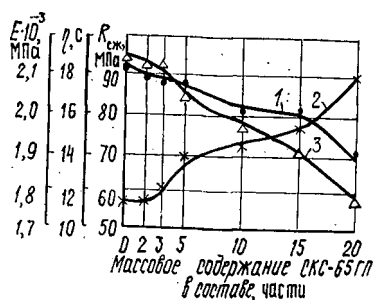
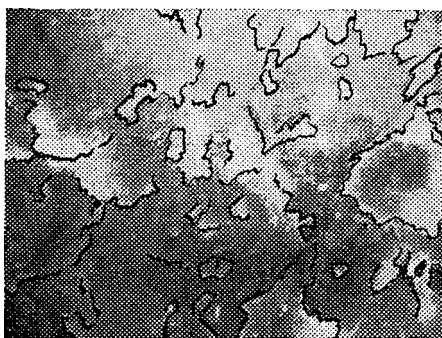
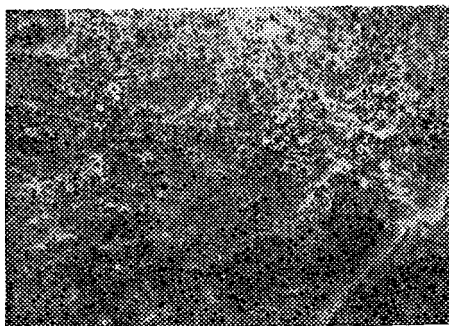


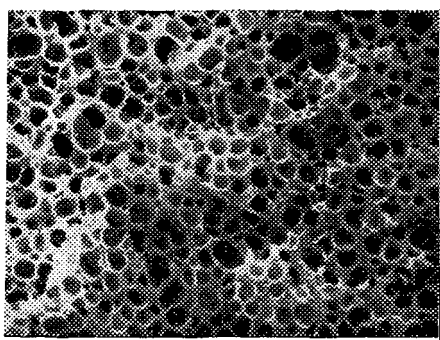
Рис. 1. Зависимость свойств фенольно-латексной композиции от содержания СКС-65ГП: 1 — предел прочности при сжатии $R_{сж}$; 2 — вязкость состава (по ВЗ-4) η ; 3 — модуль упругости при сжатии E .



а



б



в

Рис. 2. Структура отверждения фенолоспиртов при содержании СКС-65ГП: а — 0; б — 5; в — 15 %

Сопоставляя виды надмолекулярных структур совмещенных фенолоспиртов с полученными физико-механическими зависимостями состав — прочность, можно сделать вывод, что между механическими свойствами полимера и его структурой наблюдается устойчивая взаимосвязь (рис. 1). Увеличение содержания СКС-65ГП в композиционном составе от 5 до 15 % приводит к повышению деформативности, что объясняется молекулярным распределением частиц латекса, оказывающих существенное влияние на образование высокоорганизованной структуры полимерного состава и уменьшение ее дефективности. Это подтверждается электронно-микроскопическими исследованиями.

Соотношение фенолоспиртов и бутадиен-стирольного латекса в модифицирующем полимерном составе оказывает существенное влияние на свойства получаемого композиционного материала на основе древе-

Массовое содержа- ние СКС-65 ГП в фе- нолоспир- тах, %	Услов- ная вяз- кость состава по ВЗ-4, с	Стати- ческий изгиб, МПа	Удар- ный изгиб, кДж/м ²	Модуль упругости при стати- ческом изгибе $E \cdot 10^{-5}$, МПа
—	12,0	$\frac{148,4}{109,8}$	$\frac{37,8}{33,4}$	$\frac{1,93}{1,90}$
2	12,0	$\frac{150,1}{133,6}$	$\frac{38,1}{34,3}$	—
3	12,7	$\frac{155,0}{141,5}$	$\frac{43,5}{39,6}$	$\frac{1,9}{1,76}$
5	13,5	$\frac{168,2}{163,1}$	$\frac{54,9}{50,9}$	$\frac{1,8}{1,78}$
10	14,3	$\frac{174,3}{165,0}$	$\frac{57,0}{54,8}$	$\frac{1,78}{1,69}$
15	15,6	$\frac{180,2}{171,1}$	$\frac{64,0}{60,8}$	$\frac{1,78}{1,7}$
20	18,0	$\frac{163,7}{180,2}$	$\frac{68,5}{39,6}$	$\frac{1,7}{0,98}$

Примечание. В числителе данные для образцов, испытанных при нормальных условиях; в знаменателе — после экспонирования в растворе электролита при температуре 40 °С в течение 10 сут.

сины и полимера. Если содержание латекса в модифицирующем составе мало (98:2), то его распределение в фенолоспиртах неравномерное, и оно не оказывает существенного влияния на свойства модифицированной древесины. С повышением содержания латекса от 90:10 до 85:15 осуществляется более равномерное его распределение. При массовом содержании латекса 5 ч. заметно изменяется структура полимера (рис. 2, б). Это согласуется с полученными по известной методике [2] физико-механическими показателями древесины березы, модифицированной разработанным составом (см. табл.).

С увеличением массового содержания латекса до 15 ч. в пропитывающем составе структура формируется сетчатой и равномерно распределенной (рис. 1, а), но механические свойства такой композиции снижаются. Для соотношений в пределах от 85:15 и выше содержание модифицирующего состава в древесине резко уменьшается из-за низкой проницаемости молекул латекса, при этом физико-механические свойства модифицированной древесины приближаются к натуральной.

Полученные результаты позволили предположить, что формирование структуры происходит в пределах соотношений фенолоспиртов и латекса от 95:5 до 80:15, т. е. в зоне перехода модифицирующего состава. При массовом содержании латекса до 5 ч. формирующей непрерывной матрицей являются фенолоспирты, а при 15 ч. — латекс. В установленном пределе формируется структура, которая по степени упорядоченности структурных элементов представляет микрогетерогенную с границей фазового раздела и характеризуется увеличением деформативности модифицированного полимера по сравнению с однофазовой системой фенолоспиртов; это подтверждается снижением модуля упругости (рис. 1).

Следовательно, формирование четко выраженной упорядоченной гетерогенной структуры модификатора позволило выдвинуть гипотезу о взаимосвязи между структурой модифицирующего состава, применяемого для пропитки древесины, характером его надмолекулярных

образований при отверждении и свойствами получаемой модифицированной древесины.

Исследования показали возможность улучшения свойств композиционного материала на основе древесины и полимера с помощью модификации структуры последнего. Полученный композиционный материал, находясь в растворе электролита на основе 20 %-й серной кислоты с добавлением $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и других технологических примесей (в соответствии с условиями электролизных цехов по получению меди), хорошо сохраняет деформационные и диэлектрические свойства в отличие от натуральной древесины и древесины, пропитанной чистыми фенолоспиртами. В случае применения фенолоспиртов в чистом виде в таких условиях происходит дальнейшее структурообразование полимера уже под влиянием раствора электролита высокой концентрации и температуры, что проявляется в резком возрастании хрупкости; при эксплуатации изделия быстро выходят из строя. Отмечая хрупкое разрушение деревянных деталей, следует учитывать обоснованное применение такого материала в элементах конструкций, воспринимающих нагрузки. На наш взгляд, древесину следует модифицировать, не снижая ее природных свойств, которыми она обладает.

Обработка древесины химическими стойкими полимерами еще не решает задачи ее эффективного использования, и проведенные исследования позволяют полагать, что применяемые модифицирующие добавки для полимеров-модификаторов являются одновременно и структурообразующими, которые могут направленно изменять микроструктуру полимера, менять преобразования их в соединении с древесиной.

Таким образом, полученный материал на основе натуральной древесины характеризуется повышенными эксплуатационными показателями. Выявлено, что свойства модифицированной древесины зависят от структурно-механических свойств полимера-модификатора, выбор которого должен быть обоснован в каждом конкретном случае. Установлена возможность использования в качестве структурирующей модифицирующей добавки для фенолоспиртов стабилизированного бутадienstирольного латекса СКС-65ГП. Целесообразно в качестве рационального соотношения фенолоспиртов и латекса принять 85:15, как занимающее промежуточное положение при переходе системы из одно- к двухфазной. Древесина, модифицированная разработанным составом, обладает высокой химической стойкостью в растворе электролита на основе серной кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вихров В. Е., Карпович С. И. Теоретический расчет размещения жидкостей и синтетического полимера в древесине. Модификация древесины синтетическими полимерами.— Минск, 1973.— С. 26—36. [2]. Методы физико-механических испытаний модифицированной древесины / ЦНИИСК.— М.: Стройиздат, 1973.— 46 с. [3]. Пауль Э. Э. Исследование физико-механических свойств древесины, модифицированной фенолоспиртами: Автореф. дис... канд. с.-х. наук.— Минск, 1969.— 27 с. [4]. Хрулев В. М., Рыков Р. И. Обработка древесины полимерами.— Улан-Уде, 1984.— 164 с.

Поступила 13 января 1989 г.

УДК 674.093 : 658.382.3

СНИЖЕНИЕ ШУМА ДИСКОВЫХ ПИЛ НА МНОГОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ

О. А. ЯКОВЛЕВ

Ухтинский индустриальный институт

Внедрение в производство малозубых круглых пил [4, 5] потребовало проведения специальных производственных исследований их шумообразования, поскольку об этом факторе нет однозначного мнения [3].

Исследования проводили в летнее время в мае—июле 1987 г. и в мае 1988 г. в цехе агрегатной переработки бревен Сосногорского ЛПХ п/о Ухталес ВЛО Коми-леспром [6]. Хвойные брусья распиливали на круглопильных станках СБ8 с поставом пил из 7 шт. диаметром 590 мм, толщиной 3,2 мм в середине и 3,6 мм по краям постава, с уширением зубьев на сторону 1,2 мм, с высотой подъема стола 120 мм, диаметром зажимных шайб 230 мм. Высота пропила составляла 125 и 150 мм, влажность брусьев — 60...70 %, скорость подачи — 25 м/мин, частота вращения пильного вала — 1 460 и 1 980 мин⁻¹.

Испытывали обычные пилы с 48 зубьями (согласно ГОСТ 980—80) и специальные с числом зубьев 3...4, с большей высотой и впадиной, обеспечивающие получение щепы вместо опилок. Конструкции и параметры специальных пил приведены на рис. 1, 2.

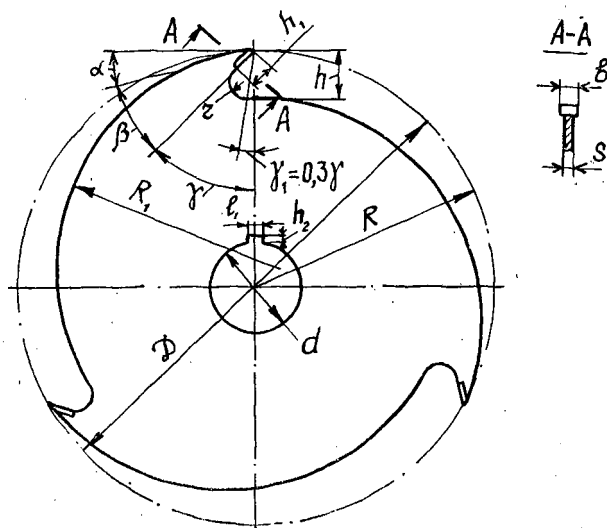


Рис. 1. Конструкция трехзубой пилы: D — диаметр пильного диска, 590 мм; d — диаметр посадочного отверстия, 100 мм; l — длина спинки зуба, 60 мм; h — высота зуба, 50 мм; h_1 — длина твердосплавной части, 15 мм; R — радиус пильного диска; R_1 — радиус кривой затылка зуба, $0,9R$; r — радиус впадины зуба, $0,3h$; s — толщина пильного полотна, 3,2 мм; b — ширина режущей кромки, 5,6 мм; γ — передний угол, 45° ; β — угол заострения зубьев, 35° ; α — задний угол, 10° ; $\gamma_1 = 15^\circ$; l_1 — ширина шлица, 25 мм; h_2 — глубина шлица, 10 мм

В основу исследования положен ГОСТ 12.1.028—80 (СТ СЭВ 1413—78) [1]. Уровни звукового давления замеряли в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами от 125 до 8 000 Гц и в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами от 100 до 1 000 Гц. Замеры проводили шумомерами 1-го класса (по ГОСТ 17187—81) с полосовыми электрическими фильтрами (по ГОСТ 17168—82) марки ПИ-6.

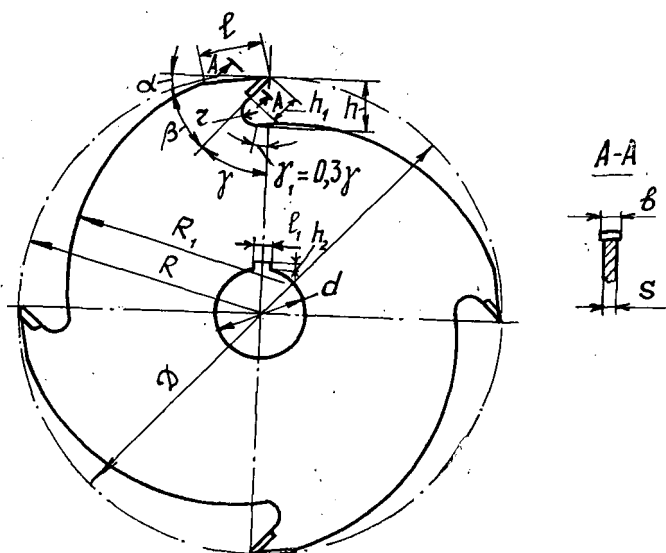


Рис. 2. Конструкция четырехзубой пилы: D — диаметр пильного диска, 590 мм; d — диаметр посадочного отверстия, 100 мм; l — длина спинки зуба, 70 мм; h — высота зуба, 60 мм; h_1 — длина твердосплавной части, 20 мм; R — радиус пильного диска, 295 мм; R_1 — радиус кривой затылка зуба, 0,95 R ; r — радиус впадины зуба, 0,4 h ; s — толщина пильного полотна, 3,6 мм; b — ширина режущей кромки, 6 мм; γ — передний угол, 38°; β — угол заострения, 40°; α — задний угол, 12°; $\gamma_1 = 13^\circ$; l_1 — ширина шлица, 25 мм; h_2 — глубина шлица, 10 мм

Погрешность акустической калибровки источника звука не превышала 0,5 дБ. Постоянную K , учитывающую влияние отраженного звука в полосе частот, вычисляли из выражения [1]:

$$K = 10 \lg [1 + 4S/A(1 - A/S_v)]. \quad (1)$$

Здесь S — площадь выбранной измерительной поверхности, м^2 (рис. 3);

A — эквивалентная площадь звукопоглощения, м^2 .

Площадь измерительной поверхности составила 52,12 м^2 ; определяли ее по формуле [1]

$$S = 4(ab + ac + bc) \frac{a + b + c}{a + b + c + 2d}, \quad (2)$$

где d — измерительное расстояние, 1 м;

$$l_1 = 3 \text{ м}; \quad l_2 = 2 \text{ м}; \quad l_3 = 1,6 \text{ м};$$

$$a = 0,5l_1 + d = 2,5 \text{ м};$$

$$b = 0,5l_2 + d = 2,0 \text{ м};$$

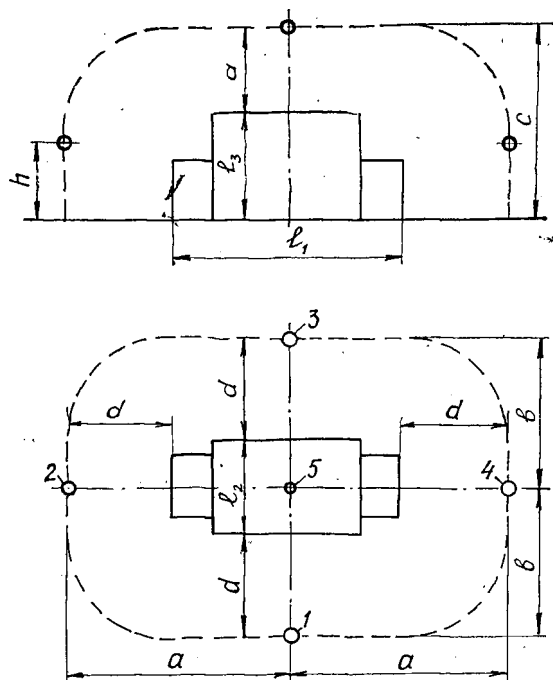
$$c = l_3 + d = 2,6 \text{ м}.$$

Эквивалентная площадь звукопоглощения [1]

$$A = S_v a_s; \quad (3)$$

при площади ограждающих поверхностей в помещении $S_v = 1190 \text{ м}^2$ и среднем коэффициенте звукопоглощения $a_s = 0,15$ $A = 178,5 \text{ м}^2$.

Рис. 3. Схема расположения измерительных точек вокруг станка СБ8: S — измерительная поверхность; 1—5 — точки измерения; l_1, l_2, l_3 — размеры станка; d — измерительное расстояние; a, b, c — характеристические размеры измерительной поверхности



В этих условиях постоянная K , вычисленная по формуле (1), равна 2,80 дБ. Так как значение K меньше 7 дБ, то условия измерений в помещении удовлетворяют требованиям ГОСТ 12.1.028—80. Число измерений принято равным 5. Расположение точек измерений 1—5 указано на рис. 3. Высота их расположения $h_1 = 93,75$ см; определяли ее по формуле

$$h_1 = 0,25(b + c - d).$$

Точка 5 расположена над центром станка на высоте 1 м от верхнего его ограждения.

Разность между максимальными и минимальными уровнями звука в точках измерений 1—5 не превышала 5 дБ А.

Результаты измерений

Средний уровень звукового давления в полосах частот L_m , дБ, на измерительной поверхности вычислен по формуле [1]:

$$L_m = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right) - K, \quad (4)$$

где L_i — уровень звукового давления в полосе частот, дБ, в i -й точке измерения на измерительной поверхности;

n — число точек измерений на измерительной поверхности.

Уровень звуковой мощности в полосах частот L_p , дБ, находили по формуле [1]:

$$L_p = L_m + 10 \lg S/S_0. \quad (5)$$

Здесь $S_0 = 1 \text{ м}^2$.

Результаты измерений занесены в таблицу по ГОСТ 23941—79. Здесь же приведены для сравнения нормативные данные уровня звукового давления и уровня шума согласно ГОСТ 12.1.003—83 [2].

Тип пил	Частота вращения пилы, мин ⁻¹	Высота распиловки, мм	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							Уровень звука, дБ А
			125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	
По ГОСТ 12.1.003—83			92	86	83	80	78	76	74	85
По ГОСТ 980—80	1 980	125	84	85	86	85	81	80	76	93
(число зубьев 48)	1 480	150	83	83	84	83	80	79	75	90
		125	81	83	84	82	80	78	75	89
		150	80	82	83	80	79	77	74	88
Малозубые пилы (число зубьев 3...4)	1 980	125	82	84	83	78	76	75	71	87
		150	81	82	82	78	75	74	70	85
	1 480	125	80	81	81	77	74	73	69	84
		150	80	80	80	76	74	72	68	84
Изменение уровня шума	1 980	125	2	1	3	7	6	5	5	6
		150	2	1	2	5	5	5	5	5
	1 480	125	1	2	3	5	6	5	6	5
		150	0	2	3	4	5	5	6	4

По результатам исследований можно заключить, что круглопильные станки СБ8 с многозубыми пилами (согласно ГОСТ 980—80) на средних и высоких октавных полосах при принятых режимах пиления работают с повышенным шумообразованием. Уровень звука (звуковая мощность) составляет 88...93 дБ А и превышает допустимую санитарную норму 85 дБ А. При работе с малозубыми пилами уровень звука, по сравнению с многозубыми, уменьшается на 4...6 дБ А и в большинстве случаев становится ниже допустимой санитарной нормы, уровень звукового давления в среднем уменьшается на 3...4 дБ, причем средне- и высокочастотные его составляющие снижаются до 6 дБ, что крайне важно, так как они особенно вредны для обслуживающего персонала.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. ГОСТ 12.1.028—80 (СТ СЭВ 1413—78). Шум. Определение шумовых характеристик источников шума. Ориентировочный метод.— Введ. 01.07.81 // Система стандартов безопасности труда. Ч. 2.— М., 1983.— С. 62—70. [2]. ГОСТ 12.1.003—83 (СТ СЭВ 1930—79). Шум. Общие требования безопасности.— Взамен ГОСТ 12.1.003—76; Введ. 01.07.84 до 01.07.89 // ССБТ.— М., 1984.— С. 37—45. [3]. Зубик С. В. Снижение шума круглых пил деревообрабатывающего оборудования // Механ. обраб. древесины: Обзор, инф.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1981.— Вып. 6.— 36 с. [4]. Яковлев О. А. Испытание круглых пил для одновременного производства пиломатериалов и технологической щепы // Деревообраб. пром-сть.— 1988.— № 2.— С. 14—15. [5]. Яковлев О. А. Исследование круглых пил с малым числом зубьев // Тара деревянная: Науч.-техн. реф. сб.— 1987.— № 6.— С. 8—10. [6]. Яковлев О. А., Яковлев А. П. Цех агрегатной переработки бревен на базе фрезерно-брусующего станка // Деревообраб. пром-сть.— 1987.— № 5.— С. 11—12.

Поступила 20 июня 1988 г.

УДК 624.072.325.002.237

ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ И АНИЗОТРОПИИ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ НА ОЦЕНКУ ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННЫХ АРОК

Е. Н. СЕРОВ

Ленинградский инженерно-строительный институт

В ряде работ [4, 7, 10] отмечены случаи преждевременных отказов металлодеревянных арок (МДА). Исследования [1, 5] выявили наличие концентраций всех компонент тензора напряжений в клееных блоках у опорных штампов. Однако «прорастание» магистральных трещин на значительную глубину диктует расширение границ исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) таких элементов.

На рис. 1 показаны дефекты в виде трещин и особенности напряженного состояния клееных элементов при внецентренном сжатии.

Клееный блок МДА является одновременно наклонной балкой, несущей равномерно-распределенные поперечную q и продольную g нагрузки, и внецентренно сжатым стержнем трехшарнирной системы (рис. 1, в). Известно [12], что нагрузка g вызывает в поперечных сечениях бруса касательные напряжения τ_{xy} , даже если поперечная сила Q равна нулю.

$$\tau_{xy} = \frac{g}{b} \left(\frac{3y^2}{h^2} + \frac{y}{h} - \frac{1}{4} \right). \quad (1)$$

Однако из рис. 1, в видно, что τ_{xy} в зависимости от Q и g вычитают в диапазоне $0,67h$ от нижней кромки клееного блока и суммируют лишь на оставшемся участке в $0,33h$. Кроме того, значения $\tau_{xy}(g)$ составляют в блоках МДА около 1 % от $\tau_{xy}(Q)$. Следовательно, влиянием скатной составляющей нагрузки на суммарные касательные напряжения можно пренебречь.

С целью выявления особенностей передачи опорных усилий N и Q и анализа их влияния на компоненты НДС блоков нами рассмотрены их воздействия раздельно (рис. 1, г, д). Припорную зону клееных блоков исследовали с помощью метода конечных элементов (МКЭ) на ЭВМ по программе DREWO, разработанной Р. Б. Орловичем. При передаче на торцы блоков МДА только усилия N , рассредоточенного по различной площади и оценке прочности по известным критериям [2, 3, 11] установлено следующее.

1. Подтвердилось удовлетворение принципа Сен-Венана на расстоянии, примерно равном утроенной высоте поперечных сечений клееных блоков [2, 6].

2. Кривая критериальной оценки (с увеличением эксцентриситета приложения N более чем $0,2h$) резко меняла направление, выходя в область перенапряжений (рис. 1, е).

3. Во всех точках величины относительных напряжений $\omega_i = \sigma_i/R_i$ по используемым критериям дают достаточно хорошее совпадение; здесь σ_i — действующие напряжения (полевой тензор), R_i — прочностные характеристики клееной древесины (материальный тензор).

4. Отрывающие напряжения на торцевой кромке клееного блока под штампом быстро уменьшались и на расстоянии $0,4 \dots 0,6h$ от тор-

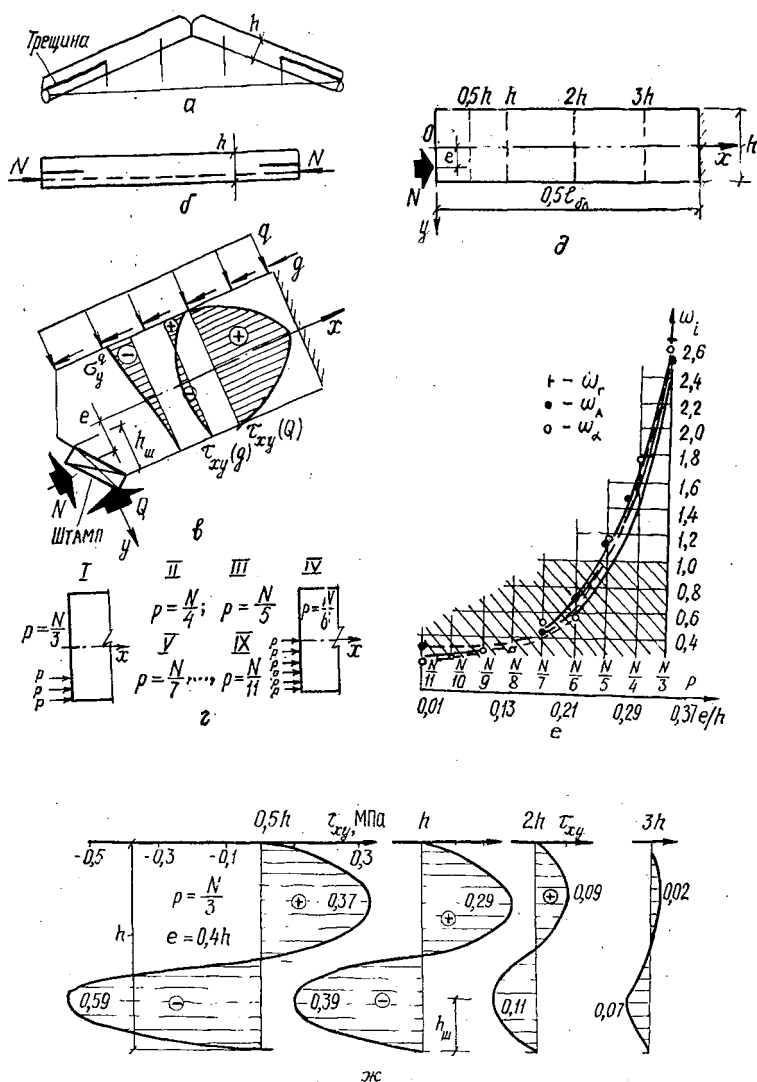


Рис. 1. Характерные дефекты в виде трещин и особенности напряженного состояния клееных элементов при внецентренном сжатии: а — общий вид типовой металло-деревянной арки (МДА); б — общий вид предварительно напряженной балки; в — расчетная схема фрагмента клееного блока МДА для реализации МКЭ на ЭВМ; г — основные варианты внецентренного сжатия клееного блока; д — расчетная схема раздельного приложения N к торцу клееного блока; е — кривые критерияльной оценки прочности клееного блока в зависимости от схемы передачи N ; (ω_a , ω_r и ω_a — относительные напряжения соответственно по критериям Е. К. Ашкенази, Г. А. Гениева и первой классической теории); ж — эпюры касательных напряжений от N_e в различных сечениях блока на удалении от опоры на $0,5h$, h , $2h$ и $3h$

ца, в зависимости от характера приложения N , переходили в сжимающие.

5. Дополнительные касательные напряжения $\tau_{xy}(N)$ меняют знак по высоте поперечных сечений, но внутреннее равновесие сохраняется (рис. 1, ж). В продольных сечениях по полосам, идущим вдоль оси блока, знаки $\tau_{xy}(N)$ не меняются. Значения τ_{xy} достигают макси-

мальной величины на уровне верхней кромки штампа (рис. 1, ж). Это в совокупности с другими компонентами создает практически однородное и опасное напряженное состояние по площадкам наименьшей прочности клееной древесины на достаточной длине блока.

Напряжения сдвига действуют на участке клееных блоков длиной до $3h$, подтверждая отсутствие на этом расстоянии чистого изгиба моментом Ne и худшее удовлетворение принципа Сен-Венана, чем в изотропном теле. Влияние $\tau_{xy}(N)$ нельзя не учитывать в расчетах клееных блоков на прочность. Эти напряжения при расчетной нагрузке составляют в приопорной зоне $0,2 \dots 0,5$ величины $R_{ск}(0)$. На расстоянии h от опорного сечения значения $\tau_{xy}(N)$ уменьшаются на $30 \dots 40\%$ от наибольших, однако соизмеримость их с $R_{ск}(0)$ остается.

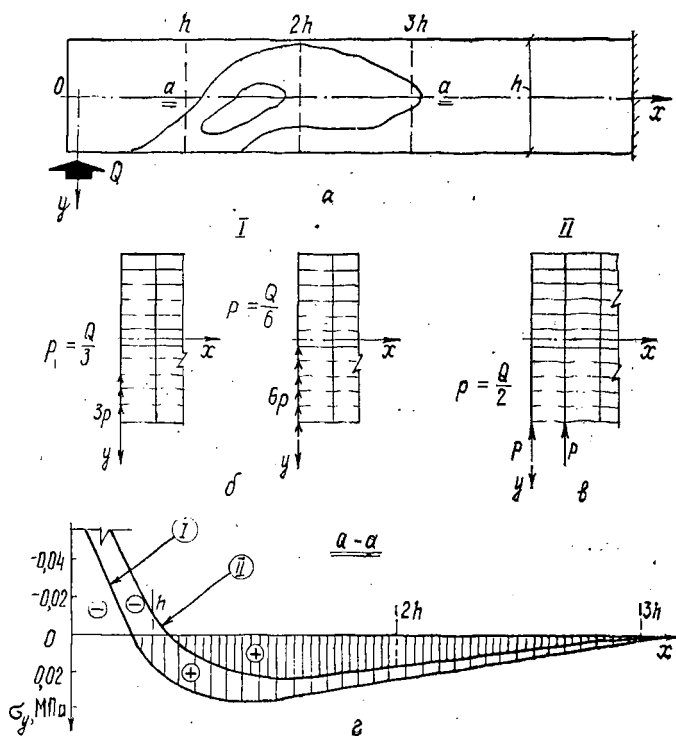


Рис. 2. Особенности напряженного состояния клееного блока МДА от раздельного приложения Q : а — расчетная схема фрагмента блока для реализации МКЭ на ЭВМ с очерчиванием области возникновения $\sigma_y^{\pm}$; б, в — основные варианты передачи Q на клееный блок МДА; г — эпюры нормальных напряжений $\sigma_y^{\pm}$, не учитываемых существующими расчетами

Исследования НДС клееных блоков при воздействии поперечной силы Q (рис. 2) также выявили дополнительные напряжения, не учитываемые существующими расчетами. Касательные напряжения с достаточной точностью описаны формулой Журавского при любой схеме передачи Q . В случае же приложения Q через штамп на торец (схема I, рис. 2, б) максимальная ордината τ_{xy} имеет тенденцию увеличения в приопорной зоне. Так, на расстоянии от торца блока на $0,5h$ и h превышение максимальных τ_{xy} над вычисленными по классической формуле соответственно составило 12 и 8% .

Нормальные напряжения, действующие поперек волокон σ_y , еще заметнее зависят от схемы приложения Q к опорной части МДА. Поперечная сила, передаваемая на блок по схеме I, за область интенсивного «прижима» σ_y^- приводит к возникновению опасных отрывающих напряжений σ_y^+ , больших по величине, чем при воздействии Q на нижнюю кромку блока (схема II, рис. 2, в). При первой схеме загрузки величины σ_y^+ появляются на меньших расстояниях от торца и круче возрастают ординаты эпюр, распространяющихся на увеличенном диапазоне (на участке x от $0,75h$ до $3h$). Так, в сечениях, отстоящих от торца на $1,3 \dots 1,5$ высоты блока, передача Q через торец вызывает отрывающие напряжения (рис. 2, г), почти в полтора раза большие, чем при второй схеме загрузки.

Изучение НДС клееных блоков в составе всей системы МДА выявило присутствие σ_y^+ на длине от $0,8h$ до $2h$, особенно при конструктивном решении крыши с прогонами. Эти отрывающие напряжения невелики, однако и прочность клееной древесины в направлении их действия минимальна, а σ_y^+ изменяет величину и направление σ_x в сторону увеличения риска возникновения трещин.

Совокупность компонент создает практически однородное напряженное состояние вдоль площадок с минимальной прочностью и малым градиентом степени опасности на значительной длине. Исследования позволили рекомендовать в качестве наиболее рациональной схемы передачи опорных усилий раздельную: N — через торец, Q — через нижнюю кромку; скошенный участок не должен выходить за пределы опорной подушки, а эксцентриситет e — превышать $0,2h$.

В совокупности всех напряжений наиболее опасные точки располагаются в диапазоне $x = 1,0 \dots 1,3h$ от оси опоры в уровне верха упорного штампа (на расстоянии y от оси блока).

В первом приближении проверку рекомендуется выполнять по наиболее доступному рабочему критерию, основанному на первой классической гипотезе [11]:

$$0,5 [\sigma_x + \sigma_y + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}] \leq R_\alpha^+, \quad (2)$$

где R_α^+ — расчетное сопротивление клееной древесины под углом α к направлению волокон.

$$\left. \begin{aligned} \text{При } \sigma_x - \sigma_y > 0 \quad \alpha &= 0,5 \arctg \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}, \\ \text{при } \sigma_x - \sigma_y = 0 \quad \alpha &= 45^\circ, \\ \text{при } \sigma_x - \sigma_y < 0 \quad \alpha &= 0,5 \left(180^\circ - \arctg \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} \right). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

В расчет следует принимать суммарные напряжения σ_y и τ_{xy} , определяемые как по элементарным формулам СНиП, так и дополнительным, которые предложено вычислять приближенно.

На участке возрастания узлового разгружающего момента Ne накопившееся сдвиговое усилие

$$T_N = \frac{NeS}{I}, \quad (4)$$

где S и I — соответственно статический момент и момент инерции поперечного сечения блока.

Предположив, что T_N распределяется на длине участка его накопления ($x = 3h$) по обычному закону изменения касательных напряжений в элементах цельного сечения (учитывая жесткость клеевых связей), приближенно можно определить:

$$\tau_{xy}^{max}(N) = 1,5 \frac{T_N}{F_{эфф}} = 0,75 \frac{Ne}{bh^2}. \quad (5)$$

Здесь $F_{эфф} = 3bh$ — эффективно работающая площадь скалывания от N (рабочая длина площадки скалывания равна $3h$).

Приближенные расчеты типовых МДА показали, что дополнительные $\tau_{xy}^{max}(N)$ составляют около 30 % касательных напряжений, вычисленных по формуле Журавского. Приближенные данные с достаточной степенью точности (в пределах 7 %) согласуются с расчетами по МКЭ на ЭВМ.

При равномерно распределенной нагрузке q сжимающие нормальные напряжения

$$\sigma_{y(q)}^- = \frac{q}{2I} \left(\frac{y^3}{3} - \frac{h^2y}{4} + \frac{h^3}{12} \right). \quad (6)$$

Отрывающие нормальные напряжения

$$\sigma_{y(q)}^+ = \frac{2Q}{bh} S_i, \quad (7)$$

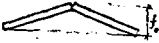
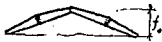
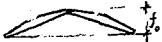
где S_i — величина, определяемая по формуле

$$S_i = \left(\frac{y}{h} \right)^3 + 0,1 \left(\frac{y}{h} \right)^2 + 0,16. \quad (8)^*$$

При совершенствовании МДА с некоторым вынужденным изменением технологии необходимо решать следующие задачи конструирования:

- создание обратного знака изгибающего момента не в узле, а в пролете по мере нарастания основного (балочного);
- уменьшение возможности появления отрывающих и больших концентраций касательных напряжений;

Результаты сравнительных испытаний металлодеревянных арок

Схема арки пролетом 3 м	$\frac{q_{разруш}}{q_{расч}}$	Относительные прогибы f/l			Расход древесины, м ³
		q_n	$q_{расч}$	$q_{разруш}$	
Типовая МДА 	3,23	$\frac{1}{1107}$	$\frac{1}{759}$	$\frac{1}{150}$	0,013
Пятиугольная со стыком на зубчатый шип 	2,94	$\frac{1}{877}$	$\frac{1}{638}$	$\frac{1}{133}$	0,011
Пятиугольная без стыкования блоков 	3,24	$\frac{1}{719}$	$\frac{1}{544}$	$\frac{1}{181}$	0,011

* Автор приносит извинения за неточности в записи формул (12) и (13) в предыдущей публикации [9].

— стремление к полноценному использованию материала путем устранения недонапряженных сечений по длине клееных блоков.

Наиболее простыми и доступными (с учетом получения элементов КДК переменной высоты путем раскроя большеформатных заготовочных блоков постоянного сечения [8]) являются пятиугольные арки с применением двускатных клееных блоков. Эксцентриситет передачи N постепенно увеличивается по ходу возрастания основного изгибающего момента. За счет изменения конструктивного решения удалось уйти от узлового момента N_e , приводящего к опасным сочетаниям компонент напряженного состояния клееных блоков, а следовательно, и к завышению материалоемкости. В пятиугольных арках с одинаковой стрелой подъема f_0 (схемы в табл.), при условии примерно одинаковой несущей способности, материалоемкость клееных блоков уменьшается до 20 %.

Вследствие сжатия с изгибом, в клееных блоках арок уменьшена опасность разрушения от краевых растягивающих напряжений, что способствует применению элементов, склеенных на зубчатый шип в середине длины. Это расширяет целесообразность получения двускатных полуарок из крупноразмерных заготовочных блоков.

Результаты выполненных исследований, отражающих особенности напряженного состояния клееных блоков типовых МДА, подтвердили необходимость изменения их конструктивного решения и наметили пути его осуществления. Проведенные испытания следует расценивать как поисковое приближение к новой конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аганин В. И. Исследование скалывающих напряжений в узлах деревянных конструкций при приложении усилий на части торца сопрягаемых элементов: Автореф. дис. . . канд. техн. наук.—М., 1976.—21 с. [2]. Ашкенази Е. К. Анизотропия древесины и древесных материалов.—М.: Лесн. пром-сть, 1978.—224 с. [3]. Гениев Г. А. О критерии прочности древесины при плоском напряженном состоянии // Строительная механика и расчет сооружений.—1981.—№ 3.—С. 15—20. [4]. Натахин В. Г. Основные причины дефектов несущих клееных деревянных конструкций сельских производственных зданий // Несущие деревянные конструкции: Тр. ЦНИИСК.—М., 1981.—С. 116—124. [5]. Орлович Р. Б., Кореньков Г. И., Найчук А. Я. О напряженном состоянии опорных участков клееных деревянных арок // Конструкции из клееной древесины и пластмасс: Межвуз. темат. сб. тр.—Л.: ЛИСИ, 1980.—С. 36—41. [6]. Орлович Р. Б., Найчук А. Я. О принципе Сен-Венана при загрузке элементов из древесных материалов // Строительство и архитектура.—1981.—№ 9.—С. 14—17.—(Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Светозарова Е. И. Некоторые вопросы совершенствования конструктивных решений и методов расчета КДК // Исследование конструкций из клееной древесины и пластмасс.—Л.: ЛИСИ.—1977.—№ 1 (132).—С. 5—12. [8]. Светозарова Е. И., Серов Е. Н., Лабудин Б. В. Некоторые вопросы совершенствования клееных деревянных конструкций в процессе изготовления // Лесн. журн.—1985.—№ 2.—С. 65—68.—(Изв. высш. учеб. заведений). [9]. Серов Е. Н. Анализ напряженного состояния клееных балок в зоне наблюдаемого разрушения // Лесн. журн.—1986.—№ 6.—С. 55—61.—(Изв. высш. учеб. заведений). [10]. Серов Е. Н. О совершенствовании треугольных металлодеревянных арок // Конструкции из клееной древесины и пластмасс: Межвуз. сб.—Л.: ЛИСИ, 1983.—С. 42—47. [11]. Серов Е. Н., Хапин А. В. Выбор критерия прочности для клееной древесины изгибаемых и сжатно-изгибаемых элементов конструкций // Лесн. журн.—1984.—№ 1.—С. 72—76.—(Изв. высш. учеб. заведений). [12]. Филоненко-Бородич М. М. Теория упругости.—М.: Физматгиз, 1959.—364 с.

Поступила 18 июля 1988 г.

УДК 674.05 : 534.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ГИРОСКОПИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПОДШИПНИКОВ

Т. П. СТУКОВА, И. А. ПОПОВА

Архангельский лесотехнический институт

Проявление гироскопических эффектов в различных машинах и механизмах весьма разнообразно [2]. Рассмотрим влияние гироскопических эффектов на характер колебаний фрезерной головки фрезерно-брусующего станка и гироскопические реакции подшипников, вызванные динамической неуравновешенностью фрезерной головки.

Уравнения малых колебаний динамически неуравновешенного ротора на упругом валу приведены нами в работе [1]. Эти же уравнения описывают и малые колебания фрезерной головки:

$$\begin{aligned} A\ddot{\beta} - H\dot{\alpha} + c\beta &= -(A - C)\varepsilon\omega_{30}^2 \cos \omega_{30}t; \\ A\ddot{\alpha} + H\dot{\beta} + c\alpha &= (A - C)\varepsilon\omega_{30}^2 \sin \omega_{30}t, \end{aligned} \quad (1)$$

где A, C — главные моменты инерции фрезерной головки;

α, β — углы, обусловленные изгибом оси вала;

c — жесткость вала на изгиб;

ω_{30} — угловая скорость вала;

H — кинетический момент фрезерной головки;

ε — угол отклонения главной оси инерции фрезерной головки Z от конструктивно заданной оси подшипников (рис. 3 [1]).

Частные решения системы линейных неоднородных уравнений (1) находим в виде

$$\beta = -R_{\beta} \cos \omega_{30}t; \quad \alpha = R_{\alpha} \sin \omega_{30}t. \quad (2)$$

Здесь R_{α}, R_{β} — амплитуды вынужденных колебаний (максимальные углы поворотов диска вокруг осей Резаля, рис. 4 [1]).

После подстановки (2), первых и вторых производных по времени от (2) в систему уравнений (1) имеем:

$$R_{\beta} = -R_{\alpha} = \frac{\varepsilon\omega_{30}^2 (A - C)(H\omega_{30} + A\pi_{30}^2 - c)}{(A\omega_{30}^2 - c)(A\omega_{30}^2 - c) - H^2\omega_{30}^2} \quad (3)$$

или

$$R_{\beta} = \varepsilon D,$$

где D — коэффициент при ε .

Наличие в левых частях уравнений (1) гироскопических членов $H\dot{\alpha}$ и $H\dot{\beta}$ не только связывает углы α и β [1], но позволяет вычислить гироскопические реакции подшипников.

При $\alpha \ll 1$ гироскопические моменты относительно осей 1 и 2 (рис. 4 [1]) M_1^r и M_2^r определяем по формулам [1]:

$$\begin{aligned} M_1^r &= H\dot{\beta} \cong HR_{\beta}\omega_{30} \sin \omega_{30}t; \\ M_2^r &= -H\dot{\alpha} \cong HR_{\alpha}\omega_{30} \cos \omega_{30}t. \end{aligned} \quad (4)$$

Обозначив через F_1 и F_2 проекции сил, действующих на подшипники в двух взаимно перпендикулярных направлениях, получим:

$$F_1 = \frac{H\dot{\beta}}{l} = \frac{C\omega_{30}^2 R_\beta \sin \omega_{30} t}{l}; \quad F_2 = -\frac{H\dot{\alpha}}{l} = -\frac{C\omega_{30}^2 R_\alpha \cos \omega_{30} t}{l} \quad (5)$$

Таблица 1

$\omega_{30}, \text{с}^{-1}$	$D \cdot 10^{-3}$	$ R_\beta = R_\alpha ,$ рад	$ F_1^{max} = F_2^{max} ,$ Н
1	2	3	4
31,2	$\frac{2,1473}{0,5899}$	$\frac{0,0000372}{0,0000102}$	$\frac{0,8970}{0,0695}$
46,8	$\frac{4,8184}{1,3265}$	$\frac{0,0000835}{0,0000231}$	$\frac{4,53081}{0,35400}$
65	$\frac{9,253527}{2,555680}$	$\frac{0,0001604}{0,0000446}$	$\frac{16,78915}{1,32000}$
85	$\frac{15,72078}{4,36246}$	$\frac{0,0002726}{0,0000761}$	$\frac{48,64514}{3,85200}$
104,7	$\frac{23,615700}{6,591483}$	$\frac{0,0004096}{0,0001150}$	$\frac{110,89936}{8,83200}$
117,75	$\frac{29,7391}{8,3383}$	$\frac{0,0005158}{0,0001455}$	$\frac{177,17438}{14,13300}$

Название элементов, на которые разбивают фрезу при вычислении момента инерции	Размеры элементов, см			Координаты центра тяжести элементов, см			Масса m_i , кг
	R	r	l	x_i	y_i	z_i	
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Обод	46	44 41,8	4,2	17,86	0	0	28,503
2. Часть ступицы с вырезанным конусом	9,75		12,5	13,9	0	0	19,280
3. Часть ступицы — полый цилиндр	9,75		5	5,2	0	0	4,7859
4. » » » »	10		1	5,7	0	0	0,12177
5. Корпус — полый цилиндр	27,5	9,75	2	5,2	0	0	32,666
6. Пильный диск	9,5	4	1,6	0,8	0	0	2,930
7. Пила	28	9,5	1,2	0,6	0	0	20,530
8. Нож — прямой параллелепипед	$a=5,7$	$b=21$	$c=17,4$	11,7	33,81	0	16,376
9. » » » »	5,7	21	17,4	11,7	0	33,81	16,376
10. » » » »	5,7	21	17,4	11,7	0	0	16,376
11. » » » »	5,7	21	17,4	11,7	0	-33,81	16,376
12. Верхнее крепление ножа	0	0	0	18,1	39	0	0,710
13. » » » »	0	0	0	18,1	0	39	0,710
14. » » » »	0	0	0	18,1	-39	0	0,710
15. » » » »	0	0	0	18,1	0	-39	0,710
16. Нижнее крепление ножа	0	0	0	3,2	22	0	0,710
17. » » » »	0	0	0	3,2	0	22	0,710
18. » » » »	0	0	0	3,2	-22	0	0,710
19. » » » »	0	0	0	3,2	0	-22	0,710
Σ	$x_c = 9,52 \text{ см}$						180

Примечание. $C = I_{cx} = 8,331704 + 4,028644 + 4,028644 = 16,388992 \approx 16,39$

или

$$|F_1^{max}| = |F_2^{max}|.$$

Здесь l — расстояние между подшипниками ($l = 0,664$ м).

По формулам (5) вычислим гироскопические реакции подшипников на примере фрезерного узла ФБС-750 с фрезерной головкой, условно обозначенной Ф-1. Ее характеристики: $C_1 = 16,39$ кг · м²; $A_1 = 9,08$ кг · м².

Зададимся величиной динамической неуровновешенности. Пусть $\epsilon = 1^\circ$. По формуле Мора вычислим коэффициент влияния δ_{11} (угол поворота в центре тяжести фрезерной головки от единичного момента, приложенного в этой же точке). Зная δ_{11} , легко найти c :

$$c = \frac{1}{\delta_{11}} = \frac{1}{0,302 \cdot 10^{-6}} \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Значения D , R_β , R_α , $F_1^{max} = F_2^{max}$ при различных ω_{30} приведены в табл. 1 (в числителе). Так как F_1^{max} и F_2^{max} связаны прямой зависимостью с ϵ , то при изменении ϵ пропорционально изменяются F_1^{max} и F_2^{max} .

Изменим конструкцию фрезерной головки. Новую конструкцию назовем Ф-2. Ее характеристики: $C_2 = 4,652$ кг · м²; $A_2 = 2,644$ кг · м².

Значения D , R_β , R_α , $F_1^{max} = F_2^{max}$ при различных ω_{30} приведены в табл. 1 (в знаменателе).

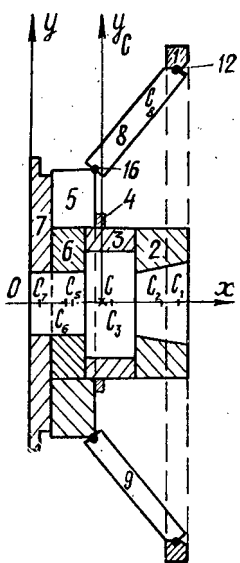
Сравнивая результаты вычислений, нетрудно заметить следующее.

При одних и тех же частотах вращения ω_{30} и динамической неуровновешенности гироскопические реакции подшипников вала с фрезой Ф-2 примерно в 12 раз меньше, чем с фрезой Ф-1. Это можно

Таблица 2

Моменты инерции, кг · м ²			$x_i - x_c$ см	$m_i(x_i - x_c)^2$, кг · м ²	$m_i y_i^2$, кг · м ²	$m_i z_i^2$, кг · м ²
I_{cx}	I_{cy}	I_{cz}				
9	10	11	12	13	14	15
5,62368	2,18586	2,18586	8,34	0,209829	0	0
0,122929	0,086532	0,086532	4,38	0,036988	0	0
0,036208	0,019101	0,019101	4,32	0,008932	0	0
0,001188	0,000595	0,000595	3,82	0,000178	0	0
1,39027	0,696222	0,696222	7,32	0,175011	0	0
0,015565	0,008251	0,008251	8,72	0,022279	0	0
0,896237	0,448365	0,448365	8,92	0,163350	0	0
0,061391	0,068061	0,0824385	2,18	0,007783	1,871967	0
0,061391	0,0824385	0,068061	2,18	0,007783	0	1,871967
0,061391	0,068061	0,0824385	2,18	0,007783	1,871967	0
0,061391	0,0824385	0,068061	2,18	0,007783	0	1,871967
0	0	0	8,58	0,005227	0,107997	0
0	0	0	8,58	0,005227	0	0,107997
0	0	0	8,58	0,007227	0,107997	0
0	0	0	8,58	0,005227	0	0,107997
0	0	0	6,32	0,002836	0,034364	0
0	0	0	6,32	0,002836	0	0,034364
0	0	0	6,32	0,002836	0,034364	0
0	0	0	6,32	0,002836	0	0,034364
8,331704	4,375722	4,375722	—	0,679948	4,028644	4,028644

кг · м²; $A = I_{cz} = I_{cy} = 4,375722 + 0,679948 + 4,028644 = 9,084314 \approx 9,08$ кг · м².



Разбивка фрезы на элементы для вычисления моментов инерции

и опустим ножи до ступицы (№ 3). При этом моменты инерции элементов № 7, 8—11 уменьшаются, элементы № 5, 12—15 становятся лишними. Получается новый конструктивный вариант фрезы Ф-1 с моментами инерции A_1 , C_1 , почти полностью совпадающими с моментами инерции A_2 , C_2 фрезы Ф-2.

Таким образом, на величины гироскопических реакций влияют моменты инерции фрезерной головки и соотношения между ними. Имеются широкие возможности уменьшения гироскопических реакций варьированием главными моментами инерции фрезерной головки и соотношений между ними так, как показано выше. Задавшись динамическими реакциями, можно решать и обратную задачу, т. е. назначать динамическую неуравновешенность, исходя из допустимых значений амплитуд колебаний и гироскопических реакций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Блюмин Г. Д., Стукова Т. П. Колебания динамически неуравновешенного ножового диска рубительной машины // Лесн. журн.— 1976.— № 2.— С. 62—68.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Магнус К. Гироскоп. Теория и применение / Под ред. Г. Д. Блюмина.— М.: Мир, 1974.— 525 с.

объяснить наличием в формулах (5) для определения F_1 и F_2 кинетического момента $H = C\omega$ (уменьшение C в 3,537 раза в такой же степени уменьшает кинетический момент) и амплитуд R_α , R_β , содержащих разность $(A - C)$.

Сравнивая амплитудные значения R_α , R_β (графа 3, табл. 1), можно заметить, что при одних и тех же частотах вращения угловые отклонения фрезы Ф-2 меньше, чем фрезы Ф-1 в 3,6 раза. И эта разница определяется именно уменьшением разности $(A - C)$, т. е. различием в конструкциях фрез.

Продemonстрируем на примере фрезы Ф-1 (см. рис.) влияние различных конструктивных элементов на значения A_1 и C_1 . Для этого обратимся к табл. 2, в которой приведены элементы фрезы (графа 1), размеры элементов, координаты их центров тяжести и массы (графы 2—8), моменты инерции этих элементов относительно осей, проходящих через их центры тяжести C (графы 9—11), значения $(x_i - x_c)$, $m_i(x_i - x_c)^2$, $m_i y_i^2$, $m_i z_i^2$, необходимые для вычисления моментов инерции элементов фрезы относительно осей, проходящих через центр тяжести фрезы (графы 12—15). Замечаем, что наибольшее влияние на формирование A_1 и C_1 оказывают элементы № 1, 5, 7, 8—11.

Изменим конструкцию фрезы Ф-1 варьированием ее элементами. Например: откажемся от обода (№ 1) и опустим ножи до ступицы (№ 3). При этом моменты инерции элементов № 7, 8—11 уменьшаются, элементы № 5, 12—15 становятся лишними. Получается новый конструктивный вариант фрезы Ф-1 с моментами инерции A_1 , C_1 , почти полностью совпадающими с моментами инерции A_2 , C_2 фрезы Ф-2.

Поступила 10 апреля 1987 г.

Для осуществления процесса вибрационного резания сотрудники Гомельского политехнического института разработали конструктивные варианты механических вибраторов, один из которых представлен на рис. 1 [1].

Вибратор состоит из корпуса 6, где на валу 7 смонтирован диск вибровозбудителя 8 с конусными головками 11, а также электродвигатель 9. Механизм регулировки амплитуды включает поворотный диск 10 и коромысла 12, которые могут перемещаться по радиусу диска и самоцентрироваться. Ударно-прерывистые колебания от вибровозбудителя посредством бойков 13, смонтированных во втулках 14, а также рычагов 1 и шлицевой втулки 3 передаются гидравлическому шлангу 2 к упругой муфте 15 с режущим инструментом 16. Частоту колебаний можно регулировать ступенчато в зависимости от количества конусных головок и плавно — посредством изменения шарнирными звеньями 4 от кулачкового патрона 5 угла α гильзы с бойками. Параметры вибровозбудителя определяют технической характеристикой базового станка и физико-химическими свойствами обрабатываемого материала, а также принятой схемой динамической модели вибровозбудителя (рис. 2).

Система возбуждения колебаний принята автономной, так как наложенные на нее связи склерономны, она не подвергается влиянию переменных внешних воздействий, и ее параметры не меняются в зависимости от времени.

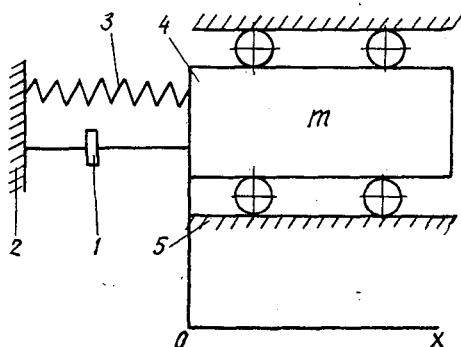


Рис. 2. Схема линейной системы с одной степенью свободы: 1 — демпфер (с коэффициентом сопротивления b); 2 — неподвижная стойка; 3 — пружина (с коэффициентом жесткости c); 4 — тело постоянной массы (m); 5 — идеальные направляющие по горизонтальной прямой в плоскости чертежа

Свободные колебания системы можно описать дифференциальным уравнением

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + cx = 0 \quad (1)$$

или

$$\ddot{x} + 2h\dot{x} + \omega_0^2 x = 0, \quad (2)$$

где

m — масса тела (бойка);

b — коэффициент сопротивления демпфера;

c — коэффициент жесткости пружины;

x — координата тела, отсчитываемая от положения равновесия;

t — время;

$h = \frac{b}{2m}$ — коэффициент затухания;

$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}$ — угловая частота собственных колебаний.

Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний имеет вид

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + cx = F_a \cos \omega t, \quad (3)$$

отсюда

$$\ddot{x} + 2h\dot{x} + \omega_0^2 x = \frac{F_a}{m} \cos \omega t. \quad (4)$$

Здесь F_a — амплитуда возмущающей силы;
 ω — угловая частота вынужденных колебаний.

Общий интеграл линейного неоднородного уравнения представим в виде

$$x = e^{-ht} (c_1 \cos \omega_1 t + c_2 \sin \omega_1 t) + X. \quad (5)$$

где $\omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - h^2}$ — собственная частота при $h < \omega_0$,

Частный интеграл будем искать в форме

$$X = x_a \cos (\omega t - f). \quad (6)$$

Здесь x_a — амплитуда вынужденных колебаний;
 f — начальная фаза.

После подстановки (6) в уравнение (4) найдем

$$x_a = \frac{F_a}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4h^2 \omega^2}}; \quad (7)$$

$$f = \arctg \frac{2h\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}. \quad (8)$$

После преобразований запишем интеграл дифференциального уравнения [2]

$$\begin{aligned} x = e^{-ht} & \left(x_0 \cos \omega_1 t + \frac{x_0 h + \dot{x}_0}{\omega_1} \sin \omega_1 t \right) - \frac{F_a e^{-ht}}{m [(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4h^2 \omega^2]} \left[(\omega_0^2 - \right. \\ & \left. - \omega^2) \cos \omega_1 t + \frac{h}{\omega_1} (\omega_0^2 + \omega^2) \sin \omega_1 t \right] + \\ & + \frac{F_a}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4h^2 \omega^2}} \cos (\omega t - f). \end{aligned} \quad (9)$$

Первый член правой части представляет собой начальные собственные колебания, определяемые начальными условиями и не зависящие от возмущающей силы, второй член — возбужденные собственные колебания, определяемые возмущающей силой и не зависящие от начальных условий, а третий член — вынужденные колебания.

Собственные колебания независимо от их происхождения с течением времени затухают, и в конечном итоге остаются только стационарные вынужденные колебания.

Размах перемещения исполнительного органа

$$r_n = \max x - \min x. \quad (10)$$

Соответственно размахи скорости и ускорения

$$r_c = \max \dot{x} - \min \dot{x}; \quad r_y = \max \ddot{x} - \min \ddot{x}.$$

Приведенные размахи вибрации являются функцией параметров системы

$$\begin{aligned} r_n &= r_n(m, b, c, \omega, F_{an}, \psi_n), \\ (n &= 1, 2, \dots, k). \end{aligned} \quad (11)$$

Предполагая, что при каждом ударе тело получает неизменное приращение кинетической энергии, и принимая, что диссипативное сопротивление пропорционально скорости, запишем уравнение движения в промежутке между ударами:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + cx = 0. \quad (12)$$

Если $\dot{x}_-$ — скорость непосредственно перед ударом, $\dot{x}_+$ — скорость непосредственно после удара, а T_Δ — приращение кинетической энергии при ударе, то

$$\text{при } x = 0, \quad \dot{x} > 0, \quad \frac{m\dot{x}_+^2}{2} - \frac{m\dot{x}_-^2}{2} = T_\Delta. \quad (13)$$

Интегрируя выражение (12), получим параметрическое уравнение фазовой траектории в промежутке между ударами:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{x_0}{\omega} e^{-ht} \sin \omega t, \\ \dot{x} &= x_0 e^{-ht} \left(\cos \omega t - \frac{h}{\omega} \sin \omega t \right). \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

В любой момент времени потенциальная энергия

$$П = E \sin^2 \omega_0 t = \frac{1}{2} E (1 - \cos 2\omega_0 t) \quad (15)$$

(где $E = \frac{m\dot{x}_a^2}{2} = \frac{m\omega_0^2 x_a^2}{2}$ — полная энергия системы)

и кинетическая энергия

$$T = E \cos^2 \omega_0 t = \frac{1}{2} E (1 + \cos 2\omega_0 t). \quad (16)$$

Мощность, необходимая для поддержания вынужденных колебаний:

$$N = F\dot{x}. \quad (17)$$

Энергия, необходимая для поддержания колебаний в течение одного периода:

$$A = \int_0^{2\pi/\omega} F\dot{x} dt. \quad (18)$$

Максимум средней мощности, которая может быть реализована вибровозбудителем:

$$\text{Max } N_{\text{ср}} = \dot{F}_a^2 \omega / 4m (\omega_0^2 - \omega^2). \quad (19)$$

Коэффициент демпфирования, при котором средняя мощность достигает максимума, $h_m = (\omega_0^2 - \omega^2)/2\omega$. Стабильность режима колебаний рабочих органов можно вычислить по формулам теории вероятностей, так как известны функциональные связи между контрольными параметрами, определяемые полем колебаний рабочих органов и совокупностью обрабатываемого материала [3]:

$$\begin{aligned} S = W\left(\frac{|b - b_0|}{b_0} < D\right) &= \frac{1}{2} \left\{ \Phi \left[\frac{b_0 D - (b_m - b_0)}{\sigma_b} \right] + \right. \\ &\quad \left. + \Phi \left[\frac{b_0 D + (b_m - b_0)}{\sigma_b} \right] \right\}. \end{aligned} \quad (20)$$

Здесь

 W — вероятность выполнения неравенства, заключенного в скобки; b — контрольный параметр; b_0 — номинальное значение контрольного параметра; D — максимально допустимое относительное отклонение параметра b от его номинального значения b_0 ;

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2} dt$$
 — интеграл вероятности;

 b_m — математическое ожидание; σ_b^2 — дисперсия.

Коэффициент усиления вынуждающей силы

$$\mu = m_i A_i \omega^2 / P, \quad (21)$$

где

 m_i — рабочая масса; A_i — амплитуда заданных гармонических колебаний; ω — частота; P — амплитуда вынуждающей силы.

Итак, в зависимости от выбора выходных параметров вибровозбудителя, связанных с повышением технических характеристик оборудования и стойкости режущего инструмента, механические вибраторы данной конструкции можно широко применять на различных технологических операциях. При создании механических вибраторов основой проектирования является построение динамической модели вибровозбудителя и ее синтез с применением данной методики расчета и последующим обоснованием параметров ударно-вибрационного устройства таким образом, чтобы обеспечивались максимальные ударные скорости, надежность и долговечность элементов всей конструкции, включая передаточные механизмы и муфты режущих инструментов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1187934 СССР, МКИ В 23С 9/00. Привод шпинделя вибрационного резания к фрезерному станку / Н. В. Соколов, А. Д. Кучерявенко, С. И. Красюк и др. (СССР).— 3749050/25—08; Заявлено 04.06.84; Опубл. 30.10.85, Бюл. № 40 // Открытия. Изобретения.— 1985.— № 40.— С. 96. [2]. Быховский И. И. Основы теории вибрационной техники.— М.: Машиностроение, 1969.— 362 с. [3]. Вибрации в технике. / Под ред. Э. Э. Лавендела.— М.: Машиностроение, 1981.— Т. 4.— 509 с. [4]. Подураев В. Н. Вибрационное резание.— М.: Машиностроение, 1967.— 350 с.

Поступила 31 марта 1987 г.

УДК 539.3

УСТОЙЧИВОСТЬ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ НЕПРЕРЫВНО-НЕОДНОРОДНОЙ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. Е. ЮРИНЕЦ

Львовский государственный университет

Детали из модифицированной древесины находят применение в различных конструкциях. В процессе формирования или при эксплуатации таких деталей может возникнуть неоднородность их упругих

свойств. Это скажется на прочностных качествах деталей и может повлиять на несущую способность всей конструкции.

В данной работе рассмотрена устойчивость плоской детали из модифицированной древесины под воздействием нагрузки, приложенной по ее контуру.

Деталь принимали в виде непрерывно-неоднородной ортотропной пластины, упругие характеристики которой меняются по глубине, а именно:

$$E_1 = E_1^0 \exp[-f(y)]; \quad E_2 = E_2^0 \exp[-f(y)]; \quad G = G^0 \exp[-f(y)], \quad (1)$$

где E_1 , E_2 , G — соответственно модули упругости и модуль сдвига;
 $f(y)$ — произвольная функция, характеризующая степень неоднородности материала [2].

Единственная и устойчивая форма равновесия, соответствующая достаточно малым нагрузкам, характеризуется тем, что срединная поверхность пластины остается плоской. Если увеличивать нагрузку, то может наступить такой момент, когда основная форма равновесия перестанет быть единственной и устойчивой. Плоская форма становится неустойчивой, и пластина под действием самого незначительного поперечного усилия, перейдет от неустойчивой формы к устойчивой с искривлением срединной поверхности. Потеря устойчивости плоской формы в большинстве случаев нежелательна и может привести к разрушению конструкции.

Для определения критических нормальных T_x , T_y и касательных S_{xy} нагрузок решим дифференциальное уравнение функции прогибов $w(x, y)$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} - 2f_y \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + (f_y^2 - f_{yy} - \eta T_y) \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2p_0^2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} - 2p_0^2 f_y \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} - \\ - 2\eta S_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + p_0^4 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + [\nu_1 (f_y^2 - f_{yy}) - \eta T_x] \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где ν_1 , ν_2 — коэффициенты Пуассона;

$2h$ — толщина пластины;

$$\eta = \frac{3(1 - \nu_1 \nu_2)}{2h^3 E_2^0}; \quad f_y = \frac{df}{dy}; \quad f_{yy} = \frac{d^2 f}{dy^2}; \quad p_0^4 = \frac{E_1^0}{E_2^0}. \quad (3)$$

Решение уравнения (2) можно представить в виде [1]

$$w(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} w_k(y) \sin \frac{k\pi x}{l_1}. \quad (4)$$

Здесь l_1 — длина пластины.

Подставляя выражение (4) в уравнение (2) и разлагая дифференциальный оператор на множители, функцию $w_k(y)$ найдем из уравнения:

$$\frac{d^2 w_k}{dy^2} + \gamma(y) \frac{dw_k}{dy} + \delta(y) w_k = w_0, \quad (5)$$

где w_0 — общее решение уравнения

$$\frac{d^2 w_0}{dy^2} + \alpha(y) \frac{dw_0}{dy} + \beta(y) w_0 = 0. \quad (6)$$

Неизвестные коэффициенты α , β , γ , δ определим из системы уравнений

$$\left. \begin{aligned}
 \alpha + \gamma &= -2f_y; \\
 2 \frac{d\gamma}{dy} + \alpha\gamma + \beta + \delta &= f_y^2 - f_{yy} - \eta T_y - \frac{2\rho_0^2 k^2 \pi^2}{l_1^2}; \\
 \frac{d^2\gamma}{dy^2} + 2 \frac{d\delta}{dy} + \alpha \frac{d\gamma}{dy} - \alpha\delta + \beta\gamma &= \frac{2\rho_0^2 k^2 \pi^2}{l_1^2} f_y + i \frac{2\eta k \pi}{l_1} S_{xy}; \\
 \frac{d^2\delta}{dy^2} + \alpha \frac{d\delta}{dy} + \beta\delta &= \frac{k^2 \pi^2}{l_1^2} \left[\frac{k^2 \pi^2 \rho_0^4}{l_1^2} + \nu_1 (f_{yy} - f_y^2) + \eta T_x \right].
 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

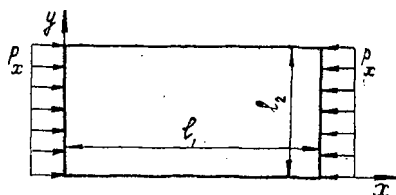
С помощью системы уравнений (7) можно определить в явном виде коэффициенты α , β , γ , δ для частных случаев функции $f(y)$ и свести решение уравнения (2) к решению последовательности уравнений (5), (6).

Для примера рассмотрим сжатую непрерывно-неоднородную пластину размерами $l_1 \times l_2$ (рис. 1). До потери устойчивости напряженное состояние пластины является плоским, причем

$$T_x = -p_x; \quad T_y = S_{xy} = 0. \quad (8)$$

Здесь p_x — величина сжимающего усилия на единицу длины.

Рис. 1. Схема воздействия внешней нагрузки на пластину из непрерывно-неоднородной модифицированной древесины



Предположим, что функция $f(y)$ меняется по линейному закону и имеет вид:

$$f(y) = a + by, \quad (9)$$

где a , b — произвольные постоянные.

Используя соотношения (4)–(7), решение уравнения (2) представим в виде:

$$\begin{aligned}
 w(x, y) = e^{\frac{1}{2}by} \sum_{k=1}^{\infty} \left(C_1 e^{\frac{1}{2}\lambda_1 y} + C_2 e^{-\frac{1}{2}\lambda_1 y} + C_3 e^{\frac{1}{2}\lambda_2 y} + \right. \\
 \left. + C_4 e^{-\frac{1}{2}\lambda_2 y} \right) \sin \frac{k\pi x}{l_1}, \quad (10)
 \end{aligned}$$

если $\lambda_1^2 > 0$;

$$w(x, y) = e^{\frac{1}{2}by} \sum_{k=1}^{\infty} \left(C_1 y + C_2 + C_3 e^{\frac{1}{2}\lambda_2 y} + C_4 e^{-\frac{1}{2}\lambda_2 y} \right) \sin \frac{k\pi x}{l_1}, \quad (11)$$

если $\lambda_1^2 = 0$;

$$\begin{aligned}
 w(x, y) = e^{\frac{1}{2}by} \sum_{k=1}^{\infty} \left(C_1 \cos \frac{\lambda_1 y}{2} + C_2 \sin \frac{\lambda_1 y}{2} + C_3 e^{\frac{1}{2}\lambda_2 y} + \right. \\
 \left. + C_4 e^{-\frac{1}{2}\lambda_2 y} \right) \sin \frac{k\pi x}{l_1}, \quad (12)
 \end{aligned}$$

если $\lambda_1^2 < 0$, где C_j ($j = \overline{1,4}$) — произвольные функции параметра k , подлежащие определению из соответствующих граничных условий;

$$\lambda_{1,2}^2 = b^2 + \frac{4\rho_0^2 k^2 \pi^2}{l_1^2} \pm \frac{4k\pi}{l_1} \sqrt{\nu_1 b^2 + \eta p_x}. \quad (13)$$

При интегрировании уравнения (2) необходимо учитывать, что прогиб $w(x, y)$ должен удовлетворять граничным условиям, которые зависят от способа закрепления или загрузки края пластины. Пусть края пластины $y = 0, y_2 = l_2$ жестко защемлены, а края $x = 0, x = l_1$ опертые.

Тогда решение уравнений (10)–(12) должно удовлетворять граничным условиям

$$w = 0; \quad \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu_2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0 \quad (14)$$

при $x = 0$ и $x = l_1$;

$$w = 0, \quad \frac{dw}{dy} = 0 \quad (15)$$

при $y = 0$ и $y = l_2$.

Удовлетворяя решение (10)–(12) граничным условиям (14), (15) и приравнявая определители полученных систем уравнений к нулю, найдем:

$$(\lambda_1^2 + \lambda_2^2) \operatorname{sh} \frac{\lambda_1 l_2}{2} \operatorname{sh} \frac{\lambda_2 l_2}{2} - 2\lambda_1 \lambda_2 \left(\operatorname{ch} \frac{\lambda_1 l_2}{2} \operatorname{ch} \frac{\lambda_2 l_2}{2} - 1 \right) = 0, \quad (16)$$

если $\lambda_1^2 > 0$;

$$(\lambda_1^2 - \lambda_2^2) \sin \frac{\lambda_1 l_2}{2} \operatorname{sh} \frac{\lambda_2 l_2}{2} + 2\lambda_1 \lambda_2 \left(\cos \frac{\lambda_1 l_2}{2} \operatorname{ch} \frac{\lambda_2 l_2}{2} - 1 \right) = 0, \quad (17)$$

если $\lambda_1^2 < 0$.

Трансцендентные уравнения (16), (17) служат для определения величин p_x , соответствующих значениям $k = 1, 2, 3 \dots$. Из всей совокупности значений p_x необходимо выбирать наименьшее, которое и будет критическим. В частности, если $\lambda_1^2 = 0$, критическую нагрузку определим из выражения:

$$p_{кр} = \eta \left[\frac{l_1^2}{16k^2 \pi^2} \left(b^2 + \frac{4\rho_0^2 k^2 \pi^2}{l_1^2} \right) - \nu_1 b^2 \right]. \quad (18)$$

По уравнениям (16)–(18) при помощи ЭВМ СМ-1420 проводили численный расчет критической нагрузки $p_{кр}$, действующей на пластину из модифицированной древесины со следующими упругими и геометрическими характеристиками:

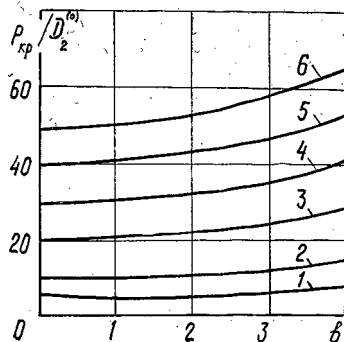


Рис. 2. Зависимость критической нагрузки от параметра, характеризующего степень неоднородности материала пластины (D_2^0 — жесткость пластины на изгиб вокруг оси x в точке $y = 0$)

$$E_1^0 = 1,4 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2; \quad \nu_1 = 0,46; \quad l_1 = l_2 = 1 \text{ м};$$

$$h = 0,01 \text{ м}; \quad G^0 = \frac{E_1^0}{2(p_0^2 + \nu_1)}; \quad a = 0. \quad (19)$$

На рис. 2 показана зависимость критической силы $p_{кр}$ от параметра b , характеризующего неоднородность пластины. Кривые 1, 2, 3, 4, 5, 6 соответствуют значениям отношения модулей упругости $E_1^0/E_2^0 = 1/2, 1, 2, 3, 4, 5$. Как видно из графиков, влияние неоднородности материала более заметно проявляется при увеличении отношения модулей упругости E_1^0/E_2^0 .

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров.— М.: Наука, 1978.— 832 с. [2]. Юринец В. Е. Об исследовании напряженного состояния неоднородных ортотропных пластин // Прикл. механика.— 1984.— Т. 20, № 10.— С. 69—75.

Поступила 3 мая 1988 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 541.183 : 628.515

ОБ ЭФФЕКТЕ ВВЕДЕНИЯ В ПОЛИЭФИРНЫЙ ЛАК
ИСКУССТВЕННЫХ СОРБЕНТОВЛ. И. БЕЛЬЧИНСКАЯ, Л. В. КРАСНОБОЯРОВА, В. Т. МЕЗЕНЦЕВА,
Б. Ф. МАЛИКОВ

Воронежский лесотехнический институт

На предприятиях мебельной промышленности для отделки древесных плит используют полиэфирные лаки, содержащие летучие компоненты.

Данные о составе, процентном содержании и предельно допустимых концентрациях летучих компонентов полиэфирного лака ПЭ-265 представлены в табл. 1.

Таблица 1

Летучий компонент лака	Содержание летучего компонента, %	Предельно допустимая концентрация (ПДК), мг/м ³
Ацетон	4	200
Бутилацетат	6	200
Стирол	4	5

Как видно из табл. 1, наиболее токсичный из летучих компонентов лака — стирол. Предельное содержание его в 1 м³ воздуха промышленного помещения в 40 раз ниже по сравнению с ацетоном и бутилацетатом. Установлено [1], что три ранее исследуемых природных минерала избирательно адсорбируют ацетон.

Цель данного исследования — определить эффективность и избирательность к поглощению искусственных сорбентов — аэросила и его модификации бутосила — в сравнении с природными сорбентами: монтмориллонитом, клиноптилолитом и палыгорскитом.

Исследуемый аэросил марки А-380 представляет собой высокодисперсный искусственный кремнезем в виде глобулярных частиц, образующих при соприкосновении друг с другом контактные поры. Поверхностные свойства аэросила А-380 [2]:

Удельная поверхность (по Ag)	315 м ² /г
Средний радиус частиц	4,30 нм
Плотность изолированных гидроксильных групп	1,30 групп ОН/нм ²
Емкость монослоя воды по БЭТ	3,80 молек./нм ²
Объем контактных пор · 10 ³	7,20 см ³ · г

Аэросил и бутосил подвергали предварительной термообработке. Количество адсорбированных летучих компонентов определяли весовым и хроматографическим методами. Суммарное количество поглощенных сорбентами летучих компонентов находили по разности массовых долей сухого остатка лака без сорбента и в его присутствии.

Массовую долю сухого остатка лака θ , %, определяли по методике, описанной в работе [1].

Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сорбент	Количество сорбента, вводимого в лак, %	Массовая доля сухого остатка лака Θ , %
Аэросил	0,1	98,1
	0,5	98,5
	1,0	98,9
	2,0	99,6
Бутосил	2,0	96,4
	—	93,8

Таблица 3

Вид сорбента	$\Delta\Theta$
Природный:	
монтмориллонит	1,4
клиноптилолит	3,5
пальгорскит	4,4
Искусственный:	
аэросил	5,8
бутосил	2,6

Примечание. В полиэфирный лак вводили 2 % каждого сорбента от массы лака.

Из данных табл. 2 видно, что при повышении количества введенного аэросила от 0,1 до 2 % массовая доля сухого остатка лака возрастает на 1,5 %. Использование бутосила в качестве адсорбента имеет меньший эффект, чем добавление аэросила. Разница в величинах массовой доли сухого остатка лака $\Delta\Theta$ при введении в него природных и искусственных сорбентов представлена в табл. 3.

Определяли влияние аэросила на твердость лакового покрытия. Найдено, что при введении аэросила от 0,1 до 2 % твердость покрытия практически не изменяется.

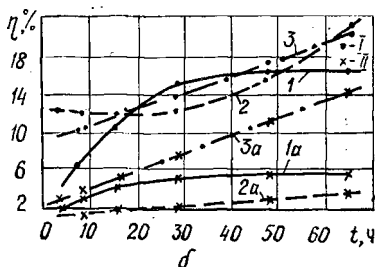
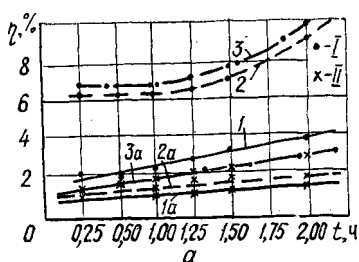


Рис. 1. Зависимость количества η поглощенного бутилацетата 1, 1а, стирола 2, 2а, ацетона 3, 3а аэросилом I и бутосилом II от продолжительности экспозиции t сорбентов (а, б)

Количество каждого сорбата, поглощенного сорбентом, определяли весовым методом. На рис. 1, а, б представлены кинетические кривые, снятые для ацетона, стирола и бутилацетата на аэросиле и бутосиле. Кривые, полученные на бутосиле для ацетона, стирола и бутилацетата и на аэросиле для бутилацетата во временном диапазоне от 0,25 до 2 ч имеют линейный характер и описаны уравнением прямой:

$$\eta = a + kt,$$

где η — количество поглощенного сорбата к массе сорбента;
 t — продолжительность экспозиции сорбента;
 a и k — постоянные.

При использовании бутосила величина $\frac{d\eta}{dt}$ для ацетона в 2 раза больше, чем для стирола, и в 6 раз больше, чем для бутилацетата, т. е. поглощение бутосилом бутилацетата минимально.

На аэросиле для ацетона и стирола линейный характер кинетической кривой $\eta - t$ не наблюдается: увеличение продолжительности эксперимента до 2 ч приводит к более резкому повышению количества адсорбируемого ацетона и стирола поверхностью аэросила.

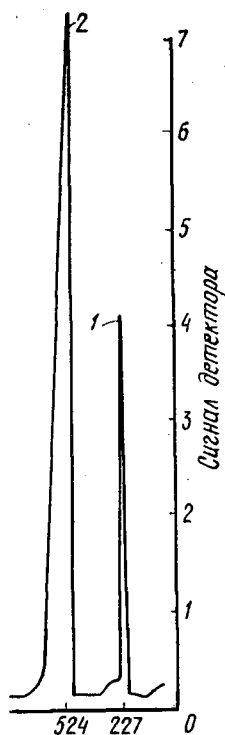


Рис. 2. Хроматограмма смеси, полученной при экстракции ацетона из аэросила А-380 бутанолом-1: 1 — ацетон, чувствительность 1:640; 2 — бутанол-1, чувствительность 1:64 000, объем пробы 1 мл

При увеличении длительности экспозиции бутосила в среде стирола и ацетона с 2 до 70 ч линейный характер зависимости $\eta - t$ сохраняется, а для бутилацетата насыщение поверхности бутосила достигается при 30 ч.

При использовании аэросила линейный ход исследуемой зависимости (в интервале 2...60 ч) обнаруживается только на ацетоне. На стироле характер зависимости в сравнении с малым временным диапазоном не меняется. А для бутилацетата насыщение достигается при $t_{вр} = 30$ ч. Однако количество бутилацетата, поглощенного аэросилом, в 3 раза больше, чем бутосилом.

Методом газожидкостной хроматографии определено количество ацетона, адсорбированного аэросилом, и проведено сравнение с данными, полученными весовым методом. Анализ проводили на хроматографе «Хром-5». В качестве растворителя ацетона был выбран бутанол-1.

На рис. 2 представлена хроматограмма смеси, полученной при экстракции ацетона из аэросила бутанолом-1.

Условия хроматографического определения: колонка стеклянная (2,5 м × 3 мм); Seralon SDA фракция 0,125...0,200 мм, $T_{колонки} = 160^\circ\text{C}$. $T_{испарителя} = T_{детектора} = 200^\circ\text{C}$, $\text{He} - 28,8$ мл/мин, детектор пламенно-ионизационный ($\text{He} - 30$ мл/мин, воздух — 300 мл/мин), чувствительность — 1:64 000, скорость диаграммной ленты — 0,3 см/мин, объем пробы — 1 мкл.

Таблица 4

Кинетика адсорбции ацетона аэросилом А-380

Длительность адсорбции, ч	Количество адсорбированного ацетона, %, найденное методом	
	хроматографическим	весовым
0,25	4,2	6,2
0,63	5,3	8,1
0,83	5,5	7,4
1,00	6,8	8,5
2,00	8,1	10,3

При сравнении данных, полученных весовым и хроматографическим способами (табл. 4), установлено, что имеется корреляция для различного времени насыщения аэросила ацетоном. Однако значения, найденные для каждого времени эксперимента выбранными способами, реализуются, по-видимому, из-за установления равновесия при экстракции между ацетоном в жидкой и газовой фазах, что не позволяет выделить весь ацетон из сорбента.

Приведенные результаты позволяют классифицировать аэросил, как наиболее эффективный из изученных природных и искусственных сорбентов.

Главное достоинство аэросила — адсорбция не только ацетона, но и стирола, играющего основную роль в загрязнении, загазованности и токсичности в помещениях отделочного цеха мебельного комбината. Адсорбционная способность аэросила обусловлена, во-первых, наличием

поверхностных гидроксильных групп ($3 \cdot 10^{17}$ групп на 1 г аэросила), по-видимому, образующих с адсорбатом водородные связи, и, во-вторых, существованием контактных пор. Бутосил обладает меньшей адсорбционной способностью, так как гидроксильные группы частично заменены при модификации на бутильный радикал, что уменьшило количество гидроксильных групп на единицу поверхности и тем самым снизило возможность бутосила образовать связь с адсорбатом.

Итак, причина адсорбционной способности природных сорбентов различна [1]. В данной работе установлено, что эффект снижения количества летучих составляющих полэфирного лака от введения в него природных минералов — клиноптилолита, монтмориллонита и палыгорскита — меньше, чем от добавления искусственного высокодисперсного беспористого сорбента — аэросила, преимущественно адсорбирующего наиболее токсичный летучий компонент полиэфирного лака — стирол.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бельчинская Л. И. и др. Сравнительная характеристика адсорбентов для улавливания летучих органических загрязнителей мебельных предприятий / Бельчинская Л. И., Бондаренко С. В., Краснобаярова Л. В. и др.; Отд-ние НИИТЭХИМ.— Черкассы, 1985.— 10 с.— Деп. в ВИНТИ 05.08.85, № 804. [2]. Саушкин В. В. Диэлектрическая проницаемость воды, адсорбированной на гладкой поверхности: Дис... канд. физ.-мат. наук.— М., 1985.— 196 с.

Поступила 21 ноября 1988 г.

УДК 630*864

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМОЛЕКУЛЯРНОГО СОСТАВА ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ РАЗЛИЧНЫХ КОМБИНАТОВ

О. М. СОКОЛОВ, Н. Д. БАБИКОВА, А. В. ФЕСЕНКО,
В. Л. ПОПОВА

Архангельский лесотехнический институт
Пермский филиал ВНИИБ

Основным направлением использования сульфитных щелоков целлюлозно-бумажного производства является их выпуск в виде товарной продукции для народного хозяйства, а именно лигносульфонатов технических (ЛСТ).

ЛСТ используют в различных производствах, однако объем их применения в народном хозяйстве невелик, что объясняется, в основном, нестабильностью их товарных свойств. Вязкость, поверхностно-активные свойства ЛСТ, диспергирующая способность и в целом потребительские свойства зависят от молекулярных масс (ММ) и характера молекулярно-массового распределения (ММР). Исследование полимолекулярного состава ЛСТ позволит оценить эффективность действия и наиболее перспективные направления их использования.

Нами изучен полимолекулярный состав ЛСТ некоторых целлюлозно-бумажных комбинатов, использующих различные основания варочной кислоты.

Молекулярные массы и ММР образцов определяли по результатам гель-хроматографии на сефадексе G-75, проводимой по методике [2, 4]. По кривым гель-фильтрации (рис. 1, 2) на ЭВМ ЕС-1022 рассчитывали среднечисловую ($\bar{M}_n$), среднемассовую ($\bar{M}_w$) и z-среднюю ($\bar{M}_z$) молекулярные массы [1, 3].

В табл. 1 представлена характеристика образцов ЛСТ различных комбинатов.

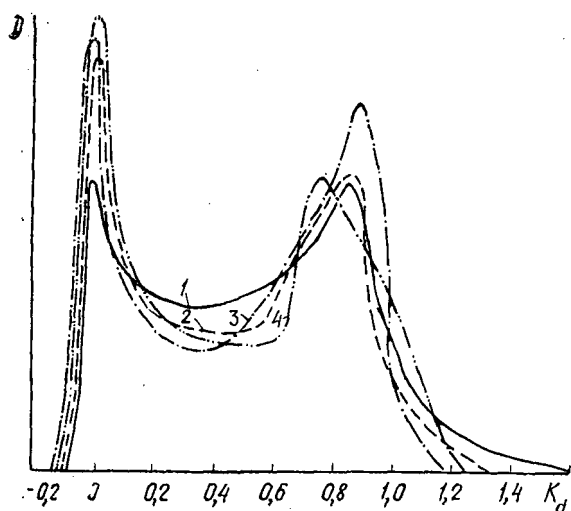


Рис. 1. Нормированные кривые гель-фильтрации ЛСТ ЦБ комбинатов, работающих на натриевом основании: 1 — Котласского; 2 — Камского; 3 — Кондопожского; 4 — Соликамского; K_d — коэффициент распределения гель-фильтрации; D — оптическая плотность

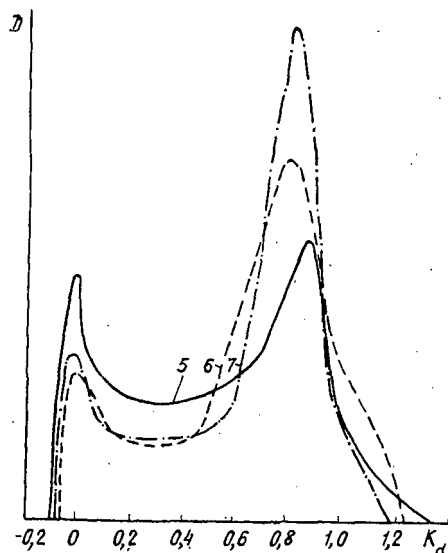


Рис. 2. Нормированные кривые гель-фильтрации ЛСТ ЦБ комбинатов, работающих на кальций-натриевом и аммонийном основаниях: 5 — Сясьского; 6 — Клайпедского; 7 — Балахнинского

Данные табл. 1 показывают, что для комбинатов, использующих разные варочные основания, средние молекулярные массы различны. Так, среднемассовые молекулярные массы ЛСТ комбинатов, работающих на натриевом основании, изменяются от 61 300 (Камский ЦБК) до 22 000 (Котласский ЦБК), значения степени полидисперсности — от 10,3 до 3,9. Несколько меньшие значения среднемассовых молекулярных масс имеют ЛСТ комбинатов, использующих кальций-натриевое основание ($\bar{M}_w$ Сясьского ЦБК — 36 700 ... 38 500), аммонийное основание ($\bar{M}_w$ Клайпедского ЦБК — 20 700 ... 33 100, $\bar{M}_w$ Балахнинского ЦБК — 21 700).

Для ЛСТ этих комбинатов характерно преобладание низкомолекулярных фракций.

Таблица 1

ЦБК	Основание варочной кислоты	Содержание		РВ, % к а. с. в.	рН	Средние молекулярные массы			Сте- пень поли- ди- спер- сности M_w/M_n
		сухих веществ, %	зола, % к а. с. в.			M_z	M_w	M_n	
Камский	Натриевое	47,30	15,50	5,90	4,40	122 000	42 800	5 100	8,4
»	»	47,50	16,30	5,50	4,50	165 000	61 300	10 500	5,9
»	»	—	—	—	—	150 000	46 700	4 550	10,3
Соликамский	»	47,25	17,60	6,38	4,47	116 000	33 000	5 340	6,2
»	»	50,90	13,90	5,40	4,90	142 000	50 200	7 500	6,7
»	»	50,40	17,80	7,50	4,60	119 000	38 000	3 700	10,2
Кондопожский	»	50,20	11,50	17,40	4,50	139 000	44 400	5 300	8,4
»	»	51,30	12,43	16,74	5,10	148 000	45 300	6 300	7,2
Котласский	»	50,70	13,50	12,90	4,40	130 800	43 100	6 400	6,7
»	»	48,20	12,28	14,36	3,95	117 000	32 500	3 700	8,7
»	»	—	—	—	—	102 000	22 000	2 260	9,7
»	»	—	—	—	—	130 000	37 700	3 560	10,6
»	»	—	—	—	—	61 300	24 500	6 200	3,9
Сясьский	Кальций- натриевое	48,40	14,80	6,10	4,40	109 000	36 700	6 200	5,9
»	»	51,52	17,15	7,96	4,71	147 000	38 500	3 280	11,7
Кляйпедский	Аммоний- ное	51,90	3,40	9,50	4,60	97 000	33 100	6 200	5,4
»	»	46,55	3,10	6,64	4,32	89 600	20 700	4 000	5,2
Балахнинский	»	—	—	—	—	97 400	21 700	5 000	4,3

Для ЛСТ комбинатов, работающих на одном и том же основании, значения средних молекулярных масс также неоднозначны (таб. 1). Среднемассовые молекулярные массы ЛСТ Камского ЦБК имеют значения от 33 000 до 61 300, Соликамского — от 38 000 до 50 200, Кондопожского — от 44 400 до 45 300, Котласского — от 22 000 до 43 100. Наибольшие доли высокомолекулярных фракций можно отметить у ЛСТ Камского ЦБК, Кондопожского ЦБК (табл. 2).

Сравнение средних молекулярных масс и доли высоко-, средне- и низкомолекулярных фракций показывает нестабильность полимолекулярного состава образцов одного и того же комбината. Только ЛСТ Кондопожского и Сясьского комбинатов отличаются стабильностью по величине средних молекулярных масс. Кондопожский ЦБК выпускает

Таблица 2

ЦБК	Основание варочной кислоты	Доля высоко- средне- и низко- молекулярных фракций, %		
		Свыше 100 000	От 10 000 до 100 000	До 10 000
Камский	Натриевое	9	46	45
»	»	20	40	40
»	»	15	35	50
»	»	7	39	54
Соликамский	»	16	44	40
»	»	8	43	49
Кондопожский	»	13	39	48
»	»	16	33	51
Котласский	»	12	44	44
»	»	7	40	53
»	»	4	31	65
»	»	11	40	49
»	»	2	49	49
Сясьский	Кальций- натриевое	13	37	50
»	»	13	33	54
Клайпедский	Аммонийное	5	44	51
»	»	4	28	68

ЛСТ со среднемассовой молекулярной массой 44 400 ... 45 300, степенью полидисперсности 8,4 ... 7,2. Содержание долей высоко-, средне- и низкомолекулярных фракций для них также относительно стабильно.

Для образцов ЛСТ Сясьского комбината (кальций-натриевое основание)- среднемассовая молекулярная масса равна 36 700 ... 38 500, т. е. изменяется незначительно.

Для образцов рассмотренных комбинатов характерно незначительное изменение содержания золы и РВ. Нестабильность полимолекулярного состава ЛСТ целлюлозно-бумажных комбинатов, вероятно, связана с изменением технологических параметров производства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Соколов О. М. Определение молекулярных масс лигнинов на ультрацентрифуге и методом гель-фильтрации // Учеб. пособие.— Л.: ЛТА, 1978.— С. 74. [2]. Соколов О. М., Богомолов Б. Д., Попова В. Л. Выбор условий фракционирования лигносульфонатов на сефадексе и определения их молекулярных масс на ультрацентрифуге // Химия древесины.— 1977.— № 5.— С. 64—67. [3]. Соколов О. М., Фесенко А. В. Расчет на ЭВМ «Минск-32» молекулярных масс и молекулярно-массовых распределений по данным гель-хроматографии // Метод. указания.— Архангельск: АЛТИ, 1979.— 30 с. [4]. Установление зависимости между коэффициентом распределения гель-фильтрации и молекулярной массой лигносульфонатов / О. М. Соколов, Н. Д. Бабинова, Б. Д. Богомолов, В. Л. Попова // Химия древесины.— 1977.— № 5.— С. 73—77.

Поступила 3 апреля 1989 г.

УДК 630*864.9

СУШКА ЛИГНИНА В БАРАБАННОЙ СУШИЛКЕ

Б. Д. ЛЕВИН, Г. В. НИКОЛАЕВА, В. М. ВОРОНИН

Сибирский технологический институт

При подготовке лигнина для использования в качестве структурообразователя буровых растворов одной из проблем является его обезвреживание. Особенности сушки гидролизного лигнина Красноярского биохимического завода изучали на барабанной сушилке с секторным пи-

тателем, снабженной подъемно-лопастной насадкой. Диаметр барабана 0,2 м, длина 1 м.

Сушильный агент-воздух, засасываемый хвостовым вентилятором, подогревали в калорифере, затем он поступал в барабан, входя в контакт с лигнином, загружаемым через питатель. На выходе из сушилки материал попадал в разгрузочный бункер, а воздух после циклона, где отделяемые твердые частицы ссыпались в сборник, выбрасывался в атмосферу.

В опытах контролировали расход газа — по показанию дифманометра диафрагмы, температуру газа до и после барабана — по термометру. Во всех опытах лигнин из-под сжег сушили по прямоточной схеме, начальная относительная влажность составляла 61...65 %.

Эксперимент проводили в два этапа с использованием математического планирования. В качестве независимых переменных были выбраны начальная температура сушильного агента t , его скорость на входе в барабан W и расход влажного материала G . Выходными параметрами служили влажность материала после сушки w , унос материала U и влажность материала после циклона w_y . Так как уносимый из барабана продукт практически нацело улавливался в циклоне, то величину w определяли как относительную влажность смеси из разгрузочного бункера и из сборника после циклона. Унос материала рассчитывали как отношение массы материала из циклона к общей массе лигнина после сушки. Угол наклона барабана равнялся 2°.

Эксперимент и обработку полученных результатов проводили традиционными методами [1, 2]. Матрица планирования экспериментов плана Бокса-3 и результаты ее реализации представлены в таблице.

Но- мер опы- та	Скорость газа W		Темпера- тура газа t		Расход материала G		Влаж- ность матери- ала после сушки w , % отн.	Унос U , %	Влаж- ность уноси- мого мате- риала w_y , % отн.
	Код	м/с	Код	°C	Код	кг/ч			
1	1	4	1	220	1	12,5	44,0	28,1	9,1
2	—1	2	1	220	1	12,5	29,0	13,8	2,0
3	1	4	—1	150	1	12,5	35,1	26,9	18,5
4	—1	2	—1	150	1	12,5	42,3	11,5	4,3
5	1	4	1	220	—1	7,5	45,4	25,8	15,9
6	—1	2	1	220	—1	7,5	32,1	13,7	1,7
7	1	4	—1	150	—1	7,5	45,6	33,2	16,8
8	—1	2	—1	150	—1	7,5	45,0	8,2	5,7
9	1	4	0	185	0	10,0	48,2	28,0	19,5
10	—1	2	0	185	0	10,0	31,7	10,4	2,8
11	0	3	1	220	0	10,0	42,7	14,8	6,8
12	0	3	—1	150	0	10,0	48,5	14,3	10,2
13	0	3	0	185	1	12,5	48,0	21,5	11,2
14	0	3	0	185	—1	7,5	43,5	16,7	10,7

Уравнения регрессии в кодированных значениях переменных, связывающие выходные параметры с переменными факторами, имеют вид:

$$w = 45,72 + 3,81 W - 2,35t - 1,32G - 5,77W^2 - \\ - 0,15t^2 - 0,02G^2 + 4,36 Wt - 0,75 WG + 1,08tG;$$

$$U = 16,35 + 8,44 W + 0,21t + 0,42G + 2,85 W^2 - 1,75t^2 + \\ + 2,75G^2 - 1,75 Wt - 0,93 WG + 0,68tG;$$

$$w_y = 10,68 + 6,32 W - 2,02t - 0,59G + 0,47 W^2 - 2,19t^2 + \\ + 0,29G^2 - 0,51 Wt - 0,48 WG - 0,86tG.$$

Анализ результатов эксперимента показал, что, во-первых, в исследованных пределах значений переменных минимальная достигнутая конечная влажность велика — 29 %, во-вторых, средняя влажность лигнина после сушки зависит в основном от начальной скорости сушильного агента.

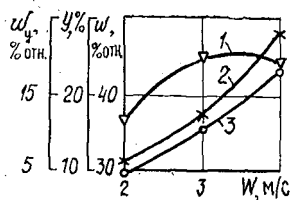


Рис. 1. Графики $w = f(W)$ (кривая 1), $Y = f(W)$ (кривая 2) и $w_y = f(W)$ (кривая 3) при $t = 185^\circ\text{C}$, $G = 10\text{ кг/ч}$, $n = 6\text{ мин}^{-1}$.

Зависимость $w = f(W)$, как и другие графики на рис. 1, построена при стабилизации остальных переменных на основном уровне. При увеличении W влажность лигнина возрастает, что вначале казалось противоречивым, так как с ростом скорости воздуха темп испарения влаги должен увеличиваться за счет турбулизации потока. Однако из совместного рассмотрения графиков $w = f(W)$, $Y = f(W)$ и $w_y = f(W)$ (см. рис. 1) видно, что при возрастании W параллельно с увеличением средней влажности лигнина после сушки увеличиваются унос (до 28 %) и влажность уносимого материала (до 17 %).

Следовательно, турбулизация потока (критерий Рейнольдса в опытах по плану Бокса-3 менялся от 11 000 до 29 000) привела к результатам, противоположным желаемому: из барабана выходил влажный материал, доля уносимых в циклон потоком газа частиц и их влажность также увеличивались.

На основе сделанных выводов было решено, отойдя от математического планирования, при стабилизированных начальной температуре газа ($t = 220^\circ\text{C}$) и расходе исходного лигнина ($G = 12,5\text{ кг/ч}$) увеличить время пребывания материала в сушилке за счет уменьшения скорости воздуха и частоты вращения барабана n . Наклон барабана, также влияющий на темп продвижения частиц, был оставлен равным 2° ввиду малой его величины.

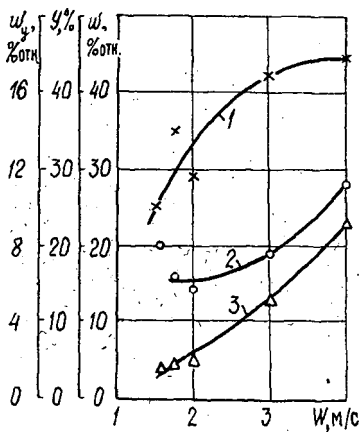


Рис. 2. Графики $w = f(W)$ (кривая 1), $Y = f(W)$ (кривая 2) и $w_y = f(W)$ (кривая 3) при $t = 220^\circ\text{C}$, $G = 12,5\text{ кг/ч}$ и $n = 6\text{ мин}^{-1}$.

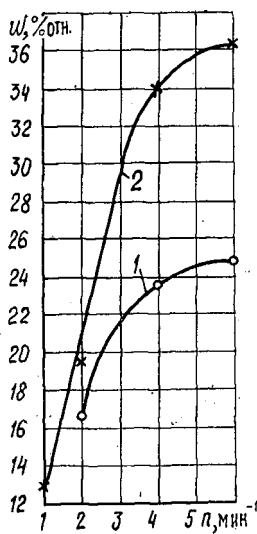


Рис. 3. Зависимости $w = f(n)$ при различных начальных скоростях сушильного агента ($t = 220^\circ\text{C}$, $G = 12,5\text{ кг/ч}$): 1 — $W = 1,50\text{ м/с}$; 2 — $W = 1,75\text{ м/с}$.

При выборе интервалов изменения W и n учитывалось, что с их уменьшением сокращается подводимый к материалу тепловой поток и ухудшаются условия обдува частиц.

На рис. 2 приведены графики зависимостей $w = f(W)$, $Y = f(W)$ и $w_y = f(W)$ при $n = 6 \text{ мин}^{-1}$, подтверждающие, что при изменении W от 4 до 1,5 м/с конечную влажность лигнина удается понизить до 25 %. При $W = 1,5 \text{ м/с}$ заметно снизился унос — до 15 %, а влажность материала после циклона уменьшилась до 2 %.

Самым действенным фактором оказалась скорость вращения барабана. На рис. 3 представлены графики зависимостей w от n при $t = 220^\circ\text{C}$, $G = 12,5 \text{ кг/ч}$ и различных скоростях газа. При изменении частоты вращения барабана от 6 до 2 мин^{-1} удалось понизить конечную влажность продукта от 25 до 16,4 % при $W = 1,5 \text{ м/с}$ и от 36 % до 19,4 % при $W = 1,75 \text{ м/с}$. При $n = 1 \text{ мин}^{-1}$ и $W = 1,75 \text{ м/с}$ влажность w составила 13 %. Доля улавливаемого в циклоне лигнина составила 15...20 % от общей его массы, его влажность — 1,5...2,5 %. Потери с отработанным сушильным агентом в среднем равны 1,3 %, а в опытах по плану Бокса-3 средний необратимый унос составил 2,6 %.

При сушке предварительно подвергнутого отжиму до влажности 50 % лигнина в тех же условиях w достигает 4...8 %.

Результаты проведенной работы подтвердили, что барабанную сушилку можно успешно использовать для получения сухого лигнина (влажностью 10 % и менее) при использовании в качестве сушильного агента продуктов сгорания газообразного или жидкого топлива.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Пен Р. З. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства. — Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1982. — 189 с. [2]. Пен Р. З., Менчер Э. М. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 120 с.

Поступила 6 марта 1987 г.

УДК 676.1.023.1

СНИЖЕНИЕ СОРНОСТИ СУЛЬФИТНОЙ ЕЛОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПРИ ОТБЕЛКЕ ЕЕ ГИПОХЛОРИТОМ И ДВУОКИСЬЮ ХЛОРА

Г. Ф. ПРОКШИН, Л. А. МИЛОВИДОВА, В. С. ЦВИЛЬ

Архангельский лесотехнический институт

Ранее [1—3] нами было показано, что условия хлорирования — решающий фактор, определяющий изменение белизны и сорности сульфитной и сульфатной целлюлозы на ступенях добелки. Добелка сульфитной целлюлозы осложнена присутствием в ней частичек коры до 50...60 % от общей сорности целлюлозы.

Цель данной работы — изучить влияние условий добелки сульфитной целлюлозы на изменение белизны и сорности, а также оценить эффективность воздействия гипохлорита и двуокиси хлора на включения коры и костры при добелке.

Для обработок использовали образец сульфитной целлюлозы со степенью провара 58 перм. ед. и сорностью 10...13 тыс. $1/\text{м}^2$ при примерно одинаковом содержании частичек коры (52...54 %) и костры (46...48 %). Содержание мелкого сора площадью 0,75...0,06 мм^2 было достаточно высоким — 15...20 %, площадью 1,5...1,0 мм^2 — 1,5...2,0 %. Крупный сор площадью более 1,5...2,0 мм^2 присутствовал в небольших количествах — менее 1,0 %, в основном, это была костра. Частички коры имели площадь менее 1 мм^2 .

Целлюлозу отбеливали по двум схемам: Д — Щ/Г — Х — Щ — Г и Д — Щ/Г — Х — Щ — Д.

Условия отбелики следующие. Отбелка двуокисью хлора (Д) — продолжительность 45 мин, температура 35...37 °С, концентрация массы 3,5 %, расход двуокиси хлора 2 кг/т в ед. двуокиси; щелочение с добавкой гипохлорита (Щ/Г) — продолжительность 120 мин, температура 60 °С, концентрация массы 6 %, расход едкого натра 10 кг/т, расход гипохлорита 2 кг/т, добавка тринатрийфосфата 6 кг/т; хлорирование (Х) — продолжительность 45 мин, температура 20 °С, концентрация массы 3,5 %, расход хлора 12 кг/т; щелочение (Щ) — продолжительность 120 мин, температура 60 °С, концентрация массы 6 %, расход едкого натра 10 кг/т, добавка тринатрийфосфата 6 кг/т.

В первой схеме добелку проводили гипохлоритом (Г) — продолжительность обработки 30, 60, 90, 120 мин, температура 42 °С, концентрация массы 6 %, начальный рН 10—10,5, расход гипохлорита 5, 10, 15 кг/т в ед. активного хлора. Во второй схеме добелка двуокисью хлора — продолжительность обработок 60, 90, 120, 180 мин, температура 70 °С, концентрация массы 6 %, расход двуокиси хлора 3, 5, 10 кг/т в ед. двуокиси хлора.

В лабораторных условиях отбелку целлюлозы проводили, как указано ранее [1—3], с подсчетом сорности во всей пробе целлюлозы до и после отбелики и с идентификацией включений по виду и площади.

Полученные результаты (табл. 1, 2) свидетельствуют о том, что эффективность снижения сорности при добелке сульфитной целлюлозы существенно зависит от расходов реагентов и продолжительности обработки.

Для отбелики гипохлоритом наиболее заметное снижение сорности наблюдается в первые 60 мин обработки, причем уже через 30 мин полностью удаляются соринки площадью более 1 мм². При всех расходах гипохлорита эффективность отбелики коры оказалась на 10...20 % ниже, чем костры. Именно эффективностью отбелики коры определяется характер изменения эффективности удаления всего сора. В результате при добелке целлюлозы гипохлоритом происходит изменение состава сорности по виду за счет относительного увеличения содержания коры, кроме отбелики, при максимальном расходе гипохлорита (15 кг/т).

Таблица 1
Влияние условий отбелики гипохлоритом на показатели сульфитной целлюлозы

Расход гипохлорита, кг/т	Продолжительность обработки, мин	Белизна, %	Сорность, 1/м ² (%)				
			общая	по виду		по площади, мм ²	
				Кора	Костра	1...0,75	0,75...0,06
5,0	30	82,6	5 732 (100)	3 758 (62,0)	1 974 (38,0)	1 401 (24,4)	4 331 (75,6)
	60	83,2	4 395 (100)	3 025 (68,8)	1 369 (31,1)	923 (21,0)	3 439 (78,2)
	90	86,0	3 439 (100)	2 515 (73,1)	924 (26,9)	924 (26,9)	2 515 (73,1)
	120	86,6	3 280 (100)	2 548 (77,6)	732 (28,3)	637 (19,4)	2 643 (80,6)
10,0	30	83,0	4 904 (100)	2 930 (59,7)	1 974 (40,3)	796 (16,2)	4 108 (83,8)
	60	85,4	3 821 (100)	2 898 (75,8)	923 (24,2)	1 051 (27,5)	2 770 (72,5)
	90	85,4	2 388 (100)	1 624 (69,3)	734 (30,7)	541 (22,7)	1 847 (77,3)
	120	86,9	2 484 (100)	1 815 (73,1)	669 (26,9)	510 (20,6)	1 974 (79,4)
15,0	30	79,8	4 617 (100)	3 153 (68,2)	1 464 (31,8)	861 (18,5)	3 756 (81,4)
	60	86,0	2 484 (100)	2 102 (84,6)	382 (15,4)	318 (12,8)	2 166 (87,2)
	90	86,7	1 720 (100)	764 (44,4)	956 (55,6)	191 (11,1)	1 529 (88,9)
	120	84,7	2 548 (100)	1 274 (50,0)	1 274 (50,0)	127 (5,0)	2 421 (95,0)

Таблица 2

Влияние условий отбелки двуокисью хлора на показатели сульфитной целлюлозы

Расход двуо- киси хлора, в ед. ClO ₂ , кг/т	Продол- житель- ность обра- ботки, мин	Бе- лиз- на, %	Сорность, 1/м ² (%)					по площади, мм ²	
			по виду			Смола			
			общая	Кора	Костра		1.5 . . . 1.0	1.0 . . . 0,75	0,75 . . . 0,06
3,0	60	—	1 688 (100)	1 019 (60,4)	478 (28,3)	191 (11,3)	187 (11,1)	189 (11,2)	1 312 (77,7)
	90	85,1	2 675 (100)	2 038 (76,2)	637 (23,8)	— (14,0)	127 (14,6)	764 (28,6)	1 784 (58,4)
	120	86,0	2 547 (100)	1 655 (64,9)	764 (30,0)	127 (4,1)	—	764 (30,0)	1 783 (30,0)
	180	86,4	1 911 (100)	1 337 (70,0)	510 (26,7)	64 (3,3)	64 (3,3)	510 (26,7)	1 337 (70,0)
5,0	60	85,4	1 879 (100)	1 433 (76,3)	414 (22,0)	32 (1,7)	128 (6,8)	637 (33,9)	1 115 (59,3)
	90	88,5	1 089 (100)	446 (43,7)	127 (12,4)	446 (43,7)	32 (3,2)	96 (9,4)	891 (87,4)
	120	88,2	2 516 (100)	1 815 (72,1)	637 (25,3)	64 (2,6)	32 (1,2)	573 (22,8)	1 911 (76,0)
	180	88,5	1 049 (100)	541 (53,4)	191 (18,7)	287 (28,1)	—	127 (12,5)	842 (87,5)
7,0	60	86,5	1 274 (100)	892 (70,0)	382 (30,0)	—	96	350 (64,0)	828 (65,0)
	90	86,0	1 146 (100)	987 (86,1)	127 (11,1)	—	—	64	1 083 (94,5)
	120	88,3	955 (100)	764 (80,0)	32 (3,4)	127 (13,3)	—	32	924 (96,7)
	180	88,3	732	605 (82,7)	96 (43,3)	—	—	64	669 (91,3)
10,0	60	87,0	955 (100)	605 (63,4)	318 (33,3)	32 (3,3)	—	127 (10,0)	860 (90,0)
	90	87,0	605 (100)	287 (46,3)	127 (21,0)	191 (32,7)	—	—	605 (100)
	120	88,0	955 (100)	318 (33,3)	96 (9,9)	542 (56,8)	—	64 (6,6)	892 (13,4)
	180	88,0	478 (100)	96 (20,1)	64 (13,4)	318 (66,5)	—	—	478 (100)

При отбелке целлюлозы двуокисью хлора процесс идет более интенсивно, в результате достигаются меньшие значения сорности, чем при отбелке гипохлоритом. Наиболее явно это заметно при сопостав-

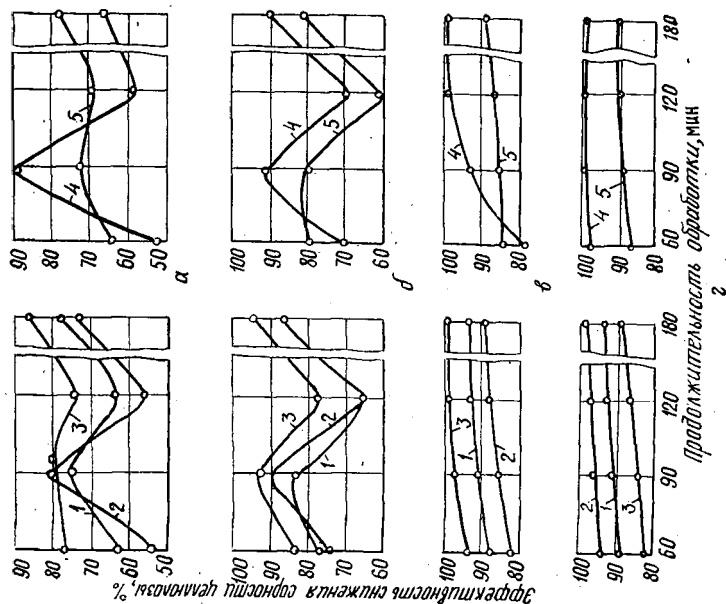


Рис. 2. Влияние условий отбелки двуокисью хлора на эффективность снижения сорности сульфитной целлюлозы, %: а — при расходе двуокиси хлора 3 кг/т; б — 5; в — 7; г — 10 кг/т; 1 — эффективность снижения содержания общего сора; 2 — коры; 3 — костры; 4 — сора площадью 1...0,75 мм²; 5 — сора площадью 0,75...0,06 мм².

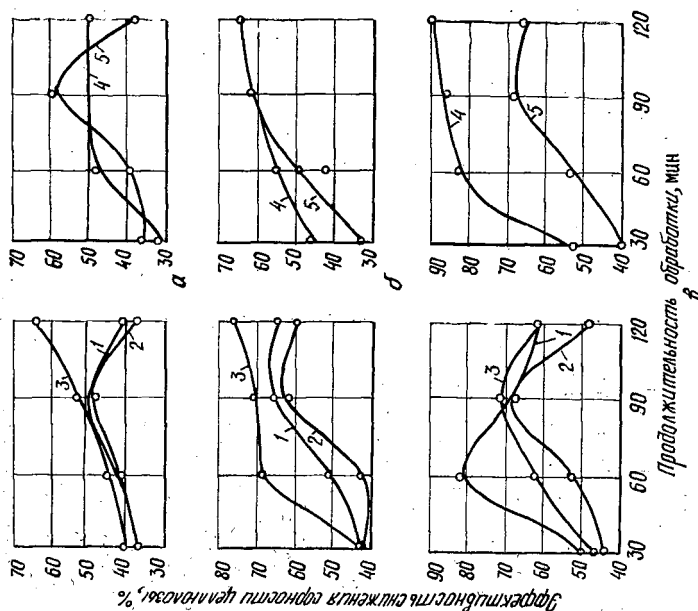


Рис. 1. Влияние условий отбелки гипохлоритом натрия на эффективность снижения сорности сульфитной целлюлозы, %: а — при расходе гипохлорита 5; б — 10; в — 15 кг/т; г — 20 кг/т; 1 — эффективность снижения содержания общего сора; 2 — коры; 3 — костры; 4 — сора площадью 1...0,75 мм²; 5 — сора площадью 0,75...0,06 мм².

лении результатов, полученных при отбелке целлюлозы с расходом гипохлорита 10 и 15 кг/т в ед. активного хлора (табл. 1) и с расходом двуокиси хлора 3 и 5 кг/т в ед. двуокиси или 8 и 13 кг/т в ед. активного хлора (табл. 2).

При добелке двуокисью хлора происходит более медленное удаление соринки площадью 1,0...1,5 мм², хотя к концу обработки соринки этого размера отбеливаются полностью. Сор площадью 1,0...1,5 мм² представляет собой, в основном, костру. Эффективность добелки коры

ниже, чем костры, но эта разница не превышает 5... 10 %, т. е. меньше, чем для гипохлорита.

Интенсивное повышение белизны целлюлозы при отбелке ее гипохлоритом и двуокисью хлора происходит в первые 30... 60 мин обработки. Наибольшая белизна при отбелке гипохлоритом (86,9 %) была достигнута при расходе реагента 10 кг/т, при отбелке двуокисью (88,5 %) — 5 кг/т. Снижение белизны при отбелке целлюлозы с расходом гипохлорита 15 кг/т связано, скорее всего, с окислением целлюлозы.

Характер изменения кривых зависимостей эффективности снижения сорности целлюлозы от продолжительности обработки (рис. 1, 2) при отбелке гипохлоритом и для случаев отбелки двуокисью хлора с расходом реагента до 5 кг/т свидетельствует о развитии процессов дробления частичек коры и костры (рис. 1, 2, кривые 2, 3) и, вследствие этого, о повышении содержания сора площадью менее 1 мм² (рис. 1, 2, кривые 4, 5). Для гипохлорита этот процесс наблюдается в течение 90 мин обработки, для двуокиси — в течение 120 мин. Увеличение расхода двуокиси хлора до 7... 10 кг/т обеспечивает более интенсивную отбелку частичек коры и костры, в этом случае процессы дробления и отбелки образующегося мелкого сора, идут по-видимому, с одинаковой скоростью. Такое поведение частичек коры и костры при отбелке свидетельствует о целесообразности предварительных механических воздействий, приводящих к дроблению крупного сора еще перед отбелкой.

При отбелке сульфитной целлюлозы двуокисью хлора наблюдалось образование нового вида сора — смоляных включений. Четких закономерностей в увеличении смоляных включений нами не установлено. Есть некоторая тенденция к повышению их содержания с увеличением расхода двуокиси.

Наиболее вероятная причина их появления — переход рН из щелочной среды в кислую, приводящий к коагуляции смолы и выпадению ее в виде включений, имеющих округлую форму.

Таким образом, при добелке сульфитной еловой целлюлозы двуокисью хлора по сравнению с гипохлоритом натрия обеспечивает более интенсивное и полное удаление коры и костры уже при расходе 3 кг/т. Оптимальным следует считать расход двуокиси — 3... 5 кг/т, гипохлорита — в пределах 10 кг/т в ед. активного хлора.

На стадиях добелки при всех рассмотренных расходах гипохлорита (5... 15 кг/т) и расходе двуокиси хлора до 7 кг/т происходит дробление коры и костры. При этом скорость дробления включений выше, чем скорость отбелки сора площадью менее 1 мм². Увеличение расхода двуокиси хлора до 7... 10 кг/т приводит к изменению соотношения скорости этих процессов.

Различный эффект снижения сорности по коре и костре при добелке целлюлозы гипохлоритом натрия и двуокисью хлора обусловлен большими затруднениями в развитии диффузорных процессов при отбелке коры. Более высокий эффект двуокиси хлора по сравнению с гипохлоритом при отбелке коры и костры также может быть объяснен более высокими скоростями поглощения и диффузии двуокиси

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Влияние окислительных реагентов на снижение сорности при отбелке сульфитной целлюлозы для бумаг / Г. Ф. Прокшин, Л. А. Миловидова, Г. В. Комарова, В. С. Цвиль // Лесн. журн.— 1984.— № 5.— С. 91—94.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Изучение влияния условий хлорирования на снижение сорности сульфитной вискозной целлюлозы при отбелке / Г. Ф. Прокшин, Л. А. Миловидова, Г. В. Комарова, В. С. Цвиль // Лесн. журн.— 1985.— № 1.— С. 80—85.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Прокшин Г. Ф., Миловидова Л. А., Цвиль В. С. Снижение сор-

ности лиственной сульфатной целлюлозы при отбелке ее различными реагентами // Лесн. журн.— 1986.— № 5.— С. 76—80.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 10 января 1989 г.

УДК 668.473

МОДИФИКАЦИЯ ЛИСТВЕННОГО ТАЛЛОВОГО МАСЛА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ СМАЗОК-СТАБИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Г. Л. ИЖОРИН, О. Г. СЕЛИВАНОВ, Р. И. БАТЫГИНА,
Г. М. КУБЕЦКИЙ

Владимирский политехнический институт
Котласский целлюлозно-бумажный комбинат

Лиственное талловое масло — вторичный продукт переработки древесины — содержит жирные кислоты (массовая доля 50 %), смоляные кислоты, неомыляемые и нейтральные вещества [7] и является ценным сырьем при получении смазок-стабилизаторов для пластических масс.

Окисленное кислородом воздуха талловое масло [4] использовали в качестве технологической смазки при волочении изделий из цветных металлов. В процессе окисления кислородом воздуха происходит отгонка воды, легких фракций, частичная дезодорация продукта и окисление двойных связей ненасыщенных жирных кислот. Одновременно увеличивается вязкость продукта, и цвет изменяется от коричневого до темно-коричневого.

На основе окисленного лиственного таллового масла авторами [1] разработан способ получения смазки ВДТМ-1 для холодной обработки металлов давлением (ТУ—81-05—73—80), которая нашла применение в качестве смазки-стабилизатора для ПВХ-композиций [2].

Смазку-стабилизатор ВДТМ-1 изготавливает Котласский целлюлозно-бумажный комбинат (КЦБК) на опытно-промышленной установке непрерывного действия по технологии, разработанной Владимирским политехническим институтом (ВПИ) [5]. Применение смазки-стабилизатора ВДТМ-1 в поливинилхлоридных композициях позволяет заменить большую часть дефицитного и дорогостоящего стеарата кальция.

По данным работы [6], высокими смазочными и стабилизирующими свойствами обладают кальциевые соли жирных кислот. Исходя из этого, были проведены исследования процесса модификации лиственного таллового масла некоторыми кальцийсодержащими соединениями с целью получения смазок-стабилизаторов, позволяющих полностью заменить стеарат кальция в поливинилхлоридных композициях.

Основная составляющая в смеси ненасыщенных жирных кислот лиственного таллового масла — линолевая кислота, поэтому ее выбрали в качестве модельного объекта исследования (ТУ-609-14-1990—78, марка «Ч»). Для получения кальциевых солей линолевой кислоты использовали гидроксид кальция (ГОСТ 9262—77, марка «Ч») и хлорную известь (ГОСТ 1692—85).

Исследования процесса взаимодействия линолевой кислоты с гидроксидом кальция и хлорной известью проводили в круглодонной колбе (объемом 250 мл) с электрообогревом, с мешалкой и барботером. Через барботер пропускали азот или воздух в зависимости от того, какая среда требовалась для проведения реакции. Точность поддержания заданной температуры составляла $\pm 2^\circ\text{C}$. Протекание реакции взаимодействия линолевой кислоты с гидроксидом кальция и хлорной известью контролировали по изменению кислотного и йодного чисел, определяемых по известным методам [3].

Брали следующие молярные соотношения линолевой кислоты к гидроксиду кальция или к хлорной извести: 2 : 1; 2 : 0,5; 2 : 0,25. Первое соотношение представляло стехиометрическую смесь, что в случае необратимости реакции должно привести к полной нейтрализации линолевой кислоты. При втором и третьем соотношениях реакция протекала при избытке линолевой кислоты. Продолжительность реакции во всех опытах составляла 1 ч.

Влияние одновременно протекающих реакций (окисления и нейтрализации) друг на друга установлено при проведении реакции в нейтральной среде (барботаж азота) и окислительной (барботаж воздуха).

В таблице представлены данные зависимости кислотного и йодного чисел продуктов взаимодействия линолевой кислоты с гидроксидом кальция и хлорной известью от молярного соотношения реагентов и условий реакции.

Молярное соотношение реагентов	Среда	Кислотное число	Йодное число
2 : 0,25	Азот	154,2	158,9
		157,0	149,6
2 : 0,50	»	92,5	159,9
		120,6	146,9
2 : 1,00	»	61,6	160,9
		63,2	144,8
2 : 0,25	Воздух	154,6	146,3
		154,4	147,3
2 : 0,50	»	91,8	144,9
		123,3	142,2
2 : 1,00	»	63,3	145,4
		63,3	136,2

Примечание. В числителе данные для продуктов взаимодействия линолевой кислоты с гидроксидом кальция; в знаменателе — с хлорной известью. Для исходной линолевой кислоты кислотное число равно 199,11; йодное число — 160,5. Расход воздуха или азота во всех опытах — 0,1 мл/с. Условия реакции во всех опытах: температура 423 К, продолжительность реакции

1 ч

По данным таблицы установлено, что реакции взаимодействия линолевой кислоты с гидроксидом кальция и кислородом воздуха протекают независимо друг от друга, о чем свидетельствует одинаковое изменение кислотного числа при барботаже воздухом и азотом.

Изменение йодного числа в сторону уменьшения при барботаже воздухом свидетельствует о протекании одновременно с реакцией нейтрализации реакции окисления двойных связей линолевой кислоты кислородом воздуха.

Выбранная для нейтрализации линолевой кислоты хлорная известь представляет собой смешанную соль соляной и хлорноватистой кислот. Хлорная известь — сильный окислитель. При ее разложении образуется элементарный кислород, что ускоряет процесс окисления линолевой кислоты. Исходя из этого, можно предположить, что за счет введения хлорной извести, даже в атмосфере азота, протекают реакции окисления и нейтрализации линолевой кислоты с образованием кальциевой соли окисленной жирной кислоты (см. табл.).

Применение хлорной извести для получения кальциевых солей линолевой кислоты и увеличение ее доли в мольном соотношении позволяют значительно ускорить процесс окисления линолевой кислоты.

Исследования показали возможность получения кальциевых солей жирных кислот лиственного таллового масла с целью создания дешевых доступных смазок-стабилизаторов для поливинилхлоридных композиций. Кроме того, использование хлорной извести дает возможность значительно интенсифицировать процесс окисления, что немаловажно при аппаратурном оформлении промышленного процесса получения смазок-стабилизаторов на основе лиственного таллового масла.

В результате проведенных исследований на линолевой кислоте разработана смазка-стабилизатор для поливинилхлоридных композиций МОЛТМ (модифицированное окисленное лиственное талловое масло) ТУ-ОП-13-0281125-45—87, представляющая собой продукт совместного окисления лиственного таллового масла хлорной известью и кислородом воздуха. Смазку-стабилизатор МОЛТМ выпускают двух марок А и Б, отличающихся содержанием кальциевых солей жирных кислот.

Смазку марки А используют в производстве кабельного поливинилхлоридного пластика, марки Б — в композициях на основе поливинилхлорида. По данным испытаний, проведенных на Владимирском химическом заводе (ВХЗ), смазка МОЛТМ позволяет полностью заменить стеарат кальция в поливинилхлоридных композициях.

В 1987 г. на КЦБК на опытно-промышленной установке для окисления лиственного таллового масла по технологии, разработанной ВПИ, освоен выпуск смазки-стабилизатора МОЛТМ для замены стеарата кальция в кабельном пластике, выпускаемом ВХЗ. Ожидаемый экономический эффект от внедрения МОЛТМ в поливинилхлоридные композиции кабельного пластика взамен стеарата кальция составляет около 1 000 р. на 1 т МОЛТМ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 883158 СССР, МКИ³ С 10М 1/20. Способ получения смазки для холодной обработки металлов давлением / Н. В. Терегеря, В. В. Терегеря, В. А. Выродов, Г. М. Кубецкий (СССР).— № 2882523/23—04; Заявлено 03.01.80; Оpubл. 23.11.81, Бюл. № 43 // Открытия. Изобретения.— 1981.— № 43.— С. 118. [2]. А. с. 1024474 СССР, МКИ³ С 08 L 27/06; С 08 K 5/04, Н 01 В 3/44. Полимерная электроизоляционная композиция / В. В. Терегеря, Н. В. Терегеря, В. И. Манушин и др. (СССР).— № 3350743/23—05; Заявлено 30.10.81; Оpubл. 23.06.83, Бюл. № 23 // Открытия. Изобретения.— 1983.— № 23.— С. 82. [3]. ГОСТ 17823.1—72. Продукты лесохимические. Методы анализа. Метод определения кислотного числа.— Введ. 01.07.73 до 01.01.94.— М.: Изд-во стандартов, 1984. ГОСТ 17823.2—72. Продукты лесохимические. Методы анализа. Метод определения йодного числа.— Введ. 1.07.73. [4]. Исследование процесса окисления таллового масла кислородом воздуха / Н. В. Терегеря, Ф. А. Медников, В. В. Терегеря, Г. М. Кубецкий // Лесн. журн.— 1976.— № 6.— С. 127—132.— (Изн. выш. учеб. заведений). [5]. Окисление лиственного таллового масла непрерывным способом и его использование / О. Г. Селиванов, А. В. Семенов, Н. В. Терегеря и др. // Экстрактивные вещества древесных растений. Тез. докл. Всес. конф.— Новосибирск, 1986.— С. 204—205. [6]. Минскер К. С., Федосеева Г. Т. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида.— 2-е изд., перераб.— М.: Химия, 1979.— 272 с. [7]. Справочник лесохимика / С. В. Чудинов, А. Н. Трофимов, Г. А. Узлов и др.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Лесн. пром-сть, 1987.— 272 с.

Поступила 5 апреля 1988 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК [630*6 + 630*79] (597.7)

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛЮ
В СРВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

НГУЕН ЧАНЬ

Ленинградская лесотехническая академия

Лесной фонд СРВ составляет более 15 млн га, 45 % территории страны, в том числе леса занимают 53 %, а лесная площадь, не покрытая лесом, — около 47 % всего лесного фонда. Лесистость в среднем 24 %, в ряде районов меньше 10 %. После продолжительных войн и в результате нерациональной эксплуатации и подсечно-огневого земледелия в течение многих лет площадь лесов резко сократилась.

В СРВ различают три группы лесов: богатые, средние, бедные. Богатые леса (средний запас более 200 м³/га) расположены в горных провинциях средней и юго-восточной части страны. Большинство из них — недоступные джунгли.

Главные задачи лесной отрасли СРВ на современном этапе — охрана и защита лесов, быстрое их возобновление (искусственное и естественное), рациональная эксплуатация и комплексное использование в целях удовлетворения нужд народного хозяйства, населения и экспорта.

Лесная отрасль СРВ заметно развивается за последние 30 лет. В 1960 г. из Министерства сельского хозяйства было выделено Центральное управление лесной промышленностью и лесным хозяйством, с 1976 г. преобразованное в министерство.

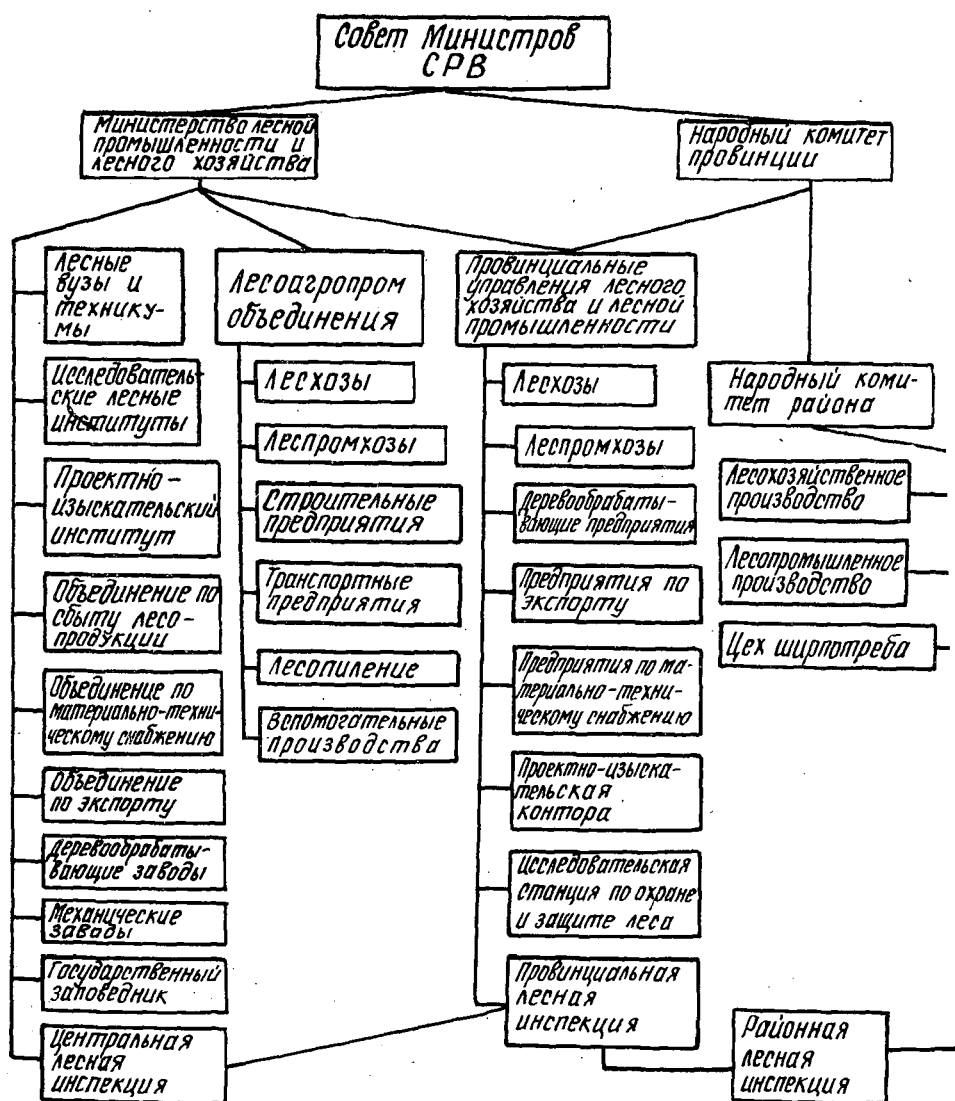
В процессе совершенствования форм организации и управления, организационные структуры как в центре, так и на местах изменялись, причем в разных районах и провинциальных (областных) управлениях различия в формах невелики и зависят, главным образом, от сосредоточенности лесов. Типичная форма организации и управления лесной отраслью в настоящее время показана на схеме.

Министерство лесной промышленности и лесного хозяйства при Совете Министров руководит всей деятельностью лесной отрасли, от лесовыращивания до снабжения народного хозяйства и населения всеми главными лесными продуктами.

Непосредственно министерству подчиняются так называемые лесоагропромышленные объединения, расположенные в многолесных труднодоступных районах страны и имеющие большое стратегическое значение в развитии отрасли. Министерству также подчинены крупные механические, деревообрабатывающие заводы и предприятия, объединения по снабжению лесными материалами, лесной институт, лесные техникумы, государственные заповедники, проектно-изыскательский и отраслевые исследовательские институты.

В лесоагропромышленные объединения входят лесхозы, леспромысловые, лесопильные заводы, строительные и транспортные предприятия (ТП), исследовательские станции, вспомогательные цехи и т. д.

При министерстве организована так называемая центральная лесная инспекция во главе с главным лесничим. Ее задача — контроль за защитой, охраной лесов, соблюдением правил и инструкций министер-



ства по эксплуатации и пользованию лесом. В провинциях действуют провинциальные (областные) лесные инспекции, которые одновременно подчинены как центральной лесной инспекции, так и провинциальному управлению лесной промышленности и лесного хозяйства. Они с подчиненными им районными инспекциями выполняют контрольную функцию в лесхозах, леспромхозах, объединениях, районах и т. п., где непосредственно осуществляется лесная деятельность.

Провинциальные управления лесной промышленности и лесного хозяйства до 1970 г. непосредственно подчинялись центральному управлению, но последние 20 лет они подчинены местным органам (народный комитет провинции при народном Совете депутатов). Эти управления координируют свои функции с министерством и провинциальным народным комитетом.

Провинциальные управления имеют возрастающее значение в развитии лесной отрасли на местах, особенно в охране, защите и выращи-

вании леса. Они также играют важную роль в снабжении народного хозяйства древесиной, в обеспечении населения топливом и товарами ширпотреба.

В последние два года предполагалось объединить управление лесной отрасли и управление сельского хозяйства в каждой провинции. Но в многолесных районах такое объединение признано нецелесообразным. Поэтому в крупных провинциях страны они остаются в прежнем виде.

В СРВ основными организациями лесной отрасли являются лесхозы (ЛХ) и леспромхозы (ЛПХ). За ними закреплён лесной фонд (леса и площадь, непокрытая лесом). В настоящее время лесной фонд одного лесхоза составляет 5...10 тыс. га, леспромхоза до 20 тыс. га, объединения — 100...200 тыс. га.

В лесхозах преобладает лесохозяйственное производство (по трудозатратам, затратам на производство или другим показателям); в леспромхозах лесоэксплуатация и другие виды лесопромышленной деятельности.

Лесохозяйственная деятельность включает: лесохозяйственные работы (уход за лесом, санитарные рубки); лесокультурные работы (заготовка семян, выращивание посадочного материала, закладка культур и уход за ними, содействие естественному возобновлению и др.); охрану и защиту леса (устройство новых и содержание старых существующих противопожарных разрывов, ремонт и содержание дорог противопожарного значения, наземные истребительные меры); прочие работы (лесозаготовки, производство живицы и канифоли, продукции ширпотреба, капитальное строительство дорог, питомников, зданий и других объектов, подсобное сельское хозяйство и др.).

Лесхозы не имеют права отпуска леса другим организациям. Вся их деятельность (лесохозяйственная и промышленная) в настоящее время в большей или меньшей степени осуществляется хозрасчётно.

Функции леспромхозов — лесоэксплуатация и первичная обработка древесины (лесопиление, производство паркета-полуфабриката).

В СРВ леспромхозы ведут эксплуатацию только на своей территории по техкартам, подготовленным проектно-изыскательскими конторами и институтами и утвержденными министерством или провинциальным управлением по доверенности министерства, под контролем лесных инспекций всех звеньев.

В последние годы наблюдается тенденция объединить лесхозы и леспромхозы в одну организацию (где имеется возможность), чтобы на месте покрыть расходы лесохозяйственного производства и мобилизовать внутренние резервы путем комплексного, всестороннего пользования лесом и его полезностями (включая сельское хозяйство и другие промышленные мероприятия).

Отличительная черта лесной отрасли СРВ — кооперативная форма. Эта форма организации существует более 30 лет и успешно развивается.

Когда республика делала первые шаги по пути строительства социализма, в ЛПХ были организованы лесные бригады и кооперативы, большинство членов которых — крестьяне, ранее имевшие опыт по заготовке леса. Они выполняли работы по заготовке, подвозке и вывозке леса, главным образом, вручную с помощью буйволов и слонов.

После воссоединения страны (1975 г.), особенно после преобразования производственных отношений, появились сильные специальные механизированные кооперативы. Они выполняют все работы по эксплуатации леса, включая строительство дорог. Леспромхозы контролируют соблюдение правил лесоэксплуатации и качество продукции (древесины) и платят кооперативам по количеству и сортаментам древесины, вывезенной до нижнего склада по ценам, утвержденным выше-

стоящими организациями, или по договорным. Эта форма организации считается очень выгодной и государству, и кооперативам.

В деревообрабатывающем производстве тоже существуют кооперативы, занимающиеся лесопилением, производством мебели, паркета для экспорта. Эта кооперативная форма особенно хорошо развивается в Южном Вьетнаме.

Кооперативная форма широко распространяется и в лесном хозяйстве. Программа Коммунистической партии Вьетнама требует как можно быстрее облесить не покрытую лесом площадь. В условиях СРВ леспромхозы и лесхозы не в силах осуществить эту задачу полностью в нужные сроки. Компартия Вьетнама в конце 70-х гг. выдвинула так называемую «Политику передачи (или выделения) лесов и лесной земли (т. е. лесной площади, не покрытой лесом) кооперативам, производственным бригадам и семьям для ведения управления и лесохозяйствования».

Вся эта лесная площадь (она занимает в разных местах от 15 до 25 % всего лесного фонда и в будущем предусматривается ее расширение) остается собственностью государства. Кооперативы (большинство из них сельскохозяйственные) выполняют такие работы, как посев и посадка леса, уход за культурами, рубки ухода, защита и охрана леса, содействие естественному возобновлению и др.

При помощи правительства (частичное финансирование, кредит и т. д.), а в некоторых районах с особенно трудными условиями и международных организаций (например WFP) эти кооперативы могут выполнять большой объем лесохозяйственных работ. Один кооператив ежегодно может посадить лес на площади от 50 до 200 га (средний лесхоз в объеме 150...200 га).

По действующему Положению, кооперативы имеют право полностью использовать полученную продукцию, продать ее государству по договорным ценам или свободно реализовать. Они вносят большой вклад в деятельность лесхозов, выполняя отдельные фазы и виды работ, и получают за свой труд по ценам на них.

Во многих регионах кооперативы берут в аренду участки лесного фонда и создают лес на основе государственного плана с помощью и под контролем лесхоза. Лесхоз платит кооперативам по установленным фазам лесных культур (в процессе выполнения работ дает аванс из своих оборотных средств или кредита Госбанка, или других источников лесхоза). Кооперативы — эффективная форма лесной деятельности.

В настоящее время СРВ и ее лесная отрасль стоят перед многими трудностями, связанными с объективными и субъективными причинами:

лесной фонд быстро уменьшается. Богатый лес остается только в далеких труднодоступных регионах;

потребность в древесине возрастает с каждым годом;

производительность труда и оснащенность его техникой низки;

лесная, не покрытая лесом площадь остается еще слишком большой. Это неблагоприятно влияет на развитие сельского хозяйства, экологию;

создаваемый искусственно лес обычно однопородный, что приводит к появлению вредных насекомых, затраты на уничтожение которых велики и не всегда эффективны. В естественных лесах-джунглях имеются десятки разных пород, но из-за научно-технических причин до сих пор не решается вопрос об искусственном выращивании таких лесов в холмистых регионах. В большинстве случаев производят закладку таких пород, как *Pinus Merkussii* De Vries, *Pinus Massoniana* Lamb., *Casuarina equisetifolia* L., *Tectona grandis* L. f., *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. и др.;

форма организации и управления всегда улучшается, но считается еще не гибкой, не мобильной и не соответствующей требованию развития лесной отрасли.

Лесная отрасль СРВ старается ликвидировать недостатки, допущенные в последние годы, обновить формы организации и управления. В этой области все усилия направлены на решение следующих вопросов:

сократить аппарат всех звеньев управления. В последнее время он намного превышает установленные нормы от министерства до предприятий. При этом перевести часть работников на производство и в сферу услуг;

министерство, все провинциальные управления должны сосредоточиться на выполнении экономико-управленческих функций, не вмешиваться глубоко в производственные вопросы;

реорганизовать производство и производственные единицы, сокращая промежуточные организации. Например, в 1988 г. в провинциальных управлениях упразднены объединения по снабжению народного хозяйства древесной и лесной продукцией. В рамках провинции установлена прямая связь между поставщиками древесины (ЛХ, ЛПХ и ТП) и потребителями;

там, где можно, объединить ЛХ и ЛПХ в одну организацию;

в малолесных районах, для лучшего сочетания лесной отрасли и сельского хозяйства, объединить два провинциальных управления в одно лесо-сельское или сельско-лесное;

предоставить предприятиям большую самостоятельность и права. Например, директивный план предприятий (госзаказ) установлен в объеме снабжения промышленности сырьем и другими техническими материалами; остальная часть плана предприятий выполняется по договорам с потребителями. Предприятия имеют право на свободный найм рабочих (недавно этого права не было — число рабочих, место набора утверждали плановые комитеты провинций по согласованию с управлениями по труду);

расширить право предприятий на самофинансирование и кредиты Госбанка;

расширить сотрудничество с другими странами. В этой сфере достигнутое за прошлые годы еще остается на низком уровне. Имеется в виду предоставить предприятиям право выхода на внешний рынок, устанавливать внешнеэкономические связи и самим зарабатывать валюту;

развивать структуру предприятий так, чтобы они могли комплексно использовать все возможности и полезности лесов и лесной земли (сельское хозяйство, скотоводство, все виды промышленной деятельности, сырье для которых берется из лесных растений, лекарственных трав и т. д.);

развивать материально-техническую базу в таких областях, как лесоводство, лесные культуры, почвоведение, таксация, так как в настоящее время в лесовыращивании, в естественном возобновлении тропических лесов многие технические и научные вопросы не решены;

устранить тенденцию экстенсивного развития лесной отрасли, перейти к интенсивному пути развития;

укрепить систему лесной инспекции от центра до мест, улучшить систему взимания лесного дохода, чтобы обеспечить полностью взимание его (особенно у населения) и своевременно и правильно вносить в вышестоящие организации, так как в условиях финансирования в лесной отрасли СРВ лесной доход определяет финансирование лесному хозяйству;

расширить кооперативные формы в лесной отрасли на основе достигнутого опыта. Это было и будет перспективной формой организации в лесной деятельности СРВ.

Организация и управление лесной отраслью — сложный вопрос, особенно в условиях СРВ, когда страна находится на первом переходном этапе строительства социализма, когда материально-техническая база еще слаба. Учитывая опыт СССР и других стран, собственные достижения за прошлые годы, нужно искать новые пути, формы организации и управления, соответствующие специфике лесной отрасли, особенностям страны и ее положению на международной арене.

Поступила 4 апреля 1989 г.

УДК 674 : 338.224.4(437)

УПРАВЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЧССР В НОВЫХ УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

И. ДРАБЕК

Ленинградская лесотехническая академия

Задачи социально-экономического развития ЧССР на 1986—1990 гг. и на период до 2000 г. определяют роль восьмой пятилетки как поворотной во всех направлениях развития народного хозяйства страны. Стратегическая политика ускорения социально-экономического развития, разработанная Коммунистической партией Чехословакии, направлена на качественное преобразование производительных сил, коренное обновление материально-технической базы общественного производства на основе достижений научно-технического прогресса (НТП), на совершенствование производственных отношений, во взаимосвязи с развивающимися производительными силами. В ближайшие 15 лет национальный доход Чехословакии должен возрасти более чем на 2/3 при значительном сокращении материальных и энергетических затрат на единицу национального дохода. Производительность общественного труда и общественные формы потребления возрастут на 2/3. НТП должен усилить позитивные тенденции развития чехословацкой экономики.

Успешное решение задач, поставленных перед деревообрабатывающей промышленностью, невозможно без ускорения научно-технического развития предприятий. На развитие отрасли, прежде всего, оказывает влияние НТП, под которым мы понимаем практическое использование достижений науки и техники на всех фазах процесса воспроизводства.

На предыдущем этапе развития НТП был направлен на решение следующих задач:

- повышение технического и технологического уровня производства;
- инновация (нововведение) изделий, обеспечивающих прогрессивное развитие ассортимента и повышение его качества с повышением требований внутреннего и внешнего рынка;

- комплексное использование ресурсов древесины и снижение энергоёмкости производства;

- улучшение условий труда;

- уменьшение импорта древесины и материалов;

- повышение уровня организации и управления процессом производства;

- реконструкция и капитальные вложения — строительство новых предприятий.

Решение задач НТП концентрировалось прежде всего в научно-исследовательских институтах деревообрабатывающей промышленности,

которые ориентировали свои разработки на решение технических и технологических проблем производства. Задачи инновации продукции и их совершенствование составляли только 20 % от общего числа решенных задач. Другие проблемы связаны с неудовлетворительным состоянием материально-технической базы деревообрабатывающей промышленности, сокращением импорта техники и оборудования из капиталистических стран, что привело к необходимости решения возникающих проблем в этой области, проведения самостоятельных исследований на предприятиях и их ускоренного внедрения в производство.

По нашему мнению, НТП в значительной степени ускорил развитие этой отрасли народного хозяйства, но не всегда обеспечивал определенный уровень техники и технологии, что, как следствие, породило несоответствие потребительских свойств изделий мировым стандартам. В современных условиях указанные проблемы снижают экспорт изделий на внешний рынок.

На основании анализа развития деревообрабатывающей промышленности за период 1970—1985 гг. можно выделить следующие проблемы, стоящие перед отраслью:

- 1) снижение экспорта как следствие замедленного обновления ассортимента выпускаемых изделий;
- 2) снижение спроса на продукцию мебельной промышленности на внутреннем рынке в связи с односторонней направленностью ассортимента выпускаемых изделий и их высокими ценами;
- 3) снижение ресурсов сырья и других материалов;
- 4) замедление обновления основных фондов;
- 5) слабое материальное и техническое обеспечение научно-исследовательских работ;
- 6) несоответствие квалификации части работников требованиям НТП;
- 7) значительная текучесть кадров в связи с высокой долей тяжелого ручного труда и однообразие выполняемых работ.

Из указанных проблем вытекают следующие направления развития НТП в деревообрабатывающей промышленности ЧССР на ближайший период;

- инновация продукции, т. е. непрерывное обновление ее ассортимента;
- внедрение передовой техники и технологии;
- более полное использование сырья, материалов, энергии;
- рационализация процессов производства;
- снижение потребности обеспечения производства импортным оборудованием.

Ориентация на НТП как основной фактор ускорения требует дальнейшей разработки его концепции с учетом особенностей предприятия как начального звена реализации мероприятий по ускорению развития отрасли.

Для деревообрабатывающей промышленности Министерством лесного, водного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности ЧССР были разработаны два варианта развития отрасли на перспективу до 2000 г. Эти варианты равны по темпам роста объема производства (ежегодный прирост 2,4 %), которые соответствуют ресурсам древесины при более высоком коэффициенте использования сырья по сравнению с современным уровнем. Объем капиталовложений и увеличение числа рабочих по обоим вариантам одинаковы.

Прирост объема производства обеспечивается только за счет роста производительности труда. Варианты различаются по объемам поставок готовой продукции на внутренний и внешний рынок (табл. 1).

Таблица 1

Варианты развития деревообрабатывающей промышленности Чешской республики (млн крон)

Показатели	Индекс 2000/1985	
	Вариант I	Вариант II
Поставки на внутренний рынок:		
в оптовых ценах промышленности	130,3	125,9
в розничных ценах	132,2	127,7
Экспорт на рынок капиталистических стран:		
в оптовых ценах промышленности	125,9	138,2
в франко-ценах граница ЧССР	137,9	151,4
Прочий экспорт	138,5	136,3
Сальдо экспорта — импорта с капиталистическими странами в франко-ценах	135,7	152,3
Всего сальдо в франко-ценах	162,1	174,2
Национальный доход	179,6	178,2

Развитие производства должно опираться на интенсивные факторы, что непосредственно повлияет на показатели рентабельности (табл. 2).

Таблица 2

Показатели рентабельности

Показатели	1985	2000	Индекс 2000/1985
Рентабельность основных фондов	0,1397	0,2222	159,1
» продукции	0,1455	0,3121	214,5
Прибыль на единицу:			
товарной продукции	0,1270	0,2379	187,3
зарботной платы	0,9791	2,1464	219,2
Прибыль на одного рабочего	31,26	79,41	254,0

Эффективное развитие отрасли в новых условиях хозяйствования предполагает новый подход к вопросу управления НТП на предприятии. Необходимо выделить особенности деятельности предприятия, связанные с его развитием как системы. НТП как объект управления отличается от других управляемых объектов на предприятии своей сложностью и направленностью в будущее. Возможности использования передового опыта как простого перенесения удачных решений с одного предприятия на другое значительно ниже, чем на других объектах управления. Предприятия являются основными звеньями (ячейками) материального производства, в которых на практике реализуются результаты НТП. Ориентация на НТП позволяет постепенно изменить на предприятиях стиль управления, обогатив его современными приемами и средствами.

Исходя из положений Закона о государственном предприятии ЧССР, можно сформулировать следующие цели предприятия:

- 1) производственно-технологическая (выпуск определенного вида продукции заданного качества);
- 2) хозяйственно-экономическая, обусловленная требованием выпуска определенной продукции в плановые сроки, т. е. планомерностью;
- 3) научно-техническая: постоянное ускорение НТП, выражающееся в совершенствовании выпускаемых изделий и обновлении технических средств производства;
- 4) социальная;
- 5) экологическая.

Цели каждого предприятия неодинаковы. Однако приоритетность той или иной цели может меняться в зависимости от проводимой экономической политики, исторического периода, хозяйственного механизма и других факторов. Стратегию развития предприятия следует ориентировать таким образом, чтобы отдельные функции (цели) на определенном этапе были основными. На современном этапе такой функцией стала научно-техническая, так как она значительней других влияет на эффективность производства.

Мы считаем, что на современном этапе развития деревообрабатывающей промышленности необходимо на уровне предприятия создать новую систему управления НТП, которая будет обеспечивать необходимые темпы, масштабы и эффективность развития науки и техники.

Одновременно следует совершенствовать внутриотраслевой хозяйственный расчет, создающий конкретные связи и заинтересовывающий коллективы и их руководство в эффективном научно-техническом развитии, в выпуске продукции, отвечающей мировым стандартам.

Поступила 2 января 1989 г.

УДК 630*6 : 658.155

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ И ЗАЩИТЫ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ ХОЗРАСЧЕТА

В. А. ИЛЬИН, В. Н. ПЕТРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В проблеме совершенствования хозяйственного механизма управления лесным хозяйством особое место занимает экономическое стимулирование охраны лесов от пожаров и лесонарушений, их защита от вредителей и болезней. Как известно, эта деятельность осуществляется предприятиями лесного хозяйства за счет бюджетных ассигнований, в порядке операционных расходов. Причем часть мероприятий, входящих в эту деятельность, носит производственный характер (предупредительные противопожарные и лесозащитные мероприятия, тушение лесных пожаров, борьба с вредителями и т. п.), другая часть (охрана лесов от лесонарушений, противопожарная пропаганда, надзор за вредителями и т. п.) не носит производственного характера, выполняется специальным аппаратом Государственной лесной охраны и по сути дела смыкается с функциями управления государственным лесным фондом.

Ассигнования на эти мероприятия распылены по разным разделам производственно-финансового плана и плана финансирования операционных расходов. Затратам на охрану и защиту леса не противостоит итоговый результат. Как по отдельным предприятиям, так и по целым регионам, несмотря на предпринимаемые усилия, из-за несвоевременного обнаружения пожаров и опоздания развертывания средств пожаротушения не снижается и даже растет горимость лесов. Велик еще ущерб, причиняемый лесному хозяйству лесозаготовителями, неорганизованными отдыхающими и туристами, имеют место вышедшие из-под контроля вспышки массового размножения вредителей и болезней. Есть основания полагать, что эти негативные тенденции связаны, прежде всего, с отсутствием надлежащей экономической заинтересованности предприятий лесного хозяйства и их трудовых коллективов в успешной охране лесов.

Последнее время большие надежды возлагаются на общее повышение эффективности лесного хозяйства в результате внедрения новых организационных форм управления: создание лесохозяйственных производственных объединений, применение подрядных и арендных форм организации. Однако эти усилия только тогда станут успешными, если будут сопровождаться коренной ломкой существующей экономической организации лесохозяйственного производства, переходом от административно-командных на экономические методы управления — внедрением здесь хозяйственного расчета.

В свое время Т. С. Лобовиков выдвинул предложение о переводе лесного хозяйства на хозрасчет [11]. Концепция ЛТА базируется на тезисе, согласно которому, хозрасчетной продукцией лесовыращивания является не древесина и не иные полезности леса, а сам лес как угодие, удовлетворяющее разносторонние потребности общества, в том числе и в древесине. Для организации хозрасчета необходимо расчленить единый длительный процесс лесовыращивания на отдельные этапы, на границе которых лес становится объектом оценки, сдачи — приемки и оплаты. На каждом таком этапе продукцией лесохозяйственного производства признаются не работы, а их вещественные результаты.

Что касается непроекционных функций лесного хозяйства по управлению, охране и защите лесов, то кафедрой экономики лесного хозяйства и лесной промышленности ЛТА была выдвинута идея возможности их осуществления в хозрасчетных формах, путем их финансирования по погектарным ставкам, дифференцированным по условиям осуществления этих функций и достигнутым результатам [9, 11].

Результат деятельности по охране и защите леса материализуется в лесном фонде в виде сохраненного насаждения, его прироста, сбереженного угодия.

Услуги по охране и защите леса имеют двойственный характер. С одной стороны, они осуществляются при помощи работ и мероприятий, носящих явно выраженный производственный характер. Результатом отдельных работ, входящих в состав этих функций, является, как правило, материальный продукт. Это создание сооружений в лесу, препятствующих распространению лесных пожаров (противопожарные барьеры, минерализованные полосы, опушки и т. п.), способствующих своевременному их тушению и борьбе с вредителями (противопожарные водоемы, пожарно-химические станции, ловчие канавы и т. д.). Производственный характер имеют также и направленное на своевременное обнаружение пожаров авиапатрулирование и авиакимборьба, осуществляемые на подрядных началах.

К мероприятиям по охране и защите лесов от пожаров, не носящим производственного характера, относится разъяснительная и мобилизационная работа среди организаций и населения. Есть функции, которые носят частично производственный и непроекционный характер — это организация службы по своевременному обнаружению и тушению лесных пожаров. Авиапатрулирование имеет явно производственную направленность, тогда как дополняющее его наземное патрулирование на машинах следует отнести к непроекционной функции. Точно так же организация надзора за массовым размножением вредителей и болезней, проводимая должностными лицами лесной охраны, дополняется текущими рекогносцировочными и стационарными лесопатологическими обследованиями.

Если на особый характер этих услуг смотреть сквозь призму анализа, применяемого К. Марксом, который писал: «Известного рода услуги, иными словами, потребительные стоимости — результаты известных видов деятельности или труда — воплощаются в товарах, другие же услуги, напротив, не оставляют осязательного результата, существ-

вующего отдельно от самого исполнителя» [1, с. 55], то следует признать, что услуги по охране и защите леса, носящие непроизводственный характер, являются выражением особой потребительной стоимости труда, поскольку они полезны не как вещь, а как деятельность.

Результатом охраны и защиты леса в целом является прирост древесины, сбереженный ее запас, сохраненное угодие, ландшафт. Однако эти понятия не пригодны для оперативной экономической организации и управления производством, поскольку трудно и практически невозможно ежегодно планировать, измерять и оценивать прирост на территории всего предприятия лесного хозяйства. Поэтому в качестве обобщающего показателя результата можно принять такую единицу, как услуги на 1 га лесной площади предприятия.

Заказчиком услуг по охране и защите леса должно выступать государство в лице уполномоченного им на это органа на том основании, что леса состоят в исключительной собственности государства и предоставляются только в пользование.

В производстве этих услуг потребляются определенные средства производства, т. е. расходуется какая-то часть прошлого труда, и в то же время создается прибавочный продукт. Сказанное относится и к отдельным работам, таким, как устройство и содержание минерализованных полос, дорог противопожарного назначения и т. п. Непроизводственные функции не создают стоимости, при их исполнении расходуются ранее созданные стоимости. Источником средств для таких расходов является созданный производительным трудом прибавочный продукт в части, предназначенной для удовлетворения текущих общественных нужд [11].

Несмотря на длительный период существования таких важных функций, как охрана и защита леса, в современной лесозащитной литературе пока нет единого мнения о содержании и характере этих функций, нет их единой классификации [6, 13]. Функции по защите леса от вредителей и болезней многими авторами обособляются от функций по охране лесов от пожаров, и им придается иной характер [12]. Отдельные авторы включают охрану леса в состав функций по управлению лесным фондом [4]. Нет единого мнения об определении результатов этих функций. Можно согласиться с мнениями ряда авторов, что в лесохозяйственном производстве охрану и защиту леса можно представить как один из основных видов деятельности лесохозяйственного предприятия [5, 8], на том основании, что они имеют общую основу, поскольку выполняются лесохозяйственным предприятием от лица государства и имеют общую цель — сбережение лесного фонда. Борьба за сохранение лесов от самовольных порубок и пожаров, контроль за соблюдением лесозаготовителями действующих правил отпуска древесины на корню — борьба за сохранность лесов как объекта права собственности государства. Этим значение правовой охраны лесов от лесонарушений не исчерпывается. Борьба с лесонарушениями есть вместе с тем борьба за право государственной собственности на леса [12].

То обстоятельство, что улучшенные и сохраненные леса не могут стать предметом купли — продажи, а продолжают состоять в исключительной собственности государства, не мешает применению стоимостной категории к услугам как особому виду продукции.

Результат услуг, как уже отмечалось ранее, может быть определен в конце года учетом всех затрат на единицу площади охраняемого и защищаемого леса.

Высказываются возражения против включения в состав продукции предприятия лесного хозяйства услуг по охране и защите леса по той причине, что они не могут быть реализованы и не поступают в потребление [6].

Действительно, эти услуги не выступают в форме товара и не передаются в какую-то другую отрасль, их осуществляют постоянно для сохранения и улучшения лесов. Можно ли на этом основании считать, что они не являются продукцией, результатом целесообразной деятельности человека? Как правило, возражения возникают в результате отождествления понятий «продукция» и «товар», хотя это не одно и то же. Товар в отличие от продукции есть продукт труда, предназначенный для обмена. К. Маркс указывал: «Вещь может быть полезной и быть продуктом человеческого труда, но не быть товаром... Для того чтобы стать товаром, продукт должен быть передан в руки того, кому он служит в качестве потребительной стоимости, посредством обмена» [2, с. 49].

Результат услуг по охране и защите леса включает в себе определенную потребительную стоимость, производимую по заданию (заказу) государства и ему передаваемую. Затраты на производство услуг должно оплачивать государство, тем самым вынося им общественное признание как по количеству, так и по качеству услуг через механизм цен.

То обстоятельство, что в качестве продукции лесохозяйственного предприятия могут выступать услуги, не принимающие товарной формы, не является исключением для лесного хозяйства. Подобное явление наблюдается и в отраслях, продукция которых носит характер производственных услуг: транспорт, связь. Но сравнивая услуги по охране и защите леса с услугами в промышленности, транспорте и т. д., можно обнаружить разницу в том, что данные услуги (по охране и защите леса) выполняются ежедневно, но не реализуются в момент их производства.

Предлагается реализацию результатов по этому виду деятельности оценивать через погектарные цены, дифференцированные по природно-географическим условиям и качеству исполнения. Цены на услуги следует строить по общепринятой методике их формирования

$$Ц = C + П, \quad (1)$$

где $Ц$ — цена (погектарная) на услуги по охране и защите леса;

C — нормативная себестоимость услуг;

$П$ — необходимый размер накоплений.

В себестоимость услуг по охране и защите леса входят основные затраты и накладные расходы. В основные затраты включена также сумма амортизационных отчислений основных фондов по данному виду деятельности, в настоящее время не определяемая. К накладным расходам отнесена соответствующая доля затрат по управлению лесохозяйственным производством.

Рассчитанная по данным 1985—1987 гг. фактическая себестоимость услуг на 1 га по охране и защите леса по леспромхозам Латвийского республиканского производственного лесохозяйственного объединения «Межа лес» представлена в таблице.

Как видно из таблицы, себестоимость 1 га охраны и защиты лесной площади колеблется от 2,99 до 6,24 р. В связи с этим определенным интересом, как в научном, так и в практическом плане представляет явление факторов, влияющих на величину этих затрат.

Анализ данных, полученных в пределах республики, расположенной в одной лесорастительной зоне, показал наличие связи затрат на охрану и защиту леса (хотя в ряде случаев и не высокой) с такими показателями, как средняя группа леса (коэффициент корреляции $r = 0,793$), средний класс пожарной опасности лесонасаждений ($r = 0,821$), густота дорог, средний процент лесистости, средняя площадь мастерского участка, средняя плотность населения ($r = 0,894$). Исследование зави-

Леспромхоз	Себестоимость охраны и защиты леса, р.	В том числе себестоимость защиты леса, р.
Бауский	5,43	—
Цесисский	4,57	0,06
Даугавпилский	3,58	0,06
Гулбенский	5,20	1,14
Иччукалнский	6,24	0,10
Яунелгавский	2,99	0,06
Екабпилсский	4,10	0,07
Елгавский	4,77	0,10
Юрмалский	5,91	0,10
Кулдигский	3,55	0,06
Лиепайский	3,41	0,03
Лимбажский	3,86	0,05
Лубанский	4,14	0,08
Мазсалацский	3,52	0,05
Огрский	5,05	0,08
Резекненский	4,50	0,13
Салдусский	4,76	0,07
Смилтенский	4,49	0,08
Талсинский	3,92	0,04
Жигурский	3,51	0,11
Алуксненский	4,44	0,16
Кокнесский	4,52	0,06
Стренченский	4,15	0,36
ЛПО «Курса»	3,13	0,07

симости между уровнем затрат на охрану и защиту леса по каждому предприятию и влияющими на него факторами проводили при помощи пакета прикладных программ на ЭВМ ЕС-1022 ИВЦ ЛТА.

На производство услуг влияет большое количество природно-географических и производственных факторов. Попытка учета всех факторов неминуемо приведет к чрезмерной дробности цен. Поэтому в качестве ценообразующих факторов следует учитывать лишь те, которые существенно влияют на затраты для данной конкретной территориальной единицы.

Первый фактор — плотность населения. Второй — условия местопроизрастания, отражающиеся в классах пожарной опасности лесонасаждений. Третий — группа лесов, через которую проявляется влияние функций, связанных с лесопользованием, охраной лесов (зеленые зоны, защитные полосы вдоль дорог).

Важно правильно определить площадь региона по наиболее типичным природно-географическим условиям, что не всегда соответствует границам управлений лесного хозяйства и территориальных лесохозяйственных объединений. После установления таких территориальных единиц переходят к выявлению факторов и их приоритетности.

В значительной степени размер затрат на охрану и защиту леса зависит от технической оснащенности предприятий, применяемой системы обнаружения лесных пожаров.

С учетом названных факторов формула (1) примет вид

$$C_i = (C + \pi) k_{11} k_{12} k_{13} k_{14}, \quad (2)$$

где C_i — погектарная цена для i -го предприятия;

k_{11} — коэффициент, учитывающий среднюю плотность как городского, так и сельского населения по районам, на территории которых расположено i -е лесохозяйственное предприятие;

k_{12} — коэффициент, учитывающий средний класс пожарной опасности для i -го предприятия;

k_{13} — коэффициент, учитывающий среднюю группу леса для i -го предприятия или группы предприятий;

k_{14} — коэффициент, учитывающий качество исполнения услуг i -м лесохозяйственным предприятием (для предприятий ЛатвССР устанавливается согласно ТУ 56 ЛатвССР 058—88 «Охрана и защита леса. Оценка качества»).

Органом, осуществляющим приемку услуг, может стать специальная комиссия в составе представителей от предприятия, райисполкома и территориального объединения лесного хозяйства (инспекция).

Процесс предъявления к проверке и оценке выполненных услуг уполномоченной комиссии и возмещение затрат по установленным погектарным ценам представляет собой акт реализации этих услуг. Документ, отражающий акт реализации и оценку качества услуг, является основанием для оплаты.

Услуги, принимаемые к оплате, по качеству делятся на четыре категории: отличная, хорошая, удовлетворительная, неудовлетворительная.

Критерием качества, например по охране лесов от пожаров, принят показатель «среднегодовая площадь лесного пожара (га)». Предложения о принятии за критерий качества времени тушения лесного пожара в данных условиях, на наш взгляд, неправомерны, так как он отражает не результаты деятельности по охране леса, а выучку пожарных команд и формирований.

Мы придерживаемся точки зрения, что в качестве продукции лесохозяйственной деятельности понимается лес как объект, удовлетворяющий разносторонние потребности общества, ради чего разводятся и охраняются наши леса [7].

Поскольку производственный цикл по охране и защите леса длится в течение года, неизбежно промежуточное финансирование этого вида деятельности, которое может быть осуществлено в форме промежуточной оплаты с последующим зачетом выплаченных сумм в счет выручки за окончательно сдаваемую продукцию в конце года.

В этом плане мы считаем совершенно неприемлемыми предложения по хозрасчету в лесном хозяйстве, изложенные в концепции О. Н. Анцукевича [3], поскольку ориентация на конечный результат лесовыращивания через десятилетия не позволит создать пригодный для практики хозрасчетный механизм.

Возмещение затрат по итогам года дает возможность установить хозрасчетную заинтересованность коллектива лесохозяйственного предприятия в оценке его работы.

Концепция хозрасчета ЛТА в 1975—1976 гг. прошла опытную проверку на макетных расчетах в Бауском леспромхозе ЛатвССР. Эти расчеты показали принципиальную возможность функционирования хозрасчетного механизма на уровне предприятия лесного хозяйства [10]. В 1988 г. в Латвийской ССР проведена подготовка к переводу всей лесохозяйственной деятельности на хозрасчет по концепции ЛТА.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Маркс К. Экономическая рукопись 1861—1863 годов // К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч.—2-е изд.—Т. 48.—С. 3—548. [2]. Маркс К. Капитал // К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч.—2-е изд.—Т. 23.—С. 41—784. [3]. Анцукевич О. Н. Хозрасчет и лесовыращивание // Лесн. журн.—1988.—№ 4.—С. 97—100.—(Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Воробьев Г. И. Основы управления лесным хозяйством.—М.: Лесн. пром-сть, 1975.—287 с. [5]. Ильин В. А., Мезенова В. В. Совершенствование экономической организации непроизводственных функций лесного хозяйства // Науч. тр. / ЛТА.—1975.—Вып. 4.—С. 29—32. [6]. Кислова Т. А. Классификация лесохозяйственных мероприятий в зависимости от характера их эффективности // Матер. междунар. семинара.—Варшава: ВСХА, 1968.—С. 3. [7]. Лобовиков Т. С.

Проблемы внедрения хозрасчета в лесное хозяйство // Вопросы экономики лесного хозяйства.— М.: Лесн. пром-сть, 1968.— С. 79. [8]. Лобовиков Т. С. Концепция хозрасчетной организации лесохозяйственного производства // Лесн. журн.— 1986.— № 3.— С. 89—98.— (Изв. высш. учеб. заведений). [9]. Лобовиков Т. С., Ильин В. А. Хозрасчетная организация лесохозяйственного производства как условие повышения его эффективности // Матер. междунар. координац. совещ. на тему: «Основы лесной экономики» (23—28 августа 1976 г.).— М.: Госкомлес.— С. 32—40. [10]. Мезенова В. В. Вопросы экономической организации охраны и защиты леса: Дис... канд. экон. наук.— Л.: ЛТА, 1976.— 289 с. [11]. Методы хозрасчетной организации лесохозяйственного производства: Отчет о НИР/ЛТА; Руководитель Т. С. Лобовиков.— № ТР 0.53.007/1608.— Л. 1968.— 98 с. [12]. Полянская Г. Н. Право государственной собственности на леса в СССР.— М.: Госюриздат, 1959.— 407 с. [13]. Полянский Е. В., Тришин В. С. Лесохозяйственное производство и его продукт // Лесн. хоз-во.— 1988.— № 5.— С. 23.

Поступила 16 декабря 1988 г.

УДК 630*232.311.3.003.13

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ

Г. И. РЕДЬКО, А. А. ХИРОВ

Ленинградская лесотехническая академия
Боровая ЛОС

Согласно «Методике определения экономической эффективности научно-исследовательских работ в лесном хозяйстве» (М., 1986), фактический экономический эффект определяется, исходя из технико-экономических показателей, достигнутых при внедрении в производство результатов научных разработок и зафиксированных в отчетности предприятия в расчетном периоде.

Предлагается расчет экономического эффекта проводить на базе сравнения лесосеменных плантаций, или ЛСП (новая модель) и постоянных лесосеменных участков, или ПЛСУ (базовая модель), где наиболее вероятна широкая механизация работ.

Согласно ОСТ 56-74—84. «Плантации лесосеменные сосны, ели, лиственницы и дуба (основные требования, методы закладки и формирования)», лесосеменные плантации закладывают посадкой с редким размещением будущих семенных деревьев. Постоянные лесосеменные участки, в соответствии с ОСТ 56-35—78 и «Основными положениями по лесному семеноводству в СССР» (1980), формируют из лучших насаждений (на практике — чаще из культур) постепенным изреживанием с оставлением семенных деревьев в редком стоянии. После завершения изреживания на ПЛСУ хозяйственные мероприятия на них такие же, как и на ЛСП (формирование крон, обработка междурядий, внесение удобрений и т. д.). Трудоемкость сбора семян, а также урожай с 1 га на ЛСП и ПЛСУ можно считать одинаковыми.

Таким образом, в программе работ по созданию, формированию, содержанию и эксплуатации ЛСП и ПЛСУ много общего. Главное и практически единственное различие между ними — это качество получаемых семян: ЛСП (новая модель) дает улучшенные семена, а ПЛСУ (базовая модель) — нормальные. Если принять эти допущения, экономический эффект ЛСП (Э) будет определяться стоимостью прироста продуктивности (качества) лесных культур, выращенных из улучшенных семян, заготовленных на ЛСП, по сравнению с продуктивностью насаждений, создаваемых из нормальных семян с ПЛСУ, за вычетом допол-

нительных расходов на создание ЛСП (все в пересчете на 1 га ЛСП и ПЛСУ):

$$\mathcal{E} = D - P,$$

где D — ожидаемый ежегодный доход от 1 га ЛСП, р.;

P — дополнительный расход на создание 1 га ЛСП, р.

Ожидаемый ежегодный доход с 1 га ЛСП зависит от прибавки продуктивности (качества) культур за счет использования улучшенных семян; урожайности семян на 1 га ЛСП; площади культур, которую можно заложить улучшенными семенами, собранными с 1 га ЛСП; времени функционирования ЛСП; возраста главной рубки насаждения:

$$D = \frac{1,12(V_y - V_n)ST}{C},$$

где V_y — запас древесины на 1 га спелых культур, заложенных улучшенными семенами с ЛСП, м³;

V_n — то же для культур, заложенных нормальными семенами с ПЛСУ, м³;

T — средняя таксовая стоимость 1 м³ древесины, р.;

S — площадь культур, которая может быть заложена ежегодно улучшенными семенами, собранными с 1 га ЛСП, га;

C — возраст главной рубки в культурах, лет;

1,12 — коэффициент, отражающий увеличение лесопользования за счет рубок ухода на 12 % (Организация и планирование производства на предприятиях лесного хозяйства / И. В. Воронин, П. В. Васильев, С. П. Анышкин и др. — М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960. — 328 с.).

Запас древесины на 1 га спелых культур определяется для наиболее типичной (преобладающей по площади) группы типов леса по материалам последнего лесоустройства. Если такие культуры в хозяйстве отсутствуют, берется средний запас на 1 га спелого древостоя той же породы и в той же группе типов леса.

Разные авторы считают, что при использовании в лесокультурном производстве улучшенных семян с ЛСП продуктивность лесных культур возрастает на 5...25 % в зависимости от лесорастительной зоны, породы и целевого назначения плантаций. Нами для расчетов эта величина принята средней — 15 %. С выполнением этого условия ($V_y - V_n$) = 1,15 V_n , а общая формула дохода

$$D = \frac{1,12 \cdot 1,15 V_n TS}{C} = \frac{1,288 V_n TS}{C} = \frac{1,3 V_n TS}{C}.$$

Площадь культур (S), заложенных улучшенными семенами, собранными с 1 га ЛСП, можно определить по формуле:

$$S = \frac{1000N}{\Gamma},$$

где N — количество семян, которое можно вырастить из улучшенных семян, заготовленных на 1 га ЛСП, млн шт.;

Γ — количество семян, высаживаемых на 1 га в культурах (густота посадки), тыс. шт.

Чтобы рассчитать показатель N , необходимо иметь данные об урожайности семян на ЛСП, нормах выхода семян с 1 га и нормах высева семян на 1 га питомника:

$$N = \frac{BY_{cp}}{K},$$

где B — плановый выход сеянцев с 1 га питомника, млн шт.;
 K — плановая норма высева семян на 1 га питомника, кг;
 $Y_{\text{ср}}$ — средний урожай семян в год с 1 га ЛСП, кг.
 Следовательно,

$$\dot{S} = \frac{1\,000BV_{\text{ср}}}{KF}.$$

Средний урожай семян с 1 га ($Y_{\text{ср}}$) рассчитывают по формуле

$$Y_{\text{ср}} = \frac{10(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n)}{A},$$

где Y — урожай семян с 1 га ЛСП по десятилетиям, кг;
 A — возраст насаждений, в котором предполагается заканчивать сбор семян на ЛСП (период функционирования плантации), лет.

Индексы 1, 2 ... — десятилетия от первого (1) до последнего (n).

Например, при условии, что на ЛСП сосны обыкновенной урожай в первом десятилетии (Y_1) равен 0, во втором (Y_2) — 2 кг/га, в третьем (Y_3) — 3 кг/га, в четвертом (Y_4) — 6 кг/га, в пятом — (Y_5) и шестом (Y_6) — 8 кг/га при сроке работы плантации 60 лет (по Е. П. Проказину):

$$Y_{\text{ср}} = \frac{10(0 + 2 + 3 + 6 + 8 + 8)}{60} = 4,5 \text{ кг/га}.$$

После расшифровки членов формула ежегодного дохода от 1 га ЛСП преобразуется следующим образом:

$$D = \frac{1,3V_nTS}{C} = \frac{1,3V_nT}{C} \frac{1\,000BV_{\text{ср}}}{KF} = \frac{1\,300V_nTBV_{\text{ср}}}{CKF}.$$

Размер дополнительных расходов на создание ЛСП зависит от способа закладки ЛСП (привитыми сеянцами — ЛСП вегетативного происхождения, плюсовыми сеянцами — ЛСП семенного происхождения). Для его расчета следует пользоваться данными проектных институтов (см. таблицу).

Затраты на закладку 1 га
ЛСП и ПЛСУ (по данным ... г.)

Порода	ЛСП		ПЛСУ, созданный изрежива- нием куль- тур
	вегета- тивного проис- хожде- ния	семен- ного проис- хожде- ния	
Сосна обыкновенная			
Ель			
Лиственница			
Дуб			

Дополнительные расходы определяют по формуле

$$P = \frac{P_1 - P_2}{A},$$

где P — дополнительный расход на создание 1 га ЛСП, р.;
 P_1 — расходы на создание 1 га ЛСП, р.;
 P_2 — расходы на создание 1 га ПЛСУ, р.

Итоговая формула расчета экономического эффекта ЛСП имеет вид

$$\mathcal{E} = \frac{1300 V_n T B Y_{\text{ср}}}{C K T} - \frac{P_1 - P_2}{A}.$$

Каждый рубль дополнительного дохода, получаемого в будущем от реализации эффекта повышения продуктивности лесов не эквивалентен рублю расходов в настоящее время. Поэтому экономисты используют коэффициент приведения. «Временная методика определения экономической эффективности затрат в мероприятиях по охране окружающей среды» (1980) указывает для лесного хозяйства норматив приведения 0,03. Однако известно, что в течение последних десятилетий наблюдается постоянный рост попенной платы и цен на лесопroduкцию. Так, с 1950 г. по 1982 г. для условий Ленинградской области попенная плата возросла в 5,3 раза. Среднее ежегодное возрастание составило 5,5 %. Кроме того, растет средозащитная и рекреационная роль лесов. Поэтому надо было бы учесть и коэффициент возрастания относительной ценности лесов. Такой двойной (обесценивающий и удорожающий) учет фактора времени при оценке экологического эффекта использования улучшенных семян и лесосеменных плантаций дал нам основание пренебречь им.

Поступила 24 января 1989 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*235.5

О ПОСТЕПЕННЫХ ДВУХПРИЕМНЫХ СПЛОШНЫХ СМЕШАННЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО НА ЗАПАДЕ УССР

Н. Х. ОСМОЛА

Львовский лесотехнический институт

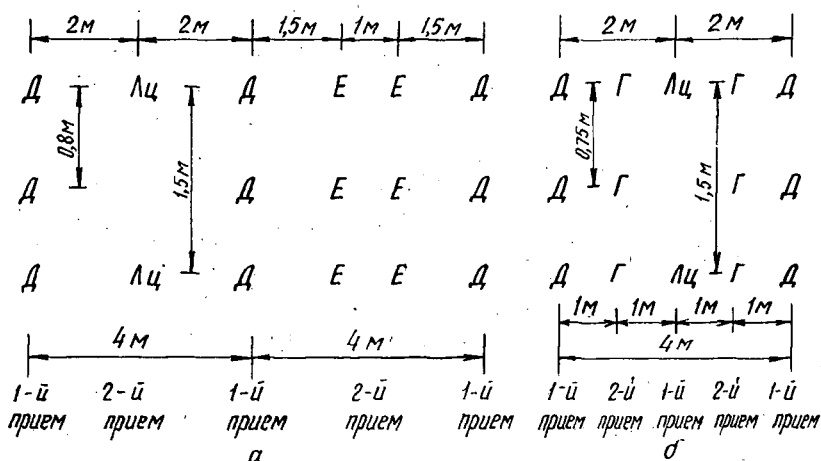
Улучшение воспроизводства лесных ресурсов, повышение качества лесовосстановления — одна из основных задач лесного хозяйства. Наиболее перспективный путь решения этой задачи — модернизация существующих технологических приемов выращивания лесных культур. В этом плане заслуживает внимания метод создания и выращивания двухприемных разновозрастных сплошных смешанных лесных культур дуба черешчатого на Западе УССР. До настоящего времени этому вопросу не уделялось достаточного внимания. В лесохозяйственной литературе встречаются только единичные сведения о том, что для повышения продуктивности лесов можно формировать не только смешанные, но и разновозрастные насаждения искусственного происхождения [1, 2].

Мы изучали разновозрастные смешанные лесные культуры дуба черешчатого, созданные в два приема с участием ценной быстрорастущей породы — ливенницы европейской, в Суражском лесничестве Кременецкого лесхоза (Тернопольская область) и в Сморгевском лесничестве Клеванского лесхоза (Ровенская область).

Лесные культуры были созданы весенней посадкой сеянцев в типе лесорастительных условий D_2 (свежий груд), произрастают они в зоне северо-западного Подолья.

В Суражском лесничестве вначале был высажен дуб, а в Сморгевском — дуб и ливенница чистыми рядами, расстояние между рядами дуба 4 м. Затем, в Суражском лесничестве, через 9 лет в междурядья дуба были высажены отдельно, с чередованием, два спаренных ряда ели обыкновенной (в одном междурядьи) и ряд ливенницы (посередине другого междурядья); в Сморгевском лесничестве через 6 лет между рядами дуба и ливенницы были высажены посередине каждого междурядья по одному ряду ценной сопутствующей породы — граба обыкновенного.

Схемы смешения постепенных лесных культур за два приема представлены на рисунке.



Схемы смешения постепенных двухприемных культур: а — в Суражском лесничестве; б — в Сморгевском лесничестве

Таксационная характеристика двухприемных лесных культур

Лесничество, квартал, площадь культур	Состав культур			Порода	Биологический возраст, лет	Средние		Запас стволовой древесины, м³/га
	первоначальный		таксационный			высота, м	диаметр на высоте 1,3 м, см	
	1-й прием	2-й прием						
Суражское; 126; 5,1 га	10Д	4,5Д4,6Е0,9Лц	6,8Д2,6Лц0,6Е	Дуб Лиственница Ель	20 12 12	8,5 8,8 2,5	8,4 10,8 2,0	65,3 25,0 5,0
Сморжевское; 3; 4,9 га	5Д5Лц	3,4Д3,2Лц3,4Г	6,8Лц2,7Д0,5Г	Дуб Лиственница Граб	53 53 47	21,2 27,2 14,7	16,5 28,3 8,9	95,8 144,7 365,9 27,7
							Итого	538,3

Рост и продуктивность лесных культур изучали на временных пробных площадях. Анализ полученных материалов приведен в таблице. Как видно из данных таблицы, дуб черешчатый в двухприемной культуре и в 20 лет (Суражское лесничество), и в 53 года (Сморжевское лесничество) характеризуется высокими таксационными показателями.

Лиственница в возрасте 12 лет в Суражском лесничестве догнала в росте по высоте 20-летний дуб, а по диаметру даже обогнала его на 30 %.

Ель в этих культурах хорошо растет под пологом дуба и выполняет роль отличного подгона, создавая пониженную «шубу» для дуба.

Лиственница одного возраста с дубом (53 года) в Сморжевском лесничестве доминирует по всем таксационным показателям в вертикальном профиле насаждения. Деревья лиственницы занимают первый ярус, дуба — второй, граба — третий. Таким образом здесь формируется ценное сложное трехъярусное высокопродуктивное насаждение с общим запасом стволовой древесины 538 м³ на 1 га, с преобладанием в общем запасе древесины лиственницы. Так как лиственница заметно угнетает дуб в росте, то, очевидно, в будущем не следует вводить ее в смешанные культуры в таком большом количестве. Вполне достаточно высаживать примерно 100 экземпляров на 1 га. При этом будет повышаться суммарная продуктивность насаждения, а лиственница почти не будет угнетать главную лесообразующую породу — дуб черешчатый.

Таким образом, одним из важных и эффективных приемов интенсификации лесокультурного производства является формирование разновозрастных сложных насаждений путем создания постепенных двухприемных культур. При этом широкие междурядья лесных культур до осуществления второго приема можно эффективно использовать под временное сельскохозяйственное пользование.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Головчанский И. Н. Сосново-дубовые культуры с одновременным введением ее компонентов // Повышение продуктивности лесов и эффективности агро-лесомелиоративных насаждений.— К.: Госсельхозиздат УССР, 1962.— С. 12—21.
- [2]. Лисенков А. Ф. Лесные культуры.— М.: Лесн. пром-сть, 1965.— 309 с.

УДК 630*231.324 : 631.811.98

РЕАКЦИЯ МОЛОДНЯКОВ НА ПОВТОРНОЕ ОПРЫСКИВАНИЕ РЕТАРДАНТАМИ

В. А. АЛЕКСЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Регуляторы роста могут найти широкое применение в лесном хозяйстве [3], в частности для лесоводственных уходов за формирующимися смешанными молодняками. Поэтому весьма важно изучить особенности их действия на лесные экосистемы.

Важнейшим свойством биологических систем является устойчивость, определяемая как мера допустимого отклонения системы от нормы без риска разрушения, вызываемого внешним возмущающим воздействием [8]. Устойчивость лесных экосистем создается способностью сохранять динамическое равновесие (гомеостазом) и адаптацией (способностью приспособиться к возмущающим факторам внешней среды) [7, 8].

В случае воздействия ретардантами на молодые древостои через внутренний регуляторный механизм роста деревьев [4] лесные экосистемы реагируют таким образом, чтобы ослабить эффект воздействия и вернуться к нормальному состоянию. Это явление (гомеостаз) находит отражение в том, что резкое замедление прироста деревьев нежелательных пород в первый год постепенно нормализуется в последующие годы. Возникает необходимость в повторной обработке (или обработках) молодняков и отсюда — в изучении возможностей адаптации. В процессе адаптации может измениться толерантность ценопопуляции, эффективность действия регулятора роста уменьшится, что нежелательно.

Предварительные опыты с этиленвыделяющими регуляторами роста выявили неодинаковую чувствительность молодых древесных растений к их воздействию [1, 2]. Для выявления реакции древостоя на повторную обработку крон ретардантами, в частности на линейный прирост деревьев в высоту, весной 1986 г. проведено повторное опрыскивание молодняков на опытных участках 1982 г. в квартале 10 Малиновского лесничества Лисинского учебно-опытного лесхоза. В задачу исследований входило изучение текущего прироста терминальных побегов и сопоставление полученных данных с результатами опытов 1982 г.

Объект исследований — 5-летний осинник с небольшим количеством сохранившегося подроста ели на вырубке 1981 г. Исходный тип леса до сплошной рубки древостоя — ельник-черничник, тип вырубки — типичная вейниковая. Характерный видовой состав травянистых растений (вейники, в понижениях — осоки) сохраняется до настоящего времени. Условия последующего возобновления хвойных на вырубке крайне неблагоприятны, поскольку с западной и восточной стороны примыкают мелколиственные древостои, с северной — заболоченный сосняк, с южной — поле. К настоящему времени наметилась дифференциация состава молодняков: в западной, несколько пониженной части, где заложены опытные площадки 2, 7, 8, сформировался чистый осиновый древостой с единичной примесью ольхи серой и березы, в восточной части, в месте расположения опытной площадки 20, формируется осиново-еловый молодняк. Ценопопуляция ели здесь представлена сохранившимися деревьями II яруса (200...600 шт./га), экземплярами крупного (500...700 шт./га) и мелкого (150...200 шт./га) подроста ели предварительной генерации. Единично встречается подрост сосны последующей генерации.

Повторное опрыскивание крон деревьев выполнено 28—29 мая 1986 г. водными растворами технических препаратов дигидрела (50 % д. в.) и кампозана (50 % д. в.) без добавления смачивателей (ПАВ) на части опытных площадок 1982 г. размером 20 × 10 м (0,02 га), расположенных в шахматном порядке с контролем между ними, так называемым стандартным размещением [5]. Другая часть площадок для сравнения оставлена без изменений, поэтому повторность опыта была принята 1—2-кратная. Дозы препаратов — 5 и 10 л/га, расход раствора во всех вариантах — 500 л/га (5 л на 0,01 га). Опрыскиватель применяли тот же, что и в 1982 г. — ручной мелкокапельный пневматический ОРП-12А, исходное давление жидкости — 0,13...0,15 МПа.

Погодные условия в момент опрыскивания крон (28.05) на опытных площадках 2 и 7 характеризовались сплошной облачностью, слабым юго-западным ветром (0,1...0,2 м/с). Температура воздуха на высоте 2 м в 17 ч 30 мин составляла +16 °С, относительная влажность 93 %, атмосферное давление 748 мм рт. ст., дефицит насыщения 120 Па. Во время опрыскивания на опытной площадке 7 и после шел сла-

Реакция молодых на повторное опрыскивание ретардантами

Номер опыт- ной пло- щадки	Препарат	До- за, л/га	По- ро- да	Число обмерен- ных де- ревьев в 1986 г. Процент снизив- ших прирост	Средняя высота, см	Прирост в высоту, см		Сравнение с контролем		Данные 1982 г.		
						1985 г.	1986 г. (после 2-го опрыскивания)	см	%	Изменения при- роста в срав- нении с конт- ролем		Про- цент деревьев, снизив- ших при- рост
										см	%	
2	Кампозан	5	Ос	$\frac{70}{75,7}$	$200 \pm 3,2$	$20,6 \pm 0,91$	$15,6 \pm 1,19$	-33,4	71,1	-36,0	63,4	100
	Контроль		Ос	$\frac{60}{8,3}$	$320 \pm 6,2$	$18,6 \pm 0,83$	$47,0 \pm 2,58$	—	—	—	—	90
7	Дигидрел	5	Ос	$\frac{72}{91,7}$	$205 \pm 3,3$	$23,8 \pm 1,19$	$13,0 \pm 0,91$	-41,6	75,2	-53,7	89,9	100
	Дигидрел	10	Ос	$\frac{66}{71,2}$	$207 \pm 3,0$	$29,6 \pm 1,49$	$22,9 \pm 1,87$	-37,5	67,8	-34,1	61,9	100
8	Контроль		Ос	$\frac{60}{5,0}$	$293 \pm 5,4$	$24,5 \pm 1,49$	$55,3 \pm 2,84$	—	—	—	—	100
	Дигидрел	5	Ос	$\frac{60}{91,7}$	$270 \pm 5,7$	$38,0 \pm 2,71$	$21,1 \pm 1,53$	-67,0	85,0	-72,6	82,1	100
20	Контроль		Е	$\frac{11}{18,2}$	$248 \pm 27,9$	$32,7 \pm 5,45$	$39,2 \pm 5,05$	+4,3	14,5	+2,1	30,0	30
	Контроль		Ос	$\frac{55}{1,8}$	$465 \pm 9,3$	$28,7 \pm 2,16$	$78,8 \pm 3,38$	—	—	—	—	—
			Е	$\frac{14}{21,4}$	$216 \pm 19,4$	$27,4 \pm 3,65$	$29,6 \pm 4,56$	—	—	—	—	—

Примечание. Оляха серая на опытных площадках 7 и 8 в 1986 г. не обмерялась.

бый дождь, который не прекращался всю ночь. По этой причине работа была приостановлена. Характер погоды сохранялся и 29.05, когда обрабатывали кроны (с 20 ч) на опытных площадках 8 и 20, но не было дождя, и кроны деревьев были сухими.

В фенологическом отношении сроки обработки были оптимальными: прирост верхушечных побегов ели составлял 2...3 см, осины — 1...10 см, размеры листьев (около 2 см) достигали 3/4 нормального.

Результаты опытных работ учитывали в октябре 1986 г. Замеры приростов и высот выполнены у деревьев осины I—II классов Крафта и ели выше 1,3 м (за исключением II яруса) с открытой вершиной, не находящихся под кронами. Цифровые показатели обработаны на ЭВМ «Наири-3» по стандартной программе и приведены в таблице.

Из данных таблицы следует, что влияние предшествующей обработки (1982 г.) на росте деревьев уже не сказывалось, о чем свидетельствуют сопоставимые значения приростов в высоту на опытных площадках и в контроле 1985 г. Под действием ретардантов кампозана и дигидрела в дозах 5 и 10 л/га прирост в высоту наиболее жизнеспособных деревьев осины уменьшился в 3—4 раза. Дигидрел, кроме того, как и при предшествующей обработке, оказал положительное влияние на рост ели.

Результаты повторной обработки оказались близкими к первоначальной, эффективность действия препаратов сохранилась или даже усилилась (на опытных площадках 2, 8 и 20). Наибольшее снижение ее наблюдается на участке 7, где раствор смылся дождем. На опытной площадке 20 число деревьев ели, вышедшей из-под полога осины, увеличилось с 10 до 11, в то время как в контроле сократилось с 19 до 14 в результате отмирания подраста. Процент деревьев ели, уменьшивших прирост в высоту в 1982 г. (30 %) и 1986 г. (18,2 %), был меньше, чем в контроле (42,1 и 21,4 %). Таким образом, реакция древостоя на повторную обработку ретардантами сохраняется.

Однако не все деревья осины и других пород реагируют на обработку одинаково. У некоторых из них прирост в высоту не только не снижается, но, наоборот, даже усиливается. Причины этого могут быть различны, но одна из возможных — индивидуальное различие во времени начала и окончания прироста у отдельных деревьев [6]. Вследствие этого одни деревья имеют уже распустившиеся листья и даже молодые побеги, у других почки еще только разворачиваются и т. п. В конечном итоге это отражается на их толерантности. Сопоставление деревьев, отреагировавших снижением прироста при первой и второй обработках, позволяет (при условии одинакового фенологического состояния молодняков, а оно соблюдено с 1982 г. [1]) в какой-то мере судить об адаптации. Соответствующие данные таблицы свидетельствуют об уменьшении процента деревьев осины, отреагировавших снижением прироста в высоту. Если при первой обработке в 1982 г. снижался прирост у всех деревьев, то в 1986 г. — только у 71...92 %. Так или иначе, возможности срабатывания механизма гомеостаза необходимо учитывать при последующих коррекциях роста смешанных молодняков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев В. А. Эффективная группа регуляторов роста древесных растений // Лесн. журн. — 1984. — № 6. — С. 17—21. — (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Алексеев В. А. Влияние этиленвыделяющих регуляторов роста на хвойные породы в молодняках // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов Европейско-Уральской зоны: Межвуз. сб. науч. тр. — Л.: ЛТА, 1985. — С. 7—13. [3]. Алексеев В. А. Регуляторы роста в интенсивном лесном хозяйстве // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение: Межвуз. сб. науч. тр. — Л.: ЛТА, 1987. — С. 3—8. [4]. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход / Пер. с нем. — М.: Мир, 1985. — 304 с. [5]. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979. — 416 с. [6]. Смирнов В. В. Сезонный рост главных древесных пород. — М.: Наука, 1964. — 167 с. [7]. Соловьев В. А. Популяции и биоценоз: Учеб. пособие. — Л.: ЛТА, 1985. — 91 с. [8]. Федоров В. Д. Устойчивость экологических систем и ее измерение // Изв. АН СССР. Сер. биол. — 1974. — № 3. — С. 402—415.

УДК 630*232

ОСОБЕННОСТИ РОСТА РЯДОВЫХ И ГРУППОВЫХ КУЛЬТУР ДУБА В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛОРУССИИ

В. Е. УДОД

Северокавказская ЛОС КФ ВНИИЛМ

В условиях Белоруссии дуб — одна из главных лесообразующих пород. К настоящему времени площадь рядовых и групповых культур дуба в регионе исследования составляет около 95 тыс. га [1]. Поэтому особый интерес представляют закономерности роста, формирования и продуктивности насаждений, развитие их ассимиляционного аппарата при рядовом и групповом размещении растений.

Нами исследованы 33-летние рядовые и групповые культуры дуба в Василевичском лесхозе Гомельской области на дерново-подзолистых среднеподзоленных пылевато-суглинистых почвах, подстилаемых лёссовидным суглинком, в условиях $D_2 - 3$ юго-восточной части БССР. Культуры созданы на землях сельскохозяйственного пользования посевом желудей в борозды и площадки. Схема размещения рядовых культур $0,5 \times 3,0$ м. Размер площадки $1,0 \times 1,0$ м. В 15 лунок каждой площадки высевали по 2 желудя. Естественная часть древостоев представлена единичными экземплярами граба, ясеня обыкновенного и клена остролистного. Подлесок состоит из крушины, рябины обыкновенной — единично. Живой напочвенный покров включает сныть, пролеску, кислицу, веронику, ясменник, копытень европейский. Почвы дерново-подзолистые пылевато-суглинистые, подстилаемые суглинком. Химический анализ почв на pH, P_2O_5 , K_2O , гумус, азот и гидролитическую кислотность свидетельствует об идентичности лесорастительных условий сравниваемых культур.

Эффективность рядовых и групповых культур дуба (в переводе на 1 га)

Лесоводственно-таксационные показатели	Способ создания культур	
	рядовой	групповой
Исходная густота, шт.	6 600	6 750
Число сохранившихся растений дуба	1 653	1 292
Средняя высота, м	$12,7 \pm 0,11$	$11,3 \pm 0,10$
Средний диаметр, см	$12,1 \pm 0,17$	$11,4 \pm 0,16$
Средняя высота деревьев I—II классов роста, м	$14,4 \pm 0,08$	$13,8 \pm 0,09$
Средний диаметр деревьев I—II классов роста, см	$14,5 \pm 0,18$	$12,9 \pm 0,19$
Сумма площадей сечения, m^2	18,9	13,2
Полнота насаждения	0,88	0,62
Запас стволовой древесины, m^3	128,0	76,8
Текущий прирост по запасу, m^3	9,4	4,2
Число деревьев I класса роста	760	437
Запас деловой древесины, m^3	62,1	25,5
Расстояние до начала крон, м	7,2	4,1
Площадь проекции крон, m^2	9 470	8 320
Площадь листьев, m^2	97 800	63 160
Масса сухих листьев, кг	6 180	4 025
Текущий прирост в расчете на 1 т листьев, m^3	1,52	1,04
Затраты на создание и выращивание культур дуба, р.	47,98	113,15
Себестоимость 1 m^3 древесины, р.	0,38	1,47
Таксовая стоимость древесины на корню, р.	662,06	285,80

Из данных таблицы видно, что сохранность рядовых культур выше. Их насаждения и деревья I—II классов Крафта отличаются лучшим ростом по диаметру и высоте. Существенность различий от 3,0 до 9,4. Высокие лесоводственно-таксационные

и качественные показатели этих культур обусловлены более полным использованием потенциальных возможностей условий местопроизрастания.

Разница в сумме площадей сечения составляет $5,7 \text{ м}^2$, полноте $0,26$, запасе стволовой и деловой древесины соответственно $51,2$ и $36,6 \text{ м}^3$, текущем приросте $5,2 \text{ м}^3$. В рядовых насаждениях в $1,7$ раза больше деревьев I класса Крафта. Установлено лучшее очищение стволов от сучьев, более интенсивное развитие крон и низкая напряженность роста. Анализ хода роста показал, что средние модели и деревья высшего класса Крафта рядовых и групповых насаждений до 5-летнего возраста в росте по диаметру, высоте и объему существенно не различались, хотя наблюдалась тенденция лучшего роста в рядовых культурах. Однако с 10-летнего их возраста наблюдается более интенсивное накопление древесной массы. Разница в объеме и его абсолютном текущем приросте к возрасту исследований соответственно составила 27 и 19% . Рядовые насаждения и их деревья I класса роста характеризуются развитым листовым аппаратом и высокой сезонной продуктивностью фотосинтеза по накоплению древесной массы.

В культурах дуба основная масса всасывающих, проводящих и скелетных корней располагается в горизонтах A_1 и A_2 . В этих генетических горизонтах рядовых культур находится $85,6 \%$ физиологически активных корней; $87,3 \%$ — диаметром от 1 до 3 мм ; $83,8 \%$ — от 3 до 5 мм и 76% — свыше 5 мм . В групповых культурах наличие указанных фракций корней соответственно составляет: $72,7$; $71,3$; $68,7$ и $66,9 \%$. Корневые системы рядовых насаждений отличаются вертикальным и симметричным развитием. У дубков, расположенных по краям площадей, наблюдается преимущественно асимметричное строение корневых систем. На 1 м^2 почвы рядовых культур имеется 927 г корней, в том числе 213 г физиологически активных; в групповых соответственно 481 и 105 г . Масса всасывающих корней составляет 21 ; 23% от всей корневой системы. Объем физиологически активной корневой системы, ее поверхность и длина, насыщенность ими почвы в рядовых насаждениях почти в 2 раза выше.

Исследуя рост и развитие корневых систем в 5-летних культурах дуба, А. С. Яковлев [2] также пришел к выводу, что посадка в борозды способствует более мощному развитию корней, чем групповая.

В рядовых культурах на одно растение приходится $5,61 \text{ кг}$ корней, в том числе 1287 г физиологически активных; в групповых — соответственно $3,73 \text{ кг}$ и 813 г . Их объем, поверхность и длина в рядовых культурах больше в $1,58$ раза. Корневые системы рядовых насаждений характеризуются высокой продуцирующей способностью. На образование 1 м^3 текущего прироста стволовой древесины в них необходимо 224 кг ($0,341 \text{ м}^3$) активной корневой системы, в групповых — 249 кг ($0,377 \text{ м}^3$).

Материалы исследований свидетельствуют о высокой нагрузке листовой массы на корневые системы групповых культур: на 1 кг их сухих листьев приходится 262 г физиологически активных корней, в рядовых — 343 г .

Более высокая и равномерная корненонаселенность верхних горизонтов почвы, большой объем, масса и поверхность всасывающих корней насаждения и одного растения, их высокая продуцирующая способность, хорошо развитый листовой аппарат и низкая нагрузка на корневые системы в комплексе повышают устойчивость, сохранность и продуктивность рядовых культур дуба. Последние характеризуются низкой себестоимостью 1 м^3 древесины, высокой ее стоимостью на корню. Они рентабельны и экономически более эффективны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Новосельцев В. Д., Бугаев В. А. Дубравы. — М.: Агропромиздат, 1985. — 210 с. [2]. Яковлев А. С. Влияние обработки почвы на рост корневых систем дуба // Лесн. хоз-во. — 1981. — № 5. — С. 30—32.

УДК 630*231 : [581.132 + 581.116]

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДРОСТА ДУБА СКАЛЬНОГО ПРИ РАЗНОМ ПОДПОЛОВОМ ОСВЕЩЕНИИ КРЫМСКИХ ДУБРАВ

М. В. СИВЦЕВ, В. В. ЛЕОНОВ

Симферопольский государственный университет

В горной и предгорной зонах крымских лесов дуб скальный (*Quercus petraea* Liebl.) — одна из основных лесообразующих пород. Он занимает 44,5 % лесной площади. В результате длительного антропогенного воздействия (многолетняя рубка, неконтролируемая пастба скота, туристская перенагрузка и др.) высокоствольные дубравы превратились в низкопродуктивные порослевые дубняки многократной генерации; до предела снизилось их естественное семенное возобновление.

В связи с этим теоретический и практический интерес представляет изучение морфолого-физиологических особенностей подростка дуба скального как показателей условий нормального роста и продуктивности, необходимых естественному возобновлению дубрав.

Зона крымских лесов за исключением высокогорий относительно засушливая с высокой солнечной инсоляцией, что усиливает иссушение. На территории Крыма суммарная радиация в течение года находится в пределах $(493 \dots 531) \cdot 10^4$ кДж $\cdot$ м $^{-2}$, что на $(104 \dots 186) \cdot 10^4$ кДж $\cdot$ м $^{-2}$ больше, чем в Москве и Ленинграде. Кроме этого, значительное количество тепла поступает в виде рассеянной радиации (65...70 % от прямой) [2]. Поэтому в обеспечении леса влагой определяющее значение имеют осадки в период вегетации. Для предгорной зоны среднегодовая норма осадков за март — октябрь 346 мм при температуре воздуха 14,3 °С; в отдельные летние месяцы количество осадков может снижаться в несколько раз по сравнению со средними многолетними.

Исходя из характеристики водно-светового режима лесных районов, для наблюдений за физиологией подростка дуба мы избрали два варианта условий освещенности, влияющей на водообеспечение и водный режим растений: световые «окна» и подпологовое затенение. В сухой грабниково-дубраве с древостоем 10Д среднего возраста 30 лет в каждом варианте было заложено по 6 учетных площадок 1 × 1 м. Различия в освещенности по вариантам были существенны: полуденная освещенность (лк) в «окнах» была летом на 40 %, а осенью — на 20 % выше подпологовой. Наблюдения начинали со всхожести желудей и подсчета сохранности всходов в первые три года; затем в листьях 6—7-летнего подростка (к этому времени прошел основной отпад) в дневной и сезонной динамике определяли содержание и оводненность гидрофильных коллоидов [5], их водоудерживающую способность по потере воды в динамике при 6-часовом воздушном завядании, интенсивность транспирации по Л. А. Иванову [8], поверхностную плотность листьев (г абс. сухого вещества на 1 дм 2), интенсивность фотосинтеза [4]. Все определения проведены в трехкратной повторности.

В первый год наблюдений число всходов было близким к количеству учтенных ранней весной здоровых желудей, т. е. условия для всходов в обоих вариантах были благоприятными. В летний же период молодые растения значительно повреждались листогрызущими насекомыми, особенно в световых «окнах»: к осени гибель в «окнах» составила около 30 %, под пологом — не превышала 3 %; за три года отпад в «окнах» составил 67,3 %, под пологом — 45,5 %. Основной причиной повышенного отпада в «окнах» мы считаем иссушение в результате высокой солнечной инсоляции.

В таблице приведены некоторые данные, характеризующие водный режим растений.

В затенении листья содержали больше гидрофильных коллоидов с повышенной оводненностью, что способствовало увеличению их водоудерживающей способности при завядании и созданию условий для устойчивости, жизненной активности, прежде всего связанной с фотосинтезом [7].

Основным физиологическим показателем водообмена растений со средой является транспирация, которую мы определяли 6 раз в дневной динамике с июля по октябрь. На рис. 1 представлена динамика интенсивности транспирации как среднее по часам дня за весь период наблюдений. В «окнах» этот процесс проходил в среднем на 18 % активнее, чем под пологом.

На рис. 2 сопоставлены между собой два показателя продуктивности растений — интенсивность фотосинтеза (Ф) и индекс поверхностной плотности листьев (ППЛ).

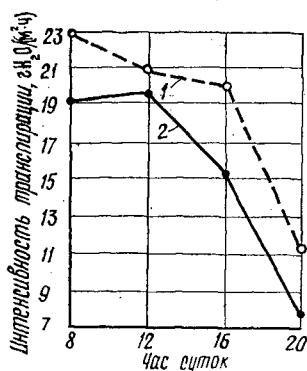


Рис. 1. Дневная динамика интенсивности транспирации (усредненные значения за весь период наблюдений) подроста дуба скального, произрастающего в световых «окнах» (1) и под пологом (2) дубравы

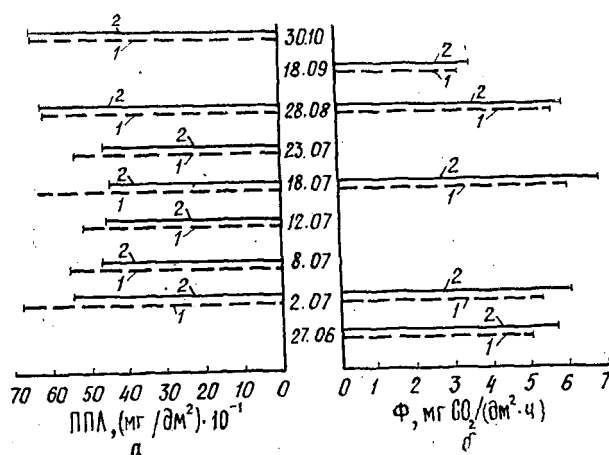


Рис. 2. Поверхностная плотность листьев (а) и интенсивность фотосинтеза (б) подроста дуба скального, произрастающего в световых «окнах» (1) и под пологом (2) дубравы

Показатели водного режима подроста дуба скального, произрастающего в разных условиях освещения

Дата определения	Содержание гидрофильных коллоидов, мг/г вещества		Оводненность коллоидов, г воды на 1 г абс. сухого вещества		Потеря воды листьями при 6-часовом завядании, % от исходной массы	
	«Окно»	Под полог	«Окно»	Под полог	«Окно»	Под полог
16.06	1,66	1,94	21,50 ±0,64	32,50 ±2,50	31,60 ±0,00	25,40 ±0,16
15.07	1,77	2,22	—	—	27,00 ±0,21	19,70 ±0,34
22.07	1,22	1,44	22,77 ±0,21	26,20 ±0,30	31,10 ±0,81	26,20 ±0,73

Накопление органического вещества на единицу площади листьев в световых «окнах» проходило интенсивнее, чем под пологом. Аналогичная зависимость между индексом ППЛ и освещенностью была обнаружена Р. Дж. Джарвисом [9] и выявлена И. Муратой в полевых опытах с различными культурными растениями в разных районах Японии [6].

Интенсивность фотосинтеза, измеряемая в 9 и 18 ч, по вариантам была идентичной, но в полуденные часы (12, 15 ч) у растений «оконов» наблюдалась существенная депрессия Ф. Например, Ф средняя за все сроки определений в 12 ч под пологом составляла $5,90 \pm 0,02$, в «оконах» — $4,62 \pm 0,02$ мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{ч})$ (разница 27 %), в 15 ч — соответственно $4,73 \pm 0,03$ и $6,45 \pm 0,03$ (разница 36 %). В среднем за весь период наблюдений Ф под пологом была на 13,3 % выше, чем в «оконах». По нашему мнению, депрессия Ф в «оконах» обусловлена, прежде всего, водным дефицитом, который усиливается здесь в результате иссушающего влияния инсоляции. Затенение под пологом, не превышающее $1/2$ освещенности в «оконах», не создавало светового дефицита для дуба, так как, во-первых, «относительное световое довольствие» для этой породы равно $1/20$ от полной интенсивности света [3]; во-вторых, всходы и подрост древесных пород более теневыносливы, чем взрослые растения того же вида [1]. Вместе с этим затенение создавало более благоприятные условия водообеспечения и водного режима растений (см. таблицу).

На рис. 2 прослеживается обратная зависимость между индексом ППЛ и Ф растений, произрастающих в разных условиях подпологового освещения в «оконах» по сравнению с затенением выше ППЛ и ниже Ф, под пологом, наоборот, ниже ППЛ и выше Ф. Это обусловлено обнаруженными нами усиленным оттоком ассимилятов из листьев при затенении и дневной депрессией фотосинтеза в «оконах». Кроме этого, во временной динамике между ППЛ и Ф прослеживается обратная зависимость (пунктирные линии).

Итак, для естественного семенного воспроизводства крымских дубрав и нормальной продуктивности подроста дуба скального благоприятно умеренное подпологовое затенение, которое в условиях высокой солнечной инсоляции стабилизирует, прежде всего, водный режим растений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев В. А. Световой режим леса.— Л.: Наука, 1975.— 226 с. [2]. Важдов В. И. Целебный климат.— Симферополь: Таврия, 1979.— 80 с. [3]. Горышина Г. К. Экология растений.— М.: Высш. школа, 1979.— 367 с. [4]. Иванов Л. А., Коссович Л. Н. Полевой метод определения фотосинтеза в ассимиляционной колбе // Бот. журн.— 1946.— Т. 31, № 5.— С. 3—12. [5]. Кушнirenко М. Д., Гончарова Э. А., Бондарь Е. М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений.— Кишинев: АН МССР, 1970.— 78 с. [6]. Мурата И. Продуктивность и эффективность утилизации солнечной энергии у некоторых видов сельскохозяйственных культур // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности.— М.: Наука, 1972.— С. 479—488. [7]. Параметры водного режима и газообмена сортов озимой пшеницы при ухудшении водоснабжения / И. Г. Шматко, Б. М. Гуляев, О. Е. Шведова и др. // Физиология и биохимия культурных растений.— 1979.— Т. 1, № 4.— С. 312—317. [8]. Практикум по физиологии растений / Ф. Д. Сказкин, Е. И. Ловчинская, М. С. Миллер, В. В. Аникиев.— М.: Сов. наука, 1958.— С. 75—76. [9]. Jarvis P. G. The adaptability to light intensity of seedlings of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. // J. ecol.— 1964.— Vol. 52, N 3.— P. 545—572.

УДК 630*304:519.21

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАВМАТИЗМА ПРИ ВАЛКЕ ЛЕСА

В. А. СОБОЛЕВ, В. П. ГЛУШКОВ, А. А. ВАЙСМАН

Кировский сельскохозяйственный институт

В нашей стране уделяется большое внимание осуществлению крупномасштабных мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда на производстве.

Дальнейшее их улучшение, сокращение, а затем полное исключение тяжелого физического труда на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов,— такова генеральная линия социального развития всех отраслей народного хозяйства, в том числе лесной промышленности.

В лесную промышленность поступает новая техника, внедряются энергонасыщенные технологии, позволяющие обеспечить безопасность работающих. Однако уровень производственного травматизма все еще высок, так как основные лесозаготовительные операции — это работы с повышенной опасностью.

Исследования [1—4] показывают, что для выработки эффективных профилактических мероприятий по созданию безопасных условий труда необходимо прогнозировать динамику количественных показателей производственного травматизма, проводить анализ и выявлять основные причины.

Для удобства анализа производственного травматизма введены обозначения:

$K_1(\tau)$ — показатель частоты травмирования с летальным исходом;

$T_1(\tau)$ — число летальных случаев по объединению Кировлеспром;

$T_2(\tau)$ — число летальных случаев в комплексе лесосечных работ;

$T_3(\tau)$ — число летальных случаев на валке деревьев;

τ — время наблюдения, $\tau = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ лет.

Динамика этих показателей по предприятиям ТПО Кировлеспром представлена временными рядами за 1984—1988 гг.

Логарифмически преобразованные уровни временных рядов обработаны методами линейного регрессионного анализа, получены математические модели, характеризующие основные закономерности (тренд) изменения показателей.

Оценки параметров моделей найдены методом наименьших квадратов. Уравнения линейной регрессии, коэффициенты корреляции, нелинейные модели представлены в табл. 1.

Таблица 1

Но- мер ряда	Логарифмически преобразо- ванное уравнение тренда	Коэффициент корреляции	Уравнение тренда
1	$\ln K_1 = -0,9070 - 0,094\tau$	$r_1 = -0,545$	$K_1 = 0,404 \exp(-0,094\tau)$
2	$\ln T_1 = 3,338 - 0,141\tau$	$r_1 = -0,532$	$T_1 = 28,174 \exp(-0,141\tau)$
3	$\ln T_2 = 2,358 - 0,270\tau$	$r_2 = -0,583$	$T_2 = 10,565 \exp(-0,270\tau)$
4	$\ln T_3 = 1,651 - 0,171\tau$	$r_3 = -0,528$	$T_3 = 5,212 \exp(-0,171\tau)$

Полученные модели позволяют сделать вывод об устойчивом снижении производственного травматизма с летальным исходом, а величина корреляции свидетельствует о статистической значимости полученных уравнений.

Исследованиями выявлено:

1. Особенно травмоопасны лесосечные работы, выполняемые по традиционной технологии, т. е. при валке деревьев бензиномоторными пилами, трелевке леса тракторами и удалении сучьев на лесосеке с применением ручного инструмента. На эти работы приходится до 28 % смертельных случаев от общего числа.

2. Наиболее травмоопасной операцией в комплексе лесосечных работ является валка деревьев. Здесь ежегодно происходит до 70 % несчастных случаев, и гибнут в основном вальщики леса.

3. На валке деревьев с применением бензиномоторных пил до 25 % несчастных случаев происходит из-за неправильных действий вальщика при спиливании деревьев.

Проведенный анализ позволил классифицировать основные причины, приводящие к несчастным случаям на валке деревьев (табл. 2).

Таблица 2

Причины несчастных случаев	Коли- чество случаев, %
Неправильное спиливание деревьев	27,0
Нахождение работающих в опасной зоне	22,0
Работа в неподготовленной лесосеке	17,0
Несвоевременный отход от падающего де- рева после спиливания	11,0
Допущение групповой валки деревьев и валка их на стену леса	9,0
Работа без обучения и инструктирования по технике безопасности	6,0
Прочие причины	8,0

Выводы

1. Полученные математические модели позволяют оценить состояние травматизма и дать краткосрочный прогноз изменения показателей травматизма.

2. При существующей технологии следует обеспечивать строжайшее соблюдение технологических карт на разработку лесосек.

3. Переход на машинный способ лесосечных работ — основное условие для уменьшения травматизма при валке леса.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Соболев В. А., Вайсман А. А. Оценка производственного травматизма // Охрана труда в агропромышленном комплексе: Сб. науч. тр. / ЛСХА.—1988.— Вып. 2.— С. 144—146. [2]. Соболев В. А., Глушков В. П., Вайсман А. А. Влияние пород деревьев на вероятность травматизма при валке леса // Лесн. журн.—1985.— № 3.— С. 117—118.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Соболев В. А., Глушков В. П., Вайсман А. А. К методике оценки травматизма в лесной промышленности // Лесн. журн.—1986.— № 3.— С. 127—128.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Соболев В. А., Хохлов А. Г. Вероятностная оценка травматизма в сельскохозяйственном производстве // Механизация процессов в полеводстве: Сб. науч. тр.— Пермь, 1984.— С. 93—95.

УДК 630*378

ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИЙ В ОБВЯЗОЧНЫХ КОМПЛЕКТАХ ХЛЫСТОВОГО ПУЧКА ИЗ АВАРИЙНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Л. И. МАЛИНИН, О. В. БОЛОТОВ, А. Ф. ИЗАКОВ

Сибирский технологический институт

Лесосибирский филиал Сибирского технологического института

При сборе плавающей древесины на водохранилищах Ангаро-Енисейского бассейна необходимо обосновать параметры сплочной единицы из хлыстов различной длины, обеспечивающих требуемые эксплуатационные характеристики пучка.

Анализ оборудования нижних складов рейдов приплава, гидрологического режима Братского водохранилища и научно-технической литературы показал, что наиболее приемлем пучок объемом 25 м³ с коэффициентом формы 1,5. Хлысты длиной от 7,5 до 18 м укладывают вразнокомелу: длиной 15 м и более — по периметру сплочной единицы, меньшей — в середине. Каждый пучок обвязывают четырьмя проволоочными обвязками. При выборе параметров хлыстового пучка, сплоченного из плавающей древесины, необходима количественная оценка усилий в обвязочных комплектах. В инженерной практике наибольшее распространение получил способ расчета, предложенный в 1932 г. Г. Э. Арнштейном и Л. И. Пашевским. Они установили, что натяжение P_0 в обвязках пучка пропорционально его весу [1]

$$P_0 = kG, \quad (1)$$

где k — коэффициент пропорциональности;

G — вес пучка лесоматериалов, Н.

Развитие данного метода в основном было направлено на уточнение эмпирического коэффициента k для конкретных технологических ситуаций. Так, В. А. Шербаков [5] для круглых лесоматериалов при коэффициенте формы $C = 1,5$ получил значение $k = 0,053$. Другое выражение, основанное на функциональной зависимости $k = f(C)$, предложено в работе [2]

$$k = \frac{0,025}{C - 0,7}. \quad (2)$$

Значения коэффициента пропорциональности по исследованиям [5] и [2] при $C = 1,5$ отличаются на 41,5 %. В то же время в справочной научно-технической литературе данные для хлыстовых сплочных единиц отсутствуют [2]. Кроме того, учитывая качественные различия поверхностей и формы древесного хлыста и бревна, а также длины лесоматериалов в пучке, приведенные значения коэффициентов не могут быть использованы при расчете сплочных единиц из плавающей на водохранилищах древесины. С этой целью в лаборатории кафедры водного транспорта леса Сибирского технологического института были проведены специальные исследования по определению усилий в такелаже сплочных единиц на спокойной воде.

Опыты выполняли в масштабе 1:10 с соблюдением требуемых правил моделирования [4]. Лабораторное оборудование состояло из модели сплочного устройства и бассейна с водой. При измерениях использовали комплекс аппаратуры для тензометрирования усилий в обвязке: тензорезисторы, усилитель 8-АНЧ и осциллограф Н-700.

Плотность древесины модельных хлыстов была доведена до 900...930 кг/м³. Для обработки опытных данных выражение (1) приведено к виду.

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{G}; \quad (3)$$

$$G = W_{\text{п}} \rho g, \quad (4)$$

где $W_{\text{п}}$ — объем пучка;
 ρ — плотность древесины;
 g — ускорение свободного падения тела.

Выражение (3) с учетом (4) примет вид

$$k = \sum_{i=1}^4 P_i (W_{\text{п}} \rho g)^{-1}. \quad (5)$$

Знак суммы учитывает наличие четырех обвязок на хлыстовом пучке.

Среднюю $k_{\text{ср}}$ и дисперсию S^2 выборки чисел оценивали с использованием известной программы на языке ЯМК-34 для калькулятора БЗ-38 [3].

Анализ полученных результатов показывает, что данные наблюдений согласуются с гипотезой о нормальном законе распределения, а математическое ожидание и дисперсия коэффициента пропорциональности соответственно равны: $k = 0,0348$; $S_k^2 = 0,00045$.

Как правило, разрывное усилие обвязочных комплектов определяется по формуле

$$P = m k_{\text{н}} k G, \quad (6)$$

где m — коэффициент запаса прочности;
 $k_{\text{н}}$ — коэффициент неравномерности распределения усилий между обвязками.

Поэтому полученные опытные данные дополнительно обрабатывали для уточнения $k_{\text{н}}$ с применением формулы

$$k_{\text{н}} = \frac{4P_{\text{max}}}{\sum_{i=1}^4 P_i}, \quad (7)$$

где P_{max} — максимальное усилие в обвязках пучка.

Получены следующие значения коэффициента $k_{\text{н}}$: максимальное — 1,95; минимальное — 1,35; среднее — 1,64.

С учетом найденных значений экспериментальных коэффициентов разрывное усилие в обвязках хлыстовых пучков, сплоченных из плавающей на водохранилищах древесины, необходимо определять по выражению:

$$R = 0,057 m G. \quad (8)$$

Зависимость (8) требует дальнейшего уточнения из-за невыявленного пока масштабного эффекта.

По результатам исследований можно заключить, что пучок, сплоченный из плавающих хлыстов длиной от 7,5 до 26 м, имеет в отличие от сортиментного меньший коэффициент пропорциональности k и больший коэффициент неравномерности натяжения в обвязках $k_{\text{н}}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Арнштейн Г. Э., Пашевский Л. И. Пучковая сплотка и сопротивление движению пучковых плотов: Результаты лабораторных исследований. — М.: Гослестехиздат, 1932. — 142 с. [2]. Справочник по водному транспорту леса / В. А. Щербаков, Ю. П. Борисов, В. Д. Александров и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1986. — 384 с. [3]. Трохименко Я. К., Любин Ф. Д. Инженерные расчеты на программируемых микрокалькуляторах. — Киев: Техника, 1985. — 328 с. [4]. Худоногов В. Н. Гидродинамическое взаимодействие плотов и внешней среды. — Красноярск: Красноярск. кн. изд-во, 1966. — 225 с. [5]. Щербаков В. А. Лесосплавные рейды. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 247 с.

УДК 676.224.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОЗИЦИИ И МАССЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СЛОЕВ БУМАГИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБОЕВ СПОСОБОМ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ

Т. М. БАЧИЛО, Л. Ю. МАЛИЦКАЯ, Ю. Ф. БАРБОЛИН,
В. Л. КОЛЕСНИКОВ, В. И. ТЕМРУК

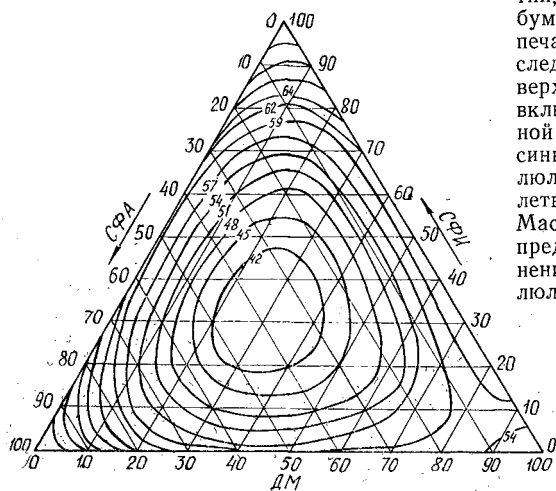
Белорусский технологический институт

Чтобы двухслойная бумага соответствовала современным требованиям к качеству основы для изготовления обоев способом глубокой печати, процесс отлива и формирования слоев целесообразно осуществлять на бумагоделательной машине с двумя плоскими сетками или на плоскосточной машине с верхним формующим устройством. Это обеспечит равномерность толщины и однородность структуры по всей площади листа обоих слоев бумаги, высокую гладкость поверхности и некоторые другие важные показатели.

Исходя из анализа условий производства и функционирования готового изделия можно определить назначение слоев и уровень требований к их качеству [2], которые сводятся к следующему. Верхний слой служит для нанесения декоративного рисунка и поэтому должен обладать необходимой белизной, хорошими печатными свойствами, лакируемостью, способностью к каландрированию. Нижний слой должен в большей степени обеспечивать прочность бумаги в сухом и, особенно, во влажном состоянии, обладать способностью сохранять рельеф тиснения обоев после выклейки; нижний слой должен смачиваться адгезивом.

На рассмотренном в статье этапе исследований была поставлена задача определить массу 1 м^2 и композицию слоев, обеспечивающих наилучшие показатели устойчивости рельефа тиснения при сохранении физико-механических свойств бумаги.

На основе изучения опыта предприятий, вырабатывающих однослойную бумагу для обоев способом глубокой печати, и результатов проведенных исследований определена композиция верхнего слоя. Установлено, что состав, включающий 70 % беленой сульфитной целлюлозы из хвойных пород древесины и 30 % беленой сульфатной целлюлозы из лиственных пород, удовлетворяет требованиям к верхнему слою. Массовая доля золы должна быть в пределах 8...15 %. Возможно применение до 30 % беленой сульфатной целлюлозы из древесины хвойных пород.



Зависимость показателя
разрушающего усилия в
сухом состоянии от компо-
зиционного состава бумаги

При определении композиции нижнего слоя исследовали такие традиционные для обоевой бумаги полуфабрикаты, как сульфитную (СФИ) небеленую целлюлозу из древесины хвойных пород, древесную массу (ДМ), а также широко применяемую в последнее время сульфатную (СФА) небеленую целлюлозу из древесины хвойных пород. Эксперимент проводили с помощью симплекс-решетчатого плана. Прочность бумаги оценивали показателем разрушающего усилия в сухом состоянии. Полученные результаты иллюстрирует рисунок.

При анализе диаграммы видно, что область допустимых значений прочности бумаги (более 60 Н) достигается при различном наборе и содержании в композиции как трех, так и двух видов волокнистых полуфабрикатов.

Из диаграммы следует также, что применение сульфатной небеленой целлюлозы несущественно сказывается на повышении прочности бумаги, снижает ее способность к тиснению и требует создания отдельного потока приготовления массы.

На основании полученных результатов для дальнейших исследований в композиции нижнего слоя двухслойной обоевой бумаги использовали 50 % сульфитной небеленой целлюлозы и 50 % древесной массы.

Способность бумаги к тиснению и устойчивость рельефа тиснения обоев после выклейки определяли на одно- и двухслойной бумаге, содержащей добавки различных связующих, пластифицирующих и гидрофобизирующих веществ. В качестве добавок в верхнем слое использовали латекс БС-65, жидкое натриевое стекло, канифольный модифицированный клей; в нижнем слое — латекс БСМ-65, латекс БС-65, реагент К-15, лигносульфонаты, канифольно-восковой и канифольный модифицированный клей. Лучшие результаты получены при использовании в верхнем слое модифицированного канифольного клея в количестве 14 кг/т бумаги, в нижнем слое — жидкого натриевого стекла — 10, латекса БС-65 — 28 и модифицированного канифольного клея — 12 кг/т. Такой состав показал высокую эффективность и в бумаге для обоев водно-клеевым способом печати [1]. Соотношение по массе между верхним и нижним слоями определяли путем изменения массы верхнего слоя от 30 до 60 г при неизменной массе двухслойной бумаги — 120 г.

Опытные образцы двухслойной обоевой бумаги изготавливали в соответствии с выбранной композицией верхнего и нижнего слоев и испытывали на показатели разрушающего усилия в сухом и влажном состоянии, относительного удлинения (по ГОСТ 13525.1—79) и устойчивости рельефа тиснения (по ГОСТ 6810—86).

Для сравнения были изготовлены и испытаны образцы однослойной бумаги для обоев с массой одного квадратного метра 120 г из 100 % беленой целлюлозы (70 % сульфитной хвойной и 30 % сульфатной лиственной). Композиция включала 12 кг/т модифицированного канифольного клея, 28 кг/т латекса БС-65 и 10 кг/т жидкого натриевого стекла. Качественные характеристики образцов одно- и двухслойной обоевой бумаги представлены в таблице.

**Зависимость
показателей опытной бумаги для изготовления обоев
способом глубокой печати от массы верхнего слоя**

Обоевая бумага	Разрушающее усилие, Н		Относительное удлинение, %	Устойчивость рельефа тиснения, %
	в сухом состоянии	во влажном состоянии		
Двухслойная с массой 1 м ² , г				
30	70,6	12,0	1,2	47
35	76,1	11,2	1,1	50
40	80,2	10,4	1,0	65
45	90,2	10,8	1,2	70
50	86,3	9,2	1,1	49
55	84,4	9,0	1,2	45
60	83,3	7,6	1,1	47
Однослойная	83,0	9,4	1,2	60

Как видно из таблицы, опытные образцы двухслойной бумаги для обоев способом глубокой печати с массой 1 м² верхнего слоя 45 г отличаются более высокими показателями устойчивости рельефа тиснения (70 %) и разрушающего усилия в сухом состоянии (90,2 Н); достигается и достаточная укрывистость нижнего слоя.

На основании проведенных исследований при изготовлении двухслойной бумаги для обоев способом глубокой печати рекомендуем следующее.

1. Соотношение масс верхнего и нижнего слоев брать равным 3 : 5.

2. Для верхнего слоя применять не менее 70 % беленой сульфитной целлюлозы из хвойных пород древесины (по ГОСТ 3914—74) и не более 30 % беленой сульфатной целлюлозы из лиственных пород древесины (по ГОСТ 14940—75). Верхний слой бумаги проклеивать модифицированным канифольным клеем-пастой марки ЖМ из расчета 5...6 кг на 1 т бумаги.

3. Нижний слой бумаги изготавливать из небеленой сульфитной целлюлозы марок Ж-3 или Ж-4 (по ГОСТ 6501—73) и белой древесной массы с соотношениями от 35 : 65 до 70 : 30, для нижнего слоя бумаги применять комбинированную латексную проклейку следующего состава, кг/т: латекс БС-65 — 28; жидкое натриевое стекло — 10; силикат-глыба — 4; модифицированный канифольный клей-паста марки ЖМ — 7...8.

4. Расход наполнителя (каолина) — 170 кг/т.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 1131953 СССР. Бумажная масса для изготовления бумаги-основы для тисненых и гофрированных обоев / В. Л. Колесников, П. Ф. Белогуров, А. Н. Шевнин и др.—Бюл. № 48 // Открытия. Изобретения.—1984.—№ 48. [2]. Состояние и тенденции развития производства обоев // Целлюлоза, бумага и картон: Обзор. информ.—М., 1979.—Вып. 5.

УДК 630*861

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ ЛИГНОСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ СУЛЬФАТ-ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ФИЛЬТРАЦИЕЙ ЧЕРЕЗ ГИДРОЛИЗНЫЙ ЛИГНИН

С. Б. ПАЛЬМОВА, Ю. Г. ХАБАРОВ, Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Архангельский лесотехнический институт

В предыдущем сообщении [1] изучено влияние рН на стадии коагуляции при подкислении лигнинсодержащего стока серной кислотой с последующей фильтрацией через слой гидролизного лигнина на эффективность очистки. В результате установлено, что подкисление сточной воды целесообразно проводить до рН 4.

Цель данной работы — изучить влияние начальной температуры сточной воды на процесс очистки.

Результаты исследований показали, что изменение температуры сточной воды от 20 до 80 °С не оказывает значительного влияния на эффективность очистки; меньше всего изменяются показатели ХПК (химическое потребление кислорода), содержание лигнина и цветность; в большей степени температура влияет на очистку по БПК₅ (биохимическое потребление кислорода).

Для иллюстрации результатов ограничимся графиками, показывающими влияние температуры на убыль содержания лигнина (рис. 1, а) и БПК₅ (рис. 1, б).

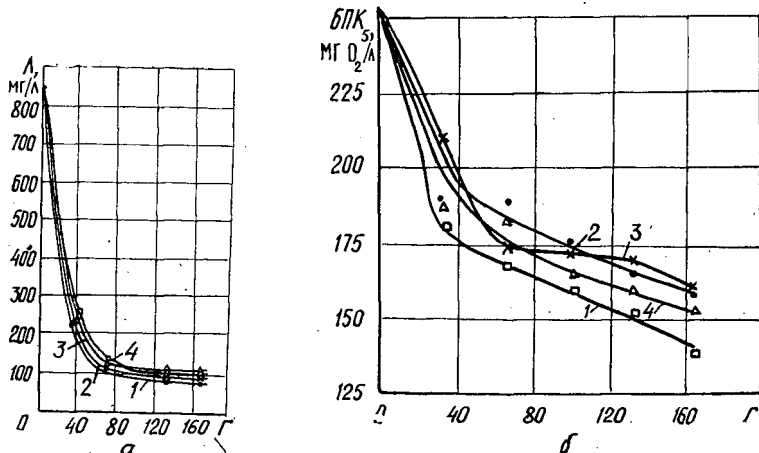


Рис. 1. Изменение показателей очищенной сточной воды в зависимости от гидромодуля (Γ) фильтрации через гидролизный лигнин с предварительным подкислением при 20 °С (1), 40 (2), 60 (3) и 80 °С (4): а — содержание лигнина; б — БПК₅

Из приведенного рис. 2 видно, что в качестве оптимальной температуры целесообразно принять 80 °С, так как производительность процесса фильтрации при этой температуре во всем интервале изменения гидромодуля значительно выше, чем при любой другой.

Если с учетом этого вывода рассчитать необходимую поверхность фильтрации для условий, принятых в работе [1], то оказывается, что она составляет лишь 10 м².

Во всех предыдущих исследованиях использовали технический гидролизный лигнин, подвергнутый исчерпывающей отмывке дистиллированной водой до нейтральной реакции. В дальнейшем сравнивали эффективность очистки с использованием отмывочного и натурального технического гидролизного лигнина (ГЛ), не подвергнутого никакой предварительной обработке.

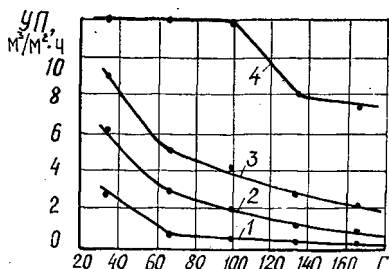


Рис. 2. Изменение удельной производительности (УП) фильтрации сточной воды в зависимости от гидромодуля с предварительным подкислением при 20 °С (1), 40 (2), 60 (3), 80 °С (4)

Использованный образец ГЛ имел следующую характеристику: влажность — 64 %, содержание серной кислоты — 0,98 %, сахаров — 8,4 %, минеральных веществ — 1,4 %. Навеску ГЛ, содержащую 6 г сухого вещества, наносили на фильтр так же, как и в предыдущих опытах, и проводили фильтрование сточной воды после подкисления ее серной кислотой до pH 4 при 70 °С. Параллельно проводили опыты с очисткой сточной воды через отмытый ГЛ.

В результате исследований установлено, что по всем показателям, за исключением содержания сухого остатка, эффективность очистки сточной воды с натуральным ГЛ в интервале гидромодулей до 40 значительно ниже, чем при использовании отмытого лигнина. При расходе воды примерно 60 гидромодулей эффективность очистки с натуральным ГЛ начинает приближаться к эффективности очистки с отмытым ГЛ, а при расходе 100 гидромодулей и более эффективность очистки с натуральным ГЛ по показателю ХПК даже несколько выше, чем при использовании отмытого ГЛ (рис. 3).

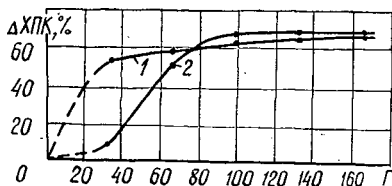


Рис. 3. Сравнительная степень очистки сточной воды при фильтрации через предварительно промытый (кривая 1) и натуральный (кривая 2) лигнин по показателю ХПК

Эффективность очистки по показателю содержания сухого остатка в обоих случаях одинакова. Следовательно, для очистки лигносодержащего стока сульфат-целлюлозного производства можно использовать натуральный гидролизный лигнин при расходе воды 60 гидромодулей и более по отношению к сухому лигнину.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Е. Д. Гельфанд, С. Б. Пальмова, Ю. Г. Хабаров. Влияние pH среды при коагуляционной очистке лигносодержащих сточных вод сульфат-целлюлозного производства // Лесн. журн.— 1989.— № 1.— С. 81—83.— (Изв. высш. учеб. заведений).

УДК 630*813

НОВЫЙ ВАРИАНТ КИСЛОРОДНОЙ ВАРКИ

И. П. ДЕЙНЕКО, Д. В. ЕВТЮГИН

Ленинградская лесотехническая академия

Использование кислорода для делигнификации древесины представляет значительный интерес. Это связано с тем, что кислород — наиболее безвредный и доступный реагент, взаимодействие которого с древесным веществом позволяет селективно удалить лигнин. Однако проведенные к настоящему времени исследования хотя и раскрыли принципиальную возможность делигнификации древесины кислородом, но одновременно выявили многообразные проблемы, которые являются серьезным препятствием для практической реализации кислородной варки. Многие из возникших проблем, вероятно, могли бы быть исключены, если бы удалось подобрать условия для селективного окисления лигнина в отсутствие щелочного реагента.

Ранее было выяснено, что в отсутствие основания реакционная способность лигнина при окислении довольно высока*. Однако при обработке древесины кисло-

* Изучение кинетики делигнификации древесины кислородом. 1. О механизме окисления лигнина / И. П. Дейнеко, В. З. Слоним, С. Н. Никольский, М. Я. Зарубин // Химия древесины.— 1983.— № 5.— С. 25—31.

родом в водных средах, наряду с распадом лигнина, происходит значительная окислительно-гидролитическая деструкция полисахаридов. Поэтому не удается разделить эти два компонента окислением древесного вещества в водной среде в отсутствие основания. Необходимо специально подобрать состав реакционной среды, а также условия делигнификации, которые позволили бы осуществлять окислительную деструкцию лишь лигнина.

Учитывая большое разнообразие существующих и широко используемых в химической технологии органических растворителей и, кроме того, большее, чем у углеводов, сродство лигнина к многим из них, можно предположить, что при проведении процесса в некоторых растворителях удастся подобрать условия для селективного окисления лигнина. В результате проведенного нами исследования удалось подобрать условия для проведения кислородной варки в отсутствие основания.

**Результаты кислородной варки* древесной щепы
в органических растворителях**

Показатели	Ель	Ель	Осиная
	Численные значения показателей для растворителей		
	Ацетонитрил	ДМСО	Ацетон
Условия варки:			
соотношение вода : растворитель	40 : 60	15 : 85	40 : 60
температура, °С	150	150	160
стоянка, ч	4,5	2,3	2,0
расход O_2 на варку, % от а. с. д.	12,5	8,7	14,6
Характеристика продуктов делигнификации:			
а) древесный остаток, %;			
выход целлюлозы	41,6	49,5	46,3
содержание лигнина	9,2	13,6	5,8
выход непровара	3,2	2,4	0,2
б) отработанный щелок, % от а. с. д.:			
летучие кислоты (в пересчете на уксусную кислоту)	7,4	4,7	8,5
лигнин	14,1		15,2
водорастворимые вещества	25,1		26,6
эфирорастворимые вещества	2,6		2,4

* Варку щепы проводили в 2-литровом качающемся (50 мин^{-1}) автоклаве; во всех случаях выход на режим — 1 ч; гидромодуль — 10; степень заполнения автоклава — 0,5; начальное давление O_2 — 1,5 МПа.

Из приведенных в таблице данных видно, что обработка древесины кислородом в ацетонитриле, диметилсульфоксиде (ДМСО), ацетоне при сравнительно мягких условиях позволяет получить волокнистый материал. Кислородную варку в растворителях, в отличие от кислородно-щелочной, можно проводить, используя в качестве сырья обычную технологическую щепу. В данном случае толщина используемой нами щепы колебалась от 3 до 10 мм.

В зависимости от природы использованного растворителя делигнификация протекает с различной скоростью и избирательностью. Лучшие результаты были получены при применении в качестве реакционной среды водно-ацетоновой смеси. Как и ожидалось, варка лиственной древесины проходила легче, чем хвойной, поэтому варку осины удалось осуществить при довольно низкой (135°C) температуре.

Учитывая, что кислородная варка в растворителях возможна в отсутствие каких-либо других реагентов, в этом случае реально комплексно использовать все древесное вещество. Отработанный варочный раствор помимо лигнина (см. табл.) содержит значительное количество водорастворимых веществ (органические кислоты, сахара). Поэтому достаточно очевидной представляется несложная схема использования продуктов делигнификации, находящихся в отработанном варочном растворе. После отгонки растворителя (ацетон, ацетонитрил) выпавший в осадок лигнин можно отделить и использовать при синтезе или модификации высокомолекулярных соединений. По предварительным данным, этот лигнин термопластичен (температура размягчения $70 \dots 90^\circ\text{C}$) и довольно реакционноспособен. Водный раствор водорастворимых веществ, вероятно, можно подвергать микробиологической переработке.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что кислородная варка в среде органических растворителей — перспективный способ получения волокнистых полуфабрикатов.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*(477.8) (049.3)

МОНОГРАФИЯ
О ПРИРОДЕ УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Природу Украинских Карпат на протяжении многих лет исследовали ученые разных специальностей. Их материалы опубликованы в многих изданиях, однако зачастую малотиражных и малодоступных для широкого круга читателей. Вместе с тем, для планирования народного хозяйства, ускорения научно-технического прогресса, обеспечения дальнейшего социально-экономического развития карпатских областей необходимо знать природные ресурсы, пути их рационального использования. В этом отношении большую помощь может оказать монография «Украинские Карпаты. Природа» (Киев: Наук. думка, 1988.— 267 с.). Она является коллективным трудом 16 авторов — сотрудников научно-исследовательских учреждений и вузов Западного научного центра АН УССР (отв. ред. чл.-кор. АН УССР М. А. Голубец), состоит из введения, 8 глав и списка использованной литературы.

Первая глава посвящена физико-географической характеристике Украинских Карпат. В ней с достаточной полнотой излагаются особенности геоморфологического и геологического строения региона, описываются его полезные ископаемые, водные ресурсы, климат, почвы, флористическое богатство, структура и закономерности территориального распределения растительного покрова, приведено геоботаническое районирование территории.

Во второй и третьей главах содержатся сведения о лесном покрове Украинских Карпат, их лесосырьевых ресурсах. Показано распространение и типологическое разнообразие лесов, дана исчерпывающая геоботаническая характеристика их на уровне формаций и субформаций, оценка устойчивости и хозяйственной значимости коренных и производных древостоев. Геоботаническая характеристика наиболее распространенных группировок удачно дополнена данными о запасах, компонентном составе и годичном приросте фитомассы, что дает возможность получить представление о первичной биотической продуктивности карпатских лесов. Здесь же приведена характеристика лесного фонда региона, на примере объединения Прикарпатлес дана оценка эффективности комплексного использования его лесных ресурсов. Изложены основные принципы лесохозяйственного дела. Описаны вредители и болезни лесов, рассмотрена система лесозащитных мероприятий, основывающаяся на результатах новейших научных разработок.

В четвертой главе приведена характеристика высокогорных комплексов. Показано их распространение, высотные границы, характер рельефа, изложены закономерности формирования растительного покрова, описана специфика основных типов растительности, их структура, продуктивность, водорегулирующая и почвозащитная роль, дана хозяйственная оценка высокогорной растительности, намечены пути ее рационального использования.

Сведения о послелесных лугах и пахотных землях содержатся в пятой главе. Здесь кратко описана история заселения отдельных регионов Карпат и Предкарпатья и связанного с ним освоения лесных площадей под пахотные земли, пастбища и сенокосы, приведена современная структура угодий и ее использование в различных группах районов. Показано территориальное распространение послелесных лугов, описаны условия их формирования, флористический состав и его динамика, урожайность и хозяйственная ценность, основные направления их преобразования и улучшения. Приведена продуктивность пахотных земель, описана сельскохозяйственная специализация в отдельных регионах.

Богатство и разнообразие животного мира Украинских Карпат отображено в шестой главе. В ней приведены достаточно обстоятельные обзоры по основным систематическим группам животных: млекопитающим, птицам, земноводным, рыбам, моллюскам, насекомым. Отмечены редкие виды, нуждающиеся в охране, показано хозяйственное значение отдельных видов.

Большую ценность представляет материал, изложенный в седьмой главе, посвященной характеристике природоохранного фонда Украинских Карпат. В ней подчеркивается флористическое богатство описываемого региона, показано влияние антропогенных воздействий на состояние растительного покрова, приведена характеристика эндемичных, реликтовых, диких плодовых и ягодных, лекарственных, кормовых, эфиромасличных и других ценных видов растений, животного населения, предложены мероприятия по их охране. Приведено описание заповедных объектов карпатских областей, показано их научное и природоохранное значение.

Весьма оригинальна заключительная глава книги. В ней Украинские Карпаты рассматриваются как уникальный природно-территориальный комплекс, богатый ценнейшими ресурсами — лесными, бальнеологическими, ландшафтно-эстетическими и др. Подчеркивается важная водоохранная, почвозащитная и климаторегулирующая роль карпатских лесов, анализируются экологические последствия их трансформации под влиянием хозяйственной деятельности человека. Детально характеризуется карпатский рекреационный комплекс, приводится экономическая оценка его ресурсов. Рассматриваются пути оптимизации использования и охраны природных ресурсов Украинских Карпат. Совершенно справедливо отстаивается тезис, что при оценке функционального назначения карпатского природного комплекса на первое место следует выдвигать его защитную, климаторегулирующую и рекреационную функции, сырьевую же функцию следует считать второстепенной, дополнительной.

На основании критического анализа рецензируемой книги можно заключить, что она является ценным вкладом в познание природы Украинских Карпат, отличается актуальностью и оригинальностью материала. Особой положительной оценки заслуживает ее природоохранная направленность, стремление авторов, с одной стороны, подчеркнуть необходимость комплексного системного подхода к оценке природных ресурсов и их использования, восстановления и охраны, с другой, привлечь внимание к этому сказочно красивому, богатому и уютному природному горному творению, привить любовь к нему и потребность разумного подхода при эксплуатации его природных богатств.

Книга заслуживает самой высокой оценки. Она отличается прекрасным художественным оформлением, высококачественной редакционной, типографской и технической завершенностью.

Научная и прикладная значимость книги определяется и тем, что она является одним из томов четырехтомного издания о природе, истории, экономике и культуре Украинских Карпат, — видимо, первого издания такого типа в нашей стране. Книга представляет интерес для широкого круга читателей и, несомненно, заслуживает общей высокой оценки.

С. В. Шевченко

Львовский лесотехнический институт

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

И. И. Гусев. Закономерности формирования естественного отпада в таежных ельниках	3
С. Н. Сеннов. О верховом методе рубок ухода за лесом	5
С. С. Штукин. Рост сосны в изреженных культурах с интенсивным применением химических средств и биологической мелiorации	9
В. П. Рябчук. Подсочка клена остролистного	12
В. Н. Коновалов, А. А. Листов. Влияние условий минерального питания на дыхание корней сосны обыкновенной	15
А. А. Кулыгин. Влияние метеорологических условий на созревание и плотность оболочек семян бундука двудомного	19
Б. М. Мамаев, Н. П. Кривошеина, П. А. Хоментовский. Жестокрылые насекомые стволового энтомокомплекса в лесах Центральной Камчатки	22
А. В. Лебедев. Патология и устойчивость подроста ели в рекреационных древостоях северной подзоны тайги	25

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Б. А. Ильин. Оптимизация расчетных скоростей движения на лесовозных автомобильных дорогах	30
А. П. Матвейко. Расчет производительности валочных и валочно-пакетирующих машин	36
И. Г. Беккер, А. М. Жигалов, П. Ф. Марченко, М. А. Сенников. Исследование влияния дорожных условий эксплуатации на расход запасных частей автолесовозов Т-140	39
Б. В. Былык. Выбор целевой функции для оптимизации параметров систем под-рессоривания колесных лесотранспортных машин	44
М. В. Кондаков. К оценке точности динамической модели упругого манипулятора	48
В. С. Морозов. Промерзание зимних дорог на болотах	51

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

В. М. Хрулев, А. Г. Маньшин. Влияние структуры фенолоформальдегидного полимера на свойства модифицированной древесины	57
О. А. Яковлев. Снижение шума дисковых пил на многопильных станках	61
Е. Н. Серов. Влияние напряженного состояния и анизотропии клееной древесины на оценку прочности металлодеревянных арок	65
Т. П. Стукова, И. А. Попова. Исследование влияния различных факторов на гироскопические реакции подшипников	71
Н. В. Соколов. Механический вибровозбудитель для обработки резанием с вибрациями	75
В. Е. Юринец. Устойчивость плоских деталей из непрерывно-неоднородной модифицированной древесины	79

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Л. И. Бельчинская, Л. В. Краснобаярова, В. Т. Мезенцева, Б. Ф. Маликов. Об эффекте введения в полиэфирный лак искусственных сорбентов	84
О. М. Соколов, Н. Д. Бабикова, А. В. Фесенко, В. Л. Попова. Исследование полимолекулярного состава лигносульфонатов различных комбинатов	87
Б. Д. Левин, Г. В. Николаева, В. М. Воронин. Сушка лигнина в барабанной сушилке	90

Г. Ф. Прокшин, Л. А. Миловидова, В. С. Цвиль. Снижение сорности сульфитной еловой целлюлозы при отбелке ее гипохлоритом и двуокисью хлора . . .	93
Г. Л. Ижорин, О. Г. Селиванов, Р. И. Батыгина, Г. М. Кубецкий. Модификация листовного таллового масла с целью получения смазок-стабилизаторов для поливинилхлорида	98

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Нгуен Чань. Организация и управление лесной отраслью в СРВ на современном этапе	101
И. Драбек. Управление научно-техническим развитием предприятий деревообрабатывающей промышленности ЧССР в новых условиях хозяйствования .	106
В. А. Ильин, В. Н. Петров. Совершенствование экономической организации охраны и защиты леса в условиях хозрасчета : : : : :	109
Г. И. Редько, А. А. Хиров. Методика расчета экономического эффекта лесосеменных плантаций	115

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Н. Х. Осмола. О постепенных двухприемных сплошных смешанных лесных культурах дуба черешчатого на западе УССР	119
В. А. Алексеев. Реакция молодняков на повторное опрыскивание ретардантами	121
В. Е. Удод. Особенности роста рядовых и групповых культур дуба в условиях юго-востока Белоруссии	124
М. В. Сивцев, В. В. Леонов. Физиологические особенности подростка дуба скального при разном подполюговом освещении крымских дубрав	126
В. А. Соболев, В. П. Глушков, А. А. Вайсман. Анализ и прогнозирование травматизма при валке леса	128
Л. И. Малинин, О. В. Болотов, А. Ф. Изаков. Исследование усилий в обвязочных комплектах хлыстового пучка из аварийной древесины	130
Т. М. Бачило, Л. Ю. Малицкая, Ю. Ф. Барболин, В. Л. Колесников, В. И. Темрук. Определение композиции и массы элементарных слоев бумаги для изготовления слоев способом глубокой печати	132
С. Б. Пальмова, Ю. Г. Хабаров, Е. Д. Гельфанд. Влияние температуры при коагуляционной очистке лигносодержащих стоков сульфат-целлюлозного производства с фильтрацией через гидролизный лигнин	134
И. П. Дейнеко, Д. В. Евтюгин. Новый вариант кислородной варки	135

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

С. В. Шевченко. Монография о природе Украинских Карпат	137
Рефераты	143

CONTENTS

FORESTRY

<i>I. I. Gusev.</i> Regularities of Natural Needle-Fall Formation in Taiga Spruce Forests	3
<i>S. N. Sennov.</i> On Crown Thinning	5
<i>S. S. Shtukin.</i> Pine Growth in Thinned Plantations with Intensive Application of Chemical Agents and Biological Melioration	9
<i>V. P. Ryabchuk.</i> Boxing of Bosnian Maple	12
<i>V. N. Kononov, A. A. Listov.</i> Effect of Mineral Nutrition Conditions on Common Pine Roots' Respiration	15
<i>A. A. Kulygin.</i> Influence of Meteorological Conditions on Ripening and Capsula Density of Kentusky Coffee Tree Seeds	19
<i>B. M. Mamaev, N. P. Krivosheina, P. A. Khomentovsky.</i> Hard Wing Insects of Stem Entocomplex in Central Kamchatka Forests	22
<i>A. V. Lebedev.</i> Pathology and Spruce Young Growth Stability in Northern Recreational Taiga Subzone Stands	25

FOREST EXPLOITATION

<i>B. A. Ilin.</i> Optimization of Calculated Truck Travel Speed on Logging Roads	30
<i>A. P. Matveiko.</i> Calculation of Felling and Felling-Bunching Machines' Capacity	36
<i>I. G. Bekker, A. M. Zhigalov, P. F. Marchenko, M. A. Sennikov.</i> Determination of Road Operation Condition Effect on Consumption of Spare Parts of T-140 Lumber Carrier	39
<i>B. V. Bilyk.</i> Choosing Desired Function for Parameter Optimization of Cushioning Systems of Wheel Wood Transport Machines	44
<i>M. V. Kondakov.</i> On Evaluation of Dynamic Model Precision of Elastic Manipulator	48
<i>V. S. Horozov.</i> Freezing Through of Winter Roads on Bogs	51

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

<i>V. M. Khrulev, A. G. Manshin.</i> Effects of Phenol-Formaldehyde Polymer Structure on Modified Wood Properties	57
<i>O. A. Yakovlev.</i> Multiple Disk Saws' Noise Reduction	61
<i>E. N. Serov.</i> Influence of Stressed Condition and Anisotropy of Glued Wood on Strength Evaluation of Metal-Wood Arches	65
<i>T. P. Stukova, I. A. Popova.</i> Investigation of Different Factor Effect on Hygroscopic Reaction of Bearings	71
<i>N. V. Sokolov.</i> Mechanical Vibro-Exciter for Vibrated Cutting Treatment	75
<i>V. E. Yurinets.</i> Stability of Flat Parts of Continuously Nonuniform Modified Wood	79

CHEMICAL WOODWORKING

<i>L. I. Belchinskaya, L. V. Krasnobojarova, V. T. Mezentseva, B. F. Malikov.</i> On Effect of Artificial Sorbents' Introduction into Polyester Varnish	84
<i>O. M. Sokolov, N. D. Babikova, A. V. Fesenko, V. L. Popova.</i> Analysis of Polymolecular Lignosulphonate Composition of Different Integrated Plants	87
<i>B. D. Levin, G. V. Nicolaeva, V. M. Voronin.</i> Drum Kiln Drying of Lignin	90
<i>G. F. Prokshin, L. A. Milovidova, V. S. Tsvil.</i> Reduction in Sulfite Spruce Pulp Speckiness by its Hypochlorite and Chlorine Dioxide Bleaching	93

<i>G. L. Izhorin, O. G. Selivanov, R. I. Batygina, G. M. Kubastky.</i> Leaf Tail Oil Modification for Producing Lubricant-Stabilizers for Polyvinylchloride	98
---	----

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>Nguen Chan.</i> Organization and Management of Forest Industry in SRV at Present	101
<i>I. Drabek.</i> R & D Work Control of CzechSSR Timber Industry under New Managing Conditions	106
<i>V. A. Iliin, V. N. Petrov.</i> Improvement of Forest Protection Management on a Self-Supporting Basis	109
<i>G. I. Redko, A. A. Khironov.</i> Calculation Method of Forest Seed Plantation Economic Effect	115

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>N. H. Osmola.</i> On Gradual Two-Stage Continuous Mixed Common Oak Artificial Stands in the West of the UKSSR	119
<i>V. A. Alekseev.</i> Young Growth Reaction to Repeat Retardant Spraying	121
<i>V. E. Udod.</i> Features of Series and Group Oak Growth under Conditions of South-East of Belo-Russia	124
<i>M. V. Sivtsev, V. V. Leonov.</i> Physiological Features of Sessile Oak Regrowth in Different Undercanopy Light Conditions of Crimea Oakeries	126
<i>V. A. Sobolev, V. P. Glushkov, A. A. Vaisman.</i> Analysis and Traumatization Prognostication by Felling Trees	128
<i>L. I. Malinin, O. V. Bolotov, A. F. Izakov.</i> Force Research of Tying Log Emergency-Wood-Bundle Sets	130
<i>T. M. Bachilo, L. Yu. Malitskaya, Yu. F. Barbolin, V. L. Kolesnikov.</i> Determination of Composition and Basic Weight of Elementary Paper Ply for Wolf Paper Manufacture by Intaglio Printing	132
<i>S. B. Palmova, Yu. G. Khabarov, E. D. Gelfand.</i> Temperature Effect at Hydrolysis-Lignin-Filtrated Coagulating Treatment of Sulfate-Pulping Lignin-Count Effluents	134
<i>I. P. Deineko, D. V. Evtyugin.</i> New Variant of Oxygen Pulping	135

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>S. V. Shevchenko.</i> Monographie of Ukrainian Karpats Nature	137
Précis	143

РЕФЕРАТЫ

УДК 630*56

Закономерности формирования естественного опада в таежных ельниках. ГУСЕВ И. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 3—5.

Установлена закономерность изменения опада деревьев в зависимости от возраста древостоя. Приведена математическая модель, характеризующая связь относительного объема среднего дерева опада от возраста древостоя. Вычислены запасы опада и общая продуктивность таежных ельников по классам бонитета. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*24

О верховом методе рубок ухода за лесом. СЕННОВ С. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 5—9.

Сообщены результаты опытов с применением верхового метода рубок ухода в чистых древостоях ельника-кисличника и сосняка-брусничника. Длительность опытов 15 и 55 лет. Табл. 4. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*237.4

Рост сосны в изреженных культурах с интенсивным применением химических средств и биологической мелиорации. ШТУКИН С. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 9—12.

Изложены результаты многофакторных опытов по изучению влияния изреживания лесных культур с 8 до 4, 2 и 1 тыс. деревьев на 1 га, а также совместного и раздельного применения в них минеральных удобрений, гербицидов и многолетнего люпина на рост сосны, реакцию живого напочвенного покрова, коренасыщенность почвы и условия минерального питания. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*284.4

Подсочка клена остролистного. РЯБЧУК В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 12—15.

Изложены данные 8-летнего опыта подсочки клена остролистного. Рассмотрены вопросы определения количества и параметров подсаживаемых каналов, сокопродуктивности деревьев, плотности и сахаристости сока, содержания в нем химических элементов. Табл. 2. Библиогр. список: 12 назв.

581.128 : 581.43 : 630*114.54 : 630*161.2

Влияние условий минерального питания на дыхание корней сосны обыкновенной. КОНОВАНОВ В. Н., ЛИСТОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 15—19.

Показано положительное влияние минеральных удобрений на интенсивность дыхания корней сосны. Повышенные дозы минеральных элементов, как и их недостаток, подавляют энергетическую активность корней и приводят к снижению интенсивности фотосинтеза и ослаблению ростовых процессов. Табл. 2. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*181.22:630*232.31

Влияние метеорологических условий на созревание и плотность оболочки семян бундука двудомного. КУЛЫГИН А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 19—21.

Установлена прямая связь между теплообеспеченностью периода вегетации (суммой эффективных температур) и продолжительностью солнечного сияния, с созреванием се-

мян бундука двудомного и плотностью их кожуры. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 591.52:595.768

Жестокрылые насекомые стволового энтомокомплекса в лесах Центральной Камчатки. МАМАЕВ Б. М., КРИВОШЕЙНА Н. П., ХОМЕНОВСКИЙ П. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 22—25.

Обобщены материалы по насекомым-ксилофагам и энтомофагам, обитающим под корой и в древесине 11 различных древесных пород. Всего в лесах Камчатки зарегистрировано 66 видов ксилофильных жестокрылых, в том числе 10 видов и 3 семейства впервые. Обсуждены проблемы формирования лесной энтомофауны Камчатки. Табл. 2. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 630*970

Патология и устойчивость подраста ели в рекреационных древостоях северной подзоны тайги. ЛЕБЕДЕВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 25—29.

Доказано отрицательное влияние реакции на подрост ели всех категорий крупности и снижении сопротивляемости вредителям и болезням в связи с увеличением антропогенного воздействия. Табл. 3. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 625.711.84.001.2

Оптимизация расчетных скоростей движения на лесовозных автомобильных дорогах. ИЛЬИН Б. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 30—35.

Изложены основы оптимизации расчетных скоростей движения лесовозных автопоездов, обеспечивающей минимум приведенных затрат на постройку дороги, гаражного хозяйства, приобретение подвижного состава и эксплуатационных расходов на вывозку древесины. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*323

Расчет производительности валочных и валочно-пакетирующих машин. МАТВЕЙКО А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 36—38.

Рассмотрены вопросы машинной валки деревьев и приведены причины недостаточного эффективного использования валочных и валочно-пакетирующих машин. Предложена развернутая формула производительности этих машин. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.093:621.86/87

Исследование влияния дорожных условий эксплуатации на расход запасных частей автолесовозов Т-140. БЕККЕР И. Г., ЖИГАЛОВ А. М., МАРЧЕНКО П. Ф., СЕННИКОВ М. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 39—44.

Установлена зависимость расхода запасных частей автолесовозов Т-140 от дорожных условий эксплуатации, выраженных через спектральную плотность воздействия микропрофиля дорожного покрытия различных климатических зон. Ил. 3. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 629.114.4

Выбор целевой функции для оптимизации параметров систем поддрессирования колесных лесотранспортных машин. БИЛЫК Б. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 44—48.

В качестве критерия оценки и целевой функции для оптимизации систем поддрессирования

колесных лесотранспортных машин предложена суммарная энергия переходного процесса колебаний, возбуждаемых неровностью в виде единичной ступенчатой функции. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 539.3

К оценке точности динамической модели упругого манипулятора. КОНДАКОВ М. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 48—51.

Приведено сравнение экспериментальных данных и теоретического описания динамического нагружения манипулятора лесозаготовительной машины. Сформулированы оценки точности разработанной динамической модели манипулятора и вклада упругих деформаций конструкции для расчета нагрузок при переходных процессах. Ил. 4. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*383.2.001.5

Промерзание зимних дорог на болотах. МОРОЗОВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 51—56.

Приведены экспериментальные данные по определению глубины промерзания грунтового массива на опытных участках зимней дороги. Показан характер распределения температур по глубине грунтового массива при промерзании. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*813

Влияние структуры фенолоформальдегидного полимера на свойства модифицированной древесины. ХРУЛЕВ В. М., МАНЬШИН А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 57—60.

Показано, что между свойствами модифицированной древесины и структурой полимера-модификатора наблюдается взаимосвязь. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.093:658.382.3

Снижение шума дисковых пил на многопильных станках. ЯКОВЛЕВ О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 61—64.

Установлено, что малозубые дисковые пилы толщиной 3,2 и 3,6 мм с числом зубьев 3...4 снижают, по сравнению с многозубыми пилами, шумообразование на всех октавных полосах. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 624.072.325.002.237

Влияние напряженного состояния и анизотропии клееной древесины на оценку прочности металлодеревянных арок. СЕРОВ Е. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 65—70.

Анализируются причины возникновения дефектов в клееных блоках металлодеревянных арок, в том числе с помощью МКЭ на ЭВМ, и исследуется раздельное воздействие продольного и поперечного опорных усилий. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 674.05.534.1

Исследование влияния различных факторов на гироксипические реакции подпильников. СТУКОВА Т. П., ПОПОВА И. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 71—74.

Приведены формулы для вычисления гироксипических реакций подпильников. На примере вала фрезерного узла ФБС-750 рассмотрено влияние некоторых факторов на величину реакций. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.053

Механический вибровозбудитель для обработки резанием с вибрациями. СОКОЛОВ Н. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 75—79.

Изложен метод решения для определения основных параметров вибровозбудителей к станкам и агрегатам на операциях механи-

ческой обработки анизотропного материала. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 539.3

Устойчивость плоских деталей из непрерывно-неоднородной модифицированной древесины. ЮРИНЕЦ В. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 79—83.

Рассмотрена проблема устойчивости плосконагруженной полосы из материала, механические характеристики которой изменяются по определенному закону. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 541.183:628.515

Об эффекте введения в полиэфирный лак искусственных сорбентов. БЕЛЬЧИНСКАЯ Л. И., КРАСНОБОЯРОВА Л. В., МЕЗЕНЦЕВА В. Т., МАЛИКОВ Б. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 84—87.

Из трех летучих компонентов лака — ацетона, бутилацетата и стирола — аэросил избирательно (до 90% от имеющегося в газовой фазе) сорбирует стирол, оказывающий основное влияние на уровни загрязнения, газовой опасности и токсичности в помещениях отделочного цеха мебельного комбината. Ил. 2. Табл. 4. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*864

Исследование полимолекулярного состава лигносульфонатов различных комбинатов. СОКОЛОВ О. М., БАБИКОВА Н. Д., ФЕСЕНКО А. В., ПОПОВА В. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 87—90.

Показано, что полимолекулярный состав ЛСТ изменяется в зависимости от характера варочного основания. Для образцов одного и того же комбината полимолекулярный состав в основном стабилен. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*864.9

Сушка лигнина в барабанной сушилке. ЛЕВИН Б. Д., НИКОЛАЕВА Г. В., ВОРОНИН В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 90—93.

Изложены результаты экспериментального исследования зависимости конечной влажности лигнина и его уноса от режимных условий процесса при сушке его в барабанной сушилке. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 676.1.023.1

Снижение сорности сульфитной еловой целлюлозы при отбелке ее гипохлоритом и двуокисью хлора. ПРОКШИН Г. Ф., МИЛОВИДОВА Л. А., ЦВИЛЬ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 93—98.

Отмечено, что при отбелке гипохлоритом и двуокисью хлора при ее расходах до 5 кг/т идет повышенное дробление включений коры и коры, скорость которого превышает скорость отбелки сора площадью менее 1 мм². Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 668.473

Модификация листового таллового масла с целью получения смазок-стабилизаторов для поливинилхлорида. ИЖОРИН Г. Л., СЕЛИВАНОВ О. Г., БАТЫГИНА Р. И., КУБЕЦКИЙ Г. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 98—100.

Разработана смазка-стабилизатор МОЛТМ для поливинилхлорида, представляющая собой модифицированное окисленное листовое талловое масло и позволяющая полностью заменить стеарат кальция в поливинилхлоридных композициях. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК [630*6+630*79] (597.7)

Организация и управление лесной отраслью в СРВ на современном этапе. НГУЕН ЧАНЬ. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 101—106.

05
H332

ISSN 0536—1036

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

4

1989

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений.

Статьи, представляемые в журнал, следует оформлять в соответствии с ГОСТом 19698—74 «Рукопись авторская для издания». Статьи не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста, превышающие указанный объем к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера должны быть не более 3 страниц. Над названием статьи следует предоставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) на русском и английском языках и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное

упоминание в тексте статьи в первый раз, нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылка на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы, номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом 7.1—84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления» и содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы, и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры: должны быть написаны дата отправки рукописи, полные имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации (не более трех, рисунки под литерами считаются за отдельные рисунки) представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на от-

репечатанными на ма-

ны быть приложены
инотация и рекоменда-

возвращать авторам
ные статьи с требова-
изложении и более ак-
ия.

право производить со-
юнные изменения руко-
статей авторам, как
является.

бесплатно 10 оттисков
ключением публикаций
рии и хроники).

Изложены вопросы организации и управления лесной отраслью Социалистической Республики Вьетнам на современном этапе в условиях обновления. Большое внимание уделяется кооперативным формам. Отражены недостатки и достижения лесной отрасли СРВ за последние годы и главное направление ее развития в новых условиях. Ил. 1.

УДК 674:338.224.4

Управление научно-техническим развитием предприятий деревообрабатывающей промышленности ЧССР в новых условиях хозяйствования. ДРАБЕК И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 106—109.

Рассмотрены направления НТП в деревообрабатывающей промышленности ЧССР, дан их критический анализ. Выделены основные проблемы и направления НТП на перспективу. Табл. 2.

УДК 630*6:658.155

Совершенствование экономической организации охраны и защиты леса в условиях хозяйствования. ИЛЫН В. А., ПЕТРОВ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 109—116.

Изложены предложения о пересмотре на хозяйственный деятельности предприятий лесного хозяйства по охране и защите леса. Принесена себестоимость 1 га услуг по охране и защите леса по предприятиям Латвийской ССР. Табл. 1. Библиогр. список: 13 назв.

УДК 630*232.311.3.003.13

Методика расчета экономического эффекта лесосеменных плантаций. РЕДЬКО Г. И., ХИРОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 116—118.

Предложена методика и формула для расчета экономического эффекта при создании лесных культур с использованием семян с лесосеменных плантаций. Табл. 1.

УДК 630*235.5

О постепенных двухприемных сплошных смешанных лесных культурах дуба черешчатого на западе УССР. ОСМОЛА Н. Х. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 119—120.

Отмечены высокие таксационные показатели дуба и сопутствующих ему пород в двухприемной культуре. Даны рекомендации по перспективному выращиванию смешанных двойной-лиственных разновозрастных насаждений путем создания постепенных двухприемных культур. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*231.324:631.811.98

Реакция молодых на повторное опрыскивание ретардантами. АЛЕКСЕЕВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 121—123.

Проанализированы показатели повторного опрыскивания кампозаном и дигидролом Блетных молодых осины с участием ель. Результаты оказались близкими к первоначальной обработке, эффективность действия препаратов сохранялась, но уменьшилось число деревьев осины, отреагировавших снижением прироста в высоту. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*232

Особенности роста рядовых и групповых культур дуба в условиях юго-востока Белоруссии. УДОД В. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 124—125.

Установлена более высокая сохранность, продуктивность, эффективность работы листового аппарата, насыщенность почвы физиологически активной корневой системой и их продуцирующая способность в рядовых культурах дуба сравнительно с групповыми, в условиях свежих дубрав юго-востока БССР. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*231 : [581.132+581.116]

Физиологические особенности подростка дуба скального при разном подпологовом освещении крымских дубрав. СИВЦЕВ М. В., ЛЕОНОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 126—128.

Показано, что в световых «окнах» (С) отпад трехлетнего подростка дуба на 21,8% выше, чем под пологом (Т). Интенсивность транспирации в С в среднем за летне-осенний период была выше на 18%, а интенсивность фотосинтеза, наоборот, на 13% выше в Т, что обусловлено значительной полуденной его депрессией в С. Между интенсивностью фотосинтеза и поверхностной плотностью листьев отмечена обратная зависимость, что связано с повышенным оттоком ассимилятов из листьев в Т. Сделан вывод о благоприятном влиянии умеренного подпологового затенения дуба. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630*304:519.21

Анализ и прогнозирование травматизма при валке леса. СОБОЛЕВ В. А., ГЛУШКОВ В. П., БАЙСМАН А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 128—130.

Исследована динамика показателей травматизма при валке леса. Получены математические модели, описывающие основные закономерности исследуемых процессов. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*378

Исследование усилий и обвязочных комплексов хлыстового мучка из аварийной древесины. МАЛИНИН Л. И., БОЛОТОВ О. В., ИЗАКОВ А. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 130—131.

Дана расчетная зависимость для определения натяжения в обвязках хлыстового мучка из аварийной древесины с учетом его характерных особенностей. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 676.224.7

Определение композиции и массы элементарных слоев бумаги для изготовления обоев способом глубокой печати. НАЧИЛО Т. М., МАЛИЦКАЯ Л. Ю., БАРБОЛИН Ю. Ф., КОЛЕСНИКОВ В. Л., ТЕМРУК В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, с. 132—134.

Определены волокнистая композиция и проклеивающий состав двухслойной бумаги для изготовления обоев способом глубокой печати. Найдено оптимальное соотношение массы верхнего и нижнего слоев. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*861

Влияние температуры при коагуляционной очистке лигносодержащих стоков сульфатцеллюлозного производства с фильтрацией через гидролизный лигнин. ПАЛЬМОВАС Б., ХАВАРОВ Ю. Г., ГЕЛЬФАНД Е. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 134—135.

Показано, что при очистке сточной воды путем фильтрации для достижения большой скорости фильтрации необходимо проводить предварительное нагревание. Ил. 3. Библиогр. список: 1 назв.

УДК 630*813

Новый вариант кислородной варки. ДЕРНЕКО И. П., ЕВТЮГИН Д. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 135—136.

Предложена схема комплексного использования древесины с применением данного способа варки. Табл. 1.

УДК 630* (477.8) (049.3)

Монография о природе Украинских Карпат. ШЕВЧЕНКО С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 4, с. 137—138.

**Подписывайтесь
на журнал на 1989 и 1990 гг.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ**

Раздел

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ»

Индекс 70368

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца. Подписная цена на год — 8 руб. 40 коп. Цена отдельного номера — 1 руб. 40 коп.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, отдельные номера журнала высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163007, Архангельск-7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».