

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДВЕНАДЦАТЫЙ

5

1969

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

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

Выходит 6 раз в год.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5.

(Год издания двенадцатый).

Печ. л. 15,4 + 2 вкл. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 15,27. Тираж 2100.
Сдан в набор 4/IX-69 г. Подписан к печати 13/XI-69 г. Форм. бум. 70 × 108₁₆.
Сл. 06595. Заказ № 2856. Цена 1 руб.

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

ЗА НОВЫЙ ПОДЪЕМ ИНДУСТРИИ ЛЕСА

Год 1970-й — год 100-летнего юбилея В. И. Ленина — для двухмиллионной армии работников лесной и деревообрабатывающей промышленности будет годом напряженной работы в борьбе за новые рубежи развития, намеченные Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 17 июля 1969 г. «Об улучшении организации работы лесной и деревообрабатывающей промышленности».

Главное направление развития этих отраслей Партия и Правительство видят в коренном улучшении структуры производства и достижении более полного использования сырья путем организации переработки дров, лиственной и низкокачественной хвойной древесины, отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки на плиты, технологическую щепу, колотые и короткомерные балансы, тарные комплекты и другую продукцию.

Наша страна располагает огромными лесными ресурсами, и хотя в СССР заготавливается и вывозится древесины больше, чем в любой другой стране мира, объем лесозаготовок составляет лишь около половины ежегодного прироста. Казалось бы, возможности расширения лесозаготовок не ограничены. Однако при сохранении современной структуры переработки и потребления лесоматериалов мы в ближайшем будущем были бы вынуждены дополнительно заготавливать около 300 млн. м³ в год. Это потребовало бы миллиардных капиталовложений (около 10 млрд. руб.), строительства лесных поселков на 2,5—3 млн. жителей, больших затрат на привлечение и закрепление этих кадров.

Коммунистическая партия и Советское правительство на основе научного анализа перспектив развития народного хозяйства избрали другой путь — всемерное повышение производительности труда на базе новой и новейшей техники, полное и наиболее рациональное использование всей заготавливаемой древесины. Это даст возможность удовлетворить растущие потребности страны в продуктах из древесины без резкого увеличения объемов лесозаготовок и численности рабочих в этой отрасли. А те большие капиталовложения, которые выделяются лесной промышленности, в соответствии с новым Постановлением будут направлены на развитие переработки древесины. В предстоящей пятилетке намечено построить более ста заводов и цехов по производству древесностружечных плит общей мощностью 160 тыс. м³ в год и 25 заводов древесноволокнистых плит с годовым выпуском 322—330 млн. м² плит в год, а также лесопильные заводы общей мощностью 4,5—5 млн. м³.

Намечена широкая программа оснащения лесозаготовителей новой техникой: современными бензопилами и сучкорезками, валочно-трелевочными машинами, тракторами с гидроманипулятором, автомобилями, тепловозами и т. д. Признано необходимым расширение научных исследований, особенно в области экономики, для чего создается новый крупный научно-исследовательский и проектный институт ВНИПИЭИлеспром.

Большое внимание в Постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР уделено подготовке кадров для лесной промышленности.

В Ленинградской лесотехнической академии, Архангельском, Московском и Уральском лесотехнических институтах уже открыты трехгодичные лесоинженерные факультеты для работников промышленности, имеющих среднее образование. Будут повышены стипендии студентам лесных вузов, созданы благоприятные условия для поступления в эти институты работникам лесной промышленности и лесного хозяйства и членам их семей.

Все это ставит перед высшей лесной школой новые задачи по улучшению подготовки инженерных кадров. Она должна готовить не только высококвалифицированных специалистов, но и горячих патриотов своей отрасли.

Ученые лесных вузов оказывают немалую помощь промышленности в создании новой техники и технологии, в решении экономических проблем.

Постановление Партии и Правительства обязывает нас, работников лесных вузов, увеличить размах и поднять эффективность исследований, сконцентрировать усилия на таких важнейших вопросах, как комплексная механизация и автоматизация лесозаготовок, лесотранспорта, деревообработки, полное использование древесины и отходов, повышение производительности труда и эффективности производственных фондов, использование трудовых ресурсов.

Новое Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР об улучшении организации работы лесной и деревообрабатывающей промышленности — яркое свидетельство того, какое большое значение наша Партия и Правительство придают этим отраслям. В ответ на эту заботу весь коллектив высшей лесной школы вместе с тружениками производства будет с ленинской целеустремленностью и энергией трудиться во имя дальнейшего прогресса лесной индустрии.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.5

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ,
СВЯЗАННЫЕ С РАЗМЕРАМИ КРОН ДЕРЕВЬЕВ

А. И. ПАТАЦКАС

(Литовская сельскохозяйственная академия)

Исследованиями установлено [1], [3], что распределение деревьев в сосновых однородных насаждениях по длинам их крон следует нормальному закону (Гаусса), а распределение по средним диаметрам проекций крон — закону Шарлье. Та же закономерность отмечена и для еловых насаждений.

Таблица 1

Пробные площади	Состав	Средний возраст дровостоя, лет	Класс бонитета	Тип условный произрастания	Средний диаметр <i>d</i> , см	Средняя высота <i>H</i> , м	Полнота	Число обмеренных деревьев
1	10С	55	I	B ₂	19,7	21,2	0,8	282
2	10С	71	I	B ₃	27,9	24,9	0,66	103
3	10С	50	II	B ₂	15,5	15,9	0,94	109
4	10С	80	II	B ₂	27,4	21,6	0,6	61
5	10С	108	III	B ₂	32,0	24,0	0,45	42
6	10С	95	II	B ₂	28,1	25,0	0,7	305
7	10Е	65	I	D ₂	31,2	23,7	0,7	224 (222)

Примечание. Все пробные площади заложены в лесах Литвы.

В качестве примера рассмотрим еловое насаждение, в котором длины крон и диаметры проекций измерены у 224 (222) деревьев (табл. 1, пробная площадь 7). Диаметры проекций крон определены в двух направлениях (СЮ и ЗВ) и как среднее арифметическое найден средний. В графе 1 табл. 2 даны длины крон *l* (м), в графах 2 и 3 — соответственно эмпирические частоты *n* и частоты по нормальному закону *n'*. Статистические характеристики: среднее арифметическое $\bar{l} = 15,54$; среднее квадратическое отклонение $\sigma = 3,95$. Критерий согласия Пирсона $\chi^2 = 3,05$. Число степеней свободы $q = 9 - 3 = 6$. Из таблицы значений χ^2 [2] получаем $P \approx 0,8$. Следовательно, распределение деревьев по длинам крон в еловом насаждении следует нормальному закону.

В графе 1 табл. 3 даны средние значения диаметров проекций крон D_k , а в графах 2, 3 и 4 — соответственно частоты эмпирические *n*, по нормальному закону *n'* и по закону Шарлье *n''*. Статистические характеристики: $\bar{D}_k = 4,86$; $\sigma = 1,36$; $A = 0,62$; $E = 0,34$. Критерии согласия Пирсона показывают, что это

Таблица 2

<i>l</i>	Частоты по распределению	
	эмпирическому <i>n</i>	нормальном <i>n'</i>
3,5	2	—
5,5	4	2
7,5	2	6
9,5	16	14
11,5	22	27
13,5	38	40
15,5	44	45
17,5	45	40
19,5	31	27
21,5	14	14
23,5	5	6
25,5	1	2
Итого	224	223

Таблица 3

d_k	Частоты по распределению		
	эмпирическому n	нормальному n'	Шарлье n''
2,4	9	8	7
3,0	10	15	17
3,6	39	26	30
4,2	45	35	41
4,8	31	39	40
5,4	30	36	33
6,0	28	28	22
6,6	12	17	13
7,2	10	9	8
7,8	4	4	5
8,4	1	1	3
9,0	2	—	1
9,6	1	—	—
Итого	222	218	220

распределение следует не нормальному, а закону Шарлье. Для нормального закона $\chi^2 = 17,15$, число степеней свободы $q = 7$ и $P \approx 0,01$. Для закона Шарлье $\chi^2 = 11,14$; $q = 6$, $P \approx 0,1$.

Для установления вида корреляции между признаками важно знать их распределение. Если оно нормальное, то корреляция прямолинейна. О прямолинейности корреляции можно судить по графику, а в сомнительном случае — применять критерий Фишера F_η .

Объем дерева V зависит не только от диаметра d и высоты H , но одновременно и от длины кроны l . Поэтому важно установить тесноту и вид корреляции между V и l .

Таблица 4

V	0,001-0,150	0,151-0,300	0,301-0,450	0,451-0,600	0,601-0,750	0,751-0,900	0,901-1,050	1,051-1,200	1,201-1,350	1,351-1,500	1,501-1,650	1,651-1,800	n_l
4	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
5	1	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	5
6	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	6
7	—	—	3	8	1	1	1	—	—	—	—	—	14
8	—	—	2	4	6	—	—	1	1	—	—	—	13
9	—	1	1	4	4	4	—	1	1	—	—	—	18
10	—	2	1	1	3	1	2	3	1	—	—	—	14
11	—	—	—	2	—	3	1	—	1	2	—	—	9
12	—	—	—	—	2	3	2	1	—	1	2	—	12
13	—	—	—	—	1	1	3	1	—	—	—	—	6
14	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	1	—	3
n_V	1	7	12	23	17	13	12	7	4	3	3	1	103

Числа корреляционной табл. 4 взяты по данным пробной площади 2 (табл. 1). Из графика (рис. 1), в котором на оси абсцисс отложены значения объемов V , а на оси ординат — средние значения длин кроны l , не совсем ясен вид корреляции между V и l , поэтому нужно применить критерий Фишера F_η . Для этого вычисляют общий коэффициент корреляции r и оба корреляционных отношения η_V (между средним значением объема \bar{V} и длиной кроны l) и η_l (между средним значением длины кроны l и объемом V). По данным корреляционной табл. 4 получено: $r=0,660$; $\eta_V=0,678$; $\eta_l=0,715$.

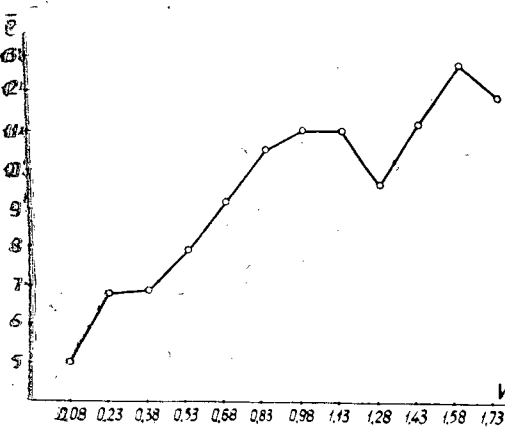


Рис. 1.

Для дальнейшего вычисления берут только большее

корреляционное отношение ($r_l = 0,715$). Получаем

$$F_{\eta} = \frac{(m-s)(r^2-r^2)}{(s-2)(1-r^2)} = 1,57,$$

где s — число значений l в корреляционной таблице (то есть число столбцов в ней);

m — число наблюдений.

Далее вычисляют числа степеней свободы $K_1 = s - 2 = 9$ и $K_2 = m - s = 92$ и применяют таблицу значений F [2]. Из этой таблицы получаем $F \approx 2,04$. Так как $F_{\eta} < F$, то корреляция между объемом дерева и длиной кроны прямолинейна.

Аналогичные результаты получены по данным пробных площадей 3, 4, 5. Коэффициент корреляции составил 0,660—0,730. Следовательно, деревья с длинной кроной имеют больший объем ствола, чем с короткой (в статье везде имеется в виду абсолютная длина кроны дерева независимо от размеров последнего).

Столь высоким коэффициентом корреляции нельзя пренебрегать при определении объема стоящего дерева. В имеющихся у нас таблицах объем растущего дерева находят по двум факторам: диаметру и высоте. Но если мы хотим повысить точность таблиц, нужно ввести еще один фактор — длину кроны. Такой метод применяется в Швеции: в объемных таблицах, составленных Неслундом в 1947 г. (Стокгольм), объем растущего дерева устанавливают по четырем факторам: высоте, длине кроны, диаметру и толщине коры на высоте груди [4, стр. 168].

Из других таксационных признаков, тесно и прямолинейно связанных с длиной кроны, важно отметить текущий объемный прирост z_v , высоту дерева H и старое видовое число f_c .

Коэффициент корреляции между текущим объемным приростом и длиной кроны в сосновых насаждениях получен 0,705—0,770 (пробные площади 2, 3, 5). Следовательно, деревья с длинной кроной имеют больший объемный прирост, чем с короткой.

Коэффициент корреляции между высотой дерева H и длиной кроны l получен равным $r = 0,685 \div 0,720$ (пробные площади 1, 2, 3, 6, 7).

Линейное корреляционное уравнение, выражающее зависимость между l и H , имеет вид

$$\bar{l} = aH + b. \quad (1)$$

Так как H можно найти по аэроснимку, то уравнение (1) после определения его параметров a и b упомянутым способом можно использовать для получения длин крон данного насаждения камеральным способом.

Не столь важно в практическом отношении, но представляет большой теоретический интерес корреляция между длиной кроны l и старым видовым числом f_c (табл. 5). Эта корреляция прямолинейна, но отрицательна.

Коэффициент корреляции в сосновых насаждениях получен от —0,412 до —0,452 (пробные площади 2, 3, 4, 5). Следовательно, у деревьев с более длинными кронами старые видовые числа меньше, чем у деревьев с более короткими кронами.

Распределение средних диаметров проекций крон, так же как текущего прироста по диаметру z_r и диаметров на высоте груди d имеет левую асимметрию. Поэтому между этими тремя величинами должна существовать прямолинейная корреляционная связь.

Таблица 5

f_c	0,411—0,430	0,431—0,450	0,451—0,470	0,471— —0,490	0,491— —0,510	0,511— —0,530	0,531— —0,550	0,551— —0,570	0,571— —0,590	n_t
3			1	2	3	2	1	—	1	10
4		2	2	2	3	6	2	2		19
5		—	1	4	11	2	5	2		25
6		1	2	8	9	3	1	1		25
7	1	—	4	4	1	1	—	1		12
8	1	1	2	1	2	1				8
9	1	1	3	2						7
10	—	1	1	1						3
n_V	3	6	16	24	29	15	9	6	1	109

В качестве примера рассмотрим 55-летнее сосновое насаждение (пробная площадь 1), в котором средние диаметры проекций крон, диаметры на высоте груди и текущий прирост по диаметру измерены у 282 деревьев. Получены такие коэффициенты корреляции:

$$\begin{aligned} \text{между } z_r \text{ и } P_k & r = 0,738, \\ \text{» } z_r \text{ и } d & r = 0,794, \\ \text{» } d \text{ и } P_k & r = 0,837. \end{aligned}$$

Множественный коэффициент корреляции, характеризующий тесноту связи z_r с D_k и d , равен 0,805. Критерий Фишера показывает, что корреляция между этими тремя величинами прямолинейна. Например, для z_r и D_k получаем: $K_1 = 13 - 2 = 11$, $K_2 = 282 - 13 = 269$, большее корреляционное отношение $\eta = 0,755$, $F_\eta = 1,369$, $F \approx 1,80$; так как $F_\eta < F$, корреляция между z_r и D_k прямолинейна.

Аналогичные результаты получены и для ельника (пробная площадь 7). Линейное корреляционное уравнение, выражающее зависимость между текущим приростом по диаметру, диаметром на высоте груди и средним диаметром проекций крон, имеет вид

$$\bar{z}_r = ad + bD_k + c. \quad (2)$$

Параметры a , b и c получаются методом наименьших квадратов; для данного насаждения уравнение (3) принимает такой конкретный вид:

$$\bar{z}_r = 0,750d + 0,167D_k - 12,879. \quad (3)$$

Параметры a , b и c для конкретного насаждения можно получить и упрощенным методом: подобрать по 3—5 средних деревьев в трех ступенях толщины — в центральной — \bar{d} ; $1,25 \bar{d}$; $0,75 \bar{d}$ — измерить у них H и l , вывести средние значения H и l для каждой группы и подставить в уравнение (3). Решая систему уравнений с тремя неизвестными a , b и c , находим значения последних, которые подставляем в уравнение (3). Ввиду того, что d и D_k в натуре определяются с меньшим трудом, чем z_r , то уравнение (3), после установления параметров a , b и c упомянутым способом, можно использовать для нахождения ориентировочных значений z_r камеральным путем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Грязин. Метод измерения проекции и закономерности в строении полога леса. Сборник научных трудов Эстонской сельскохозяйственной академии, № 23, 1962. [2]. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. М., 1961. [3]. А. И. Патацкас. Некоторые распределения и корреляции в строении насаждений. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1967. [4]. Jean Parde. Dendrometrie. Nancy, 1961.

УДК 634.0.232

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕЯНЦЕВ СОСНЫ И ЕЛИ

А. В. УСАНОВ

(Московский лесотехнический институт)

В связи с увеличением объема лесовосстановительных работ на вырубках, в последние годы большое внимание уделяют разработке автоматических сажалок. Это вызвано острой необходимостью повышения производительности лесопосадочных машин и улучшения условий труда сажальщиков.

По принципу раскладки семян все предложенные конструкции автоматических сажалок можно разделить на три группы: I — семена помещают в индивидуальные ячейки кассет, лент и другие устройства, которые подают их к посадочному аппарату; II — семена раскладывают однорядными или многорядными стопками в прорези кассет, из которых специальный механизм забирает и подает их к посадочному аппарату; III — семена укладывают общей массой в бункер, а из него они специальным механизмом забираются и подаются к посадочному аппарату.

В конструкции II и III групп необходимы специальные устройства-отсекатели для разделения сцепленных семян. В этой большой и сложной работе нельзя обойтись без данных о физико-механических свойствах растений. Материалов, приведенных в ГОСТе 3317—55 «Сеянцы древесных и кустарниковых пород», недостаточно для выбора типов и параметров рабочих органов конструкций.

Учитывая, что лесовосстановление на вырубках производится в основном хвойными породами, в качестве объекта исследования мы выбрали семена сосны и ели, близкие по физико-механическим свойствам.

Для замеров использовали семена из Пушкинского лесхоза, Загорского мехлесхоза Московской области и Киржачского леспромхоза Владимирской области. Определяли размеры стебля, стволика и корневой системы, вес семян, центр тяжести, площадь сечения 100 шт. в свободном и сжатом состоянии, коэффициент заполнения сечения пачки семян стволиками, усилие изгиба стволика, коэффициенты трения. Следует отметить большое разнообразие форм и размеров семян, особенно сосны.

Разница между максимальными и минимальными размерами растений даже в пределах одного рядка значительная. У семян ели развита поверхностная корневая система и почти под прямым углом к стеблю располагаются веточки кроны. В табл. 1 приведены обобщенные данные замеров семян из разных питомников, которые служат не только для определения параметров кассет, бункеров, но и для выбора типа посадочного аппарата.

Исследования показали, что лучшим для забора семян является расположение их без соприкосновения с соседними, без сцепления или переплетения. На основании данных табл. 1 такое условие выполнимо при расстоянии между сеянцами 80—100 мм, а это конструктивно не оправдано. Очевидно, целесообразнее располагать семена в кассетах и других устройствах плотнее и вводить дополнительные устройства — отсекатели.

Таблица 1

Показатели	Сосна		Ель	
	однолетняя	двухлетняя	однолетняя	двухлетняя
Длина стебля, см	6—14	8—25	3—8	5—20
Диаметр стебля, см	2—5	3—8	2—4	3—8
Длина корневой системы, см	7—15	10—25	6—12	10—20
Диаметр корневой системы, см	3—8	3—8	1,5—8	2—10
Длина стволика, мм	20—40	30—40	22—35	25—45
Диаметр стволика, мм	0,8—2	1,5—3	0,8—1,5	1,5—3
Вес семян, г	1—3	2—6,5	1—2	2—6
Центр тяжести относительно корневой шейки, мм	0—25	0—80	1—25	0—40
Площадь сечения 1000 шт., см ² в свободном состоянии	—	1100	—	950
в сжатом состоянии	—	600	—	500
Коэффициент заполнения сечения пачки семян стволиками	0—2	0,18	0,18	0,15
Усилие изгиба стволика диаметром 2—4 мм при расстоянии между опорами 20 мм и стреле прогиба до 5 мм, Г	—	—	—	300—21200
Коэффициент трения по стали	—	0,60	—	0,48
Коэффициент трения при скорости движения 0,4 м/сек	—	0,45—0,6	—	0,7—0,9
Угол скольжения по наклонной плоскости, град	—	26	—	30

Сеянцы удобнее всего брать за стволик. Кроме того, корневая шейка является началом отсчета глубины заделки корневой системы. Следовательно, размеры и формы стволиков служат исходными данными для определения параметров кассет, лент, дисков, заборных механизмов.

В длине стволика нет резкой разницы в зависимости от породы и возраста сеянцев. Очевидно, ширина кассеты, ленты, диска не должна быть больше минимальной его длины. В противном случае сеянцы будут располагаться в ячейках кассет мочкой или корневой системой, а это приведет к неудобству зарядки и повреждению сеянцев. По кривизне стволика можно классифицировать на три группы (рис. 1). За характеристику кривизны принимается отношение $K = \frac{b}{a}$; при $a = 20$ мм (минимальная длина стволика) кривизна сеянцев сосны $K = 0 \div 0,7$; ели $K = 0 \div 0,8$.

Кривизна стволика — критерий выбора формы кассеты. На рис. 2 показаны кассеты желобчатая, сплошная и ленточная. Из них наиболее приемлема желобчатая кассета. В желобок сплошной кассеты кривые сеянцы не укладываются. Наблюдения показали, что у ели количество сеянцев с искривленным стволиком наибольшее. В отдельных питомниках число сеянцев с кривизной $K = 0,8$ достигает 90%. Чтобы количество отбрашиваемых кривых сеянцев было наименьшим, кассеты должны быть: сплошные — узкими, а желобчатые — широкими.

Для обоснования возможности создания бескассетных или полукассетных автоматов (с укладкой сеянцев в кассеты многорядными стопками) мы изучали диаметры стволиков. Из рис. 3 видно, что у 95% сеянцев колебание диаметров двукратное. Таким образом, имеется возможность забора сеянцев по одному из общей массы. В конструкциях II и III групп автоматических сажалок сеянцы находятся в соприкосновении под влиянием сжатия от собственного веса или механических воздействий. Это приводит к сцепляемости и переплетению кривых сеянцев.

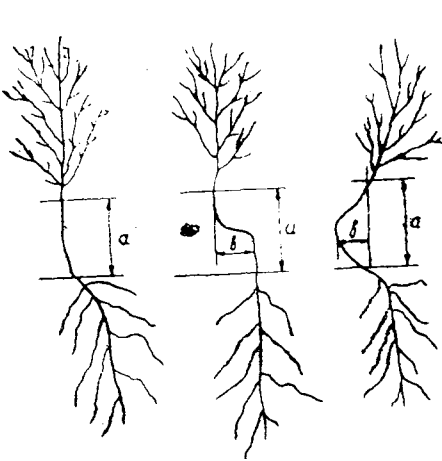


Рис. 1. Характерные искривления стволиков сеянцев.

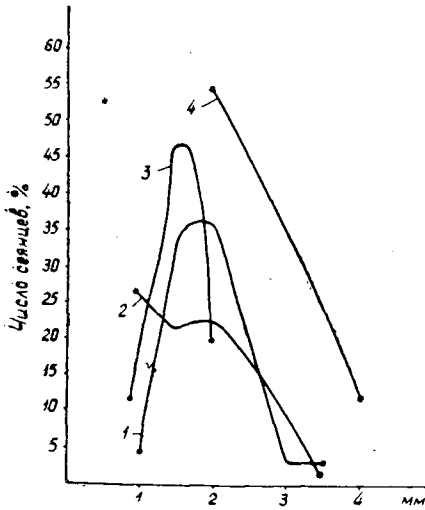


Рис. 3. Вариационные кривые диаметра стволиков.

1 — ель 3-летка; 2,4 — сосна 2-летка; 3 — сосна 1-летка.

Сцепляемость определяли с помощью динамометра

$$G_T = F \pm Q,$$

где G_T — сцепляемость, Г;
 F — показание динамометра, Г;
 Q — вес сеянца, г;

знак «плюс» соответствует нижнему направлению вытягивания сеянцев из бункера; «минус» — верхнему.

При механическом отделении одного сеянца от другого из одной или многорядной пачки или пучка необходимо следить за тем, чтобы остальные сеянцы оставались на месте. Для этого были предложены различные по конструкции отсекатели. Роль отсекателей — пропускать взятый сеянец и отсекающий и удерживать увлекаемый (сцеплен-

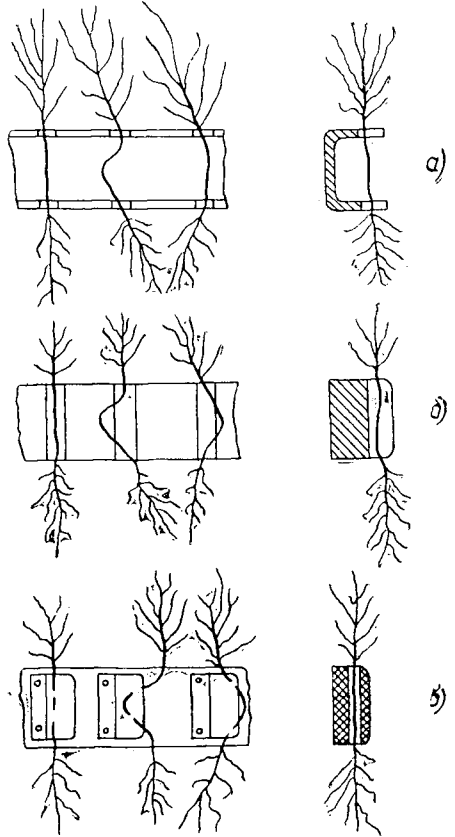


Рис. 2. Расположение сеянцев в кассетах.

а — кассета желобчатая;
 б — сплошная; в — ленточная.

ный). Для раздвижения отсекаелей при протаскивании сеянец должен обладать определенной жесткостью (упругостью). За характеристику жесткости принимается усилие изгиба ($P_{\text{изг}}, \Gamma$) стволика при расстоянии между опорами 20 мм и стреле прогиба до 5 мм. Жесткость отсекаелей ($P_{\text{отсек}}, \Gamma$) выбирается из условий

$$P_{\text{изг}} > P_{\text{отсек}} > P_{\text{сцепл}},$$

где $P_{\text{сцепл}}$ — максимальное усилие на отделение сцепленного сеянца, Γ .

Исследования показали, что усилие, затрачиваемое на отрыв сцепленного сеянца, незначительно и не превышает веса сеянца. Большие усилия требуются для отделения перепутанных сеянцев. Для конструктивного решения вопроса о передаче сеянцев из автомата в посадочный аппарат необходимо определить центр тяжести сеянцев. В одних конструкциях передача осуществляется через промежуточный механизм — приемный столик, в других — непосредственно в посадочные аппараты. В табл. 1 приведены данные о нахождении центра тяжести относительно корневой шейки. У сеянцев нормальной влажности стель тяжелее корня.

Площадь поперечного сечения, приходящаяся на один сеянец среднего размера ели-двухлетки и сосны-двухлетки, не превышает 1 см^2 и при их уплотнении может сократиться вдвое.

Коэффициент трения покоя и движения составных частей и всего сеянца по оргстеклу, винилпласту, алюминию и окрашенной стали примерно одинаков.

Поступила 14 октября 1968 г.

УДК 634.0.5 : 674.031.632.14

ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕЩИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

М. В. ПАЙБЕРДИН

(Марийский политехнический институт)

Лещина обыкновенная — ценная подлесочная порода, однако пока она изучена мало, таксационные показатели ее не установлены. При лесоустройстве эту породу описывают очень кратко, запасы орехов и древесины не учитывают.

В целях восполнения этого пробела мы в 1965 и 1967 гг. на территории Кировской области и Чувашской АССР произвели обследование и изучение таксационных показателей и урожайности лещинников. В результате анализа и обработки материала, собранного на 15 пробных площадях со срубкой 50 пробных кустов и 600 модельных стволиков, установлены следующие таксационные признаки: условия местопроизрастания лещины, категория густоты, возраст стволиков, диаметр на высоте груди, высота стволиков и запас древесины, урожайность и запас орехов.

Условия местопроизрастания. Лещина обыкновенная встречается на суглинистых и супесчаных почвах, на открытых местах и под пологом леса, в разных географических зонах. В зависимости от условий производительность ее различна. На открытых местах лещина растет и плодоносит лучше. Так, среднее число стволиков в кусте

на открытых местах оказалось 25 шт., а под пологом леса — 6 шт., среднее число кустов на 1 га соответственно — 516 и 212. Урожайность одного куста на открытых местах — 1500 г, под пологом леса — 275 г. Если лещина растет в насаждениях, то с увеличением полноты окружающего древостоя число кустов и стволиков лещины резко падает. Так, при полноте 0,5 среднее число кустов на 1 га оказалось 328, а при полноте 0,7 — 140, число стволиков соответственно 8204 и 3856 шт.

Категории зарослей лещины. По расположению кустов и стволиков на участках можно выделить три основные категории зарослей: лещинник густой, средней густоты и редкий. Данные об учете кустов и стволиков лещины на 25 пробных площадях по указанным категориям густоты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Средняя величина показателей по категориям зарослей лещины		
	густых	средней густоты	редких
Число кустов на 1 га	600	588	548
Число стволиков в одном кусте	28	13	7
Число стволиков на 1 га	16800	7700	3800
Средний диаметр стволиков на высоте груди, см	3,7	3,1	2,6
Средняя высота стволиков, м	5,5	4,8	4,5
Сумма площадей сечений стволиков на 1 га, м ²	7,35	2,97	1,12
Запас древесины на 1 га, м ³	29,4	9,9	3,3
Запас орехов на 1 га в 1967 г., кг	642	164	51

Для обоснованного установления категорий густоты лещинника в качестве учетной единицы могут быть приняты отдельные стволики. Число кустов на 1 га по категориям густоты различается мало (табл. 1), число стволиков в одном кусте и в пересчете на 1 га — резко. Если число стволиков на 1 га в густом лещиннике принять за единицу, то средняя густота будет равняться 0,5, а редкая — 0,25. Путем умножения площадей на соответствующий коэффициент показатели можно привести к единице густоты.

На основе изучения зарослей лещины в натуре и анализа учетного количества стволиков мы установили следующие показатели для трех категорий густоты лещинников (табл. 2).

Таблица 2

Категория зарослей лещины	Количество стволиков, тыс. шт. на 1 га	
	колебания	в среднем
Густые	10,1 — 22,0	16
Средней густоты	6,1 — 10,0	8
Редкие	2,1 — 6,0	4

Все приведенные категории густоты лещины выражены в натуре более или менее ясно. В сомнительных случаях достаточно сделать учет стволиков на пробных площадях и пересчитать на 1 га. Обычно после нескольких тренировочных учетов уже можно глазомерно определить категорию густоты.

Таксационные показатели стволиков лещины в зависимости от диаметра на высоте груди и возраста трех категорий густоты приведены в табл. 3.

Возраст стволиков. Максимальный возраст стволиков лещины 23 года. Средний возраст выводится по срубленным модельным стволикам как средняя арифметическая взвешенная и характеризует возрастное состояние лещинника и его продуктивность.

Диаметр на высоте груди стволиков. Максимальный диаметр стволика 6,1 см, начало плодоношения отмечено при диаметре на высоте груди 1,1 см. Средний диаметр выводится на основании пересчетов стволиков по средней площади сечения на высоте груди среднего стволика. Средний диаметр на высоте груди оказался в густых лещинниках 3,7 см, в средних — 3,1 см, в редких — 2,5 см.

Средняя высота стволиков. Максимальная высота стволиков отмечена в густом лещиннике — 8,1 м; средняя высота в густых лещинниках 5,5 м, в средних — 4,8 м, в редких — 4,5 м. На графике высот модельных стволиков среднюю высоту находят по среднему диаметру на высоте груди.

Запас древесины лещины. Объем стволиков лещины определяли по простой формуле срединного сечения. Максимальный объем стволика равен 0,0128 м³; средний в густых лещинниках — 0,0045 м³, в средних — 0,0031 м³, в редких — 0,0016 м³. По нашим данным, запас древесины лещины на 1 га в густых лещинниках равен 29,3 м³, в средних — 9,9 м³, в редких — 3,3 м³. Эта ценная древесина в большинстве случаев в лесхозах совершенно не используется, а между тем ее запас при значительной площади лещинников составляет десятки тысяч кубометров.

Плодоношение лещины. Урожай орехов лещины по годам в разных местах произрастания неодинаков. В густых лещинниках он составил 642 кг на 1 га, в средних — 164, а в редких 51 кг. Если урожай лещины в густых лещинниках принять за единицу, то коэффициенты урожайности выразятся соответственно 0,25 и 0,1. Порослевая лещина начинает плодоносить в возрасте 3—8 лет (позже лещинники редкие — 8 лет и средней густоты — 6 лет). Максимальное плодоношение отдельного стволика наблюдалось в возрасте 20 лет (172 г). Вес одного спелого ореха в скорлупе варьировал от 0,54 до 1,94 г (в среднем 1,4 г). По нашим обследованиям, число стволиков ниже 1 см на высоте груди составило 23% от общего числа. Кроме того, некоторая часть стволиков лещины не плодоносит и в возрасте старше 3 лет. Так, по нашему опытному учету, количество неплодоносящих стволиков с диаметром на высоте груди выше 1 см составило около 0,54% от общего числа.

Для определения запасов древесины и орехов лещины (путем специального обследования или при лесоустройстве) надо установить площади лещинников по категориям густоты, а затем произвести учет кустов, стволиков и урожайности орехов (в период их созревания) на пробных площадях по каждой категории густоты и рассчитать запас древесины и орехов на 1 га и на всю обследуемую площадь.

УДК 634.0.5±634.0.44

ОПЫТ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТОВАРНОСТИ СОСНЯКОВ, ЗАРАЖЕННЫХ СОСНОВОЙ ГУБКЕЙ, ПУТЕМ ТАКСАЦИОННО-ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В. К. СМЕРНОВА

(Уральский лесотехнический институт)

Скрытые пороки растущего леса, снижающие выход деловой древесины, очень затрудняют определение действительных запасов до рубки. По нашим данным, зараженность древостоев сосновой губкой на Среднем Урале колеблется от 18,5 до 56% от общего числа стволов. Приемы таксации, облегчающие определение запасов деловой древесины на корню в пораженных насаждениях, в таких случаях приобретают очень важное значение.

Возможность получения деловых сортиментов из пораженных деревьев в практике известна, но количественный выход выясняется только при разделке стволов, так как границы внутренней гнили не могут быть точно определены при наружном осмотре. О действительных размерах внутреннего поражения имеются лишь ограниченные и противоречивые сведения.

Полевой материал мы собирали в Учебно-опытном лесхозе Уральского лесотехнического института. В наиболее распространенных типах леса в насаждениях разных классов возраста (от IV до VIII) было заложено 12 пробных площадей (7,9 га). Величину пробных площадей устанавливали в зависимости от густоты древостоя с таким расчетом, чтобы на каждой из них было не менее 200 деревьев основной породы (размер пробных площадей от 0,4 до 1,4 га). На пробных площадях производили подеревный пересчет с подробной характеристикой таксационных показателей и фитопатологического состояния каждого дерева. При пересчете методом механического отбора намечали учетные деревья (от 6 до 30%), всего 486 шт. В качестве моделей их срубали и разделяли на сортименты. По данным распиловки определяли степень поражения каждого ствола сосновой губкой. Одновременно составляли схему распределения гнили в стволе.

Таблица 1

№ кварталов	Размер пробных площадей, га	Типы леса	Средний возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Полнота	Запас на 1 га, м ³	Зараженность сосновой губкой, % от общего количества моделей
98	0,6	Бор черничниковый	100	27,0	26,0	0,8	255	26,7
97a	0,7	" "	86	24,0	23,0	0,9	275	18,5
91a	0,5	" "	100	25,4	21,5	0,9	257	45,3
916	1,0	" "	120	27,5	22,5	0,9	225	49,0
63	0,6	" "	130	33,0	25,8	0,9	343	56,1
97	0,42	Бор чернично-брусничниковый	79	24,0	21,0	0,9	244	24,6
64	0,6	" "	141	32,2	25,0	0,9	341	48,8
96	0,4	Бор-брусничник	84	20,0	21,0	0,6	246	41,7
48	0,5	" "	127	32,7	26,0	0,9	275	41,2
85	0,56	Бор вейниково-разнотравный	68	25,5	24,1	0,8	208,8	4,5
73	1,4	" "	140	32,0	25,0	0,8	317	25,7
54	0,6	" "	125	32,0	25,5	0,9	340	50,0

Таблица 2

№ квар- тала	Товарность, % от общего запаса древесины на пробях					
	пиловоч- ник	стройлес	рудничная стойка	итого деловой	дрова	отходы
98	39,9	41,9	6,8	87,1	2,5	8,3
	33,23	35,96	5,7	74,27	16,23	9,5
97a	34,9	29	12,2	76,1	5,64	15,2
	31,5	12,2	12,2	72,7	10,5	16,8
91a	38,9	41,6	8,95	89,46	10,1	4,5
	30,8	33,7	4,4	68,9	22,5	8,6
916	49,7	28,7	9,5	87,4	4,9	7,7
	35,7	18,0	7,8	61,6	28,7	11,0
63	61,8	15,4	4,9	82,2	3,0	14,8
	42,6	17,6	5,0	65,2	28,0	6,8
976	34,9	29,0	12,2	76,1	5,64	15,2
	31,5	29,0	12,2	72,7	10,5	16,8
64	78,4	11,2	6,3	92,4	2,4	5,6
	51,0	8,77	3,48	63,6	28,5	12,0
96	52,95	27,0	11,6	91,7	4,1	4,2
	44,4	27,0	11,6	83,0	12,7	4,1
48	48,9	11,5	2,1	78,9	8,6	12,5
	27,7	14,2	1,3	52,5	38,6	8,3
73	66,5	23,1	3,5	93,1	4,2	2,7
	55,4	23,1	3,5	82,0	15,5	2,5
54	59,3	21,1	7,4	88,5	6,4	5,1
	36,6	19,5	4,8	61,2	3,1	7,7

Примечание. В числителе — расчетные данные; в знаменателе — фактические.

Характеристика пробных площадей дана в табл. 1, товарность пробных площадей — в табл. 2. По мере роста деревьев в толщину и высоту возрастает и количество древесины, непригодной к использованию в качестве деловой из-за наличия в ней гнили. Именно поэтому после IV класса возраста фактический выход деловой древесины не увеличивается. Следовательно, нецелесообразно откладывать рубку зараженных сосновой губкой сосновых насаждений до V—VIII классов возраста.

Произведя оценку расчетной и фактической стоимости деловой древесины по пробным площадям на 1 га, мы получили следующие данные (табл. 3).

Таблица 3

Классы возраста	Стоимость расчетной де- ловой древе- сины на 1 га, руб.	Стоимость фактической деловой древе- сины на 1 га, руб.	Расчетная стоимость то- варной про- дукции на 1 га, руб.	Фактическая стоимость то- варной про- дукции на 1 га, руб.
IV	3423,9	3199,2	3464,6	3282,2
V	3352,2	2754,2	3431,0	2899,9
VI	3053,9	2143,9	3082,9	2293,4
VII	3907,8	2942,7	3963,5	3200,2
VIII	4583,2	3180,2	4588,4	3404,1

Сопоставим общую стоимость товарной продукции (включая дрова и отходы, которые, кстати, далеко не повсеместно могут быть рационально использованы), полученной при заготовках древесины в сосновых насаждениях разного возраста (табл. 3). Из таблицы видно, что даже при условии реализации всей товарной продукции невыгодно оставлять лес на корню после IV класса возраста. Это становится еще более очевидным, если учесть, что заготовка, вывозка и разделка больших объемов древесины в насаждениях старшего (V—VIII классов) возраста сопряжены со значительными дополнительными затратами денежных средств и рабочей силы.

Поступила 4 июля 1968 г.

УДК 634.0.232

РОЛЬ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЛЕЙ

М. Е. ВАСИЛЬЕВ

(Целиноградский сельскохозяйственный институт)

В засушливой степи Западной Сибири и Северного Казахстана полезащитные лесные полосы способствуют не только улучшению микроклимата, увеличению урожая сельскохозяйственных культур, но и повышению плодородия почвы межполосных полей.

Наши исследования по этому вопросу проведены на Славгородской селекционно-опытной станции в Кулундинской степи и в хозяйствах Целиноградской области. Запас корней в почве определяли путем раскопок, выемки всех корней до глубины 40 см и взвешивания их. Площадь проб 1 м², повторность трехкратная. Пробы закладывали на расстоянии от лесополос, равном 2; 5; 10; 20; 30; 40 и 50 их высотам (Н), и для контроля — в открытом поле вне влияния лесополос. Корни учитывали перед уборкой сельскохозяйственных культур. При изучении физико-химических свойств почв закладывали почвенные разрезы глубиной 0,5 м на тех же расстояниях от лесополос, что и при учете корней. Почвенные образцы с трехкратной повторностью брали из четырех горизонтов: 1—10, 10—20, 20—30, 30—50 см. Контролем служили разрезы, заложенные вне влияния насаждений. Почва опытных полей темно-каштановая слабосолонцеватая легкосуглинистая на древних озерно-аллювиальных отложениях (хорошо отсортированных песках и суглинках). Высота лесных полос 9—15 м, направление с северо-запада на юго-восток поперек суховеев. Ширина междурядья 2 м, между растениями в ряду 1,5—2 м. В составе тополь-бальзамический, вязы мелколистный и обыкновенный, клен ясенелистный, желтая акация, шиповник. Конструкции посадок варьируют от ажурно-продуваемых до плотных.

Полезащитные лесные полосы дают высокий почвенно-мелиоративный эффект. Так, в среднем на межполосном поле (25 га) мощность гумусного слоя составляла 26—28 см, а на контроле 23—24 см. Изменилась и глубина залегания карбонатов: под защитой лесонасаждения 57—63 см, на контроле 45—48 см. Сказалось влияние полосы и на механический состав почвы (табл. 1).

Из таблицы видно, что по мере приближения к лесополосе в слое 0—10 см содержание скелетной части возрастает. Увеличение на межполосном поле количества частиц 1,0—0,25 мм и уменьшение более мелких имеет большое противodefляционное значение, так как именно мелкозем выдувается при ветровой эрозии. Это уменьшение объясняется, по-видимому, лучшей промываемостью верхних горизонтов и вмыванием мелкозема в нижние. Рис. 1 дает представление о содержании перегноя в почве и повышении плодородия на межполосном поле. Динамика подвижного фосфора в различных точках защищенного поля и

Таблица 1

Нахождение разреза	Глубина, см	Ске- лет	Содержание, %, частиц различной крупности, мм						
			1,0— 0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	< 0,001	< 0,01
Полоса	0—10	1,8	25,8	42,9	6,8	2,4	6,5	13,8	22,7
	10—20	1,0	32,6	41,1	4,5	1,2	3,6	16,0	20,8
	20—30	0,7	22,0	47,5	6,1	1,6	5,3	16,8	23,7
	30—50	1,0	21,6	42,8	7,7	3,6	5,3	18,0	26,9
2Н	0—10	1,9	29,6	39,1	8,0	1,2	6,0	14,2	21,4
	10—20	2,0	26,0	41,5	4,4	10,5	3,2	12,4	26,1
	20—30	2,4	26,0	45,5	3,2	1,7	5,9	15,3	22,9
	30—50	1,2	34,8	39,6	4,8	0,8	5,3	13,5	19,6
5Н	0—10	1,7	27,4	41,4	5,6	1,9	7,0	15,0	23,9
	10—20	2,0	23,8	42,1	8,0	2,0	5,2	16,6	23,8
	20—30	2,3	27,8	43,8	4,0	2,0	4,3	15,8	22,1
	30—50	2,6	24,8	46,6	5,2	0,4	5,5	14,9	20,8
8Н	0—10	2,3	29,7	34,1	8,4	1,6	8,0	16,2	25,8
	10—20	1,0	28,6	36,3	7,7	2,1	8,9	15,4	26,4
	20—30	2,6	28,0	34,3	8,0	2,4	7,2	17,5	27,1
	30—50	1,3	35,0	34,5	6,0	1,3	6,4	15,5	23,2
11Н	0—10	1,0	26,2	34,2	6,9	4,9	7,8	19,0	31,7
	10—20	1,1	26,4	32,3	10,2	2,4	9,4	18,2	30,0
	20—30	1,1	27,6	30,7	8,5	4,4	10,1	17,6	32,1
	30—50	1,1	31,6	34,7	6,1	0,8	10,5	15,2	26,5
14Н	0—10	0,3	22,4	39,6	9,1	4,1	8,5	16,0	28,6
	10—20	0,5	24,0	39,1	7,0	11,8	1,6	16,0	29,4
	20—30	0,3	21,0	35,7	9,4	4,1	8,3	21,2	33,6
	30—50	0,3	17,9	33,4	13,2	3,7	8,6	22,9	35,2
Контроль	0—10	0,5	13,9	38,0	12,4	4,2	13,0	18,0	35,2
	10—20	0,3	15,3	36,8	11,1	4,5	8,7	23,3	36,5
	20—30	0,1	9,3	34,1	13,7	5,0	10,0	27,8	42,8
	30—50	0,0	6,5	30,2	17,3	4,9	15,7	25,4	46,0

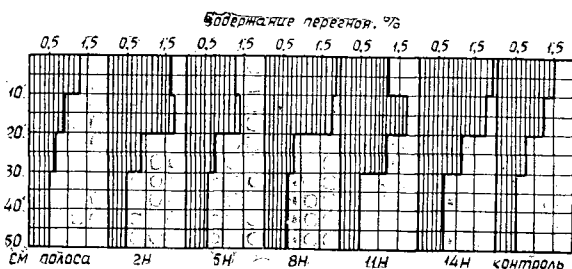


Рис. 1. Содержание перегноя в почве на межполосной клетке и на контроле.

Таблица 2

Глубина, см	Содержание подвижного фосфора, мг на 100 г							
	в лесополосе	на расстоянии от лесной полосы					среднее на межполосном поле	контроль
		2Н	5Н	8Н	11Н	14Н		
0—10	0,8	3,7	1,6	1,3	1,8	1,2	1,9	1,7
10—20	0,6	1,6	0,7	1,2	1,7	1,1	1,3	1,0
20—30	0,2	0,1	0,3	0,4	1,0	0,7	0,5	0,6
30—50	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	0,3	0,4

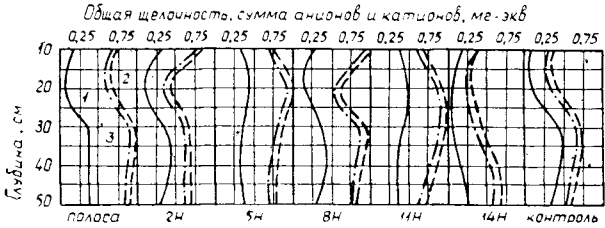


Рис. 2. Изменение химических показателей темно-каштановой слабосолонцеватой почвы на различном расстоянии от лесной полосы.

1—щелочность; 2—сумма анионов; 3—сумма катионов.

на контроле видна из табл. 2, а кислотность почв — из табл. 3. Почвы Северного Казахстана очень бедны фосфором, поэтому увеличение его запасов на полях под защитой лесонасаждений способствует повышению урожая сельскохозяйственных культур и позволяет уменьшить дозы фосфорных удобрений. Из рис. 2 видно, что по мере удаления от лесополосы содержание анионов и катионов изменяется по-разному. В среднем сумма анионов и катионов в почве на поле под защитой возросла по сравнению с контролем на 0,30—0,35 мг-экв.

Таблица 3

Глубина, см	рН почвы							контроль
	в лесополосе	на расстоянии от лесной полосы					в среднем на межполосном поле	
		2Н	5Н	8Н	11Н	14Н		
0—10	6,5	7,3	7,2	6,8	7,3	6,7	7,0	6,3
10—20	6,7	6,8	7,1	7,1	7,3	6,5	6,9	6,6
20—30	7,5	7,3	7,3	7,1	7,1	6,5	7,0	7,4
30—50	7,4	7,3	7,1	7,3	7,4	7,5	7,3	7,4

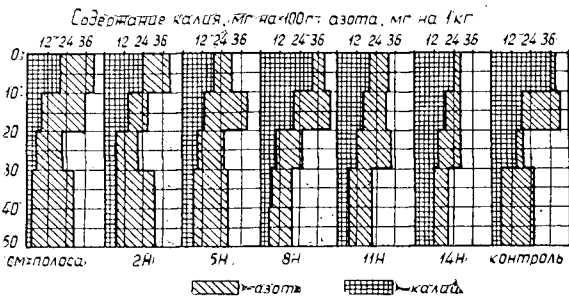


Рис. 3. Содержание питательных элементов в почве на межполосном поле и в открытой степи.

Динамика содержания подвижных форм азота и калия видна из рис. 3. Количество подвижного калия под защитным влиянием лесонасаждения по всем горизонтам уменьшилось на 15—18 мг на 100 г. В почвах Северного Казахстана наблюдается избыток калия, поэтому уменьшение его количества нельзя считать отрицательным явлением в работе полезащитных полос. Содержание углекислоты CO_2 в почве осталось почти без изменений, так же как и гигроскопической воды,

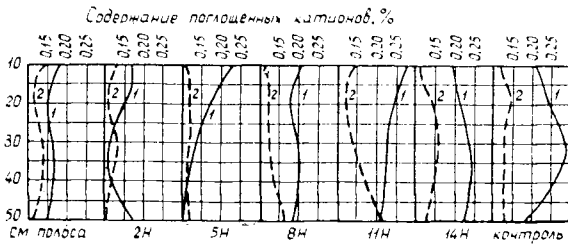


Рис. 4. Количество поглощенных катионов в почве на различном расстоянии от лесной полосы и на контроле.

1 — кальций; 2 — магний.

конденсированной из воздуха. На рис. 4 представлено содержание в почве поглощенных катионов кальция и магния. В целом по всем четырем горизонтам на межполосном поле количество этих элементов уменьшилось, что свидетельствует о мелиорирующем воздействии лесных насаждений на почву прилегающих полей. Влияние лесных полос на содержание натрия в почве видно из табл. 4.

Таблица 4

Горизонт, см	Содержание поглощенного натрия, $\frac{q_{10}}{мг-экв}$							
	в лесополосе	на расстоянии от лесной полосы					в среднем на межполосном поле	контроль
		2Н	5Н	8Н	11Н	14Н		
0—10	0,006	0,004	0,006	0,033	0,037	0,007	0,005	0,003
	0,26	0,17	0,26	0,14	0,32	0,31	0,24	0,14
10—20	0,005	0,009	0,007	0,006	0,006	0,007	0,007	0,003
	0,22	0,38	0,30	0,24	0,27	0,32	0,30	0,14
20—30	0,005	0,007	0,007	0,003	0,004	0,012	0,007	0,002
	0,20	0,29	0,31	0,24	0,19	0,53	0,31	0,10
30—50	0,006	0,003	0,003	0,005	0,003	0,005	0,004	0,003
	0,24	0,13	0,14	0,22	0,15	0,23	0,16	0,14

Как показывает табл. 4, на межполосном поле содержание поглощенного натрия увеличилось незначительно, под лесной полосой удвоилось.

Таким образом, мощность гумусового горизонта увеличивается на 17%, понижается глубина вскипания, повышается устойчивость против ветровой эрозии, возрастает содержание подвижного азота и фосфора. Реакция pH становится нейтральной.

Поступила 26 сентября 1968 г.

УДК 634.232.41

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВОЙ ОСНОВЕ

В. Г. КАРТЕЛЕВ

(Армянская НИЛОС)

Определение качества семян по требованиям ГОСТа в значительной мере субъективно. На производстве эту работу проводят обычно осенью, без выкопки, а следовательно, при полном игнорировании важнейшего показателя качества семян — характера и степени развития корневой системы.

Наши исследования [3] и анализ результатов работ отечественных [2], [8] и зарубежных [9], [11], [14] авторов показали, что разделение семян сосны на сорта в принятом виде определяет лишь некоторые различия в приживаемости и первоначальном росте, которые впоследствии сглаживаются. Следовательно, наследственная основа семян не сказывается на размере семянца [12], [13]. Поэтому мы пришли к выводу о необходимости нового подхода к оценке качества посадочного материала. В первую очередь, семена следует разделять по генетическому происхождению на четыре класса, аналогичных генетическому классу семян [7], а в их пределах — по техническому качеству, так как от этого зависит успешность культур в период приживания, возможность применения машинной посадки и оценка усилий производителей по выращиванию посадочного материала.

На основе обширных исследований, проведенных в 1962—1964 гг. на Ленинской экспериментальной базе БелНИИЛХа, мы установили основные показатели технического качества однолетних семян сосны обыкновенной и их величины для лучших и минимально приемлемых семян [4] (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Средние величины показателей	
	для лучших семян	для минимально пригодных семян
Диаметр корневой шейки, мм	3,0	0,7
Отношение веса активных корней к весу хвои	0,3	0,6
Длина корневой системы, см	30	15
Частота встречаемости сформированной верхушечной почки, %	100	75
Отношение диаметра к высоте, умноженное на 100	6,0	1,0

Значение и особенности первых четырех показателей табл. 1 описаны нами ранее [4]—[6]. Высота в абсолютном выражении оказывает небольшое и чаще отрицательное влияние на успешность культур. Тем

не менее, дисперсионный анализ фактического материала показывает, что в трехфакторной системе (диаметр — высота — развитие корневой системы) взаимодействие диаметра и высоты существенно и занимает до 60% всей дисперсии. Поэтому в главные показатели мы вводим не высоту сеянцев, а соотношение диаметра и высоты, впервые предложенное Х. М. Исаченко [1]. При расчете этого соотношения для минимально пригодных сеянцев взята максимальная для этой группы высота, а для лучших — минимальная высота в 5 см, позволяющая проводить машинную посадку.

Для приведения величин этих показателей к общему знаменателю используем метод ординации [10]. Применение его в практике для оценки качества сеянцев до последнего времени было невозможным из-за отсутствия как обоснованного перечня показателей, так и конкретных их величин при выборе лучших и минимально пригодных для посадки сеянцев.

Сущность этого метода рассмотрим на следующем примере. Необходимо определить индекс технического качества сеянцев из двух питомников, в одном из которых они выращены из улучшенных семян, в другом — из нормальных. Исходные показатели приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Абсолютные величины показателей (А) и точные промежуточные положения (ПП)							
	лучшие сеянцы (стандарт)		сеянцы сравниваемых питомников				минимально пригодные сеянцы (стандарт)	
			из улучшенных семян		из нормальных семян			
	А	ПП	А	ПП	А	ПП	А	ПП
Диаметр корневой шейки, мм	3,0	100	2,0	56,5	1,2	21,8	0,7	0
Отношение веса активных корней к весу хвои	0,3	0	0,4	33,3	0,5	66,6	0,6	100
Длина корневой системы, см	30	100	20	33,4	18	20,0	15	0
Частота встречаемости сформированной верхушечной почки, %	100	100	85	40,0	80	20,0	75	0
Отношение диаметра к высоте, умноженное на 100	6,0	100	4,0	60,0	2,8	36,0	1,0	0
Ординационный показатель	—	400	—	223,2	—	164,4	—	100

Не забывая о том, что сеянцы различны по генетическому происхождению, определим промежуточные положения по первому показателю. Диаметр лучших стандартных сеянцев, равный 3 мм, принимаем за 100, а минимально пригодных (0,7 мм) за 0. Разделив 100 на разницу в абсолютной величине этого показателя для лучших и минимально пригодных сеянцев — $100 : (3,0 - 0,7)$ — найдем коэффициент пропорциональности, равный 43,5. Умножив его на разницу диаметров в одном из сравниваемых питомников (по очереди) и минимально пригодных стандартных сеянцев — $43,5 \cdot (2,0 - 0,7)$ — получим точное промежуточное положение для диаметра сеянцев из улучшенных семян и, аналогично, $43,5 (1,2 - 0,7) = 21,8$ — из нормальных. Такие же расчеты проводятся и в других случаях. При этом, как видно из табл. 2, величина второго показателя как большего по абсолютной величине у минимально пригодных сеянцев принимается за 100. Дальнейшие вычисления аналогичны. Сложив значения всех промежуточных положений для каждого объекта, получаем ординационный показатель. На основании этих данных можно найти индекс сходства, используя несколько измененную нами формулу Гудалла

$$I = \frac{2(b^1 - k)^1}{a + b} \cdot 100,$$

где a — ординационный показатель лучших семян по новому стандарту;
 b — ординационный показатель семян сравниваемого питомника;
 k — поправочный коэффициент, равный промежуточному положению показателя «отношение веса активных корней к весу хвои» для сравниваемого питомника.

Таким образом, в нашем примере показатель сходства семян из улучшенных семян с лучшими сеянцами по стандарту I равен 61, и из нормальных I — 35.

Следовательно, формулу II—61, например, следует понимать так: сеянцы выращены из улучшенных семян и показатель сходства с лучшими по стандарту равен 61; и III—35 — сеянцы выращены из нормальных семян, показатель сходства равен 35. Сеянцы из сортовых семян, аналогично, имеют литер I.

Чем ближе к 100 величина показателя сходства, тем оно больше. Авторы, предложившие метод ординации для оценки качества семян [10], считают посадочный материал сходным, если этот показатель равен 50 и более. Однако в каждом конкретном случае посадочный материал имеет известное и объективно сравнимое качество. Для практических целей требуется меньшая степень сходства, для научных — большая. Мы считаем, что в последнем случае расхождение в ± 10 вполне приемлемо.

Для стоимостной оценки выращенного посадочного материала следует в пределах каждого класса по генетическому происхождению выделять две группы по показателю сходства технического качества: $100 \div 50$ и $49 \div 0$. Сеянцы, полученные из бессортных семян (неизвестного генетического или экологического происхождения — IV класс) близки к сеянцам I и II сортов по существующему ГОСТу, из семян высших классов — к лучшим. В соответствии с этим должны быть установлены и прейскурантные цены.

Исходные данные для оценки качества семян по предлагаемому методу должны быть получены следующим образом. При производственной (не пробной) выкопке отдельно отбирают сеянцы из девяти однометровых отрезков первой, второй и третьей строк ленты не менее как из трех мест отдельного участка питомника. Отрезки для учета следует брать по принятому методу диагонали на равных расстояниях, начиная от угла участка (статистическая выборка). Сеянцы пересчитывают на каждом отрезке для определения выхода посадочного материала, и каждый десятый или пятнадцатый отбирают для анализа. Исследованию должно быть подвергнуто всего 150—200 семян.

Корневые системы всех отобранных семян осторожно и тщательно отмывают в воде. Затем сеянцы обмеряют. При диаметре меньше 0,7 мм сеянец откладывают в сторону. По проценту семян диаметром более 0,7 мм определяют выход пригодных для посадки на лесокультурную площадь. У остальных семян измеряют высоту и длину корневой системы, а также отмечают наличие сформированной верхушечной почки. Затем зачетные сеянцы разделяют у корневой шейки на надземную и подземную части. Со всех вместе обрывают хвою. От корней зачетных семян (всех вместе) отрезают активные корни (толщиной менее 0,5 мм). Хвою и активные корни высушивают до воздушно-сухого состояния и затем взвешивают на технических весах. По данным обмера арифметическим путем вычисляют средние диаметр у корневой шейки, высоту и длину корневой системы и процент семян с сформированной верхушечной почкой. На основании этих данных и результатов взвешивания можно найти все величины, необходимые для ординации показателей.

На основании наших исследований можно сделать вывод, что в большинстве случаев не требуется деления семян на какие-либо группы. Следует лишь перед посадкой отделить сеянцы диаметром менее 0,7 мм. Для лесокультурных площадей, где в силу каких-либо причин имеет место медленный (без засекания) занос песком, следует отбирать рослые сеянцы.

При механизированной посадке в сухих условиях местопроизрастания сеянцы следует выкапывать глубже. Для посадки на тяжелых пере-

увлажненных почвах, где лесопосадочная машина образует кротовину, нужно брать сеянцы с развитыми скелетными корнями.

При разделении сеянцев на группы для каких-либо целей или в порядке опыта ординацию следует делать для каждой группы отдельно. В этом случае надо отобрать дополнительную пробу случайных сеянцев в количестве 100 шт. и обработать ее таким же путем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. X. М. Исаченко. Стандартизация посадочного материала. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1941. [2]. X. М. Исаченко. Стандартизация сеянцев древесно-кустарниковых пород. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1952. [3]. В. Г. Картелев. Рост и развитие культур сосны в зависимости от сортности сеянцев. Сб. «Ботаника, исследования», труды Белорусского отделения ВБО, вып. VII, изд. «Наука и техника», Минск, 1965. [4]. В. Г. Картелев. Интенсивность корнеобразования у сеянцев сосны обыкновенной в зависимости от их величины. Известия АН БССР (серия биологических наук), № 2, Минск, 1965. [5]. В. Г. Картелев. Влияние качества сеянцев сосны на приживаемость и рост культур при механизированной посадке. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [6]. В. Г. Картелев. Приживаемость и рост культур сосны и ели в зависимости от качества посадочного материала при механизированной посадке. Автореферат диссертации, Воронеж, 1966. [7]. Основные положения по лесному семеноводству в СССР. Изд. «Лесная промышленность», М., 1965. [8]. А. С. Савельев. Влияние качества посадочного материала на приживаемость и рост культур. Научные труды УкрНИИЛХа, вып. XVIII, Госсельхозиздат, Киев, 1956. [9]. H. A. Fowells. The effect of Seed and Stock sizes on survival and early growth of *Ponderosa* and *Teffregi* Pine. *Journal of Forestry*, No 7, 1953. [10]. I. G. Jyer, S. A. Wilde. Ordination of nursery stock on the basis of its morphological and physiological characteristics. *Journal of Forestry*, No 9, 1962. [11]. O. G. Langdon. Cone and seed size of South Florida Slash Pine and their effects on seedlings size and survival. *Journal of Forestry*, No 2, 1958. [12]. F. I. Richter. Pinus: The relationship of seed size and seedling size to inherent vigor. *Journal of Forestry*, No 2, 1945. [13]. F. I. Richter, R. Z. Callahan. A California planting of progenies of «elite» and «nonelite». *Pinus radiata* from Australia». *For. Res. Note Calif. For. Range Exp. St.*, No 135, 1958. [14]. Eugene Shoulders. Effect of seed size on germination, growth and survival of Slash Pine». *Journal of Forestry*, No 5, 1961.

Поступила 2 ноября 1967 г.

УДК 581.1

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ, ПОВРЕЖДЕННЫХ И НЕ ПОВРЕЖДЕННЫХ ТОЧЕЧНОЙ СМОЛЕВКОЙ

О. Н. БУКЗЕЕВА

(Савальский лесхоз Воронежской области)

Физиологию молодняков сосны, поврежденных точечной смолевкой, мы изучали в Савальском лесничестве Воронежской области, где смолевка — один из основных вредителей молодняков сосны. Исследовали цвет, концентрацию, количество и люминесценцию сока, а также устанавливали процент влажности хвои, луба, древесины, процент общего азота в лубе у здоровых и поврежденных деревьев, используя, в основном, методику, разработанную П. А. Положенцевым* при изучении физиологических особенностей деревьев.

* П. А. Положенцев. Энтомоинвазия ветровальной сосны. Сборник трудов Воронежского лесохозяйственного института, т. XII, 1953.

Пробы луба вырезали с южной стороны дерева высечкой диаметром 1 см, по 10 кружков в средней, нижней и верхней частях стволика. Сок из кружков отжимали посредством малогабаритного винтового пресса-манометра конструкции Положенцева — Ханисламова при давлении 50 атм. От каждого дерева брали по 30 кружков луба и один кружочек древесины, на который опирался поршень при выдавливании сока во избежание попадания в сок раздробленных частиц луба. Вытекающий сок собирали в пробирки с делениями и определяли его объем в мл³.

Концентрацию сока находили при помощи полевого рефрактометра марки «РП». Пропущенный через бумажный фильтр сок пипеткой наносили на призму прибора и по градуированной шкале устанавливали процент сахарозы.

Цвет сока определяли по шкале цветов Бондарцева. Для этого пробирки с соком просматривали на фоне белой бумаги в проходящем свете.

Количество, концентрацию и цвет сока находили для 5 здоровых деревьев разного возраста, 31 — зараженных.

Количество клеточного сока и его концентрация изменяются у ослабленных деревьев. В первый период заражения точечной смолевкой, когда преобладают яйца и личинки первого возраста, количество сока несколько повышается — от 100 до 130% (по сравнению со здоровым деревом), а концентрация понижается — от 11,0 до 7,0. Затем количество сока уменьшается прямо пропорционально ухудшению физиологического состояния дерева — до 20—40%; концентрация несколько повышается — до 16,0, но по мере усыхания деревьев снижается, достигая у усыхающих деревьев минимального значения — 3,4.

Цвет сока — наиболее яркий показатель состояния дерева. У здоровых деревьев преобладают бледно-медовые и кремовые тона, близкие по шкале Бондарцева к П-3. С ухудшением физиологического состояния деревьев сок приобретает более интенсивную окраску — бледно-рыжую, охристую, охренную (Ж-2, З-3, Б-5), у усыхающих деревьев он становится желтовато-серым, темно-пепельным или бледно-песочным (В-3, В-1, К-3).

Наблюдения за изменением свечения пятен сока при ультрафиолетовом облучении было проведено на 23 здоровых и 77 больных деревьях разной степени ослабленности. Кружочки луба были взяты в средней части изучаемого дерева на его южной стороне. При помощи ручного отжимателя при 30 атм в течение 1 мин сок отжимали на фильтровальную бумагу.

Результаты исследований показывают, что люминесценция сока у здоровых деревьев ярко-фиолетовая, а у ослабленных — светло-фиолетовая и светло-серая. Правда, это показатель относительный, поскольку уловить разницу в оттенках свечения можно лишь при постоянном сопоставлении исследуемых пятен сока.

От каждой группы деревьев (по категориям ослабленности) в верхней, средней и нижней частях кроны было взято по 100 пар хвоинок одного и того же года. Хвоя была взвешена, а затем высушена до постоянного веса.

У деревьев в возрасте 6 лет приблизительно на одном расстоянии от земли выпиливали кружочки древесины, которые сразу же помещали в железные бюксы. После определения сырого веса древесины бюксы ставили в сушильный шкаф, и образцы высушивали до постоянного веса.

Толщину луба мы измеряли у здоровых и поврежденных точечной смолевкой деревьев 6 лет. Пробы брали высечкой примерно на одном уровне от земли с южной стороны. Данные измерений приведены в табл. 1. Для определения содержания общего азота в лубе древесины высечкой брали 30 кружочков луба с южной стороны стволика сосны. После предварительного взвешивания луб помещали в водяную баню на 20 мин, а затем переносили в сушильный шкаф и доводили до постоянного веса. После определения содержания воды в лубе последний растирали в ступке до порошкообразного состояния и помещали в бумажные пакеты. Содержание общего азота на сухой вес вещества устанавливали по методу Кьельдаля.

Таблица 1

Физиологическое состояние деревьев	Категория	Количество деревьев, шт.	Процент влажности			Средняя толщина луба, мм
			хвои	луба	древесины	
Здоровые, темно-зеленая хвоя	—	10	60,5	65,5	59,0	1,00
Слабозаселенные точечной смолевкой, светло-зеленая хвоя	I	10	50,4	60,7	54,2	0,80
Среднезаселенные точечной смолевкой, усыхающая верхушка	II	10	44,7	51,9	45,8	0,55
Сильнозаселенные точечной смолевкой, усыхающая хвоя землистого цвета	III	10	22,8	38,7	32,2	0,35

Анализируя полученные данные, приходим к выводу, что по мере ухудшения состояния дерева содержание азота понижается.

Резюмируя все изложенное, можно сказать, что количество, цвет и концентрация сока, количество воды в хвое, лубе, древесине, а также толщина луба и процентное содержание общего азота в лубе на сухой вес вещества могут явиться диагностическими признаками физиологического состояния деревьев и характеристикой вредоносности точечной смолевки. Это важно при выращивании насаждений, физиологически устойчивых к повреждению точечной смолевкой и другими стволовыми вредителями.

Поступила 20 марта 1967 г.

УДК 581.144.4

ОБЪЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗЫ ПОЛНОГО ЛИСТОРАСПУСКАНИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

Ф. И. ВОЛКОВ

(Воронеж)

Е. Н. ИЕРУСАЛИМОВ

(5-я Московская лесоустроительная экспедиция Всесоюзного объединения «Леспроект»)

Фенологические наблюдения в сочетании с биометрическими измерениями являются эффективным методом биологического анализа лесных популяций в целях выявления и изучения внутривидовых форм древесных пород с наследственно закрепленными, хозяйственно ценными свойствами. После испытания наследственных свойств дерева этих форм могут быть использованы как маточные для получения сортовых семян.

Такая работа требует длительных (не менее 5 лет) наблюдений по специально разработанной методике, а также установления точных сроков прохождения фаз сезонного развития растений. К сожалению, применяемый повсеместно глазомерный метод определения таких сроков дает значительные погрешности, затрудняющие последующую обработку данных, особенно при определении фазы полного весеннег-

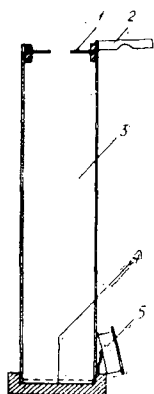


Рис. 1. Схема сквозистомера.

1 — диафрагма;
2 — ручка; 3 — труба;
4 — селеновый фотоэлемент;
5 — микроамперметр.

дубка промежуточной формы, находившихся к началу опыта в фазе окончания набухания почек, и два дубка рано распускающейся формы — в фазе начала появления первых листочков. Работа с прибором была выполнена с 4 по 21 мая. Весна отличалась необычно жаркой и сухой погодой, вызывавшей ускоренное прохождение весенних фаз развития.

Остановимся кратко на устройстве прибора и способе его применения. Прибор (рис. 1) представляет собой полый цилиндр высотой 25 и диаметром 5 см, изготовленный из плотного картона, окрашенного изнутри в черный цвет и вмонтированного с одного конца в пластмассовую оправу. На дне оправы помещен селеновый фотоэлемент, соединенный проводом с микроамперметром, укрепленным в нижней части цилиндра. Вверху цилиндра находится ирисовая диафрагма, с помощью которой поддерживается на некотором постоянном уровне величина светового потока, поступающего в цилиндр на открытой местности по мере изменения яркости неба в зените в связи с перемещением солнца. Сквозистость кроны в процентах по отношению к яркости открытого неба выражается формулой

$$K = \frac{f}{F} \cdot 100,$$

где f — средняя величина светового потока под кроной дерева, вычисляемая из нескольких определений в наиболее характерных точках;

F — величина светового потока на открытом месте.

Обе величины берут по показанию микроамперметра. В тех случаях, когда величина светового потока на открытом месте отмечается на микроамперметре цифрой 100, приведенная формула принимает вид $K = f$. При определении светового потока на открытом месте, для защиты верхнего отверстия тубуса от попадания в него прямых солнечных лучей, надевается бленда, представляющая невысокий зачерненный изнутри картонный цилиндр.

Для получения достоверных результатов при установлении даты полного листораспускания рекомендуется: выполнять работу в солнеч-

* Сб. «Вопросы лесозащиты», ЦНИИТЭИЛеспрора, М., 1966.

ные дни при прозрачном воздухе и отсутствии белых облаков в зените (движение которых быстро и неравномерно изменяет яркость неба) и в безветренные дни; прибор во всех случаях держать в вертикальном положении, а под кроной дерева — на одинаковом расстоянии от поверхности почвы; число точек наблюдений под кроной выбирать в зависимости от формы и величины проекции кроны; расстояния от ствола до точек наблюдений под кроной отмечать на почве путем забивки небольших колышков; у свободно стоящих деревьев избегать наблюдений под кроной с освещенной стороны, так как в этих случаях показания микроамперметра будут завышены; сделанные под кроной отсчеты на микроамперметре повторить на всех точках в первоначальном порядке; проверять время от времени величину светового потока на открытом месте (изменение яркости неба по мере перемещения солнца, а также при появлении облачности и изменении прозрачности воздуха).

Применение описанного прибора заключалось в определении сквозистости крон отобранных деревьев — по мере листораспускания — до наступления дня, начиная с которого, показания микроамперметра под кронами становятся постоянными. Наступление этой даты означает, что листья достигли свойственной им нормальной величины, то есть листораспускание закончилось.

Результаты выполненной работы характеризуются графиком (рис. 2), из которого видно, что полное листораспускание дуба промежуточной формы наблюдается 19 мая, а ранней — 10 мая, в то время как глазомерно они были определены соответственно 12 и 6 мая, то есть раньше на 7 и 4 дня.

Помимо принадлежности деревьев к той или другой фенологической форме, срок полного листораспускания зависит также от плотности и глубины кроны и от густоты облиствения. Поэтому обобщение получаемых данных должно производиться с учетом названных признаков.

Несмотря на незначительный масштаб опыта, осуществлявшегося вне плана и носившего поисковый характер, он все же показал полную возможность применения сквозистометра для объективного установления не только точных сроков полного листораспускания, но также темпов и периода прохождения этой фазы. И то, и другое имеет большое значение при изучении внутривидовых форм в селекционных целях.

Опыт успешного испытания сквозистометра для объективного определения полного листораспускания, проведенный на примере с дубом, позволяет сделать заключение о возможности применения этого прибора при изучении и других листопадных пород, а также лиственницы.

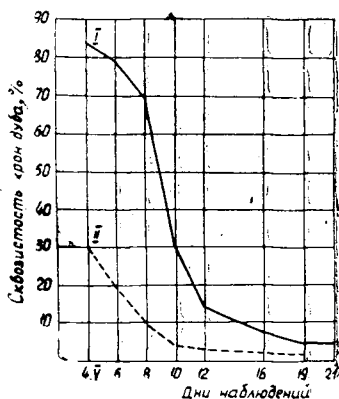


Рис. 2.

I — промежуточная форма дуба;
II — ранняя.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 531 : 634.0.5

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ ДЕРЕВА
ПОСЛЕ УДАРА ОБ ОПОРУ
ПРИ ПОВАЛЕ НА НАКЛОННУЮ ПРИЕМНУЮ БАЛКУ**

А. А. ДЕБЕРДЕЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Ранее [7] мы рассматривали удар дерева при повале на машину с наклонной приемной балкой. Были получены выражения ударных нагрузок и скоростей дерева после удара. Принимая эти данные за начальные, рассмотрим теперь дальнейшее движение дерева на балке вплоть до его падения на коники.

Составим дифференциальные уравнения движения дерева. Так как в нашем случае моменты инерции дерева $J_{xx} = J_{xy} = J_{xz} = J_{yz} = 0$, $J_{yy} = J_{zz} = J_c$, то выражение для кинетической энергии дерева имеет вид

$$T = \frac{1}{2} M v_c^2 + \frac{1}{2} J_c (\omega_y^2 + \omega_z^2), \tag{1}$$

где M, J_c — масса и центральный момент инерции дерева;
 ω_y, ω_z — проекция угловой скорости дерева на оси y и z ;
 v_c — скорость центра тяжести дерева.

В качестве обобщенных координат дерева примем (рис. 1):

φ — угол дерева с вертикалью (то есть угол собственного падения дерева);

ψ — угол поворота плоскости собственного падения дерева (то есть угол поворота проекции ствола на горизонтальную плоскость);

η — смещение точки A дерева по наклонной балке*.

Имеем

$$\vec{v}_c = \vec{v}_A + \vec{\omega}_x \vec{AC}, \tag{2}$$

где $v_A = \dot{\eta}$ — скорость точки A дерева вдоль балки;

$\vec{\omega}$ — вектор угловой скорости дерева.

Так как проекции $\vec{\omega}$ и \vec{AC} на оси

$$\left. \begin{aligned} \omega_x &= -\dot{\psi} \cos \varphi; & \omega_y &= -\dot{\varphi}; & \omega_z &= \dot{\psi} \sin \varphi \\ (AC)_x &= -(c-a); & (AC)_y &= (AC)_z = 0, \end{aligned} \right\} \tag{3}$$

то из формулы (2) получаем проекции v_c на оси

$$\left. \begin{aligned} v_{cx} &= \dot{\eta} \sin \alpha \cos \varphi + \dot{\eta} \cos \alpha \sin \varphi \sin \psi \\ v_{cy} &= \dot{\eta} \cos \alpha \cos \psi - (c-a) \sin \varphi \dot{\varphi} \\ v_{cz} &= \dot{\eta} \cos \alpha \cos \varphi \sin \psi - \dot{\eta} \sin \alpha \sin \varphi - (c-a) \dot{\psi} \end{aligned} \right\} \tag{4}$$

* Предполагаем, что повал производится с соблюдением условий устойчивости [5], и потому осевое перемещение дерева не имеет места.

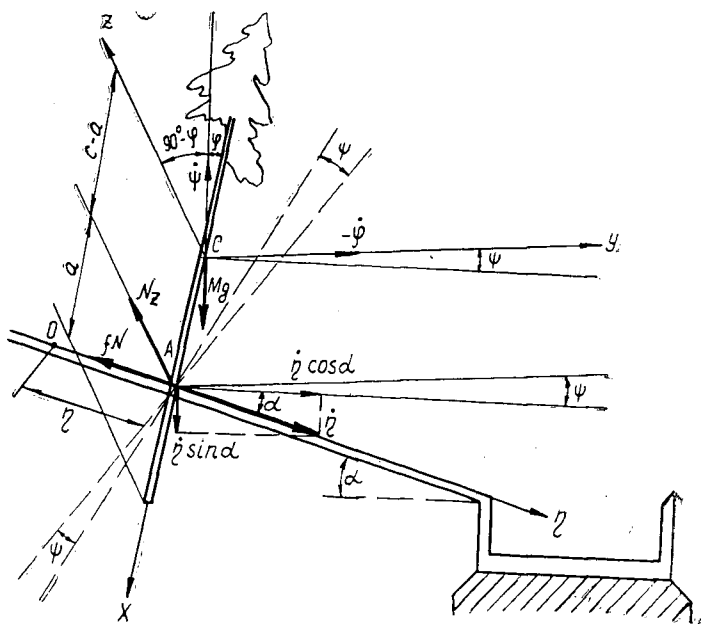


Рис. 1. Движение дерева по наклонной балке.

Подставляя системы уравнений (3) и (4) в формулу (1), получаем окончательное выражение для кинетической энергии дерева. Учитывая элементарную работу сил, получаем

$$\left. \begin{aligned}
 T = \frac{1}{2} M [\dot{\eta}^2 - 2(c-a)(\cos \alpha \cos \varphi \sin \psi \dot{\eta} \dot{\varphi} + \cos \alpha \sin \varphi \cos \psi \dot{\eta} \dot{\psi} - \\
 - \sin \alpha \sin \varphi \dot{\eta} \dot{\varphi})] + \frac{1}{2} [J_c + M(c-a)^2] (\dot{\varphi}^2 + \sin^2 \varphi \dot{\psi}^2) \\
 \delta A = Mg(c-a) \sin \varphi \delta \varphi + (Mg \sin \alpha - fN) \delta \eta,
 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где f, N — коэффициент трения и нормальная реакция балки.

При помощи уравнений Лагранжа из формул (5) получаем следующие дифференциальные уравнения движения дерева:

$$\left. \begin{aligned}
 \ddot{\varphi} - B(\cos \alpha \cos \varphi \sin \psi - \sin \alpha \sin \varphi) \ddot{\eta} - \sin \varphi \cos \varphi \dot{\psi}^2 = Bg \sin \varphi \\
 \sin^2 \varphi \ddot{\psi} - B \cos \alpha \sin \varphi \cos \psi \ddot{\eta} + 2 \sin \varphi \cos \varphi \dot{\psi} \dot{\psi} = 0 \\
 M \ddot{\eta} - M(c-a)(\cos \alpha \cos \varphi \sin \psi - \sin \alpha \sin \varphi) \ddot{\eta} - \\
 - M(c-a) \cos \alpha \sin \varphi \cos \psi \ddot{\psi} + M(c-a)[(\cos \alpha \sin \varphi \sin \psi + \\
 + \sin \alpha \cos \varphi) \dot{\varphi}^2 + \cos \alpha \sin \varphi \sin \psi \dot{\psi}^2] - \\
 - 2M(c-a) \cos \alpha \cos \varphi \cos \psi \dot{\varphi} \dot{\psi} = Mg \sin \alpha - fN,
 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где $B = \frac{M(c-a)}{J_c + M(c-a)^2}$.

Если членами, имеющими порядок малости ψ , $\dot{\psi}$, B , пренебречь, то нелинейная система (6) линеаризуется*. Из теоремы об изменении кинетического момента дерева относительно оси y в принятом приближении (то есть при $\psi = 0$) находим нормальную реакцию балки N

$$N = \frac{J_c \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \varphi}}{(c-a)(1 + f \sin \alpha \sin \varphi \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \varphi})} \ddot{\varphi}.$$

Тогда в принятом приближении дифференциальные уравнения (6) имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\varphi} &= Bg \sin \varphi; \quad \ddot{\psi} + 2 \operatorname{ctg} \varphi \dot{\varphi} \dot{\psi} = 0 \\ M \ddot{\eta} + \left[M(c-a) \sin \alpha \sin \varphi + \frac{f J_c \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \varphi}}{(c-a)(1 + f \sin \alpha \sin \varphi \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \varphi})} \right] \ddot{\varphi} + \\ &+ M(c-a) \sin \alpha \cos \varphi \dot{\varphi}^2 = Mg \sin \alpha. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

От независимой переменной t перейдем к φ по соотношениям

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\varphi} &= \dot{\varphi} \frac{d\dot{\varphi}}{d\varphi}; \quad \dot{\psi} = \frac{d\psi}{d\varphi} \dot{\varphi}; \quad \ddot{\psi} = \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} \dot{\varphi}^2 + \frac{d\dot{\psi}}{d\varphi} \dot{\varphi} \\ \dot{\eta} &= \frac{d\eta}{d\varphi} \dot{\varphi}; \quad \ddot{\eta} = \frac{d^2\eta}{d\varphi^2} \dot{\varphi}^2 + \frac{d\dot{\eta}}{d\varphi} \dot{\varphi}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Первое уравнение системы (7) дает

$$\dot{\varphi} \frac{d\dot{\varphi}}{d\varphi} = \frac{\mu^2}{2l} \sin \varphi, \quad (9)$$

откуда

$$\sqrt{l} \dot{\varphi} = \sqrt{\omega_y^2 l + \mu^2 (\cos \varphi_0 - \cos \varphi)} = \sqrt{\Phi(\varphi)}, \quad (10)$$

где φ_0 , ω_y — угол с вертикалью и угловая скорость дерева относительно оси y после удара;

$$\mu^2 = \frac{2g \left(\frac{c}{l} - \frac{a}{l} \right)}{J_c / Ml^2 + M \left(\frac{c}{l} - \frac{a}{l} \right)^2}.$$

Значения ω_y и μ даны ранее [3], [7].

Второе и третье уравнения системы (7) с использованием выражений (8), (9) и (10) дают

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} + \left[\frac{\mu^2}{2} \frac{\sin \varphi}{\Phi(\varphi)} + 2 \operatorname{ctg} \varphi \right] \frac{d\psi}{d\varphi} &= 0 \\ \frac{d^2\eta}{d\varphi^2} + \frac{\mu^2}{2} \frac{\sin \varphi}{\Phi(\varphi)} \frac{d\eta}{d\varphi} = \frac{gl \sin \alpha}{\Phi(\varphi)} - (c-a) \sin \alpha \cos \varphi - \\ - \frac{\mu^2}{2} \frac{(c-a) \sin \alpha \sin^2 \varphi}{\Phi(\varphi)} - \frac{\mu^2}{2} \frac{J_c l^2 f}{c-a} \cdot \\ \cdot \frac{\sin \varphi \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \varphi}}{(1 + f \sin \alpha \sin \varphi \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \varphi}) \Phi(\varphi)}. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

* Как было показано [7], начальное значение $\dot{\psi}_0 = \omega_y / \sin \varphi_0$ весьма мало, обобщенная же сила по координате ψ отсутствует ($Q_\psi = 0$). Поэтому естественно предположить, что $\dot{\psi}$ и ψ будут малы. Что же касается B , то при $l = 25$ м, например, и при $\frac{a}{l} = 0,1$ $B = 0,06$, а при $\frac{a}{l} = 0,2$ $B = 0,05$.

Дифференциальные уравнения (11) должны удовлетворять начальным условиям*

$$\left. \begin{aligned} \text{при } \varphi = \varphi_0; \quad \psi = 0; \quad \frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{\dot{\psi}_0}{\dot{\varphi}_0} = \frac{\omega_z}{|\omega_y| \sin \varphi_0} \\ \eta = 0; \quad \frac{d\eta}{d\varphi} = \frac{\dot{\eta}_0}{\dot{\varphi}_0} = \frac{a\omega_0 \sin \alpha \sin \varphi_0}{|\omega_y|}, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

где ω_0 — угловая скорость дерева перед ударом;

ω_z — угловая скорость дерева относительно оси z после удара [7].

Первый интеграл первого уравнения системы (11), удовлетворяющий начальным условиям (12), имеет вид

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{\omega_z \sqrt{l} \sin \varphi_0}{\sin^2 \varphi \sqrt{\omega_y^2 l + \mu^2 (\cos \varphi_0 - \cos \varphi)}}.$$

Отсюда, перейдя к тригонометрическим функциям половинных углов, находим решение, удовлетворяющее начальным условиям (12)**

$$\psi = \frac{\omega_z \sqrt{l} \sin \varphi_0}{2 \sqrt{\omega_y^2 l - \mu^2 (1 - \cos \varphi_0)}} \left[\psi(\varphi) - \psi(\varphi_0) \right], \quad (13)$$

где

$$\begin{aligned} \psi(\varphi) = & \left(\frac{1}{1+p^2} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} - \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \right) \sqrt{1+p^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}} + \\ & + \frac{2}{\sqrt{1+p^2}} F\left(\alpha, \frac{p}{\sqrt{1+p^2}}\right) + \frac{p^2(2+p^2)}{2(1+p^2)} \frac{\sin \varphi}{\sqrt{1+p^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}}} - \\ & - \frac{2+p^2}{\sqrt{1+p^2}} E\left(\alpha, \frac{p}{\sqrt{1+p^2}}\right); \end{aligned}$$

$\psi(\varphi_0)$ — значение $\psi(\varphi)$ при $\varphi = \varphi_0$;

E, F — эллиптические интегралы первого и второго рода в лежандровой форме;

$$\alpha = \arcsin \frac{\sqrt{1+p^2} \sin \frac{\varphi}{2}}{\sqrt{1+p^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}}}; \quad p^2 = \frac{2\mu^2}{\omega_y^2 l - \mu^2 (1 - \cos \varphi_0)}.$$

Для решения второго уравнения системы (11) применяем метод вариации произвольных постоянных Лагранжа

$$\eta = C_1(\varphi) \eta_1 + C_2(\varphi) \eta_2. \quad (14)$$

Решения соответствующего однородного уравнения***

$$\eta_1 = 1; \quad \eta_2 = \frac{2}{\sqrt{\omega_y^2 l + \mu^2 (1 + \cos \varphi_0)}} F(\delta, r), \quad (15)$$

где F — эллиптический интеграл второго рода в лежандровой форме;

$$\delta = \arcsin \sqrt{\frac{[\omega_y^2 l + \mu^2 (1 + \cos \varphi_0)] (1 - \cos \varphi)}{2 [\omega_y^2 l + \mu^2 (\cos \varphi_0 - \cos \varphi)]}}; \quad r = \sqrt{\frac{2\mu^2}{\omega_y^2 l + \mu^2 (1 + \cos \varphi_0)}}.$$

Из известных требований к варьируемым коэффициентам $C_1(\varphi)$ и $C_2(\varphi)$ по начальным условиям (12) и соотношениям (14) и (15)

* Значения соответствующих величин после удара дерева о балку принимаем за начальные [7].

** И. С. Градштейн, И. М. Рыжик [1], формулы 2.584 (85) и 2.598.

*** Там же, формулы 2.571 (5).

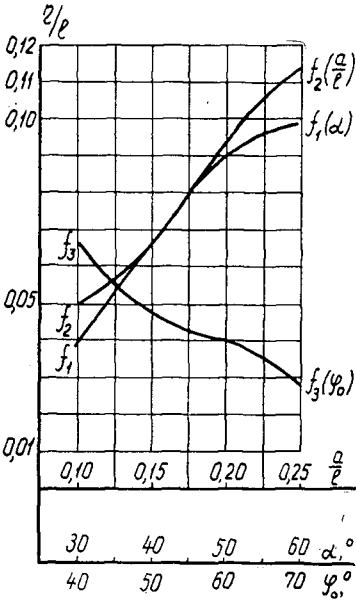


Рис. 2. Графики перемещений дерева по балке. Кривая $f_1(\alpha)$ вычислена при постоянных значениях

$\frac{a}{l} = 0,15$ и $\varphi_0 = 40^\circ$; $f_2\left(\frac{a}{l}\right)$ — при $\alpha = \varphi_0 = 40^\circ$;

$f_3(\varphi_0)$ — при $\frac{a}{l} = 0,15$ и $\alpha = 40^\circ$.

находим искомые коэффициенты, а также и само решение второго уравнения системы (11)

$$\frac{\eta}{l} = \frac{2}{\sqrt{\omega_y^2 l + \mu^2 (1 + \cos \varphi_0)}} \left\{ F(\delta, r) \int_{\varphi_0}^{\varphi} f(\varphi) d\varphi - \int_{\varphi_0}^{\varphi} f(\varphi) F(\delta, r) d\varphi + \right. \\ \left. + \frac{a}{l} \omega_0 \sqrt{l} \sin \alpha \sin \varphi_0 \left[F(\delta, r) - F(\delta_0, r) \right] \right\}, \quad (16)$$

где

$$f(\varphi) = \frac{g \sin \alpha}{\sqrt{\omega_y^2 l + \mu^2 (1 + \cos \varphi_0)}} - \left(\frac{c}{l} - \frac{a}{l} \right) \sin \alpha \cos \varphi \sqrt{\omega_y^2 l + \mu^2 (\cos \varphi_0 - \cos \varphi)} - \\ - \frac{\mu^2}{2} \left(\frac{c}{l} - \frac{a}{l} \right) \frac{\sin \alpha \sin^2 \varphi}{\sqrt{\omega_y^2 l + \mu^2 (\cos \varphi_0 - \cos \varphi)}} - \\ - \frac{\mu^2}{2} \frac{0,111 f}{\left(\frac{c}{l} - \frac{a}{l} \right)} \frac{\sin \varphi \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \varphi}}{(1 + f \sin \alpha \sin \varphi \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \varphi}) \sqrt{\omega_y^2 l + \mu^2 (\cos \varphi_0 - \cos \varphi)}};$$

δ_0 — значение δ при $\varphi = \varphi_0$.

По уравнению (16) вычисляли перемещения дерева по балке к концу его падения ($\varphi = 90^\circ$) в зависимости от входящих в это уравнение параметров $\frac{a}{l}$, φ_0 и α . Было принято, что приемная балка неподвижна по отношению к машине, отношение масс дерева и машины $\frac{M}{m} = 0,4$ [6], а коэффициент трения дерева о железо (балку) $f = 0,6$ [2]. Результаты вычислений приведены на рис. 2. Кроме того, эти же перемещения дерева определяли при коэффициенте трения дерева о стальную балку, $f = 0,46$ [2]. Результаты этих вычислений даны в табл. 1.

По уравнению (13) находили также значения угла бокового отклонения дерева ψ . Оказалось, что угол ψ во всех случаях очень мал и не превышает $1-2^\circ$, а отставание срединных точек дерева $\delta_{\text{ср}}$ от

Таблица 1

$\alpha = \varphi_0 = 40^\circ$		$\frac{a}{l} = 0,15 \quad \varphi_0 = 40^\circ$		$\frac{a}{l} = 0,15 \quad \alpha = 40^\circ$	
$\frac{a}{l}$	$\frac{\eta}{l}$	α°	$\frac{\eta}{l}$	φ_0°	$\frac{\eta}{l}$
0,10	0,059	30	0,051	40	0,078
0,15	0,078	40	0,078	50	0,055
0,20	0,101	50	0,103	60	0,044
0,25	0,133	60	0,109	70	0,029

скользящей по балке точки А дерева составляет соответственно 0,005—0,008 высоты дерева, где $\delta_{\text{ср}} = \psi \left(\frac{l}{2} - a \right)$. Так, при $l = 20$ м, $a = 3$ м, $\alpha = \varphi_0 = 40^\circ$ $\delta_{\text{ср}} \approx 0,14$ м.

Анализ полученных теоретических результатов и данных вычислений позволяет сделать следующие выводы.

1. Численные результаты, полученные при помощи уравнений (13) и (16), не зависят от веса, высоты и других характеристик самого дерева (рис. 2, табл. 1) и в этом смысле универсальны.

2. Как видно из графиков (рис. 2), перемещения дерева вдоль балки увеличиваются с удалением точки соударения дерева $\left(\frac{a}{l} \right)$ от комля и по мере возрастания угла наклона приемной балки α , не уменьшаются с повышением угла удара дерева φ_0 .

Так, если повал производится при значениях параметров $\frac{a}{l} = 0,15$, $\varphi_0 = 40^\circ$, $\alpha = 50^\circ$, то перемещения дерева по балке составляют примерно 9% от высоты дерева. При уменьшении трения (табл. 1) соответствующие значения могут быть увеличены до 10%.

Однако нельзя утверждать, что эти значения оптимальны. Для установления более точных оптимальных значений названных параметров необходимо вычислить искомые величины при всех трех переменных параметрах, а не при двух закрепленных, как это делали мы. При необходимости эти вычисления могут быть проведены таким же образом, однако они очень громоздки и потребуют значительного труда и времени.

3. Значения угла бокового поворота дерева ψ и относительного «отставания» срединных точек дерева $\frac{\delta_{\text{ср}}}{l}$ невелики. Это объясняется не только малостью их начальных значений [7], но и тем, что боковой поворот дерева в процессе его падения, как это видно из уравнений (7), тормозится наличием кориолисовых сил инерции. Об этом же говорят и выводы другого исследования [4]. Все сказанное относится к случаю неподвижной приемной балки.

4. Перечисленные обстоятельства дают основание утверждать, что при надлежащем выборе параметров машины и технологического процесса, обеспечивающих выполнение установленных условий повала, будет возможно достичь самоупаковки деревьев при повале их на машину с наклонной приемной балкой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. С. Градштейн, И. М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М., 1963. [2]. С. Грубов. Средние значения коэффициентов сопротивления покоя перед скольжением и качением неокоренных свежесрубленных бревен по

различным материалам. Журн. «Лесная промышленность» № 6, 1964. [3]. А. А. Дебердеев. О способе повала дерева, при котором одна его точка движется по заданной траектории. Труды ЛТА, № 107, 1967. [4]. А. А. Дебердеев. Об одном вопросе управляемого повала дерева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1967. [5]. А. А. Дебердеев. О поведении дерева на опоре между первым и вторым ударами. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1967. [6]. А. А. Дебердеев. Обобщение влияния различных смягчающих факторов на ударные нагрузки при повале деревьев на агрегатные машины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1969. [7]. А. А. Дебердеев. Некоторые вопросы динамики повала деревьев на наклонную приемную балку. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1969.

Поступила 25 мая 1967 г.

УДК 658.581

К ВОПРОСУ О КОРРЕКТИРОВАНИИ РЕЖИМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО (ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО) ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В. Ф. ПОПОВ, В. П. ТЮКАВИН, Ф. П. ПОПОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Своевременность выполнения профилактических (технических) уходов в значительной степени определяет эффективность форм и методов технического обслуживания машин, сокращает простои в технических уходах и эксплуатационных ремонтах, повышает надежность и долговечность машин, безопасность работы и движения.

Режимы технического обслуживания лесовозных автомобилей указаны в «Положении о профилактическом обслуживании и ремонте основных типов лесозаготовительного оборудования», утвержденном ЦНИИМЭ в 1963 г. Для всех леспромхозов, эксплуатирующих лесовозные автомобили, установлена единая периодичность выполнения технических уходов независимо от условий эксплуатации. В качестве основного измерителя периодичности приняты километры пробега.

В условиях того или иного леспромхоза фактический срок службы отдельных сопряжений, узлов и агрегатов, а следовательно, и рациональные режимы технического обслуживания отличаются от средних из-за влияния различных переменных факторов.

Главные факторы, влияющие на режимы технического обслуживания и объем текущего ремонта лесовозного автомобиля, — дорожные и сезонно-климатические условия, расход и запас машиноресурса автомобиля, условия и режим движения, величина, характер и расположение перевозимого груза, организация погрузочно-разгрузочных работ, а также хранения и ремонта автомобилей в леспромхозе [3], [5]. Следовательно, режимы технического обслуживания необходимо корректировать с учетом местных условий и в зависимости от совершаемой работы. Корректирование, в первую очередь, заключается в изменении, уточнении периодичности, а также перечня операций каждого вида обслуживания и трудоемкости их выполнения в связи с конкретными условиями эксплуатации.

Наиболее важно, сложно и трудоемко корректирование периодичности технического обслуживания, которое следует проводить на основании тщательного и всестороннего изучения и учета условий эксплуатации лесовозных автомобилей для каждого конкретного леспромхоза.

Для выбора оптимальной в определенных условиях эксплуатации периодичности по отдельным элементам (агрегатам) автомобиля, а

следовательно, и периодичности обслуживания автомобиля в целом может быть применен ряд методов, характеризующихся следующими основными критериями [4], [6], [3], [1]: закономерностью и предельно допустимым изменением рабочих характеристик агрегатов, узлов и соединений; допустимым уровнем вероятности отказов основных агрегатов и систем автомобиля; предельно допустимым изменением зазоров (то есть износов) в сопряжениях; интенсивностью изнашивания трущихся поверхностей деталей; предельно допустимым изменением эксплуатационно-технических качеств основных агрегатов и автомобиля в целом; технико-экономической целесообразностью при сопоставлении удельных затрат на техническое обслуживание и ремонты; изменением внешнего вида, определяющего периодичность проведения уборочно-моечных операций.

Шесть первых критериев используют обычно при обосновании рациональной периодичности технического обслуживания применительно к отдельным видам сопряжений, узлов, агрегатов или механизмов [4].

Использование этих критериев требует проведения длительных и трудоемких специальных лабораторно-стендовых или эксплуатационных испытаний. С меньшими затратами задачу текущего экспресс-корректирования периодичности технического обслуживания можно решить статистическим методом, впервые предложенным для корректирования долговечности агрегатов транспортных машин [5]. Он обладает следующими преимуществами: прост и удобен в применении; позволяет учитывать случайный характер всего разнообразия условий эксплуатации, использовать накопленный опыт массовой эксплуатации автомобилей; дает возможность избрать наиболее характерный и удобный критерий для оценки работы автомобиля в зависимости от его типа, срока службы, назначения, области применения и условий эксплуатации.

Периодичность технического обслуживания может быть скорректирована статистическим методом при помощи коэффициентов, зависящих от параметров рабочих режимов автомобиля,

$$l_k = \delta l_{cp}, \quad (1)$$

где l_k , l_{cp} — периодичность технического обслуживания для конкретных и средних условий эксплуатации автомобиля;

δ — коэффициент корректирования.

Как показывают исследования, режим работы лесовозного автомобиля в целом может быть оценен одним комплексным показателем — полезной транспортной работой ($m^3 \cdot км$) и выражен следующим образом:

$$\delta = \frac{k Q v_{cp} \eta_{исп} \tan m}{\sum_{i=1}^m A_i}, \quad (2)$$

где k — коэффициент, учитывающий пробег автомобиля без груза (для лесовозных автомобилей можно считать с достаточной степенью точности $k = 0,50$);

Q — нормативная рейсовая нагрузка на автомобиль, m^3 ;

v_{cp} — средняя расчетная скорость движения, $км/час$;

$\eta_{исп}$ — расчетный коэффициент использования парка;

t — продолжительность смены, $час$;

a — количество смен;

n — число рабочих дней за отчетный период (месяц, квартал, год);

m — количество лесовозных автомобилей, работающих в данном хозяйстве, шт.;

A_i — фактическая транспортная работа i -го автомобиля (определяется по отчетным данным), $м^3 \cdot км$.

Для того чтобы облегчить практическое применение предлагаемой методики, на рис. 1 приведены номограммы для определения коэффициента корректирования графическим методом. Номограмма построена расчетным путем по формуле (2) и «Единым нормам выработки и расценки на лесозаготовках» [2].

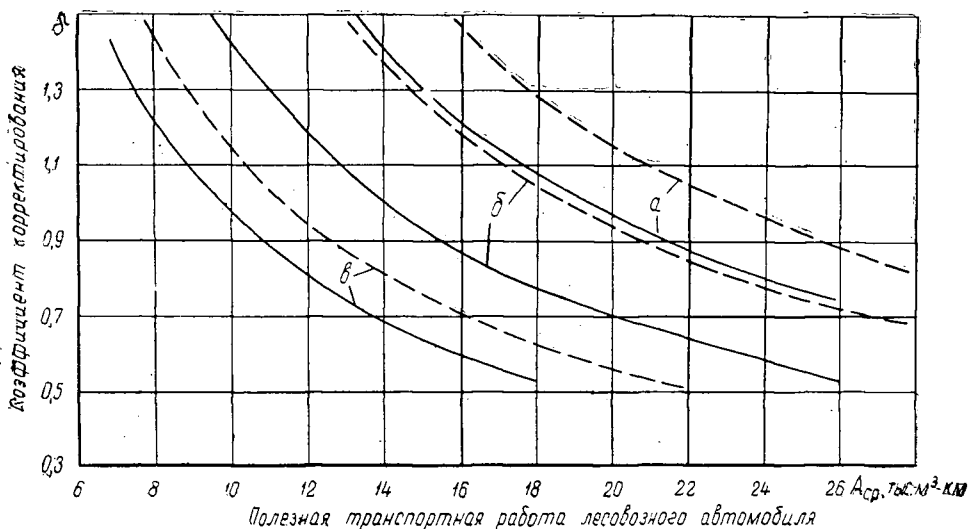


Рис. 1. Коэффициент корректирования периодичности технического обслуживания лесовозных автомобилей ЗИЛ-157 (сплошная линия) и МАЗ-501, 509 (пунктирная линия).

а — вывозка по ледяной дороге; *б* — вывозка по лежневой и грунтовой улучшенной дороге; *в* — вывозка по грунтовой естественной дороге.

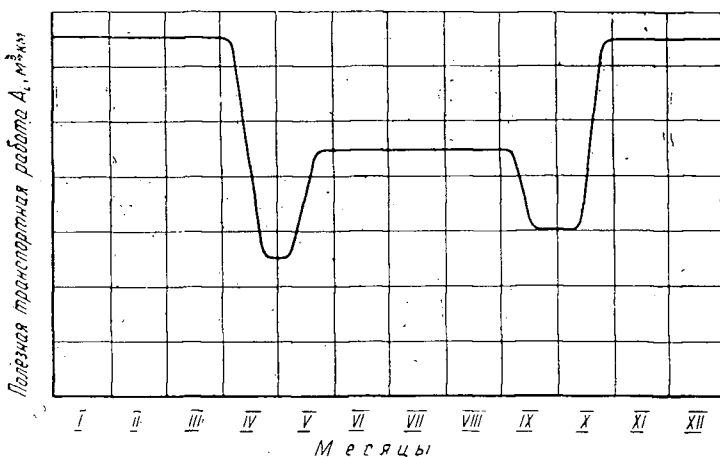


Рис. 2. Изменение величины фактической транспортной работы ($м^3 \cdot км$) лесовозного автомобиля в зависимости от времени года (по данным Архангельской области).

Анализ использования лесовозных автомобилей в леспромхозах Архангельской области показал, что условия эксплуатации в одном и том же хозяйстве не остаются постоянными в течение года. В зависимости от сезона меняется состояние дороги и величина фактической транспортной работы, выполненной лесовозным автомобилем (рис. 2). Как следует из рисунка, при эксплуатации лесовозных автомобилей нужно различать два основных сезона: летний и зимний. Соответственно этому корректирование периодичности технического обслуживания надо производить по крайней мере два раза в год. Изменять периодичность технического обслуживания в осенний и весенний сезоны не следует, так как продолжительность их невелика и ухудшение дорожных условий в какой-то степени компенсируется уменьшением величины фактической транспортной работы лесовозного автомобиля. В осенне-весенний период необходимо выполнять сезонные (инспекторские) уходы и осмотры. В зависимости от географического положения леспромхоза изменяются время проведения и относительная продолжительность летнего и зимнего сезонов. Пользование предлагаемой методикой корректирования приведет к изменению годового количества, а следовательно, и трудоемкости технических уходов в зависимости от географических условий каждого конкретного леспромхоза.

Например, для Новонизовского лесопункта Вельского леспромхоза транспортная работа лесовозного автомобиля ЗИЛ-157 при вывозке по грунтовой улучшенной дороге, по отчетным данным за два предшествующих года, составила в зимний сезон 17400 м³·км за месяц, в летнее время — 12300 м³·км. В этом случае коэффициент корректирования периодичности технического обслуживания при условии вывозки леса в хлыстах равен для зимнего сезона 0,80, для летнего — 1,13.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет при корректировании периодичности технического обслуживания лесовозных автомобилей учитывать основные условия: величину фактической полезной транспортной работы, выполняемой автомобилем; географические и климатические особенности предприятия; тип лесовозной дороги; вид груза; техническое состояние машины. При проведении дополнительных расчетов и исследований наша методика может быть распространена на другие транспортные машины.

При корректировании номенклатуры и перечней обязательных профилактических операций по обслуживанию лесовозного автомобиля ЗИЛ-157 встает вопрос о способе группировки этих операций по видам ремонтно-технического обслуживания в зависимости от фактической периодичности. Анализ специальной литературы [1], [4] показывает, что работы по ремонтно-техническому обслуживанию отечественных автомобилей обычно проводят в следующем порядке.

1. На основании анализа конструкции автомобиля или его прототипа составляют заведомо увеличенный перечень операций.

2. По данному перечню производят наблюдение за группой автомобилей (5—30 единиц), проходивших обслуживание с разной периодичностью.

3. По результатам наблюдений вычисляют коэффициент повторяемости K , равный отношению числа случаев фактического выполнения тех или иных операций технического обслуживания или ремонта M к общему числу наблюдений N при данной периодичности наблюдений. Если K составляет 0,2 (один случай из пяти) и выше, то такие операции приурочиваются к техническому обслуживанию. При коэффициенте повторяемости менее 0,2 операции рекомендуется проводить по потребности при ремонте.

4. По результатам наблюдений составляют уточненные рекомендации по режимам, которые затем проверяют на больших группах автомобилей.

При уточнении перечня работ профилактического обслуживания следует учитывать степень важности операции, с точки зрения безопасности работы и движения автомобиля, суммарные затраты на профилактическое обслуживание и ремонт, а также принятую технологию и организацию ремонтно-профилактического обслуживания.

Таблица 1

Операции	Количество случаев отказов	Коэффициент повторяемости	Вид обслуживания
Проверка и при необходимости подтягивание узлов рессорной подвески	7,5	0,242	ТО-2
	2,7	0,087	Т.Р.
Проверка и при необходимости регулирование главной передачи	9,0	0,290	ТО-2
	12,0	0,420	ТО-1
Проверка состояния карданной передачи	4,85	0,156	ТО-2
	9,80	0,316	ТО-1
Регулирование и смазывание подшипников ступиц прицепа	2,0	0,0645	Т.Р.
	4,7	0,150	ТО-2
Регулирование и смазывание подшипников ступиц автомобиля	3,7	0,120	Т.Р.
	3,5	0,114	Т.Р.
Проверка уровня смазки и общего состояния деталей и узлов КПП (шумы, люфт валов и пр.)	9,0	0,290	ТО-2
	3,0	0,097	Т.Р.
Проверка состояния полуосей и шпилек	9,35	0,302	ТО-1
	5,20	0,168	ТО-2
Проверка состояния реактивной штанги	5,32	0,172	ТО-2
	0,835	0,270	ТО-2
Проверка крепления деталей рулевого управления, регулирование рулевого управления	6,54	0,210	ТО-2
	8,50	0,274	ТО-2
Проверка состояния деталей и узлов сцепления, регулирование сцепления	8,7	0,280	ТО-2
	9,1	0,274	ТО-2

Примечание. В числителе данные для зимнего периода эксплуатации; в знаменателе — для летнего.

На основании изучения номенклатуры операций текущего ремонта для большой группы лесовозных автомобилей ЗИЛ-157, эксплуатируемых в леспромхозах области, были определены количество, интенсивность и повторяемость отказов. Математическая обработка результатов наблюдений позволила вычислить коэффициенты повторяемости некоторых характерных операций эксплуатационного (текущего) ремонта (табл. 1) и построить гистограммы повторяемости и частоты отказов отдельных деталей и узлов (рис. 3, 4, 5).

Как видно из приведенных данных, частота и количество отказов значительно колеблется по временам года. Наибольший процент отказов трансмиссии автомобиля (главная передача, карданный вал, сцепление и др.) наблюдается весной и осенью, что, очевидно, связано с бездорожьем. Детали ходовой части и подвески (рессоры, подшипники, ступицы колес прицепа и автомобиля, полуоси, реактивные штанги и др.) имеют максимальное количество отказов в зимний и летний периоды, то есть в период наибольших нагрузок.

Изучение повторяемости и анализ номенклатуры операций технического обслуживания позволили распределить последние по видам

Рис. 3. Коэффициенты отказов узлов и агрегатов лесовозного автомобиля ЗИЛ-157 (по данным Удорского ЛПХ).

1 — карданная передача; 2 — кабина и оперение; 3 — раздаточная коробка; 4 — сцепление; 5 — колеса и шины; 6 — коробка перемены передач; 7 — рулевое управление; 8 — тормоза; 9 — двигатель; 10 — подвеска; 11 — электрооборудование; 12 — прочие узлы и агрегаты.

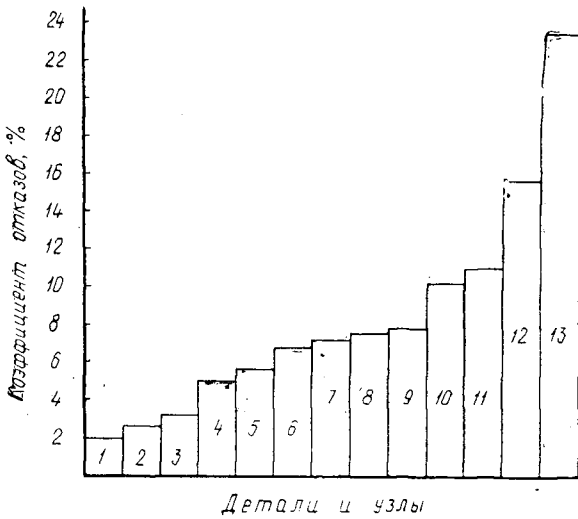
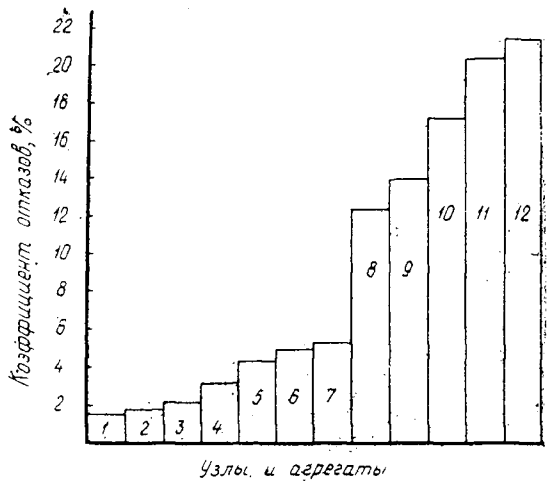
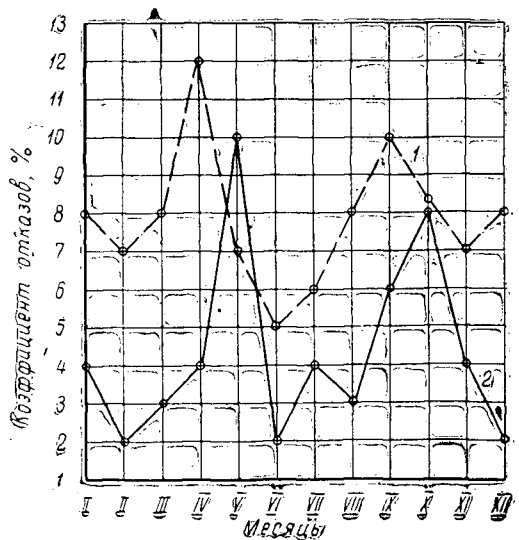


Рис. 4. Коэффициенты отказов деталей и узлов лесовозного автомобиля ЗИЛ-157 (по данным Савинского ЛПХ).

1 — шестерни I и II передач КПП; 2 — шестерни III и IV передач КПП; 3 — валы КПП; 4 — рулевое управление; 5 — карданный вал; 6 — реактивная штанга; 7 — подшипники ступиц прицепа; 8 — сцепление; 9 — подшипники ступиц автомобиля; 10 — крестовина кардана; 11 — ресора; 12 — полусось; 13 — главная передача.

Рис. 5. Изменение коэффициента отказов автомобилей ЗИЛ-157 в зависимости от времени года (по контрольной группе из 10 автомобилей).

1 — по данным Удорского ЛПХ; 2 — по данным Савинского ЛПХ.



технического обслуживания (табл. 1). Так например, главную и карданную передачи следует проверять и при необходимости обслуживать при каждом ТО-1, некоторые другие операции, в том числе обслуживание рулевого управления, нужно проводить при очередном ТО-2. Регулирование и смазывание ступиц прицепа, а также ряд других операций по повторяемости следует включить в номенклатуру эксплуатационного ремонта.

Детальное уточнение перечней и номенклатуры операций каждого конкретного вида технического обслуживания может быть выполнено лишь после проведения значительного числа дополнительных наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. П. Воробьев. Методика исследования и выбор показателя периодичности технического обслуживания автомобилей, работающих в сельском хозяйстве. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Челябинск, 1964. [2]. Единые нормы выработки и расценки на лесозаготовках. Гослесбуиздат. М.—Л., 1960. [3]. Р. В. Кугель. Долговечность автомобилей. Машгиз, М., 1961. [4]. Е. С. Кузнецов. Режим технического обслуживания автомобилей. Автотрансиздат, М., 1963. [5]. В. П. Немцов. Исследование режимов работы некоторых агрегатов лесовозного автомобиля ЗИЛ-157 и их влияние на износ двигателя. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Л., 1967. [6]. Л. С. Приходько. Статистический метод корректировки долговечности агрегатов автомобилей с учетом дорожных условий, Межведомственный республиканский научно-технический сборник «Автомобильный транспорт» № 1, 1965.

Поступила 11 марта 1969 г.

УДК 634.0.378.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИИ НА СНИЖЕНИЕ УСИЛИЙ ВЫРАВНИВАНИЯ ТОРЦОВ ПУЧКОВ

М. В. БОРИСОВ

(Краснодарский политехнический институт)

Одна из трудоемких операций при организации береговой сплотки леса или его погрузки в железнодорожные вагоны — выравнивание торцов пучков (пачек) бревен. Существующие приспособления имеют ряд существенных недостатков, а поэтому не получили широкого распространения; в связи с чем на большинстве нижних складов эти работы выполняются вручную.

Для выравнивания торцов пачки (пучка) бревна необходимо переместить относительно друг друга. Силы трения, возникающие при этом, зависят от шероховатости бревен и величины придавливающей силы. Уменьшить силы трения можно с помощью вибрации, которая, по мнению Б. А. Таубера [1], дает кратковременное снижение придавливающих сил при каждом цикле колебаний.

С целью исследования влияния вибрации на уменьшение усилий при выравнивании торцов пачек в лесосплавной лаборатории Ленинградской лесотехнической академии была изготовлена модель вибраторствующего станка в масштабе 1:10 (рис. 1).

Модель состоит из станины 1, двух щитов 2, перемещающихся на ползунах 4 по направляющим 3, металлической люльки 5, установленной на пружинных амортизаторах 6. К люльке прикреплен электромеханический вибратор 7, создающий верти-

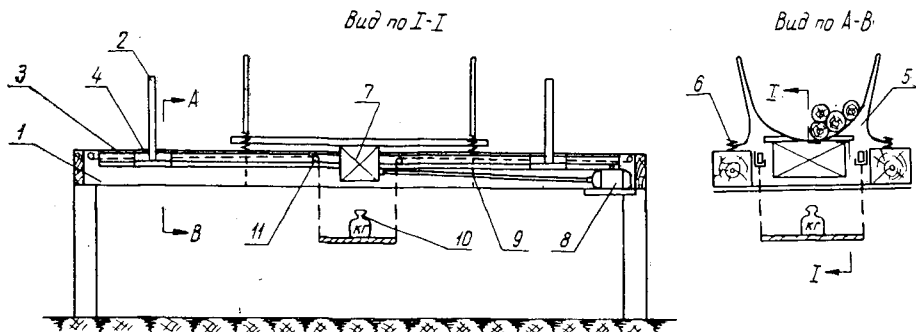


Рис. 1.

кально направленные колебания. Вибратор приводится во вращение двигателем постоянного тока 8 с переменным числом оборотов посредством телескопического карданного вала 9. Перемещение щитов производится через тросо-блочную систему 11 под действием груза 10, размещенного на подвесной площадке.

Пачку бревен загружали в люльку, а затем определяли усилие, необходимое для выравнивания торцов с вибрацией и без нее. Опыты производили с модельными бревнами цилиндрической формы диаметром 15, 20 и 25 мм и с бревнами естественной формы, в коре, со средним диаметром 30 мм. Объем пачки изменяли от 5000 до 12 500 см³, что соответствует в натуре 5—12,5 м³. При опытах задавали следующие числа оборотов вала вибратора: $n_1 = 1000$, $n_2 = 1500$, $n_3 = 2000$ и $n_4 = 2500$ об/мин. При постоянном эксцентрикe вибратора этим оборотам соответствовали следующие величины возмущающих сил: $P_1 = 3,1$; $P_2 = 6,9$; $P_3 = 12,4$ и $P_4 = 19,3$ кгГ.

Усилие для выравнивания торцов определяли по весу груза, обеспечивавшего равномерное перемещение щитов. Усилие, необходимое для перемещения щитов при отсутствии бревен, исключали из общей величины усилий торцевания. При отсутствии вибрации бревно в люльке находилось в спокойном состоянии. При выравнивании, когда нужно было преодолеть все силы трения и зацепления, возникало максимальное усилие торцевания 22 кгГ (рис. 2). При вибрации оно уменьшается в 2—11 раз и более в зависимости от величины возмущающей силы. Это объясняется тем, что в некоторые моменты времени отдельные бревна, находящиеся в приподнятом состоянии, не касаются друг друга, а также выходят из имеющихся зацеплений.

На эффект вибрации влияет величина возмущающей силы, которая зависит от числа оборотов вала вибратора. Чем больше число оборотов n , тем меньше усилие торцевания и время, необходимое для выравнивания пачки (рис. 2). Так, при вибрировании в течение 30 сек и $n_1 = 1000$ об/мин для выравнивания торцов нужно приложить усилие P , равное 11 кгГ, при $n_2 = 1500$ об/мин $P = 2$ кгГ. Однако с увеличением числа оборотов резко возрастает мощность, потребляемая вибратором. Вследствие этого необходимо определить оптимальный режим вибрации.

Основным параметром вибрации является ускорение колебания

$$a = A\omega,$$

где A — амплитуда колебаний, определяется по результатам обработки виброграмм;

ω — угловая скорость вращения вала вибратора.

На рис. 3 приведен график зависимости относительного усилия торцевания $K = \frac{P}{Q}$ (где Q — вес пачки) от ускорения колебаний a . Из рисунка следует, что с увеличением ускорения колебаний относительное усилие торцевания K уменьшается. При этом интенсивное

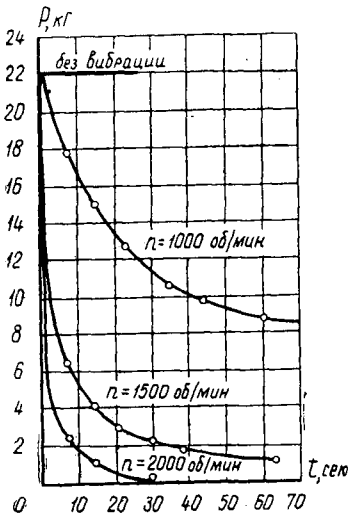


Рис. 2. График зависимости $P = f(t)$ для разных оборотов вала вибратора.

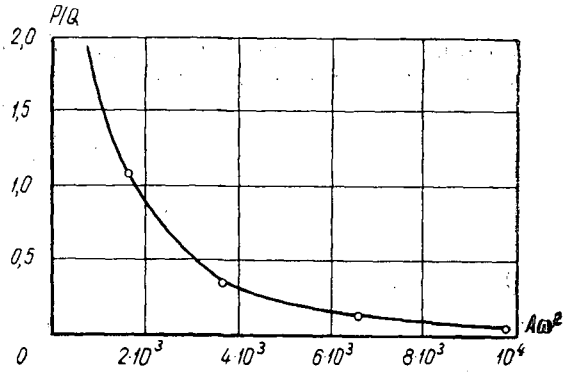


Рис. 3. График зависимости $\frac{P}{Q} = f(A\omega^2)$.

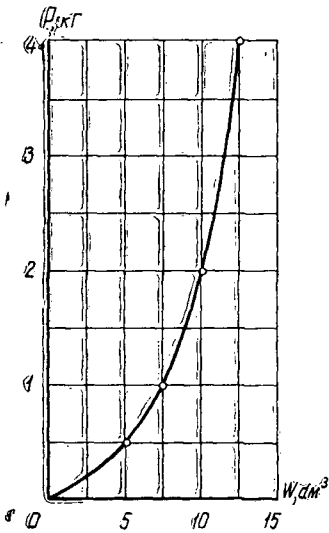


Рис. 4. График зависимости $P = f(W)$.

снижение наблюдается при ускорениях $a = 1,5 \div 3,7g$, соответствующих $n = 1000 \div 1500$ об/мин. Дальнейшее повышение a незначительно уменьшает величину относительного усилия K , а при a , соответствующем $n_4 = 2500$ об/мин, кривая приближается к горизонтальной оси. Отсюда следует, что оптимальный режим вибрирования при $a = 1,5 \div 3,7g$ находится в пределах $1500 \leq n \leq 2500$ об/мин.

Дальнейшие опыты проводили при $n_2 = 1500$ об/мин. Исследования показали, что усилия торцевания зависят от числа выступающих бревен и их расположения по высоте, то есть от величины прижимающей силы. Поэтому в опытах определенное количество выступающих бревен равномерно располагалось по обоим торцам пучка (пачки).

В результате обработки опытных материалов установлено, что усилие торцевания увеличивается с повышением объема пачки (рис. 4). Это объясняется тем, что с возрастанием объема пачки при постоянной форме

люльки увеличивается высота пачки, а следовательно, и величина прижимающей силы.

С уменьшением диаметра бревен пачки постоянного объема или с повышением объема пачки, формируемой в кармане-накопителе сортировочного транспортера, возникает вероятность появления большого количества выступающих бревен. В этом случае усилия торцевания, как показывают наши исследования, увеличиваются.

Таким образом, на основании проведенных лабораторных исследований можно сделать вывод, что применение вибрации при вырав-

нивании торцов весьма эффективно, так как снижает усилие торцевания от 2 до 11 раз. Это позволит значительно облегчить конструкцию станков для торцевания, уменьшив их металлоемкость, и повысить производительность за счет сокращения времени на торцевание.

Внедрение стационарных или передвижных виброторцюющих станков на нижних складах лесовозных дорог или на лесобазах устраним трудоемкие операции по выравниванию торцов, повысит производительность труда на сплотке и погрузочных работах, увеличит полнотравесность пучка (пачки) на 4—5% [2].

Вредные воздействия вибрации на конструкции и обслуживающий персонал могут быть полностью устранены установкой амортизаторов соответствующих параметров.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. А. Таубер. Экспериментальные исследования вибрационных грейферов для подъема длинномерной древесины. Научные труды МЛТИ, вып. 7, 1957.
[2]. Д. М. Шварц. Лабораторные исследования виброуплотнения пучков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1965.

Поступила 30 августа 1966 г.

УДК 531:634.0.34

ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ ДЕРЕВЬЕВ ОСНОВНЫХ ПОРОД ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА СССР

И. С. ЦЫБУЛЬКО

(Карпатский филиал УкрНИИЛХА)

Наиболее эффективна вывозка древесины из лесосек в хлыстах или в стволах с кроной.

Для правильной эксплуатации лесозаготовительной техники, лесовозного транспорта и конструирования валочно-трелевочных агрегатов необходимо знать расположение центра тяжести стволов с кроной и хлыстов.

Летом 1963, 1964 и 1965 гг. в Низовском лесопункте Вельского леспромхоза Архангельской области мы сделали 1228 экспериментальных определений центра тяжести деревьев основных пород Европейского Севера: ели — 164 стволов с кроной и 160 хлыстов; сосны — соответственно 237 и 237; березы — 127 и 124; осины — 93 и 86.

Для подъема стволов с кроной и хлыстов при их взвешивании и определении центра тяжести применяли трактор ТДТ-40 с А-образной стрелой, закрепленной на струне заднего моста трактора, и трехтонный динамометр. Одной серьею динамометр прикрепляли к концу рабочего троса лебедки трактора, к другой серье присоединяли чокер.

Положение центра тяжести ствола с кроной находили так. К поваленному дереву задним ходом подъезжал трактор и останавливался таким образом, чтобы блок на конце А-образной стрелы находился над сваленным деревом. Затем ствол с кроной чокеровали удавной петлей примерно в центре тяжести и поднимали до тех пор, пока ствол и ветки кроны полностью отделятся от предметов, лежащих на земле. Если поднятый ствол не принимал горизонтального положения, то его опускали и чокер смещали в ту сторону, которая оказывалась тяжелее. За три — четыре подъема удавалось найти центр тяжести ствола с кроной. После этого измеряли расстояние от середины комлевого среза до места чокеровки ствола. Таким же образом после обрубки сучьев и вершин определяли центр тяжести хлыстов. У березовых хлыстов обрубали верхушки длиной 2,5 м, а у остальных пород — 1,5 м. Точность определения центра тяжести по нашему методу составила 1 см.

Порода	Параметры	Среднее арифметическое M	Среднее квадратическое отклонение σ	Коэффициент вариации $V, \%$	Показатель точности $P, \%$	Вид зависимости
Сосна	H	22,60	2,527	11,18	0,726	$L_{ц.т.с} = f(H)$
	$L_{ц.т.с}$	8,318	0,902	10,844	0,7	$H = f(D)$
	D	31,766	7,285	22,93	1,49	$l_{ц.т.х} = f(h_x)$
	h_x	20,328	2,398	11,797	0,7665	
	$l_{ц.т.х}$	7,334	0,901	12,285	0,798	$L_{ц.т.с} = f(D)$
Береза	H	19,578	2,526	12,9	1,145	$L_{ц.т.с} = f(H)$
	$L_{ц.т.с}$	6,827	0,969	14,19	1,35	$H = f(D)$
	D	19,383	4,39	22,65	2,01	$l_{ц.т.х} = f(h_x)$
	h_x	16,113	2,81	17,44	1,566	$L_{ц.т.с} = f(D)$
	$l_{ц.т.х}$	5,823	0,97	16,66	1,496	
Ель	H	16,102	2,59	16,085	1,254	$L_{ц.т.с} = f(H)$
	$L_{ц.т.с}$	6,308	0,982	15,57	1,215	$H = f(D)$
	D	19,926	3,783	18,985	1,482	$L_{ц.т.с} = f(D)$
	h_x	13,464	2,4493	18,19	1,433	
	$l_{ц.т.х}$	4,977	0,8559	17,197	1,355	$l_{ц.т.х} = f(h_x)$
Осина	H	22,93	1,84	8,024	0,832	$L_{ц.т.с} = f(H)$
	$L_{ц.т.с}$	8,113	0,850	10,477	1,086	
	D	27,693	6,552	23,66	2,433	$H = f(D)$
	h_x	20,142	1,943	9,6465	1,04	$L_{ц.т.с} = f(D)$
	$l_{ц.т.х}$	7,021	0,6966	8,922	1,07	$l_{ц.т.х} = f(h_x)$

Результаты наблюдений были обработаны методами математической статистики* с целью выявления зависимостей:

$$\begin{aligned}
 L_{ц.т.с} &= f(H); & L_{ц.т.с} &= f(D); & H &= f(D); & h_x &= f(D); \\
 l_{ц.т.х} &= f(h_x); & l_{ц.т.х} &= f(D); & D &= f(H); & D &= f(h_x); \\
 H &= f(L_{ц.т.с}); & h_x &= f(l_{ц.т.х}); & D &= f(L_{ц.т.с}); & D &= f(l_{ц.т.х}).
 \end{aligned}$$

где $L_{ц.т.с}$ — расстояние от середины комлевого среза до центра тяжести ствола с кроной, м;

$l_{ц.т.х}$ — расстояние от середины комлевого среза до центра тяжести хлыста, м;

H — длина ствола с кроной, м;

h_x — длина хлыста, м;

D — диаметр ствола (хлыста) в коре у комля, см.

* О. А. Труль. Математическая статистика в лесном хозяйстве. Изд-во «Высшая школа», Минск, 1966.

Таблица 1

Коэффициент корреляции r	Корреляционное отношение η	Ошибки		Показатель достоверности		Наиболее соответствующие уравнения связи
		коэффициента корреляции m_r	корреляционного отношения m_η	$\frac{r}{m_r} > 4$	$\eta > r$	
0,873	0,8797	0,01546	0,0147	56,5	Да	$L_{ц.т.с} = -7,92 + 1,18H - 0,02H^2$ $H = 7,541 + 0,807D - 0,01D^2$
0,528	0,5914	0,047	0,04225	11,2	"	$L_{ц.т.х} = 3,795 + 0,25x + 2,18 \lg x$ или $L_{ц.т.х} = -2,78 + 0,644h_x - 0,007h_x^2$
0,8724	0,8775	0,0156	0,0149	55,92	"	$L_{ц.т.с} = 3,44 + 0,25D - 0,0029D^2$
0,521	0,5909	0,04048	0,0423	15,17	"	
0,8809	0,8954	0,01988	0,01743	44,8	"	$L_{ц.т.с} = 0,163 + 0,343H - 0,00009H^2$ $H = 11,788 + 0,399D$
0,685	0,7289	0,04709	0,0416	14,5	"	$L_{ц.т.х} = 1,208 + 0,24h_x + 0,0028h_x^2$
0,938	0,955	0,0055	0,00787	17,07	"	$L_{ц.т.с} = 5,496 + 0,306x + 0,152 \lg x$ или $L_{ц.т.с} = 3,91 + 0,15D$
0,686	0,7105	0,047	0,0439	14,6	"	
0,871	0,8837	0,0187	0,0171	46,6	"	$L_{ц.т.с} = 0,671 + 0,35H$
0,6913	0,7243	0,076	0,03711	17,0	"	$H = 6,39 + 0,51D - 0,0011D^2$
0,686	0,696	0,0413	0,04017	16,6	"	$L_{ц.т.с} = 4,766 + 0,394x - 0,357 \lg x$ или $L_{ц.т.с} = 3,21 + 0,135D + 0,001D^2$
0,926	0,9288	0,0109	0,01082	84,9	"	$L_{ц.т.х} = 3,364 + 0,478x - 0,74 \lg x$ или $L_{ц.т.х} = 0,45 + 0,34h_x$
0,796	0,8095	0,0385	0,0357	20,68	"	$L_{ц.т.с} = 6,138 + 0,318x + 0,18 \lg x$ или $L_{ц.т.с} = -0,229 + 0,325H + 0,0008H^2$
0,703	0,7608	0,0524	0,04369	13,4	"	$H = 19,0 + 0,2x + 4,33 \lg x$
0,578	0,6366	0,069	0,06167	8,37	"	$L_{ц.т.с} = 3,05 + 0,291D - 0,0037D^2$
0,812	0,8272	0,0368	0,0340	22,0	"	$L_{ц.т.х} = 5,49 + 0,234x - 0,11 \lg x$ или $L_{ц.т.х} = 1,357 + 0,28x$

Статистические показатели наиболее важных зависимостей приведены в табл. 1. Наши расчетные и литературные* данные неодинаковы (совпадают лишь значения высот сосны и осины).

Среднее значение высоты дерева при одном и том же числе наблюдений вычислено наиболее точно, так как высоты варьируют меньше. Зависимости между диаметром и высотой, диаметром и центром тяжести ствола с кроной, высотой и центром тяжести ствола, длиной хлыста и центром тяжести его для основных пород Европейского Севера СССР являются корреляционными, положительными.

Табл. 1 показывает, что между длиной хлыста и центром его тяжести у всех анализируемых пород и между высотой дерева с кроной и высотой центра тяжести сосновых и березовых стволов с кроной существует тесная корреляционная зависимость; между другими параметрами — средняя. Наименьший коэффициент корреляции

* О. А. Трулль. Математическая статистика в лесном хозяйстве. Изд-во «Высшая школа», Минск, 1966.

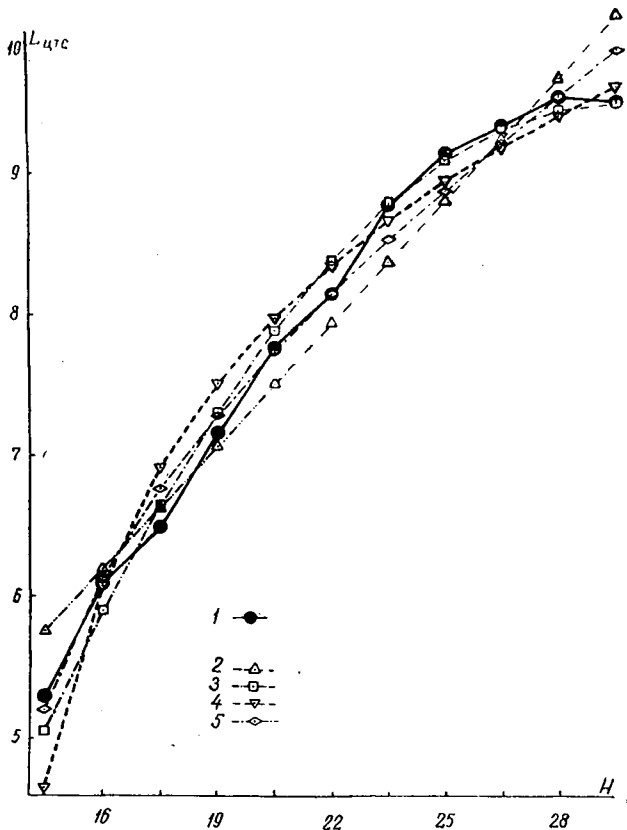


Рис. 1.

1 — экспериментальная кривая; 2 — линейная связь;
 3 — параболическая; 4 — логарифмическая типа
 $y_3 = a + b \lg x$; 5 — логарифмическая типа $y_4 = a + bx + c \lg x$.

наблюдается для отношения диаметра и высоты центра тяжести сосновых стволов с кроной.

Для практических целей важно не только установить связь между исследуемыми величинами, но и найти уравнение связи, дающее возможность, зная одну величину, определить среднее значение другой. Вычисление числовых значений параметров производили по способу наименьших квадратов. Уравнения, для которых сумма квадратов отклонений средних значений от экспериментальных данных оказалась наименьшей и которые лучше всего отображают зависимость между исследуемыми величинами, мы записали в табл. 1.

Для примера приведен график зависимости высоты центра тяжести сосновых стволов с кроной от высоты этих стволов по анализируемым уравнениям связи (рис. 1). Как видно из графика, уравнение параболы второго порядка наиболее правильно отображает форму связи между указанными параметрами сосновых стволов.

Выводы

1. Расстояние от центра комлевого среза до центра тяжести хлыста возрастает прямо пропорционально увеличению длины хлыста лишь при одинаковом сбеге ствола. Так как сбег ствола деревьев разный, то зависимость высоты центра тяжести от высоты ствола (на-

пример, сосны, рис. 1) выражается уравнением параболы второго порядка.

2. С достаточной для практических расчетов точностью можно считать, что центр тяжести стволов с кроной и хлыстов располагается на следующей высоте:

$$\text{у сосны } L_{\text{ц.т.с}} = 0,368H; \quad l_{\text{ц.т.х}} = 0,361h_x;$$

$$\text{у ели } L_{\text{ц.т.с}} = 0,392H; \quad l_{\text{ц.т.х}} = 0,37h_x;$$

$$\text{у березы } L_{\text{ц.т.с}} = 0,354H; \quad l_{\text{ц.т.х}} = 0,36h_x;$$

$$\text{у осины } L_{\text{ц.т.с}} = 0,354H; \quad l_{\text{ц.т.х}} = 0,348h_x.$$

3. У всех анализируемых пород абсолютное значение высоты центра тяжести дерева с кроной больше, чем для хлыста. Отношение высоты центра тяжести дерева с кроной к высоте дерева по сравнению с этим отношением у хлыстов больше у сосны, ели и осины. Вершины березовых стволов обрубали больше как менее сбежистые, поэтому

$$\frac{h_{\text{ц.т.с}}}{h_x} > \frac{H_{\text{ц.т.д}}}{H_d}$$

4. С увеличением длины отрезаемой вершины отношение $\frac{h_{\text{ц.т.х}}}{h_x}$ стремится к 0,5.

Поступила 21 мая 1968 г.

УДК 634.0.377.44

ТЯГОВАЯ ДИНАМИКА ТРАКТОРА ТДТ-60 ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО НЕРОВНОМУ ПУТИ

Ю. Л. КОВАЛЕВ

(Уральский лесотехнический институт)

Переезд трелевочного трактора через неровности волока и лесосеки сопровождается ударами опорных катков о неровности и потерей энергии двигателя, которая расходуется на трение в шарнирах подвески, подъем деталей ходовой части и всего трактора, а также на преодоление горизонтальных составляющих динамических нагрузок, действующих на опорные катки в моменты переезда через препятствия. Для восстановления расходуемой энергии требуется дополнительная затрата мощности двигателя. Поэтому при движении трактора через неровности волока и лесосеки появляется дополнительное сопротивление движению.

Сопротивление движению трактора от неровностей пути в теории гусеничного трактора не рассматривается. Между тем, как показывают наблюдения и экспериментальные замеры, в результате увеличения сопротивления движению, вызываемого неровностями пути, снижается скорость движения трактора, повышаются потери мощности на передвижение, уменьшаются крюковая мощность и тяговый к.п.д., возрастает расход топлива. Например, по данным А. С. Григорьевой [1], при движении трактора ДТ-54 поперек поливных борозд оросительной сети, размеры валиков которой соизмеримы с высотой

препятствий на лесных волоках и лесосеках, сила тяги снижается на 2,2%, а крюковая мощность — на 4 ÷ 11% (вследствие уменьшения скорости движения).

Известно, что тяговое усилие, затрачиваемое на передвижение трактора, расходуется на преодоление сопротивлений двух групп: внешних и внутренних (в ходовой части трактора). При движении через неровности пути наблюдается увеличение внешних потерь вследствие появления дополнительных сопротивлений движению. Изменение других потерь можно не учитывать, так как они зависят в основном от конструкции зацепления и гусениц, их грунтозацепов, предварительного натяжения гусениц и других конструктивных факторов.

При движении через препятствие на катки действуют динамические нагрузки Q_i [2], горизонтальные составляющие $Q_{i,x}$ которых направлены в сторону, противоположную движению трактора. Поэтому силы $Q_{i,x}$ следует рассматривать как дополнительное сопротивление.

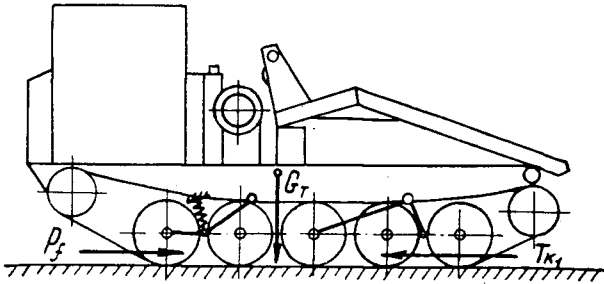


Рис. 1.

При равномерном движении трелевочного трактора без груза по ровному горизонтальному пути на него действуют (рис. 1) следующие силы: P_f — сила сопротивления движению; $T_{к1}$ — касательная сила гусениц; G_T — вес трактора.

Баланс сил для этого случая запишется следующим образом:

$$P_f = T_{к1}. \quad (1)$$

Составляющие этого равенства

$$P_f = f_1 \cdot G_T, \quad (2)$$

где f_1 — коэффициент сопротивления движению трактора;

$$T_{к1} = \frac{M_{к1}}{r_k}, \quad (3)$$

где $M_{к1}$ — крутящий момент ведущих колес;

r_k — средний радиус ведущего колеса.

Коэффициент сопротивления движению трактора

$$f_1 = \frac{P_f}{G_T} = \frac{M_{к1}}{r_k G_T}. \quad (4)$$

Баланс сил, действующих на трактор при движении через препятствие (рис. 2), имеет вид

$$P_{f \text{ общ}} = T_{к2}, \quad (5)$$

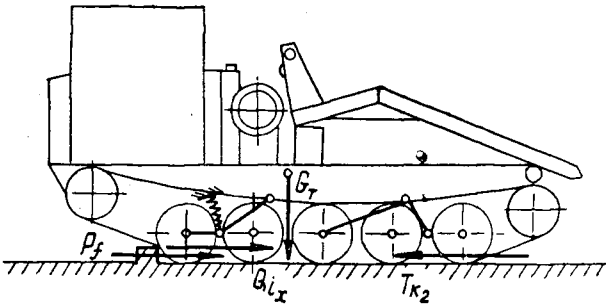


Рис. 2.

где

$$P_{f \text{ обш}} = P_f + Q_{ix}. \quad (6)$$

Коэффициент сопротивления движению трактора для этого случая

$$f'_1 = \frac{P_f + Q_{ix}}{G_T} = \frac{M_{K_2}}{r_K G_T}. \quad (7)$$

Учитывая, что

$$\frac{P_f}{G_T} = f_1,$$

получим

$$f'_1 = f_1 + \frac{Q_{ix}}{G_T} = f_1 + \Delta f_1, \quad (8)$$

где Δf_1 — величина повышения коэффициента сопротивления движению трактора через препятствие.

Увеличение крутящего момента ведущих колес при наезде трактора на препятствие равно

$$\Delta M_K = M_{K_2} - M_{K_1}$$

или, учитывая изложенное,

$$\Delta M_K = Q_{ix} \cdot r_K. \quad (9)$$

Уравнение тягового баланса при равномерном движении трактора с грузом по горизонтальному ровному волоку имеет вид (рис. 3)

$$T_K = (G_T + Q_1 + P \sin \beta) \cdot f_1 + P \cos \beta,$$

где Q_1 — вес хлыстов на шите трактора;

P — усилие перемещения хлыстов;

β — угол между горизонталью и осью хлыстов.

Из этого уравнения можно найти величину f_1

$$f_1 = \frac{T_K - P \cos \beta}{G_T + Q_1 + P \sin \beta}. \quad (10)$$

Потери на передвижение трактора характеризуются к.п.д. η_f , который равен [3]

$$\eta_f = 1 - \frac{P_f}{T_K}. \quad (11)$$

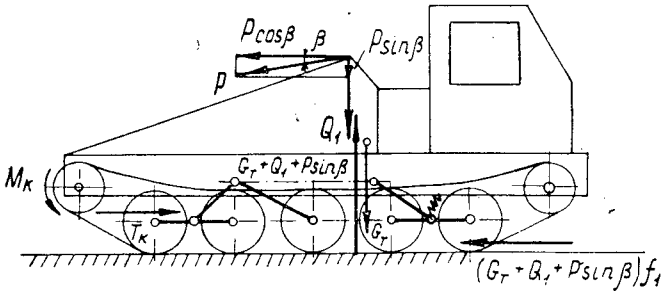


Рис. 3.

При движении трактора по неровному пути сила сопротивления движению увеличивается, поэтому к.п.д. η_f уменьшается. Тяговый к.п.д. трактора η_T определяется по уравнению

$$\eta_T = \eta_{Mr} \eta_\delta \eta_f, \quad (12)$$

где η_{Mr} — к.п.д. трансмиссии трактора;

η_δ — к.п.д., характеризующий потери от буксования движителей.

На величину тягового к.п.д. η_T трактора наибольшее влияние оказывает к.п.д. η_f , учитывающий потери на передвижение [3]. Следовательно, наиболее эффективно повышение тягового к.п.д. может быть достигнуто в результате снижения потерь на передвижение трактора.

При движении трактора через неровности снижается скорость из-за резкого увеличения сил сопротивления, поэтому наблюдается уменьшение крутяковой мощности $N_{кр}$, пропорциональной скорости движения трактора

$$N_{кр} = \frac{P \cdot v_T}{270}. \quad (13)$$

Результаты экспериментальных исследований, проведенных кафедрой тяговых машин УЛТИ в сентябре — ноябре 1964 г., показывают, что при движении трактора через неровности пути силы сопротивления движению значительно увеличиваются. Это наглядно иллюстрирует

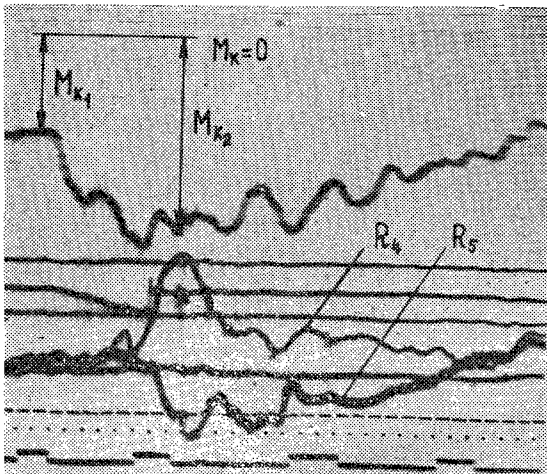


Рис. 4.

осциллограмма, приведенная на рис. 4. При наезде на препятствие имеет место ударное нагружение опорных катков, в результате которого на них начинают действовать динамические нагрузки (кривые R_4 и R_5). Результатом этого явилось увеличение крутящего момента M_k (в данном случае высота преодолеваемого препятствия равна 0,09 м).

По этой причине следует ожидать увеличения коэффициента сопротивления движению. По формуле (10) были определены значения f_1 для двух случаев движения: по ровным участкам волока и через

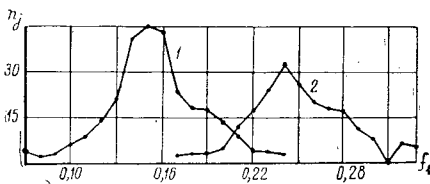


Рис. 5.

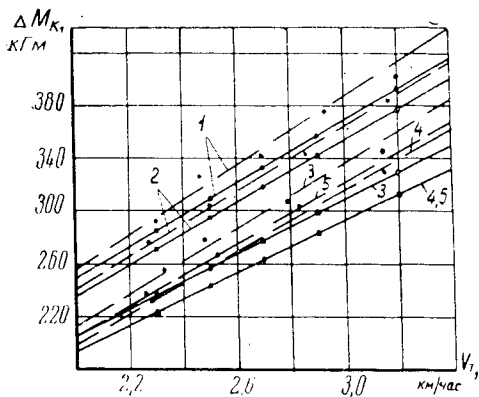


Рис. 6.

$h_{II} = 0,05$ м; сплошные линии — расчетные значения; пунктирные — экспериментальные; 1-5 — номера опорных катков.

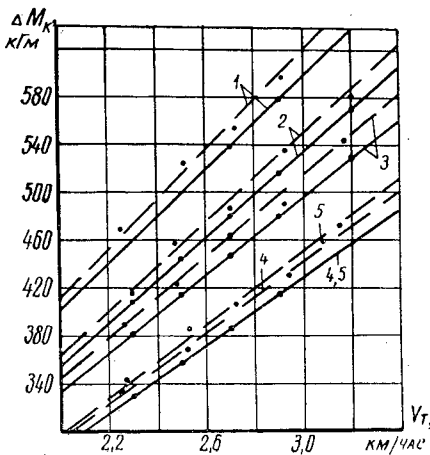


Рис. 7.

$h_{II} = 0,10$ м. Остальные обозначения те же.

неровности. Для случаев, когда трактор двигался через неровности, брали значения необходимых параметров для тех моментов времени, когда какой-либо каток наезжает на препятствие. Полученные при расчетах значения коэффициентов f_1 сводили в ряды распределения, изображенные на рис. 5 (1 — при движении трактора по ровному пути; 2 — по неровному), а результаты их обработки — в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Величина коэффициента f_1 при движении		Величина коэффициента η_f при движении	
	по ровному пути	по неровностям	по ровному пути	по неровностям
Число случаев . . .	283	209	136	145
Крайние варианты . . .	$0,07 \div 0,24$	$0,17 \div 0,33$	$0,69 \div 0,89$	$0,60 \div 0,80$
$M \pm m$	$0,156 \pm 0,002$	$0,25 \pm 0,002$	$0,79 \pm 0,0035$	$0,70 \pm 0,0036$
σ	0,038	0,032	0,042	0,044
S, %	24,36	13,00	5,31	6,28
P, %	1,41	0,89	0,44	0,50

Данные таблицы показывают, что значение коэффициента сопротивления во втором случае значительно выше (в среднем на 60,2%),

чем в первом. Поскольку при движении трактора через неровности крутящий момент M_k ведущих колес увеличивается, то по его значению можно судить о повышении сил сопротивления движению трактора. На рис. 6 и 7 приведены графики, показывающие зависимость крутящего момента ΔM_k от скорости движения. Они построены по результатам экспериментальных замеров и расчетов. Экспериментальные значения ΔM_k определяли как разности крутящих моментов, соответствующих периоду наезда какого-либо катка на препятствие, и периоду, предшествовавшему этому явлению. Иными словами

$$\Delta M_k = M_{k_2} - M_{k_1} \quad (\text{рис. 4}).$$

Расчетные значения ΔM_k находили по уравнению (9). Из рисунков следует, что величина ΔM_k зависит как от высоты преодолеваемого препятствия h_n , так и от скорости движения трактора v_T .

Движение трактора ТДТ-60 через неровности пути всегда сопровождается потерей скорости хода Δv_T . Замеры показывают, что при движении трактора через неровности по лесному волоку потери хода значительны и при числе случаев 123 колеблются в пределах 5—16% ($M \pm m = 9,77 \pm 0,2\%$; $\sigma = 2,28\%$; $C = 23,33\%$; $P = 2,04\%$).

Потери хода оказывают значительное влияние на работу трактора. Они приводят к снижению средней скорости движения, вследствие чего увеличивается время движения и расход топлива, значительно снижается крюковая мощность. Последняя пропорциональна скорости движения — уравнение (13), поэтому ее потери можно оценивать величиной потерь хода.

Рост сил сопротивления при движении трактора через неровности пути вызывает уменьшение такого важного показателя, как к.п.д. η_f . В табл. 1 приведены значения η_f , полученные при испытании трактора ТДТ-60, для двух типов лесного волока. Из этих данных видно, что при движении трактора по неровному пути значения η_f намного ниже (на 10,2—13,1%), чем при движении по ровным участкам волока.

Наши материалы позволяют сделать следующие выводы.

1. Движение трактора через неровности пути сопровождается ростом сил сопротивления, потерей скорости хода, снижением к.п.д. η_f , характеризующего потери на передвигание трактора.

2. Повышение этих показателей может быть достигнуто путем улучшения подвесок трелевочных тракторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. С. Григорьева. Исследование тяговых свойств и плавности хода тракторов в условиях орошаемого земледелия. Диссертация, М., 1953. [2]. Ю. Л. Ковалев, Ш. М. Гохман. Определение динамических нагрузок на опорные катки подвески трелевочного трактора ТДТ-60. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966. [3]. Е. Д. Львов. Теория трактора. Машгиз, М., 1960.

Поступила 8 апреля 1969 г.

УДК 621.317

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ОСТОВА ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

С. Г. КОСТОГРЫЗ

(Львовский лесотехнический институт)

Научные сотрудники Львовского лесотехнического института в сотрудничестве с работниками Онежского тракторного завода провели испытания трелевочного трактора ТДТ-55 с целью исследований плавности хода и выявления ее влияния на тяговую динамику трактора при движении по неровностям в условиях лесосек.

Методикой испытаний предусмотрено измерение следующих основных параметров: деформаций рессор передних и задних кареток подвески; вертикальных ускорений рамы трактора в месте расположения сидения водителя, водителя на сидении, рамы трактора у задней точки подвешивания рессор; продольных горизонтальных ускорений центра тяжести трактора; крутящего момента на ведомом валу бортовой передачи; числа оборотов ведущей звездочки; отметки используемой передачи; времени.

Одновременная регистрация большого количества быстро меняющихся по времени параметров вызвала необходимость применения практически безынерционной аппаратуры, не вносящей искажений в регистрируемые процессы. Таким требованиям наиболее полно отвечает электроизмерительная аппаратура, поэтому при проведении испытаний в качестве основного метода измерений принят метод преобразования механических величин в электрические с помощью специальных датчиков и последующей регистрации электрических сигналов на шлейфовом осциллографе [2].

Для измерения деформаций рессор автором разработаны и изготовлены, с учетом конструктивных особенностей подвески трактора ТДТ-55, специальные потенциометрические датчики (рис. 1), позволяющие по углу поворота рычага подвески измерять деформации рессор.

Основным элементом датчика является линейный потенциометр с непрерывной катушкой нихромовой проволоки общим сопротивлением 260 ом на каркасе в виде тороида.

В общей электрической схеме датчика потенциометр использован как два рабочих плеча измерительного моста Уитстона. В качестве противоположных плеч моста служат резисторы типа ВС сопротивлением по 200 ом. Равновесие моста определяется положением подвижного контакта потенциометра. Мост получает питание от аккумуляторной батареи 6СТ-128М напряжением 12 в.

С целью повышения чувствительности датчика возникает необходимость в применении зубчатой передачи от рычага подвески к валу подвижного контакта потенциометра (рис. 1). Для этого на ступице рычага с помощью кронштейна устанавливается зубчатый текстолитовый сектор, который входит в зацепление с шестерней, установленной на валу подвижного контакта потенциометра. Модуль зацепления $m = 2$ мм, передаточное число $i = 9,2$.

При повороте рычага каретки подвижного контакта потенциометра через зубчатую передачу поворачивается на некоторый угол, в результате чего происходит разбаланс моста, и на его измерительной диагонали возникает напряжение, которое через магазин сопротивлений подается на шлейф осциллографа.

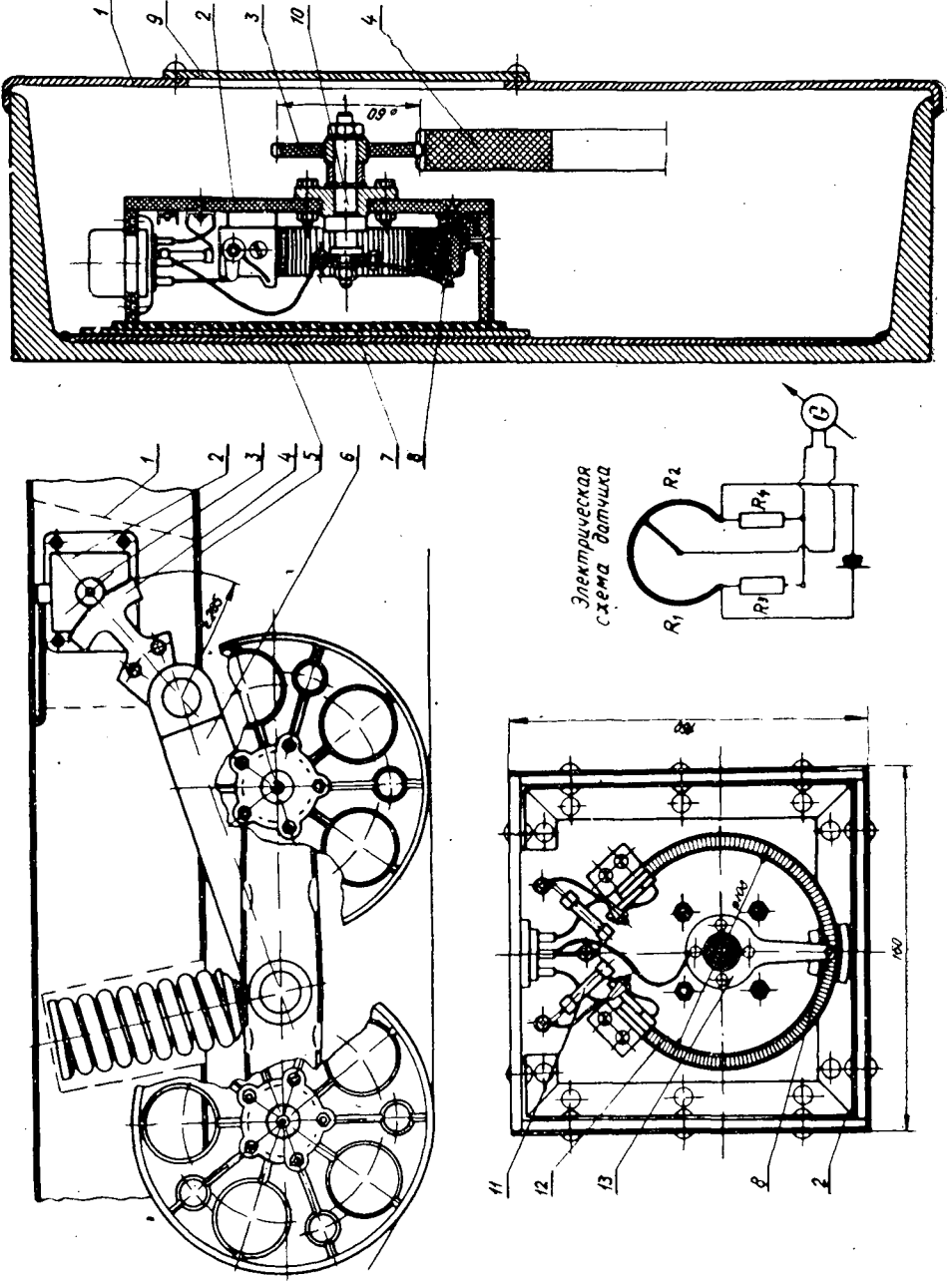


Рис. 1. Схема установки датчика деформации рессор на раме трелевочного трактора ТДТ-55.

1 — защитный кожух; 2 — корпус датчика; 3 — шестерня привода датчика; 4 — сектор привода датчика; 5 — рама трактора; 6 — рычаг подвески трактора; 7 — выключатель; 8 — контактная прокладка; 9 — люк смотрового окна; 10 — валик подвижного контакта; 11 — резистор; 12 — потенциометр; 13 — диск подвижного контакта.

Деформация рессоры через угол поворота подвижного контакта потенциометра и параметры зацепления выражается следующим образом:

$$f_i = \frac{k}{i} \beta_i, \quad (1)$$

где k — коэффициент пропорциональности ($k = 11,5$ мм/град);

β_i — угол поворота валика подвижного контакта потенциометра, град;

i — передаточное число привода датчика.

Между угловым перемещением контакта потенциометра, а следовательно, и деформацией рессоры и силой тока на выходе измерительного моста имеется линейная зависимость. В связи с этим величина масштабного коэффициента деформации рессоры при тарировке датчика определяется по формуле

$$m_f = \frac{k}{i} \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i^2}, \quad (2)$$

где h_i — амплитуда записи на осциллограмме, мм.

Измерения ускорений остова трактора и водителя на сидении производили с помощью акселерометров инерционного типа конструкции НАТИ с проволочными преобразователями сопротивления по 168,2 ом и жидкостным демпфированием. Собственная частота акселерометра 63 гц, степень демпфирования 0,6. Акселерометры позволяют измерять ускорения в пределах от 0 до 5g и предназначены для работы в электрических цепях на тензометрический усилитель 8АНЧ-7М.

Экспериментальные исследования показали, что такие пределы измерения ускорений остова трактора при движении по волоку достаточны. Максимальные значения вертикальных ускорений остова трактора при этом не превышали 3,5g.

Как известно [3], тарировка акселерометров связана со значительными трудностями, в частности, требует специальных установок. Поэтому мы применили гораздо более простой способ тарировки, осуществляя ее при помощи обыкновенной стандартной тарировочной консольной балки равного сопротивления и полностью собранного комплекта электроизмерительной аппаратуры.

Акселерометр устанавливали на свободном конце балки. Затем с помощью груза весом 5—10 кг, который внезапно снимали, балку выводили из положения равновесия. При этом акселерометр и балка совершали свободные затухающие колебания. Посредством наклеенных тензодатчиков сопротивления на ленту осциллографа записывали кривую прогибов балки, синхронно — кривую ускорений по показаниям акселерометра и время.

На рис. 2 представлен образец осциллограммы с тарировочными кривыми.

Определив по тарировочной кривой амплитуду прогиба конца балки для какого-нибудь колебания, вычисляют ускорение, которому отвечает амплитуда кривой ускорений выбранного колебания.

Дифференциальное уравнение свободных колебаний акселерометра, на консоли

$$m\ddot{y} + cy = 0, \quad (3)$$

откуда ускорение

$$\ddot{y} = -\frac{c}{m} y.$$

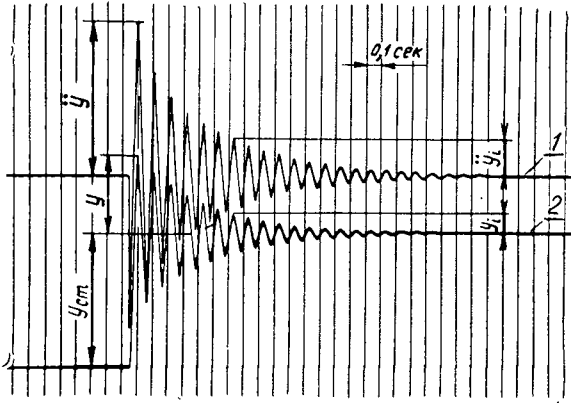


Рис. 2.

1 — кривая ускорений; 2 — кривая прогибов
конца балки.

Так как $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$, то без учета затухания абсолютная величина ускорения акселерометра на консоли определится по формуле

$$\ddot{y} = \omega^2 y, \quad (4)$$

где m — масса акселерометра, $\frac{\text{кг} \cdot \text{сек}^2}{\text{м}}$;

y — амплитуда прогиба конца балки, м;

c — жесткость балки в точке закрепления датчика, $\text{кг}/\text{м}$;

ω — угловая частота колебаний, сек^{-1} .

Величина относительной погрешности при замене точной формулы (с учетом затухания) приближенной составила 2,8%.

Для измерения крутящего момента на ведомом валу бортовой передачи применяли проволочные тензодатчики сопротивлением 400 ом, базой 30 мм, наклеенные под углом 45° к оси вала и соединенные по полумостовой схеме. Электрический сигнал с тензодатчиков при вращении вала снимали с помощью пятикамерного ртутного токосъемника концевой типа конструкции НАТИ и подавали через усилитель 8АНЧ-7М на шлейф осциллографа. Отметки используемых передач и количества оборотов ведущей звездочки производили с помощью простейших контактных преобразователей [1].

Применение усилителя 8АНЧ-7М объясняется недостаточной чувствительностью преобразователей крутящего момента и ускорений для непосредственной записи процессов на осциллограф, а также способностью этого усилителя стабильно работать в условиях вибраций, вибрационных ускорений и кратковременных перегрузок, что особенно важно при непосредственной установке измерительной аппаратуры на испытуемом тракторе. Исследуемые процессы регистрировали на фотобумаге 14-канального осциллографа Н-700.

Все потребители электрического тока получали питание от двух последовательно соединенных кислотных аккумуляторных батарей 6СТ-128М. Напряжение питания тензоусилителя 8АНЧ-7М подавалось с полупроводникового батарейного преобразователя питания ПБПП-2М. Большая емкость аккумуляторных батарей и надежная внутренняя стабилизация преобразователя ПБПП-2М обеспечивали стабильное питание всех приборов при длительной работе. На рис. 3 представлена принципиальная электрическая измерительная схема.

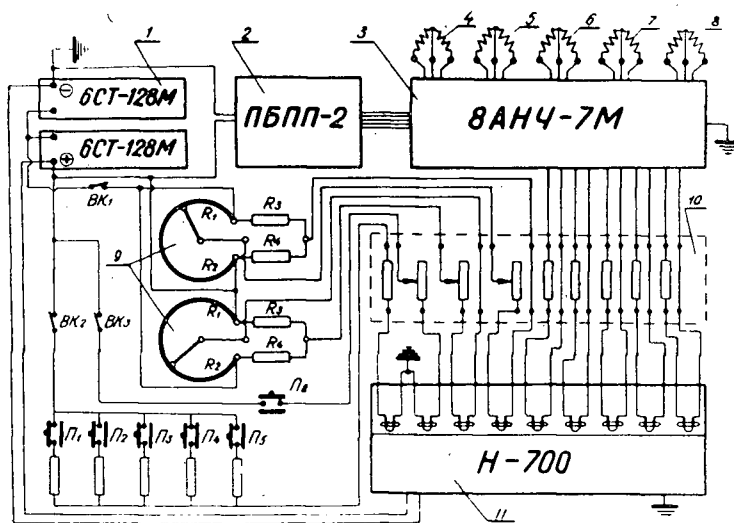


Рис. 3.

1 — аккумуляторная батарея; 2 — преобразователь питания усилителя; 3 — тензометрический усилитель; 4 — преобразователь крутящего момента на ведущей звездочке; 5, 6, 7, 8 — акселерометры; 9 — преобразователи деформаций рессор; 10 — магазин сопротивлений; 11 — электромеханическая часть осциллографа Н-700; $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_5$ — контактные преобразователи отметки используемой передачи; Π_0 — контактный преобразователь числа оборотов ведущей звездочки.

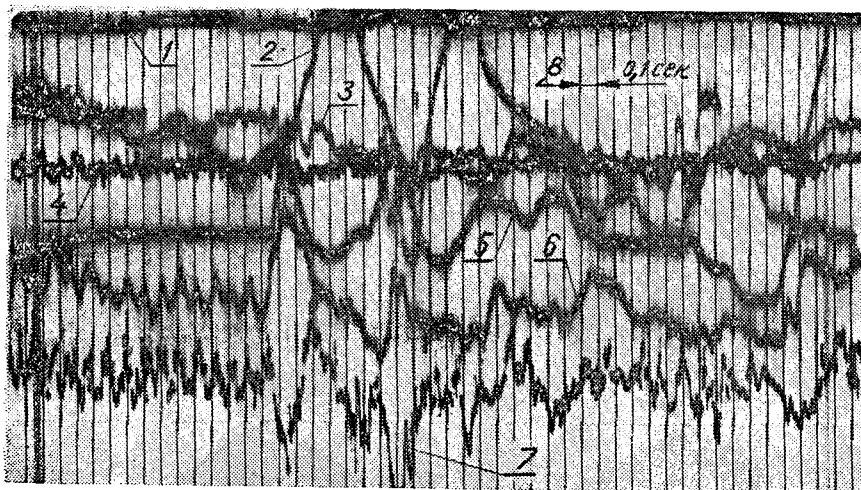


Рис. 4.

1 — отметка числа оборотов ведущей звездочки; 2 — деформация задней рессоры; 3 — ускорение рамы трактора у сидения водителя; 4 — ускорение рамы трактора у задней точки подвеса рессор; 5 — деформация задней рессоры; 6 — крутящий момент на ведущей звездочке; 7 — продольное горизонтальное ускорение центра тяжести трактора; 8 — отметка времени.

Для обеспечения автономности и исключения элементов искусственности при испытаниях все электроизмерительные приборы вместе с источниками питания размещали в кабине оператора, установленной на тракторе. Этому способствовал обобщенный опыт использова-

ния электроизмерительных приборов при исследовании нагрузочных режимов трансмиссии трактора ТДТ-55, накопленный работниками кафедры тяговых машин ЛТА [1].

При подготовке аппаратуры к работе проверяли стабильность системы питания приборов, проводили юстировку осциллографа, следили за надежным экранированием, заземлением электроизмерительной аппаратуры, а также за надежной амортизацией всех приборов.

Качество амортизации приборов определяли по ровности и стабильности записи на осциллографе при различных режимах движения трактора. Первичную оценку регистрируемых процессов, степени усиления, яркости луча, скорости протяжки бумаги, проверку качества амортизации и работоспособности приборов производили пробным циклом записей осциллограмм при движении трактора. Пружинная подвеска обеспечивала надежную работу всей аппаратуры, несмотря на значительную тряску трактора.

На рис. 4 показана осциллограмма динамических процессов, происходящих при движении трактора на II передаче через препятствие высотой 0,15 м. Как видно из рис. 4, существенных искажений записи (вследствие тряски трактора) не наблюдалось.

Использование выбранной электроизмерительной аппаратуры и измерительных схем позволило получить опытные данные для анализа плавности хода трактора и ее влияния на тяговую динамику трактора при движении по неровностям микропрофиля волока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. М. Анисимов. Опыт применения электроизмерительных приборов при исследовании нагрузочных режимов трансмиссии трелевочных тракторов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1967. [2]. А. В. Васильев, Д. М. Раппопорт. Тензометрирование и его применение в исследованиях тракторов. Машгиз, 1963. [3]. Н. П. Раевский, М. И. Субботин. Измерение линейных ускорений. Изд-во АН СССР, 1961.

Поступила 13 января 1969 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.093.6-413.82

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ШИРИНЕ ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ
ДЛЯ РЕБРОВОЙ РАСПИЛОВКИ ДРЕВЕСИНЫ

В. И. САНЕВ, В. Н. ПЛЮСНИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Устойчивость ленточных пил при работе зависит от многих факторов. Особое значение имеют температурные напряжения, которые возникают в пилах в процессе распиловки древесины из-за наличия перепадов температуры по отдельным зонам полотна. До настоящего времени температурное поле ленточных пил с теоретической и практической стороны изучено еще весьма недостаточно. Имеющиеся опытные сведения в ряде случаев противоречивы.

В данной статье изложены результаты исследования распределения температуры по ширине ленточных пил при ребровой распиловке древесины.

Задачу решаем применительно к установившемуся режиму работы ленточной пилы.

При анализе применяем принцип сохранения энергии [3], [4]. В полотне ленточной пилы выделяем участок, который находится в среде с постоянной температурой (рис. 1). Допуская постоянство коэффициента теплопроводности для участка ленты и коэффициента теплоотдачи для всей его поверхности, выясняем характер распределения температуры по ширине ленточной пилы в зоне резания (по длине условного стержня). Воспользуемся схемой одномерного потока тепла. Это допущение тем ближе к действительности, чем меньше критерий Био для рассматриваемого участка ленточной пилы

$$B_i = \frac{\alpha \delta}{\lambda} \ll 1,$$

где α — коэффициент теплоотдачи с поверхности материала в окружающей среду;

δ — толщина полотна пилы;

λ — коэффициент теплопроводности материала пилы.

Критерий Био представляет собой отношение величин $\frac{\alpha \cdot \delta}{\lambda}$, характеризующих интенсивность теплоотвода с поверхности участка ленты в окружающую среду по сравнению с интенсивностью притока тепла к поверхности из внутренних зон ленты. Чем ниже критерий Био, тем меньше отвод тепла с поверхности охлаждаемого участка по сравнению с возможным притоком тепла изнутри. В связи с этим в решении задачи для $B_i \ll 1$ градиент температуры в поперечном сечении ленты (по толщине) приближенно можно считать достаточно малым по сравнению с градиентом температуры по ее ширине. В стационарных условиях тепловой поток в элементарной полосе толщиной dx (рис. 1) изменяется вследствие теплоотдачи с наружной поверхности.

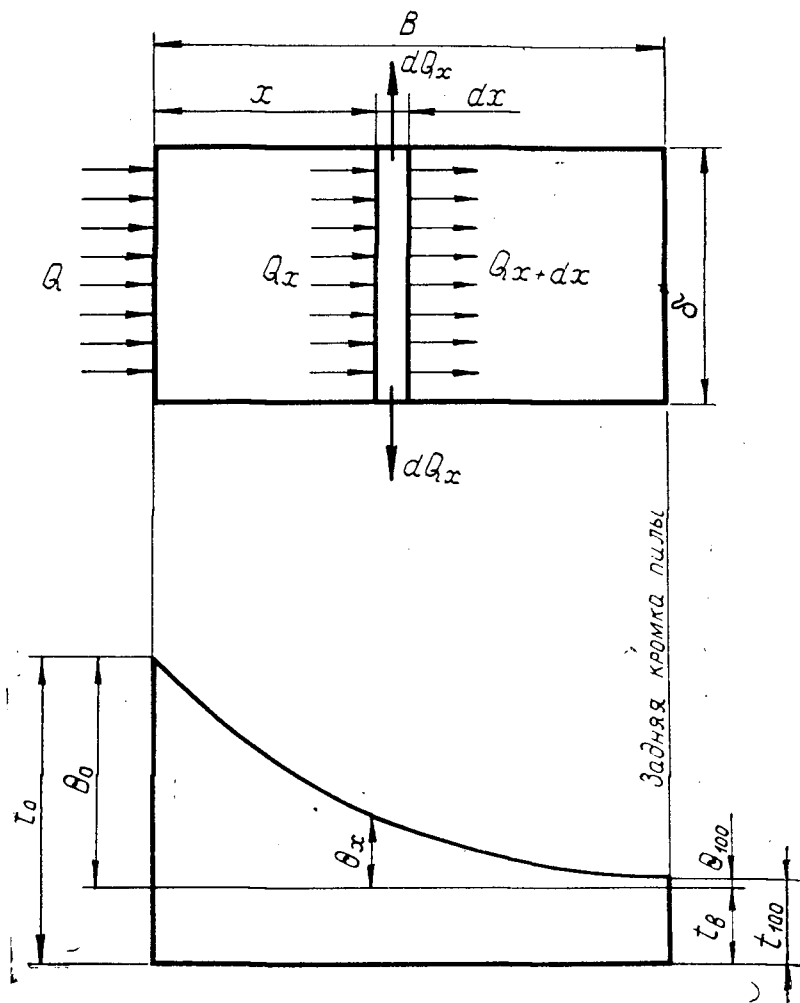


Рис. 1. Расчетная схема к определению характера распределения температуры по ширине ленточной пилы.

В связи с этим уравнение теплового баланса можно представить в следующей форме:

$$Q_x = Q_{x+dx} + dQ_x$$

или иначе

$$f\lambda \frac{d^2\theta}{dx^2} dx = Udx\theta;$$

$$\theta = t_x - t_b.$$

здесь θ — разность температур участка полотна пилы и окружающей среды;

t_x — температура участка полотна пилы на определенном расстоянии от рабочей (зубчатой) кромки;

t_b — температура окружающей среды (воздуха).

Для элементарного участка полотна ленточной пилы дифференциальное уравнение теплопроводности запишем в виде

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} - m^2\theta = 0, \quad (1)$$

где m — размерный параметр дифференциального уравнения;

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda\delta}} = \sqrt{\frac{U\alpha}{f\lambda}}.$$

Общее решение уравнения (1) имеет вид

$$\theta_x = C_1 e^{+mx} + C_2 e^{-mx}. \quad (2)$$

Для условного стержня конечной длины с учетом граничных условий находим

$$\text{при } x = 0 \quad \theta_x = \theta_0 = C_1 + C_2; \quad (3a)$$

$$\text{при } x = B \quad \left. \frac{d\theta}{dx} \right|_{x=B} = -\frac{\alpha}{\lambda} \theta_B, \quad (3b)$$

здесь B — ширина ленточной пилы;

C_1 и C_2 — постоянные;

θ_0 — разность температур на рабочей (зубчатой) кромке пилы;

θ_B — разность температур на задней кромке пилы.

Путем подстановки и дифференцирования уравнения получим равенство

$$C_2 e^{-mB} - C_1 e^{+mB} = \frac{\alpha}{\lambda m} (C_1 e^{+mB} + C_2 e^{-mB}). \quad (4)$$

Так как величина $\frac{\alpha}{\lambda m} = \frac{1}{2} \cdot B_i$, то согласно принятому выше условию ($B_i \ll 1$) получим следующее приближенное равенство:

$$C_1 e^{+mB} \approx C_2 e^{-mB}. \quad (5)$$

Путем совместного решения уравнения (3a) и равенства (5) находим постоянные

$$C_1 = \frac{\theta_0}{1 + e^{+mB}}; \quad C_2 = \frac{\theta_0}{1 + e^{-mB}}.$$

Таким образом, для распределения температуры по ширине полотна ленточной пилы имеем следующее уравнение:

$$\theta_x = \theta_0 \cdot \frac{e^{+m(B-x)} + e^{-m(B-x)}}{e^{+mB} + e^{-mB}}, \quad (6)$$

где θ_x — разность температур на расстоянии x от зубчатой кромки ленты;

θ_0 — разность температур на рабочей (зубчатой) кромке пилы.

Если учесть, что

$$\frac{1}{2} (e^{+mB} + e^{-mB}) = \text{ch}(mB)$$

и

$$\frac{1}{2} [e^{+m(B-x)} + e^{-m(B-x)}] = \text{ch}[m(B-x)],$$

то путем преобразования уравнения (6) получим

$$\theta_x = \theta_0 \cdot \frac{\text{ch}[m(B-x)]}{\text{ch}(mB)}. \quad (7)$$

Рассчитаем температуру по ширине ленточной пилы для различных комбинаций ее параметров. С этой целью в качестве исходных данных примем постоянные величины: B — ширина ленты 100 мм; t_b — температура окружающего воздуха 20°C; x — расстояния рассматриваемых участков полотна ленточной пилы от передней кромки соответственно 0, 25, 50, 75, 100 мм. Переменные величины приведены в табл. 1.

Таблица 1

Переменные величины	Обозначение	Размерность	Значения переменных величин			
			1	2	3	4
Толщина полотна пилы	δ	мм	1	1,25	1,5	2
Температура нагрева зубчатой кромки пилы	t_0	°С	40	60	80	100
Кэффициент теплопроводности материала ленты	λ	$\frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{час} \cdot \text{°С}}$	25	30	33	40
Кэффициент теплоотдачи от полотна ленты окружающему воздуху	α	$\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{°С}}$	100	150	200	—

Одна из наиболее существенных величин, оказывающих влияние на характер распределения температуры по ширине ленты, — коэффициент теплоотдачи α от полотна ленточной пилы окружающему воздуху. Для определения этого коэффициента воспользуемся формулой Дуббеля, имеющей следующий вид [4]:

$$\alpha = \frac{3W^{0,8}}{4\sqrt{d_э}}, \quad (8)$$

где W — относительная скорость движения воздуха вдоль ленты, м/сек;

$d_э$ — эквивалентный гидравлический диаметр;

$$d_э = \frac{4F}{M}; \quad (9)$$

$$F = Bb_0; \quad M = 2(B + b_0),$$

здесь b_0 — ширина канала, в котором протекает воздух.

Величину b_0 условно примем равной 0,0005 и 0,001 м. Этим значениям будут соответствовать следующие эквивалентные гидравлические диаметры по формуле (9): 0,0018 и 0,0032 м.

Скорость движения воздуха по ширине ленты весьма незначительна; основную роль играет скорость движения ленточной пилы относительно воздуха ($W = 30 \div 40$ м/сек). При соответствующих значениях гидравлического диаметра коэффициент теплоотдачи α в зависимости от ширины канала по формуле (8) равняется 165 и 135 ккал/м²·час·°С.

Используя приведенные выше зависимости, рассчитаем температуру в точках по ширине ленточной пилы. Для расчета примем $\delta = 0,001$ м; $t_0 = 40^\circ\text{С}$; $\lambda = 30$ ккал/м·час·°С; $\alpha = 150$ ккал/м²·час·°С.

Решая задачу, определим величину m , входящую в формулу (1),

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda\delta}} = 100 \text{ } 1/\text{м}.$$

Используя полученное значение m и подставив величины x в формулу (6), получим разность температур полотна пилы на данном участке и окружающего воздуха. Например, на расстоянии 25 мм от зубчатой кромки пилы разность температур

$$\theta_{25} = 20 \frac{2,73^{+100(0,1 - 0,025)} + 2,73^{-100(0,1 - 0,025)}}{2,73^{+100 \cdot 0,1} + 2,73^{-100 \cdot 0,1}} = 1,65^{\circ}\text{C}.$$

На этом участке температура нагрева полотна пилы (с учетом температуры окружающего воздуха $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$)

$$t_{25} = t_{\text{в}} + \theta_{25} = 21,65^{\circ}\text{C}.$$

Аналогично рассчитываем температуру полотна пилы, и разность температуры между поверхностью полотна и окружающим воздухом и для других участков по ширине ленты. Результаты расчета температуры по ширине ленточной пилы приведены в табл. 2 (числитель дроби).

Таблица 2

Параметры полотна ленточной пилы				Температура, °С, в точках по ширине ленты			
толщина пилы δ , м	коэффициент теплопроводности λ , $\frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{час} \cdot ^{\circ}\text{C}}$	коэффициент теплоотдачи α , $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot ^{\circ}\text{C}}$	температура режущей кромки t_0 , °С	t_{25}	t_{50}	t_{75}	t_{100}
0,001	30	150	80	24,95	20,399	20,033	20,005
				25,75	20,61	20,074	20
0,00125	30	150	80	25,42	20,52	20,08	20,012
				27,4	20,97	20,243	20
0,0015	30	150	80	26,1	20,82	20,15	20,04
				29,82	21,61	20,38	20
0,002	30	150	80	27,05	21,06	20,40	20,12
				30,5	21,99	20,67	20
0,001	25	150	80	24,64	20,24	20,026	20,004
				24,78	20,56	20,054	20
0,001	30	150	80	24,95	20,399	20,033	20,005
				25,75	20,61	20,074	20
0,001	33	150	80	25,48	20,46	20,039	20,009
				26,45	20,74	20,168	20
0,001	40	150	80	26,3	20,82	20,07	20,014
				27,75	21,08	20,29	20
0,001	30	100	80	25,08	20,42	20,05	20,009
				—	—	—	—
0,001	30	150	80	24,95	20,399	20,033	20,005
				—	—	—	—
0,001	30	200	80	24,5	20,33	20,027	20,004
				—	—	—	—
0,001	30	150	40	21,65	20,133	20,011	20,002
				21,92	20,21	20,026	20
0,001	30	150	60	23,3	20,266	20,022	20,003
				23,84	20,42	20,05	20
0,001	30	150	80	24,95	20,399	20,033	20,005
				25,75	20,61	20,074	20
0,001	30	150	100	26,6	20,532	20,044	20,007
				27,68	20,84	20,1	20

Распределение температуры по ширине ленточной пилы изучают и методом Фурье [1]. В основу расчета берут дифференциальное уравнение теплопроводности.

$$\frac{d^2t}{dB^2} + \frac{1}{B} \cdot \frac{dt}{dB} + \frac{1}{B^2} \cdot \frac{d^2t}{d\varphi^2} + \frac{d^2t}{dZ^2} = 0, \quad (10)$$

где t — температура зубчатой кромки полотна ленточной пилы;
 B — координата, которая учитывает распределение температуры по ширине полотна пилы;
 Z — координата, учитывающая распределение температуры по толщине полотна пилы;
 φ — координата, которая учитывает распределение температуры по длине пилы.

Можно считать, что в движущемся полотне ленточной пилы нет переноса тепла вдоль рассматриваемого участка и перепада температуры по толщине. С учетом этого уравнение теплопроводности (10) примет вид

$$\frac{d^2t}{dB^2} + \frac{1}{B} \cdot \frac{dt}{dB} = 0. \quad (11)$$

При этих условиях имеем одномерный поток тепла по ширине ленточной пилы. Рассматривая схему тепловых потоков применительно к элементарному участку полотна пилы и произведя соответствующие преобразования, получим следующую общую формулу для определения температуры по ширине полотна пилы вне зависимости от числа участков:

$$t = t_b + (t_0 - t_p) \frac{K_{11}I_0 + I_{11} \cdot K_0}{K_{11}I_{05} + I_{11}K_{05}}, \quad (12)$$

где t_0 — температура режущей кромки ленточной пилы;
 I_0 и K_0 — функции Бесселя соответственно первого и второго рода [2] нулевого порядка аргумента x .

Результаты расчета температуры на основе уравнения (12) с применением функций Бесселя приведены в табл. 2 (знаменатель дроби).

Сравнительный анализ данных, полученных первым и вторым способами (табл. 2), показывает достаточно хорошую сходимость результатов. Таким образом, при расчетах можно использовать формулы (6) и (12).

Выводы

1. Коэффициент теплоотдачи материала пилы к окружающему воздуху оказывает большое влияние на характер распределения температуры по ширине полотна ленточной пилы.

2. Сильное падение температуры происходит на участке в зоне зубьев, который составляет 0,25—0,3 от общей ширины ленты.

3. С увеличением толщины пилы перепад температуры снижается. Это объясняется уменьшением теплового сопротивления от передней кромки к задней.

4. Изменение коэффициента теплопроводности λ для стали, из которой изготовлена ленточная пила, не оказывает существенного влияния на распределение температуры по ширине ленты. С уменьшением λ наблюдается небольшой рост величины градиента температуры по ширине полотна. Это объясняется, видимо, тем, что со снижением коэффициента λ увеличивается тепловое сопротивление в направлении от передней кромки пилы к задней. Поэтому желательно использовать пилы с большим коэффициентом теплопроводности или искусственно увеличивать теплопроводность от передней кромки пилы к задней.

5. Уменьшение коэффициента теплоотдачи α от полотна ленты к окружающему воздуху ведет к снижению градиента температуры по

ширине пилы. Это объясняется увеличением теплового сопротивления по толщине ленточной пилы по отношению к тепловому сопротивлению по ее ширине.

6. С увеличением температуры в передней зоне полотна пилы t_0 градиент температуры по ширине пилы резко возрастает, а тепловое состояние средней и задней зон остается почти неизменным. Отсюда следует, что при быстром подводе тепла в зоне зубьев оно почти полностью идет на нагрев этой зоны. Ширина передней зоны, где происходит основной тепловой процесс, составляет 0,25—0,30 от ширины полотна.

7. Возможности эффективного уменьшения градиента температуры по ширине полотна ленточной пилы путем выбора соответствующего материала λ и толщины пилы δ весьма ограничены. Очевидно, необходимо изыскивать более радикальные меры (которые позволили бы нормировать перепад температуры или сводить его до минимального значения): водо-воздушное охлаждение ленты, охлаждение ее на выходе из пропила с помощью вихревых пневматических трубок, выравнивание температуры по ширине ленты с помощью нагрева более холодных зон на основе системы автоматического регулирования.

8. В связи с наличием холостого участка на пути движения ленты температура нагрева ее по ширине не остается постоянной. Перепад температуры по ширине ленты на разных участках траектории движения различен; имеется перепад температуры как по ширине полотна, так и по длине. Это создает сложную картину напряженного состояния пилы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Э. Грубе, В. И. Санев, В. К. Пашков. К вопросу о температурном поле дисков пил для продольной распиловки древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1966. [2]. Р. О. Кузьмин. Бесселевы функции. ГНТИ, 1934. [3]. А. В. Лыков. Теория теплопроводности, М., 1952. [4]. С. Н. Шорин. Теплопередача. М., 1958.

Поступила 20 января 1969 г.

УДК 674.053

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА ЗАЖИМНЫХ ШАЙБ НА НАЧАЛЬНУЮ ФОРМУ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ДИСКОВ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ПИЛ

Ю. М. СТАХИЕВ
(ЦНИИМОД)

В процессе эксплуатации периферийная часть пилы нагревается сильнее, чем средняя. Следствие возникающего температурного перепада — температурные напряжения, которые являются основной причиной потери устойчивости плоской формы равновесия дисковых пил.

Потеря устойчивости дисков в общем случае может происходить по зонтичной, веерной и комбинационным формам. Согласно работам некоторых авторов [1], [2], при неравномерном нагреве пилы вдоль радиуса практически возможны только вторая и более высокие (число узловых диаметров $\lambda \geq 2$) веерные формы потери устойчивости (или колебаний) диска, причем авторы принимают, что при увеличении температурного перепада потеря устойчивости начинается обязательно со второй веерной формы независимо от прочих условий.

Путем теоретических исследований [3] нами установлено влияние диаметра зажимных шайб на начальную форму потери устойчивости диска. При отношении диаметра зажимных шайб к диаметру диска C , равному 0,2, потеря устойчивости в статике начинается со второй веерной формы $\lambda=2$; при $C=0,3$ $\lambda=3$; при $C=0,4$ $\lambda=3$; при $C=0,5$ $\lambda=4$; при $C=0,6$ $\lambda=4$. Проверке этого теоретического положения были посвящены экспериментальные исследования, выполненные нами в 1965 г. в лаборатории резания древесины и инструментов ЦНИИМОДа.

В опытах использовали диски без зубьев диаметром 500 мм, толщиной 2,2 мм с центровым отверстием диаметром 85 мм. Прокровку и правку их в условиях завода-изготовителя не производили. Потеря устойчивости плоской формы равновесия дисков вызывалась созданием напряжений сжатия в периферийной зоне при вальцевании дисков по внешнему контуру $\rho=247$ мм при силе прижима роликов $P_B=750 \div 3000$ кг. Радиус кривизны роликов в осевом сечении составлял 35 мм.

Правомерность замены неравномерного нагрева диска его вальцеванием по внешнему контуру основана на следующем: 1) вальцевание, как и неравномерный нагрев диска, приводит к образованию сжимающих напряжений в периферийной зоне и растягивающих — в средней; 2) согласно теоретическим исследованиям при изучении напряжений от неравномерного нагрева достаточно ограничиться таким законом распределения температуры по радиусу, который лишь в общих чертах отражает действительную картину; 3) для определения влияния диаметра зажимных шайб на начальную форму потери устойчивости диска не требуется знания величины температурного перепада, а важен лишь результат его воздействия. Положительная сторона принятого метода — возможность обстоятельного обследования различных напряженных состояний диска.

Для приближения условий опытов к условиям производственной эксплуатации инструмента перед вальцеванием по внешнему контуру диски зажимали в шайбах специальной конструкции, обеспечивающих жесткую заделку центральной зоны полотна. Диаметр зажимных шайб 100, 150, 200 и 250 мм. Это позволяло получать значения параметра $C=0,2; 0,3; 0,4$ и $0,5$ при диаметре дисков 500 мм, что необходимо для сопоставимости условий опытов и выполненных ранее теоретических расчетов.

Каждый опытный диск последовательно обрабатывали по одному и тому же следу вальцевания $\rho=247$ мм при значениях силы прижима роликов P_B от 750 до 3000 кг через каждые 150 кг. Зажимные шайбы снимали только после завершения всех опытов на исследуемом диске. Момент потери устойчивости диска устанавливали по его форме, характеризующейся показателем λ и величиной размаха колебаний $2A$. Запись формы дисков и определение величины $2A$ производили на радиусе $\rho=225$ мм.

Принципиальная схема экспериментальной установки для определения формы и двойной амплитуды колебаний дисков пил показана на рис. 1. Установка имеет жесткую станину, на которой установлен пыльный вал в шарикоподшипниковых опорах. Привод вала осуществляется от исполнительного механизма типа ДР, обеспечивающего вращение пыльного вала со скоростью 0,3 об/мин. Аксиальное биение коренной шайбы на радиусе 80 мм составляло 0,01 мм.

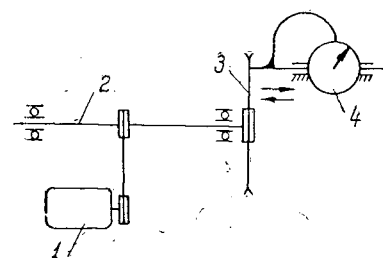


Рис. 1.

1 — привод вала; 2 — пыльный вал;
3 — опытный диск; 4 — датчик.

Для регистрации формы диска применяли датчик*, специально сконструированный на базе индикатора часового типа ИЧ-10, оснащенного пластинчатой пружиной сечением $22 \times 0,08$ мм с наклеенными фольговыми датчиками сопротивления R_1 и R_2 .

* Датчик разработан и изготовлен инженером ЦНИИМОДа В. А. Коноваловым.

Последние имеют базу 20 мм, сопротивление 200 ом. Один конец пружины неподвижен и жестко прикреплен к корпусу индикатора, другой — к подвижному его стержню.

Датчик установлен на кронштейне экспериментальной установки так, чтобы стержень индикатора соприкасался с боковой поверхностью диска на радиусе $r = 225$ мм и был перпендикулярен ей. При вращении пильного вала стержень индикатора перемещается, копируя местные дефекты и форму диска. Это вызывает деформацию пластинчатой пружины. В результате наклеенный на пластинчатую пружину тензодатчик, например R_1 , испытывает сжатие, а тензодатчик R_2 — растяжение. Омическое сопротивление соответственно изменяется на величины ΔR_1 и ΔR_2 . Возникающий ток дебаланса моста подается на вход самопишущего многопредельного микроампермилливольтметра типа Н-373-2 и усиливается в зависимости от выбранного диапазона измерений. Одновременно отклоняются стрелка прибора и его регистрирующая система. Ввиду широких пределов измерений прибора (0,5—150 ма) можно регистрировать величины, соответствующие линейным перемещениям стержня индикатора от 0,01 до 10 мм. Форму диска записывали на ленте шириной 100 мм при скорости ее движения 5400 мм/час.

При проведении опытов был принят следующий порядок работы: 1) опытный диск, зажатый в специальных шайбах (оснастке), вальцуют по внешнему контуру; 2) без разжатия шайб диск снимают с вальцовочного станка и устанавливают на вал экспериментальной установки; 3) на измерительный мост подают питание и при помощи потенциометров осуществляют его балансировку; в результате стрелка прибора должна установиться на середине шкалы; 4) включают привод вала установки и регистрирующий прибор; 5) записывают колебания диска в течение шести оборотов вала; 6) выключают привод вала и регистрирующий прибор; опытный диск (зажатый в шайбах) снимают с установки и помещают на вальцовочном станке. Дальнейший порядок работы аналогичен описанному.

Результаты опытов по изучению влияния диаметра зажимных шайб на начальную форму потери устойчивости диска приведены на рис. 2 и 3. Согласно принятым методическим положениям полученные данные анализировали в отдельности для каждого исследуемого диска, поэтому на рисунках представлены материалы, относящиеся к отдельно выбранным опытным дискам. На рис. 2 колебания в пределах одного оборота диска заштрихованы.

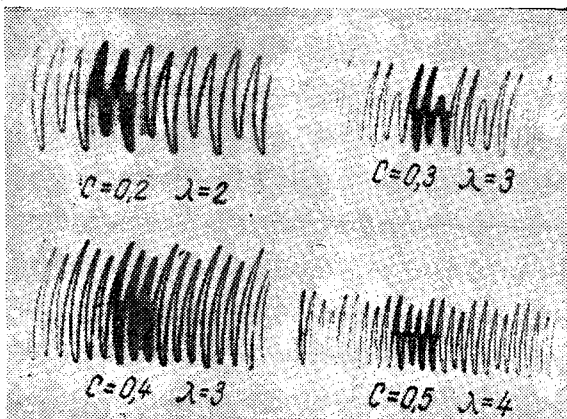


Рис. 2. Начальные формы потери устойчивости диска диаметром 500 мм при диаметре шайб соответственно 100, 150, 200 и 250 мм.

Проведенные исследования показали, что диаметр зажимных шайб оказывает непосредственное влияние на начальную форму потери устойчивости дисков. При вальцевании периферийной зоны диска и-

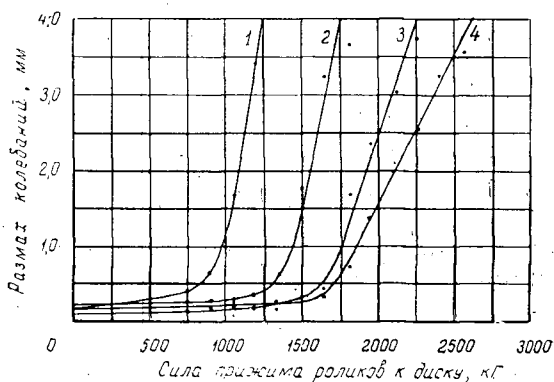


Рис. 3. Зависимость размаха колебаний диска от силы прижима роликов при его вальцевании по внешнему контуру.

$$1 - \frac{d}{\lambda} = \frac{100}{2}; \quad 2 - \frac{d}{\lambda} = \frac{150}{3}; \quad 3 - \frac{d}{\lambda} = \frac{200}{3}; \quad 4 - \frac{d}{\lambda} = \frac{250}{4}$$

создании напряжений сжатия критической величины диск теряет устойчивость плоской формы равновесия.

При принятом диаметре диска каждому диаметру зажимных шайб соответствует определенная, характерная для этих условий начальная форма потери устойчивости упругого равновесия. Опыты подтвердили установленную на основании расчетов зависимость между начальной формой потери устойчивости λ и отношением диаметра зажимной шайбы к диаметру диска S .

При увеличении сжимающих напряжений в периферийной зоне диска до определенного предела изменение размаха колебаний практически незначительно (рис. 3). В этот период форма диска остается неопределенной. В дальнейшем при увеличении начальной величины размаха колебаний примерно в 2—3 раза диск теряет устойчивость упругого равновесия по одной из веерных форм ($\lambda \geq 2$). Эти моменты отражены на рис. 2. Представленные на нем записи колебаний относятся к 1 и 2 диапазонам измерений прибора Н-373-2. Значения размахов колебаний $2A$ для этих дисков приведены на рис. 3.

Анализ полученных записей показывает, что после потери устойчивости упругого равновесия происходят синусоподобные амплитудно-переменные колебания. Число узловых диаметров λ веерной формы определяется количеством синусоид в пределах одного оборота вала.

Момент потери устойчивости характеризуется неравномерностью амплитуд колебания в пределах одного оборота диска. Последующее вальцевание периферии диска вызывает увеличение размаха колебаний и одновременно выравнивание амплитуд в пределах одного оборота. При достижении определенной величины сжимающих напряжений в периферийной зоне диска появляется новая (после начальной) форма потери устойчивости упругого равновесия. Так, например, при изменении силы прижима роликов P_v в пределах 750—3000 кг были получены следующие формы потери устойчивости: при $S = 0,2$ $\lambda = 2$ и 3; при $S = 0,3$ и 0,4 $\lambda = 3$ и 4; при $S = 0,5$ $\lambda = 4$ и 5.

Наступление последующей более высокой веерной формы обычно сопровождалось некоторым уменьшением размаха колебаний. Особенно это характерно для $S = 0,2$, когда величина размаха колебаний уменьшалась примерно в 2 раза. Наблюдения также показали, что для на-

чальной формы потери устойчивости характерно резкое уменьшение поперечной жесткости диска: при незначительном надавливании рукой на периферийную зону диск легко деформировался.

Проведенные наблюдения за работой пил в производственных условиях подтверждают полученные в результате исследований данные о влиянии диаметра зажимных шайб на начальную форму потери устойчивости пил. На пилах, потерявших устойчивость в процессе эксплуатации, имелось, как правило, 4, 6 или 8 «зажогов», расположенных по кольцу одного определенного диаметра. Количество зажогов соответствовало второй, третьей или четвертой веерным формам потери устойчивости и зависело, в основном, от отношения диаметра зажимных шайб к диаметру диска.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. С. Гуркин. Теоретическое исследование устойчивости плоской формы равновесия круглых пил. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, ЛТА, Л., 1958. [2]. П. И. Лапин. Определение допустимого числа оборотов пильного диска из условий прочности и собственных частот колебаний. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1959. [3]. Ю. М. Стахийев. Напряженное состояние и устойчивость дисковых пил. Сборник трудов семинара «Оптимальные режимы и конструкции режущего инструмента для обработки древесины», ч. III, ЛДНТП, Л., 1964.

Поступила 1 ноября 1967 г.

УДК 674.815-41

УПРУГИЕ ПОСТОЯННЫЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОЙ ПЛИТЫ КАК КВАЗИИЗОТРОПНОГО МАТЕРИАЛА

А. А. ПОЗДНЯКОВ

(Филиал Ростовского института сельскохозяйственного машиностроения)

Данная работа посвящена обоснованию величин упругих постоянных древесностружечных плит. В таких плитах 90% веса составляет древесная стружка и примерно 10% — связующее. Малый процент связующего позволяет предположить, что упругие свойства плиты определяются, в основном, упругими свойствами древесины. Связующее распределяется между стружками весьма тонким слоем и не может оказать существенного влияния на величину упругих постоянных. Это предположение подтверждается близкими по величине значениями модулей упругости для плит с различными связующими [1], [2], [3], [4].

Каждая отдельная стружка представляет собой частицу с ортогональной схемой анизотропии. Эти ортотропные частицы расположены в плоскости плиты хаотически, то есть плита являет конгломерат анизотропных частиц, расположенных в ее плоскости, и в большом объеме плиту можно рассматривать как плоское квазиизотропное упругое тело. Упругие свойства такого тела характеризуются тремя упругими постоянными (из которых две независимы) — модулем упругости E , коэффициентом Пуассона μ и модулем сдвига G . Упругие свойства ортотропной частицы в произвольных направлениях характеризуются 21 упругой постоянной, из которых только 9 независимых. Упругие постоянные квазиизотропной плиты связаны с упругими постоянными составляющих анизотропных частиц.

В физике кристаллов существует, в основном, четыре метода [9]—[12] осреднения упругих постоянных анизотропных частиц, составляющих квазиизотропный конгломерат [8]. Для древесностружечных плит наиболее подходящим следует признать первый, основанный на том допущении, что деформированное состояние анизотропной частицы такое же, как и деформированное состояние конгломерата в этом месте [12].

Указанный метод подробно рассмотрен в некоторых работах [6], [7] применительно к конгломерату анизотропных кристаллов, произвольно ориентированных по всему объему тела.

Для получения необходимых выражений осредненных упругих постоянных древесностружечной плиты осреднение необходимо выполнить в ее плоскости. Для этого выберем некоторую фиксированную систему координат xyz , причем ось z направим перпендикулярно плоскости плиты, а оси x и y расположим в плоскости плиты. Пусть величины $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{zy}, \tau_{xz}, \tau_{xy}$ — компоненты тензора напряжений, а $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z, \gamma_{zy}, \gamma_{xz}, \gamma_{xy}$ — компоненты тензора деформаций относительно этой фиксированной системы координат. Величины же $\sigma_x^i, \sigma_y^i, \sigma_z^i, \tau_{zy}^i, \tau_{xz}^i, \tau_{xy}^i$ — компоненты тензора напряжений, а $\epsilon_x^i, \epsilon_y^i, \epsilon_z^i, \gamma_{zy}^i, \gamma_{xz}^i, \gamma_{xy}^i$ — компоненты тензора деформаций для i -й анизотропной частицы относительно фиксированной системы координат xyz .

Далее выберем некоторую систему координат $x_i y_i z_i$ в i -й частице, рационально ориентированную по отношению к осям упругой симметрии этой частицы.

Величины $\sigma_{x_i}, \sigma_{y_i}, \sigma_{z_i}, \tau_{z_i y_i}, \tau_{x_i z_i}, \tau_{x_i y_i}$ — компоненты тензора напряжений, а $\epsilon_{x_i}, \epsilon_{y_i}, \epsilon_{z_i}, \gamma_{z_i y_i}, \gamma_{x_i z_i}, \gamma_{x_i y_i}$ — компоненты тензора деформаций для i -й анизотропной частицы относительно рациональной системы координат $x_i y_i z_i$.

Если через α обозначить угол между осями x_i и x , y_i и y при расположении стружки в плоскости плиты (оси z_i и z совпадают), то связь компонентов тензора напряжений и деформаций в обеих системах координат выразится следующими формулами:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^i &= \sigma_{x_i} \cos^2 \alpha + \sigma_{y_i} \sin^2 \alpha - 2\tau_{x_i y_i} \sin \alpha \cos \alpha \\ \sigma_y^i &= \sigma_{x_i} \sin^2 \alpha + \sigma_{y_i} \cos^2 \alpha + 2\tau_{x_i y_i} \sin \alpha \cos \alpha \\ \tau_{x_y}^i &= \sigma_{x_i} \sin \alpha \cos \alpha - \sigma_{y_i} \sin \alpha \cos \alpha + \tau_{x_i y_i} (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

и наоборот

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{x_i} &= \sigma_x^i \cos^2 \alpha + \sigma_y^i \sin^2 \alpha + 2\tau_{x_y}^i \sin \alpha \cos \alpha \\ \sigma_{y_i} &= \sigma_x^i \sin^2 \alpha + \sigma_y^i \cos^2 \alpha - 2\tau_{x_y}^i \sin \alpha \cos \alpha \\ \tau_{x_i y_i} &= -\sigma_x^i \sin \alpha \cos \alpha + \sigma_y^i \sin \alpha \cos \alpha + \tau_{x_y}^i (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Для деформаций

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_x^i &= \epsilon_{x_i} \cos^2 \alpha + \epsilon_{y_i} \sin^2 \alpha - \gamma_{x_i y_i} \sin \alpha \cos \alpha \\ \epsilon_y^i &= \epsilon_{x_i} \sin^2 \alpha + \epsilon_{y_i} \cos^2 \alpha + \gamma_{x_i y_i} \sin \alpha \cos \alpha \\ \gamma_{x_y}^i &= 2\epsilon_{x_i} \sin \alpha \cos \alpha - 2\epsilon_{y_i} \sin \alpha \cos \alpha + \gamma_{x_i y_i} (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

и наоборот

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{x_i} &= \varepsilon_x^i \cos^2 \alpha + \varepsilon_y^i \sin^2 \alpha + \gamma_{xy}^i \sin \alpha \cos \alpha \\ \varepsilon_{y_i} &= \varepsilon_x^i \sin^2 \alpha + \varepsilon_y^i \cos^2 \alpha - \gamma_{xy}^i \sin \alpha \cos \alpha \\ \gamma_{x_i y_i} &= -2\varepsilon_x^i \sin \alpha \cos \alpha + 2\varepsilon_y^i \sin \alpha \cos \alpha + \gamma_{xy}^i (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Так как оси x_i, y_i, z_i ориентированы рационально по отношению к главным осям упругой симметрии ортотропной частицы, то связь между компонентами тензора напряжений и деформаций выразится следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{x_i} &= A_{11} \varepsilon_{x_i} + A_{12} \varepsilon_{y_i} + A_{13} \varepsilon_{z_i} \\ \sigma_{y_i} &= A_{12} \varepsilon_{x_i} + A_{22} \varepsilon_{y_i} + A_{23} \varepsilon_{z_i} \\ \sigma_{z_i} &= A_{13} \varepsilon_{x_i} + A_{23} \varepsilon_{y_i} + A_{33} \varepsilon_{z_i} \\ \tau_{y_i z_i} &= A_{44} \gamma_{y_i z_i} \\ \tau_{x_i z_i} &= A_{55} \gamma_{x_i z_i} \\ \tau_{x_i y_i} &= A_{66} \gamma_{x_i y_i} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где A_{ij} — модули упругости анизотропных частиц.

Если выражения компонентов тензора деформаций, определяемые равенствами (4), подставить в уравнения закона Гука (5) и полученные значения напряжений подставить в формулы (1), то получим выражения компонентов тензора напряжений $\sigma_x^i \dots \tau_{xy}^i$ через компоненты тензора деформаций $\varepsilon_x^i \dots \gamma_{xy}^i$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^i &= A_{11}^i \varepsilon_x^i + A_{12}^i \varepsilon_y^i + A_{16}^i \gamma_{xy}^i \\ \sigma_y^i &= A_{12}^i \varepsilon_x^i + A_{22}^i \varepsilon_y^i + A_{26}^i \gamma_{xy}^i \\ \tau_{xy}^i &= A_{16}^i \varepsilon_x^i + A_{26}^i \varepsilon_y^i + A_{66}^i \gamma_{xy}^i \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

В этих формулах коэффициенты A_{ij}^i зависят от модулей упругости анизотропных частичек и являются однородными функциями четвертой степени от тригонометрических функций угла α ; последние зависимости ввиду их громоздкости не приводим.

Из формул (6) следует, что напряженное и деформированное состояние для отдельных анизотропных частичек зависит от их ориентировки. Для осреднения упругих постоянных нами принята гипотеза Фойгта, заключающаяся в том, что компоненты тензора деформаций в частицах, ориентированных различным образом, одинаковы и равны компонентам тензора деформаций для квазиизотропной плиты в рассматриваемой точке.

Осредненные величины (в случае осреднения по объему) Фойгт предлагает вычислять по формуле [12]

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{8\pi^2} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \varepsilon \sin \vartheta d\vartheta d\psi d\varphi, \quad (7)$$

где ϑ, ψ, φ — эйлеровы углы между осями xyz и $x_i y_i z_i$.

В случае осреднения в плоскости эта формула принимает вид

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{4} \int_0^\pi \varepsilon \sin \alpha d\alpha. \quad (8)$$

После осреднения связь компонентов тензора напряжений с компонентами тензора деформаций для квазиизотропной плиты выразится так:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \bar{A}_{11} \varepsilon_x + \bar{A}_{12} \varepsilon_y \\ \sigma_y &= \bar{A}_{12} \varepsilon_x + \bar{A}_{22} \varepsilon_y \\ \tau_{xy} &= \bar{A}_{66} \gamma_{xy} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где \bar{A}_{ij} — осредненные величины модулей упругости древесностружечной плиты.

Эти величины получены путем осреднения зависимостей (6) по формуле (8) и имеют следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \bar{A}_{11} &= \frac{1}{15} \left[\frac{11}{4} (A_{11} + A_{22}) + 2A_{12} + 4A_{66} \right] \\ \bar{A}_{12} &= \frac{1}{15} \left(A_{11} + A_{22} + \frac{11}{2} A_{12} - 4A_{66} \right) \\ \bar{A}_{66} &= \frac{1}{15} \left(A_{11} + A_{22} - 2A_{12} + \frac{7}{2} A_{66} \right) \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

От осредненных модулей упругости плиты можно перейти к техническим упругим постоянным для древесностружечной плиты

$$\left. \begin{aligned} E &= \frac{\bar{A}_{11}^2 - \bar{A}_{12}^2}{\bar{A}_{11}} \\ \mu &= \frac{\bar{A}_{12}}{\bar{A}_{11}} \\ G &= \bar{A}_{66} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Для проверки полученных зависимостей нами были определены упругие постоянные древесностружечной плиты (из сосновой стружки на смоле М-60 с содержанием смолы 10%), изготовленной лабораторией кафедры МТД Сибирского технологического института. Образцы были выполнены в виде пластин толщиной 10 мм, шириной 60 мм и длиной 400 мм. По концам образцы имели наклейки из трехмиллиметровой фанеры для установки их в машину. Модули упругости определяли при растяжении на испытательной машине FM-500. Нагружение осуществляли ступенями по 10 кг в пределах от 20 до 90 кг. Всего было испытано 7 образцов. Продольные и поперечные деформации измеряли с помощью зеркального тензометра Мартенса*.

В результате этих опытов определены следующие величины упругих постоянных: $E = 31\,000 \text{ кг/см}^2$ при статистических показателях $\sigma = \pm 3960 \text{ кг/см}^2$, $m = \pm 1400 \text{ кг/см}^2$, $v = 12,8\%$, $p = 4,5\%$; $\mu = 0,31$ при $\sigma = \pm 0,04$, $m = \pm 0,02$, $v = 1,3\%$, $p = 6,4\%$; модуль сдвига $G = \frac{E}{2(1 + \mu)} = 11\,850 \text{ кг/см}^2$. Влажность образцов составляла примерно 7%.

Эти величины модулей упругости близки к полученным другими авторами; так, в одной из работ [2] при растяжении $E = 33\,000 \text{ кг/см}^2$.

Для вычисления упругих постоянных по формулам (10) и (11) эти величины для древесины сосны были взяты из работы Н. Л. Леон-

* Все опыты по определению упругих постоянных выполнены студентами Сибирского технологического института Назаровым и Саворенко.

тьева [5]. После пересчета на влажность 7% они имеют следующие значения:

$$\begin{aligned} E_a &= 130\,000 \text{ кг/см}^2; & \nu_{at} &= 0,037; & \nu_{ta} &= 0,410; & G_{at} &= 11960 \text{ кг/см}^2; \\ E_t &= 5500 \text{ кг/см}^2; & \nu_{ra} &= 0,490; & \nu_{ar} &= 0,030; & G_{ar} &= 11860 \text{ кг/см}^2; \\ E_r &= 5916 \text{ кг/см}^2; & \nu_{tr} &= 0,790; & \nu_{rt} &= 0,380. \end{aligned}$$

По этим постоянным вычислены упругие постоянные обобщенного закона Гука для деформаций ($\text{см}^2/\text{кг}$)

$$\left. \begin{aligned} a_{11} &= \frac{1}{E_a} = 0,77 \cdot 10^{-5} \\ a_{22} &= \frac{1}{E_t} = 18,2 \cdot 10^{-5} \\ a_{33} &= \frac{1}{E_r} = 16,9 \cdot 10^{-5} \\ a_{12} &= -\frac{1}{2} \left(\frac{\nu_{at}}{E_t} + \frac{\nu_{ta}}{E_a} \right) = -0,494 \cdot 10^{-5} \\ a_{23} &= -\frac{1}{2} \left(\frac{\nu_{tr}}{E_r} + \frac{\nu_{rt}}{E_t} \right) = -10,13 \cdot 10^{-5} \\ a_{13} &= -\frac{1}{2} \left(\frac{\nu_{ar}}{E_r} + \frac{\nu_{ra}}{E_a} \right) = -0,442 \cdot 10^{-5} \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Упругие постоянные обобщенного закона Гука для напряжений можно вычислить по формуле

$$A_{ij} = \frac{M_{ij}}{\Delta}, \quad (13)$$

$$\text{где } \Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{12} & a_{22} & a_{23} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{vmatrix};$$

M_{ij} — минор этого определителя, соответствующий члену ij .

После вычислений по формуле (13) получаем следующие величины упругих постоянных (кг/см^2):

$$\left. \begin{aligned} A_{11} &= 141000; & A_{12} &= 8800; \\ A_{22} &= 8800; & A_{13} &= 8950; & A_{55} &= 11960 \\ A_{33} &= 9420; & A_{23} &= 5500; & A_{66} &= 11860. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Подставив эти значения в формулы (10) и (11), находим величины технических упругих постоянных древесностружечной плиты: $E = 30\,000 \text{ кг/см}^2$, $\nu = 0,315$, $G = 11\,620 \text{ кг/см}^2$, весьма близко совпадающие с определенными экспериментально.

Для стружек с поперечным направлением 2 в выражениях (5), (6), (9), (10) направление может быть либо радиальным, либо тангентальным. Поскольку величины упругих постоянных для сосны в этих направлениях весьма близки друг к другу, то для древесностружечной плиты значения упругих постоянных почти одинаковы при подстановке величин в тангентальном направлении 2 в выражениях (12) и (14) или в радиальном 3 в этих же выражениях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. К. Артюховский. Расчетные характеристики древесностружечных плит. Научные труды Воронежского инженерно-строительного института, сб. 11, вып. 2, 1965. [2]. Н. К. Артюховский. Экспериментальное исследование длительной прочности и деформативности древесностружечных плит при растяжении, сжатии и изгибе. Научные труды Воронежского инженерно-строительного института, сб. 11, вып. 2, 1965. [3]. А. М. Иванов. Ползучесть древесностружечной плиты. ИВУЗ, «Строительство и архитектура» № 3, 1960. [4]. А. М. Иванов, Н. К. Артюховский. Длительная прочность и деформативность древесностружечных и древесноволокнистых плит при изгибе. Труды 16-й научно-технической конференции Воронежского инженерно-строительного института, 1961. [5]. Н. Л. Леонтьев. Упругие деформации древесины. Гослесбумиздат, 1952. [6]. Л. Н. Тер-Мкртчян. Напряжения и деформации в квазиизотропном теле. Информационный бюллетень АН СССР «Научные основы прочности и пластичности» № 2, 1961. [7]. Л. Н. Тер-Мкртчян. О напряжениях и деформациях квазиизотропного упругого тела. Труды ЛТА № 94, 1962. [8]. Е. Шмид, В. Боас. Пластичность кристаллов, в особенности металлических. М.—Л., 1938. [9]. D.A.G. Bruggeman. Diss. Utrecht. 1930. [10]. А. Нубер, Е. Шмид. Helv. Phys. Acta. Vol. 7, 1934. [11]. А. Реусс. Z. angew. Math. Mech. Bd. 9, 1929. [12]. W. Voigt. Lehrbuch der Kristallphysik 1910.

Поступила 14 апреля 1967 г.

УДК 658.115

К ВОПРОСУ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА В ЦЕХАХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

И. Г. ШКАЛЕНКО

(Уральский лесотехнический институт)

По заданию объединения Свердловсклесдревпрома сотрудники Уральского лесотехнического института исследовали условия труда рабочих на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях.

Исследования показали, что причиной многих заболеваний является вредное влияние шума и вибрации. Рассмотрим пример заболеваемости (табл. 1).

Таблица 1

Заболевания	Процент заболеваемости по			
	Талицкому ДОКу		Черноярскому ДОКу	
	1965 г.	1966 г.	1965 г.	1966 г.
Простудные (грипп, катар)	45	41	51,5	55,5
От воздействия шума и вибрации (болезнь Рено, тугоухость, гипертония, заболевания сердца, поражение нервной системы, суставов, мышц)	36	33,7	38	30,4
Невралгия, радикулит, острые желудочно-кишечные заболевания	19	25,3	10,5	14,1

Из табл. 1 видно, что на Талицком ДОКе простудных заболеваний меньше, так как этот цех отапливается. Процент заболеваний от влияния шума и вибрации несколько ниже в 1966 г. по сравнению с 1965 г. в связи с проведенными мероприятиями, направленными на снижение шума и вибрации оборудования.

Параметры вибрации деревообрабатывающего оборудования (частота и амплитуда колебаний в трех взаимно перпендикулярных направлениях) измеряли прибором УБП-1 с индукционным вибродатчи-

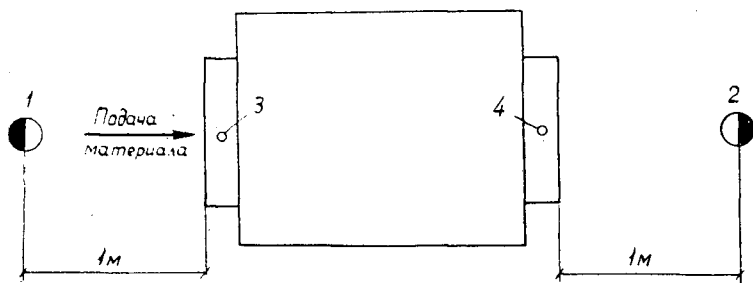


Рис. 1. Схема расположения точек измерения шума и вибрации.

ком ВД-4 № 153 при рабочем ходе станка. Вибрации, действующие на рабочего, подразделяли на общие и местные. Общие замеряли на рабочих местах станочников (вибрации пола), а местные — на столах, педалях, рукоятках, то есть там, где рабочий непосредственно соприкасался со станком.

Исследования показали, что уровни скорости местных вибраций, как правило, не превосходят предельно допустимых значений, общие же уровни превышают их. Например, у станка СР-6-6 замеряли общие параметры вибрации (рис. 1, точки 1 и 2) и местные (точки 3 и 4). Данные экспериментов сведены в табл. 2.

Таблица 2

Точки измерения	Преобладающая частота колебаний, гц	Амплитуда колебаний на преобладающей частоте, мк	Скорость вибраций, см/сек	Предельно допустимая скорость вибрации, см/се	Превышение нормы в число раз	Вибрации
1	50	2—11	0,0628—0,3454	0,25	1,34	Общие
2	50	5—7	0,1570—0,2198	0,25	Нет	"
3	20	15—20	0,1884—0,2512	0,30	"	Местные
4	20	15—20	0,1884—0,2512	0,30	"	"

Из табл. 2 видно, что местные вибрации малы, общие (точка 1) незначительно превосходят допустимые значения.

Следует отметить, что в цехах механической обработки древесины, полы которых залиты раствором бетона толщиной до 25—30 см и прилегают вплотную к фундаментам оборудования, общие вибрации значительно ниже предельных значений. В настоящее время важнейшей проблемой является создание малозумных станков; наряду с этим следует снижать шум и уже существующего оборудования.

Нами была проведена работа по уменьшению шума методом звукоизоляции применительно к станку СР-6-6, установленному в учебно-производственных мастерских Уральского лесотехнического института.

В первом варианте станок заключали в разборный звукоизолирующий кожух, состоящий из четырех боковых щитов и одного верхнего, которые соединены между собой замками патефонного типа. Зазор между внутренними стенками кожуха и станком равнялся 100 мм. В переднем и заднем щитах кожуха были сделаны проемы для подачи и приема обрабатываемого материала, а также отверстия для управления станком. Проемы и отверстия закрывали пластинами технического войлока. Во втором варианте на переднюю и заднюю части стола ставили звукоизолирующие коробки, состоящие из верхней торцевой и двух боковых стенок. Коробки имели отверстия в торцевой

части (для входа и выхода заготовки), которые закрывали шторками из технического войлока. В третьем варианте на станок до уровня стола надевали цельный звукоизолирующий колпак, плотно прилегающий по контуру к станку. Торцовые стенки колпака были снабжены окнами (для входа и выхода заготовки из станка), которые закрывали пластинами из технического войлока. По периметру прилегания звукоизолирующих коробок и колпака к станку прокладывали войлок.

Опыты показали, что наиболее приемлемыми звукоизолирующими приспособлениями следует считать два последних, так как они не затрудняют управления станком и не загораживают производственных площадей. Во всех трех вариантах стенки приспособлений состояли из двух фанерных листов, между которыми был проложен войлок толщиной в 25 мм. На внутреннем листе фанеры имелись отверстия диаметром 4,5 мм с шагом 7 мм.

Эксперименты проводили с сосновым бруском сечением 20×100 мм, влажностью 55%. Уровень звука определяли шумомером типа Ш-3 ЛИОТ № 303 с микрофоном типа I МД-59. При всех замерах микрофон устанавливали на место рабочего, обслуживающего станок, на расстоянии 1 м от стола по длине и на уровне головы рабочего по высоте (1,6 м от пола). Данные по замерам сведены в табл. 3.

Таблица 3

Станок	Уровень звука, <i>дб</i>			
	при холостом ходе		при рабочем ходе	
	вперед станка (точка 1)	сзади станка (точка 2)	вперед станка (точка 1)	сзади станка (точка 2)
Без кожуха	96	95	110	108
В звукоизолирующем кожухе	79	78	85	83
Со звукоизолирующими коробками	88,5	88	95	94
С цельным звукоизолирующим колпаком	87	86,5	93	92,5

Из данных табл. 3 видно, что при холостом ходе для случая помещения станка в звукоизолирующий кожух уровень звука снизился с 96 до 79 *дб*, что соответствует уменьшению его уровня в 7 раз; при рабочем ходе уровень снизился со 112 до 85 *дб*, то есть в 24 раза. При холостом ходе для случая снабжения станка звукоизолирующими коробками уровень звука снизился с 96 до 88,5 *дб*, что соответствует уменьшению его уровня до 3 раз; при рабочем ходе уровень снизился со 112 до 95 *дб*, то есть в 7 раз. При холостом ходе для случая снабжения станка цельным звукоизолирующим колпаком уровень звука снизился с 96 до 87 *дб*, что соответствует уменьшению его уровня в 2,5 раза; при рабочем ходе уровень снизился со 112 до 93 *дб*, то есть в 8 раз.

Выводы

1. Ножевые валы станков и детали, имеющие большую угловую скорость, следует подвергать балансировке.

2. Рабочие места станков, общие вибрации которых превосходят предельно допустимые значения по скорости вибрации, должны быть снабжены антивибрационными ковриками из пористой резины.

3. Для снижения уровня звука рейсмусовые станки нужно снабжать звукоизолирующими приспособлениями.

УДК 621.933.6

ОБ УСИЛИИ ЗАЖИМА БРЕВНА КЛЕЩАМИ ВПЕРЕДИРАМНОЙ ТЕЛЕЖКИ

Ю. И. ЮРЬЕВ, Г. М. ГЕРНЕТ

(Архангельский лесотехнический институт)

В данной статье приведены результаты экспериментального определения минимально возможной величины усилия зажима бревна при пилениях на лесопильных рамах.

Достаточность усилия зажима определяется отсутствием разворота бревна при скручивании парой сил с небольшим плечом. На величину усилия влияют постоянные факторы — форма шипов, угол их заострения, количество (в соответствии с конструкцией шиповых розеток тележки ПРТ8-2), величина скручивающего момента (максимальное значение которого принимали равным 75 кгм) и переменные — плотность древесины и глубина внедрения шипов.

Появление скручивающего момента, в основном, обусловлено эллиптичностью или овальностью поперечного сечения бревна. Наибольший скручивающий момент клещи воспринимают в отрезок времени от захвата бревна передними подающими вальцами рамы и до захода его в пилы и ножи направляющего аппарата. Величина скручивающего момента определяется произведением силы прижима верхнего подающего вальца на плечо

$$M = Pbl \text{ кгм.}$$

Схема действия сил приведена на рис. 1.

При ярко выраженной эллиптичности рамщик, правильно ориентируя бревно относительно осей эллипса, исключает возможность появления скручивающего момента.

Наблюдения за процессом распиловки бревен с эллиптическим сечением и графический расчет показывают, что эллиптичность сечения явно заметна при следующем отношении малой оси эллипса к большой:

$$\frac{a}{b} \geq \frac{1}{1,1} \cdot \frac{1}{1,25}.$$

Для данных соотношений при неблагоприятном расположении осей эллипса к осям подающих вальцов под углом 45° величина плеча действия сил равняется 0,12—0,17 диаметра бревна (за диаметр считаем меньшую ось эллипса).

Для среднепросветных рам при максимальном диаметре бревна в 60 см наибольшее значение величины плеча действия скручивающих сил $l = 0,17 \times 60 = 10,2 \text{ см}$. Величина усилия прижима верхнего по-

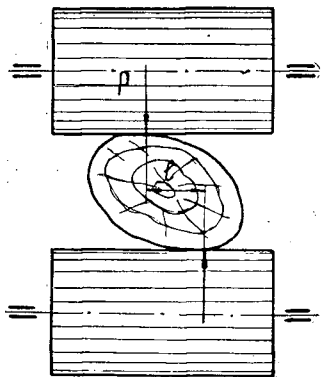


Рис. 1

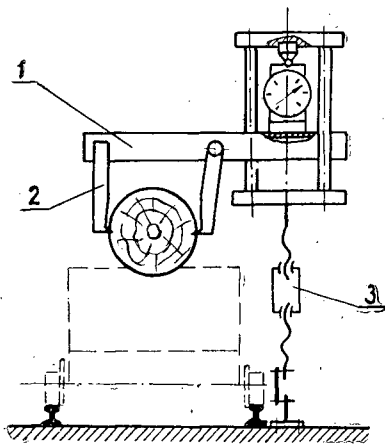


Рис. 2.

ведение показания динамометра на плечо от точки приложения нагрузки на балке до середины расстояния между креплениями зажимных клещей. Бревно зажимали на тележке ПРТ8-2. Расстояние между зажимами поворотного устройства и тележки 3,6 м. При действии крутящего момента угол разворота бревна замеряли с помощью угломера следующей конструкции. На стальной пластинке с лицевой стороны крепилась ось для струны отвеса и ниже — шкала с делениями в градусах, с обратной стороны пластинки имеются два стальных шипа, с помощью которых она крепилась к торцу бревна; при этом ось отвеса должна совпадать с центром бревна. Угломер крепился к торцу бревна, лежащему на тележке в непосредственной близости от зажимных клещей тележки. Силу зажима определяли по контрольному манометру типа МКД путем замера давления в рабочей полости гидроцилиндра механизма зажима с последующим тарированием.

Величину давления в гидросистеме при опыте регулировали предохранительным клапаном ступенями от 25 кг/см^2 (с градацией через 5 кг/см^2) до минимального значения, при котором бревно разворачивается. Для каждого значения силы зажима глубину внедрения шипов определяли с помощью стальной линейки (цена деления 1 мм). Чтобы исключить влияние на результаты опытов имеющихся в соединениях клещевой головки зазоров, до опыта производили вручную с помощью кондака выбор их путем разворота бревна, зажатого в клещах тележки.

Выводы

1. Разворот бревна обусловлен смятием древесины шипами розетки в плоскости поворота. Для дуба, даже при наименьших (из принятых) усилиях, разворота бревна не наблюдалось; для сосны при давлении в гидроцилиндре ниже 25 кг/см^2 смятие древесины и разворот бревна происходят при величине крутящего момента 50—56 кгм.

2. Расположение шипов розетки только в направлении оси бревна обуславливает неустойчивость его положения при действии скручивающего момента. Более целесообразно, очевидно, расположить шипы в плоскости разворота бревна. При данной конструкции шиповой розетки минимально возможная сила зажима бревна, при которой обеспечивается стабильность его положения, для сосны 110 кг, для дуба 60 кг.

УДК 634.0.824.86

ВЛИЯНИЕ ВЗАИМНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ГОДИЧНЫХ СЛОЕВ НА ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РАСКАЛЫВАНИИ

В. Н. ВОЛЫНСКИЙ

(ЦНИИМОД)

Для склеивания разница деревянных элементов по виду распиловки весьма существенна, так как свойства древесины в радиальном и тангентальном направлениях неодинаковы, особенно в отношении коэффициента усушки. Учитывая это, для ответственных клееных конструкций и деталей не допускают склеивания досок различных распиловок во избежание появления дополнительных напряжений в условиях переменной влажности [1].

Поскольку экспериментальные данные по этому вопросу очень немногочисленны, то представляло определенный интерес исследовать, насколько существенно влияние взаимной ориентации годичных слоев относительно клееного соединения на его прочность. При этом было решено остановиться первоначально лишь на «сухой» прочности соединения, а в качестве механического метода испытания выбрать раскалывание. Последнее наилучшим образом соответствует характеру основных напряжений, возникающих в зоне клееного шва при изменении влажности склеенных элементов. Во время увлажнения влажность древесины устанавливается наибольшей у торцов склеенных элементов и постепенно уменьшается в участках, удаленных от торцов. В силу этого возникают усилия набухания древесины, обуславливающие картину напряжений, характерную именно для раскалывания древесины по клееному шву [4].

Для изготовления образцов из одного бревна сосны первоначально были выпилены черновые заготовки из заболонной и ядровой зон. После выдерживания до влажности 7—8% их обрабатывали на фуговальном станке для получения требуемого угла наклона годичных слоев (0; 45 и 90° к плоскости склеивания) и прирезали до размеров 15 × 50 × 500 мм. В каждой серии, характеризуемой одной зоной ствола и определенным углом наклона годичных слоев, оставляли одну заготовку толщиной 20 мм для контрольных образцов. Непосредственно перед склеиванием заготовки калибровали на толщину 10 мм, затем склеивали попарно; при этом использовали все возможные сочетания из 6 по 2. В табл. 1 дано обозначение образцов, использованных в испытаньях на раскалывание.

Заготовки склеивали фенол-формальдегидным клеем КБ-3 при комнатной температуре в гидравлическом прессе, для этого их выдерживали под давлением 10 кг/см² в течение 20 час. Средний расход клея составил 200 г/м².

Заготовки склеивали фенол-формальдегидным клеем КБ-3 при комнатной температуре в гидравлическом прессе, для этого их выдерживали под давлением 10 кг/см² в течение 20 час. Средний расход клея составил 200 г/м².

Всего получили 21 склейку, каждую из которых через 7 дней раскраивали на 18 образцов для испытаний на раскалывание по ГОСТу 11497—65. Одновременно были изготовлены контрольные образцы (рис. 1). Общее количество образцов составило 486, в том числе 108 контрольных. У каждого образца перед испытаниями измеряли (с точностью 0,1 мм) ширину плоскости склеивания и углы наклона годичных слоев.

Испытания на раскалывание проводили на испытательной машине FM 250 со средней скоростью деформации 10 мм/мин.

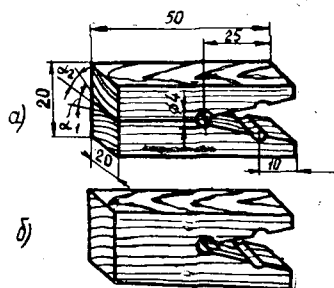


Рис. 1. Образцы для испытаний на раскалывание.

а — основной серии; б — контрольные.

Таблица 1

Зона древесины	Вид распиловки	Контрольные образцы	Испытанные образцы						
			заболонь			ядро			
			1	2	3	1	2	3	
Заболонь	Тангентальная	11 к	11-11						
	Полурадиальная	12 к	12-11	12-12					
	Радиальная	13 к	13-11	13-12	13-13				
Ядро	Тангентальная	21 к	21-11	21-12	21-13	21-21			
	Полурадиальная	22 к	22-11	22-12	22-13	22-21	22-22		
	Радиальная	23 к	23-11	23-12	23-13	23-21	23-22	23-23	

Примечание. Первая цифра в обозначении образцов указывает зону ствола (1—заболонь, 2—ядро), вторая цифра дает вид распиловки (1—тангентальная, 2—полурадиальная, 3—радиальная). Например, 13-12—образцы, склеенные из заболонного элемента радиальной распиловки с заболонным элементом полурадиальной распиловки.

Сопротивление раскалыванию находили как отношение разрушающей нагрузки P к ширине образца a

$$S = \frac{P}{a} \text{ кг/см.}$$

Влажность древесины в момент испытания составляла $7,5 \pm 0,5\%$.

Результаты испытаний прочности клеевых соединений на раскалывание представлены в табл. 2. На рис. 2 по вертикали отложены

Таблица 2

Образцы	Число образцов, шт.	$M_{ср}$, кг/см	σ , кг/см	m , кг/см	v , %	p , %
11к	18	9,07	1,128	0,266	12,44	2,93
11-11	17	8,54	0,630	0,153	7,38	1,79
12к	18	8,33	0,516	0,122	6,20	1,47
12-11	17	7,90	1,053	0,256	13,32	3,24
12-12	17	8,38	0,752	0,177	8,97	2,11
13к	18	8,10	0,692	0,163	8,54	2,01
13-11	15	7,04	0,860	0,222	12,21	3,15
13-12	15	7,98	0,778	0,201	9,75	2,52
13-13	16	7,88	0,592	0,148	7,52	1,88
21к	17	8,55	1,050	0,256	12,28	3,00
21-11	16	7,49	0,729	0,182	9,74	2,43
21-12	17	7,34	0,780	0,190	10,62	2,59
21-13	16	7,40	0,724	0,181	9,78	2,44
21-21	17	7,76	1,131	0,276	14,58	3,56
22к	17	8,08	1,035	0,244	10,30	2,44
22-11	18	7,67	0,924	0,218	12,05	2,84
22-12	16	7,38	0,688	0,172	9,33	2,33
22-13	16	7,68	0,799	0,200	10,41	2,60
22-21	18	7,77	1,065	0,251	13,70	3,23
22-22	18	7,63	1,035	0,244	13,22	3,12
23к	17	7,47	0,510	0,124	6,83	1,66
23-11	17	7,24	0,620	0,151	8,56	2,08
23-13	16	7,64	0,490	0,122	6,41	1,60
23-21	17	7,38	0,592	0,144	8,02	1,95
23-22	17	7,58	0,682	0,160	9,00	2,20
23-23	16	7,73	0,753	0,253	9,74	2,38

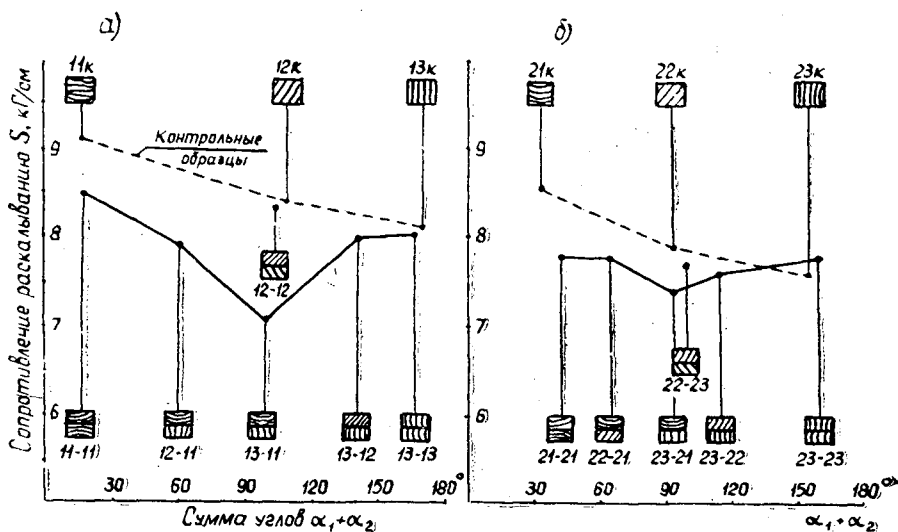
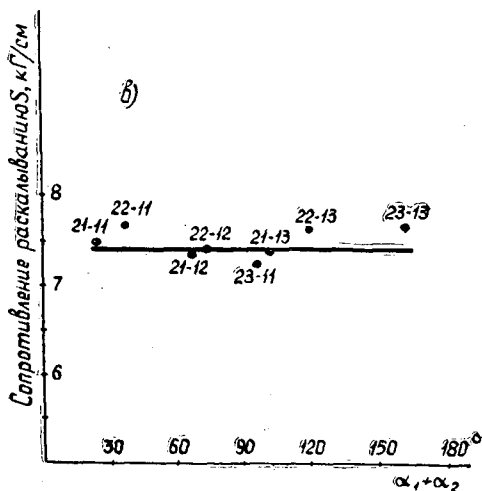


Рис. 2. Зависимость между сопротивлением клеевых соединений раскалыванию и взаимной ориентацией годичных слоев.

а — для заболонной древесины; б — для ядровой; в — для заболонной с ядровой.



данные сопротивления раскалыванию (в пересчете на 15%-ную влажность древесины), а по горизонтали — сумма углов $\alpha_1 + \alpha_2$ (для контрольных образцов — угол 2α). Для заболонной древесины (рис. 2, а) зависимость сопротивления раскалыванию от взаимной ориентации годичных слоев существенна. Чем больше склеенные элементы отличаются по виду распиловки, тем больше снижается прочность клевого соединения. С другой стороны, при склеивании элементов одинакового вида распиловки величина сопротивления раскалыванию практически не изменяется (образцы серий 11-11, 12-12 и 13-13). Весьма наглядна разница показателей для образцов серий 11-13 и 12-12, которая составляет 15% (разница достоверна). Из рис. 2, а видно также, что разница в показаниях клееных и соответствующих им контрольных (цельных) образцов больше при склеивании тангентальных элементов, чем радиальных.

Для ядровой древесины (рис. 2, б) влияние ориентации годичных слоев менее отчетливо, однако полученная зависимость в принципе такая же, что и для заболонной древесины. Имеется заметная разница

для образцов серий 22-22 и 21-23 (она составляет 6%); по сравнению с контрольными образцами снижение прочности при склеивании тангентальных элементов больше, чем радиальных.

При склеивании ядровой древесины с заболонной (рис. 2, в) не обнаружено определенной зависимости сопротивления раскалыванию от взаимной ориентации годичных слоев. В среднем все значения прочности располагаются примерно на одном уровне.

Клеевые соединения разрушаются преимущественно по радиальной поверхности. Разрушение по древесине во всех случаях высокое (порядка 90—100%). Точность полученных результатов удовлетворительная — показатель точности не превышает 4%, а вариационный коэффициент — 15%.

Полученные графики можно объяснить, вероятно, различными свойствами древесины в тангентальном и радиальном направлениях, поскольку взаимное расположение годичных слоев — единственный переменный фактор данных испытаний. Исходя из этого, мы сделали предположение, что причина изменения прочности — увлажнение древесины влагой, вносимой клеем.

Встречающиеся в литературе [2], [3] формулы по расчету увлажнения древесины клеем недостаточно отражают существо дела, так как считается, что вся влага при этом равномерно распределяется по сечению склеенных элементов. При достаточной толщине их (в нашем случае 10 мм) естественно предположить, что в течение довольно длительного времени, соизмеримого с временем отверждения клея, слои древесины, граничащие с клеевым швом, увлажняются значительно больше, чем рассчитано по формулам. Отрицательное следствие этого — влажностные деформации разбухания граничных слоев древесины, которые действуют непосредственно в период отверждения клея и ухудшают условия образования клеевого шва.

Чтобы понять, насколько полученные результаты испытаний подтверждают эти предположения, следует иметь в виду, что разбухание древесины в тангентальном направлении приблизительно в два раза больше, чем в радиальном. Таким образом, более высокую прочность соединений элементов одинакового вида распиловки можно объяснить тем, что оба склеенных элемента (точнее, их граничные слои) разбухают в одинаковой мере, в то время как клеевой шов, находящийся между тангентальной и радиальной поверхностями, испытывает разность давлений набухания от двух поверхностей и имеет соответственно худшие условия для своего затвердевания.

Построенные графики подтверждают такое объяснение. Во-первых, меньшую зависимость прочности склейки ядровой древесины от взаимной ориентации годичных слоев можно рассматривать как следствие меньшей чувствительности ее к влагопоглощению. Возможно, при склеивании ядровой древесины и в период открытой выдержки ее относительно больше воды испаряется в воздух и меньше проникает в древесину, чем при склеивании заболонной древесины. Во-вторых, разность в прочности контрольных и клееных образцов тангентальной и радиальной распиловки также может быть следствием разбухания, большего в тангентальном направлении, чем в радиальном.

Все сказанное о влиянии увлажнения древесины при склеивании остается предположением, поскольку опыты лишь косвенно доказывают существование увлажнения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Инструкция по проектированию и изготовлению клееных деревянных конструкций и строительных деталей (СН 11—57), М., 1958. [2]. Клееные деревянные конст-

рукции и детали. Перевод с французского. Гослесбумиздат, 1960, стр. 42. [3]. Ф. Кольманн. Технология древесины и древесных материалов, т. 2, Берлин, 1955. [4]. Яворский, Браун. Образец с выемкой для определения прочности клеевых соединений на раскалывание. Forest products Journal, апрель 1959, стр. 135—142.

Поступила 16 мая 1968 г

УДК 674.031.12

ВЛАЖНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ КАВКАЗСКОГО БУКА

Б. К. ЗИНОВ

(Краснодарский филиал ЦНИИМЭ)

Древесина бука для применения ее в народном хозяйстве требует обязательной гидротермической обработки и именно в этой фазе технологического процесса возникает наибольшее количество брака (коробление и растрескивание), причины которого не всегда ясны. В связи с этим мы продолжили ранее начатые исследования влажности древесины свежесрубленного бука [2].

Наблюдения проводились с 1 июля 1962 г. по 1 июля 1963 г. в Гузерипльском леспромхозе ЦНИИМЭ (Краснодарский край). Ежемесячно исследовали по 10 хлыстов (в отдельных случаях — кряжей), очищенных от веток и сучьев сразу же после валки и в кратчайший срок доставленных на нижний склад леспромхоза, где была организована лаборатория.

Из каждого хлыста вырезали по 3 диска толщиной 2 см на расстояниях 1 и 7 м от комля и под кроной (первый крупный сук). Данные по двум последним срезам были объединены, так как удаление их от комля разнилось очень незначительно. В лаборатории диски разделяли по схеме (рис. 1) на образцы размером $2 \times 2 \times 2$ см и высушивали до постоянного веса в термостатах с автоматической регулировкой температуры при $100 \pm 5^\circ\text{C}$. Образцы до и после сушки взвешивали на технических весах с точностью до 0,01 г. Влажность вычисляли по стандартной формуле с точностью до 0,1%.

Всего было исследовано 138 хлыстов и 15 кряжей, из которых вырезано 429 дисков и 1294 образцов; для каждого из них определена абсолютная влажность. Результаты наблюдений, обработанные методами вариационной статистики, приведены в табл. 1 (центральная зона ствола) и 2 (периферийная зона) и на рис. 1—7. Показатели точности свидетельствуют о достоверности полученных данных, по которым можно сделать следующие выводы.

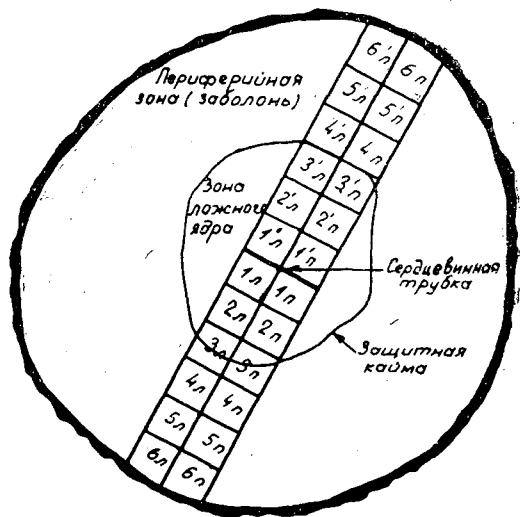


Рис. 1. Схема разделки на образцы для определения влажности.

Таблица 1

Месяц и год наблюдений	Средняя влажность M , %	$\pm\sigma$	V , %	m	p
Июль 1962 г.	49,8	6,3	12,7	1,00	2,01
	51,3	8,3	16,2	0,93	1,81
Август	49,7	5,1	10,2	0,80	1,61
	51,3	7,2	14,0	0,80	1,56
Сентябрь	50,5	7,8	15,4	1,23	2,43
	50,1	8,7	17,3	0,97	1,95
Октябрь	50,8	7,3	14,3	1,15	2,26
	52,6	6,3	12,0	0,71	1,35
Ноябрь	56,4	8,3	18,8	1,32	2,32
	57,2	9,5	16,7	1,07	1,87
Декабрь	58,2	12,9	22,2	2,04	3,51
	60,7	9,1	15,0	1,02	1,68
Январь 1963 г.	59,2	11,3	19,1	1,78	3,01
	58,7	8,6	14,7	1,35	2,32
Февраль	56,6	7,6	13,4	1,20	2,12
	54,5	7,0	12,7	0,78	1,43
Март	51,2	8,2	15,9	1,29	2,52
	52,0	11,3	21,9	1,27	2,44
Апрель	50,2	6,6	13,2	1,05	2,09
	52,0	7,4	14,1	0,82	1,58
Май	53,8	11,0	20,4	1,73	3,22
	54,6	9,1	16,6	1,01	1,85
Июнь	55,6	10,2	18,3	1,61	2,90
	56,1	12,9	23,0	1,44	2,57

Примечание. В числителе данные на высоте груди (число образцов во всех случаях 40); в знаменателе — на средней высоте 7 м (число образцов 80, в январе 1963 г. — 40).

Влажность древесины бука в центральной части (чаще всего в границах ложного ядра) довольно постоянна и на протяжении года колеблется в пределах 50—60% (среднегодовая за период наблюдений 53,6%). Повышение влажности по высоте ствола незначительно (1—2% на высоте 7 м). Отмечаются сезонные колебания влажности: наибольшая зимой (декабрь — январь), наименьшая — летом (июль — август). Иногда наблюдается местное повышение влажности, вероятно, связанное с патологическими явлениями.

В периферийной (заболонной) зоне влажность, как правило, выше, чем в центральной. За период наблюдений отмечены колебания среднемесячной влажности древесины периферийной зоны от 52,4 до 95,8%, причем у некоторых деревьев влажность поднималась до 127—133%. Среднегодовая влажность составила 74,9% на высоте груди и 79,2% на высоте 7 м. Влажность периферийной зоны была максимальной в январе 1963 г., а минимальной — в августе 1962 г. Повышение влажности по высоте ствола выражено очень отчетливо и на высоте 7 м составило в среднем за год 4,3%, а за вегетационный период — 8,8%. Диапазон колебаний среднемесячной влажности по всем исследованным хлыстам составил 43,4%, а по отдельным деревьям доходил до 100%.

Среднемесячный перепад влажности древесины между периферийной и центральной зонами ствола колебался в пределах от 2,7 до 40,6%.

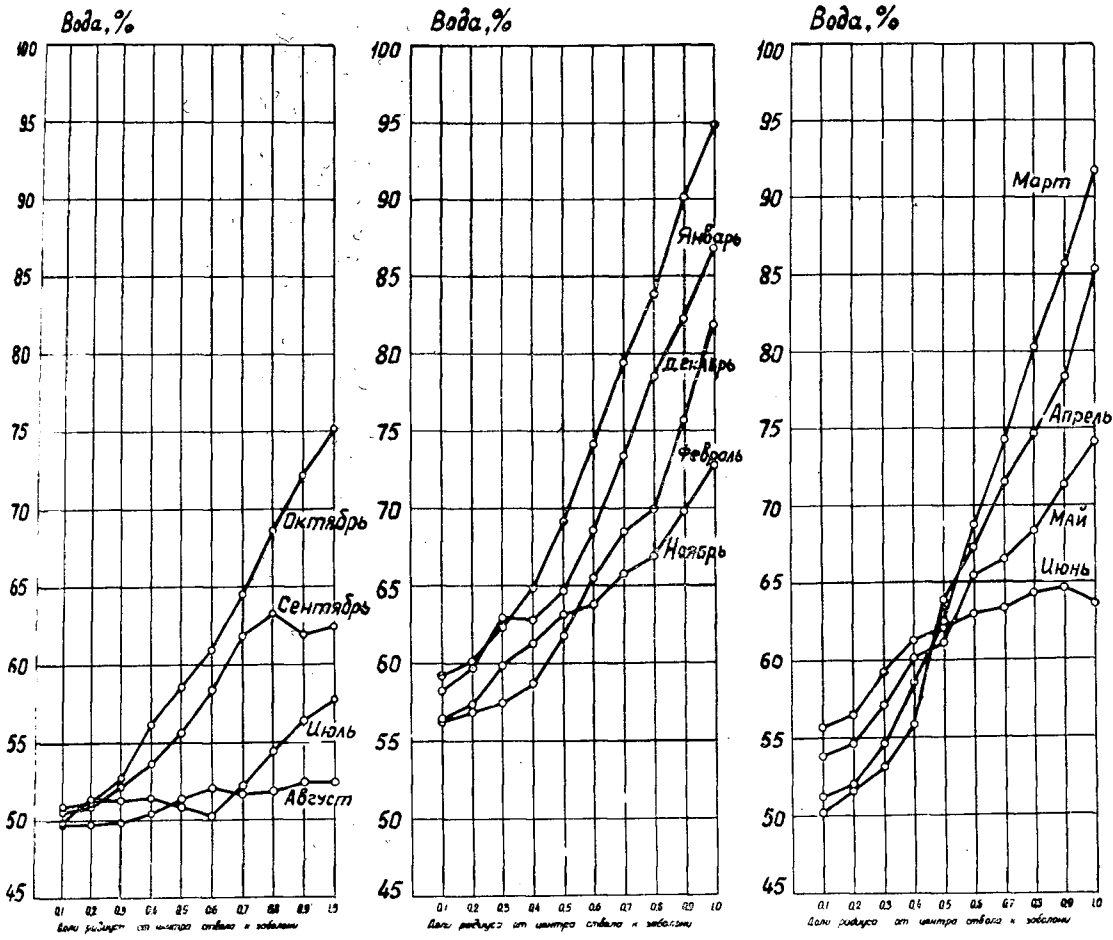


Рис. 2.

I Плановое снижение влажности от периферии к центру ствола

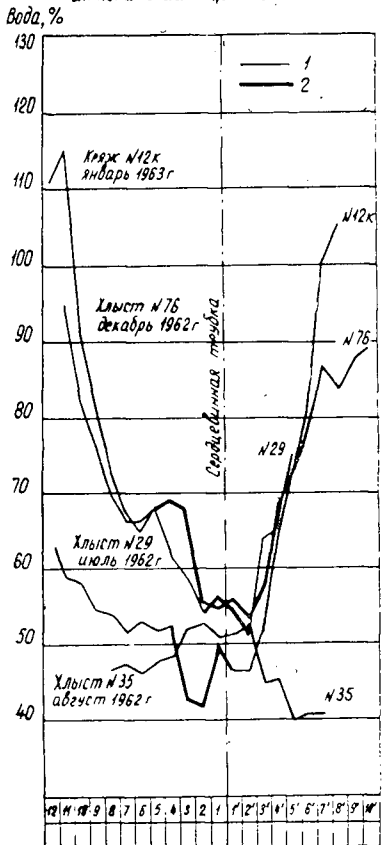


Рис. 3.

II Местный подъем влажности по радиусу ствола

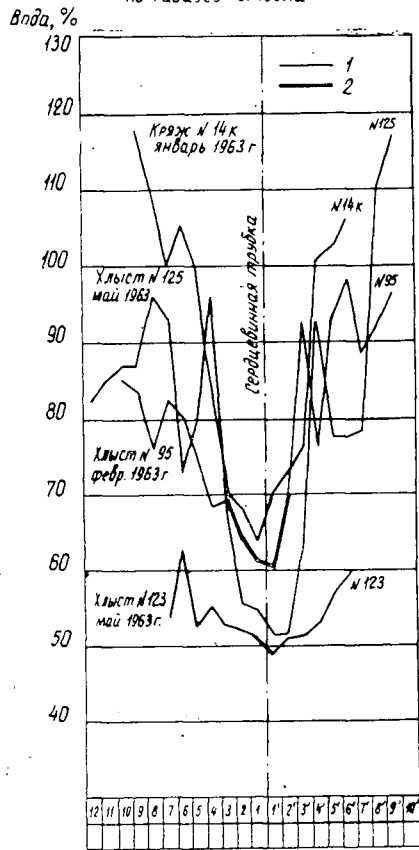


Рис. 4.

III Подъем влажности от периферии к центру ствола

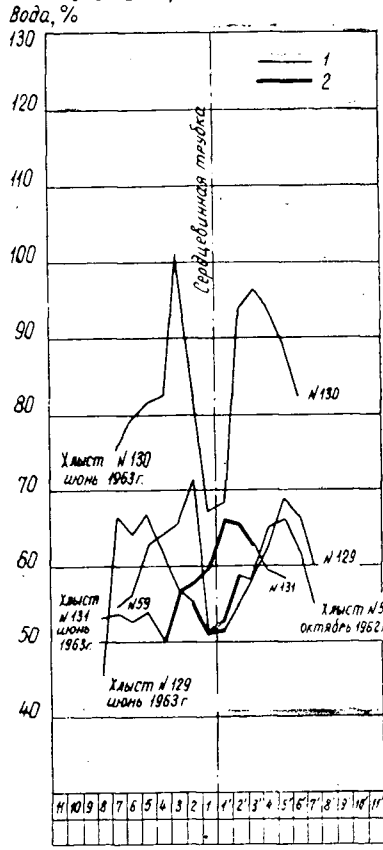


Рис. 5.

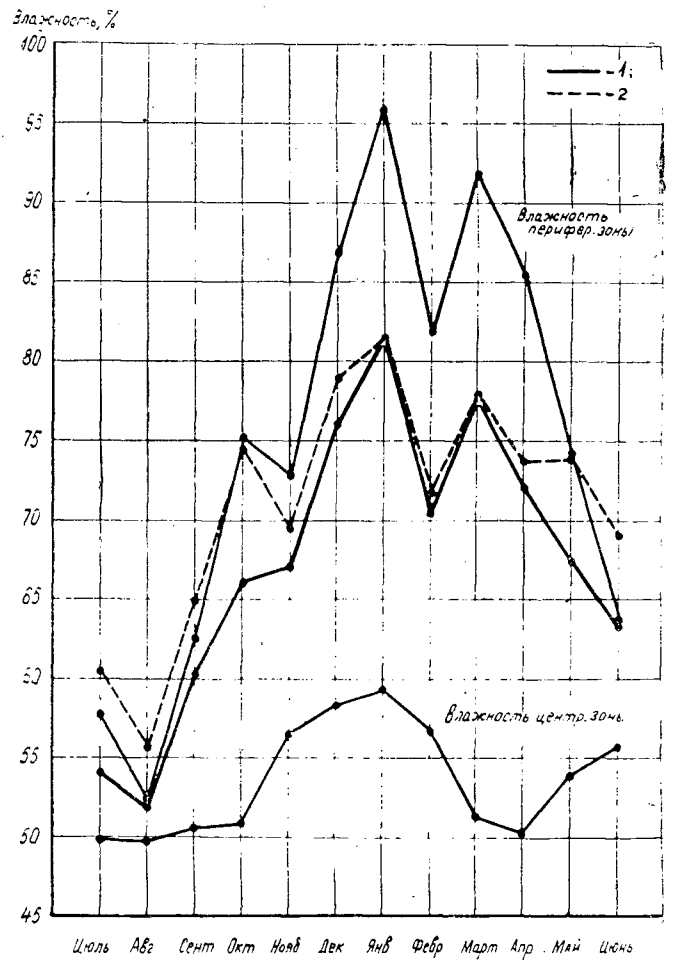


Рис. 6

1 — среднемесячная общая влажность на высоте груди;
2 — среднемесячная общая влажность на высоте 7 м.

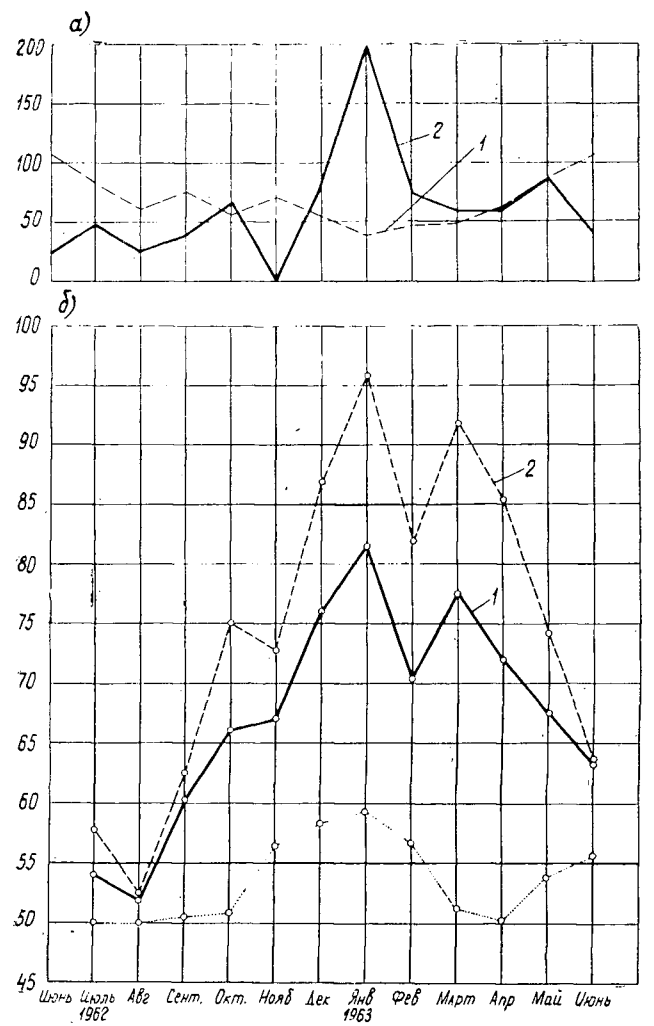


Рис. 7.

а — среднемесячное количество атмосферных осадков, мм (1 — многолетнее; 2 — текущего года); б — среднемесячная влажность на высоте груди, % (1 — общая; 2 — периферийной зоны; 3 — центральной зоны).

Таблица 2

Месяц и год наблюдений	Средняя влажность М, %	$\pm\sigma$	V, %	<i>m</i>	<i>p</i>
Июль 1962 г.	57,7	11,1	19,2	1,65	2,81
	66,8	12,5	18,8	1,40	2,10
Август	52,4	8,8	16,9	1,40	2,67
	58,3	9,7	16,6	1,08	1,85
Сентябрь	62,4	11,3	18,1	1,79	2,87
	72,4	10,8	14,9	1,21	1,67
Октябрь	75,1	13,5	18,1	2,15	2,86
	85,1	10,0	11,7	1,12	1,32
Ноябрь	72,7	11,2	11,2	1,29	1,77
	77,1	11,5	14,9	1,28	1,66
Декабрь	86,8	13,3	15,3	2,10	2,42
	88,1	15,2	17,2	1,70	1,93
Январь 1963 г.	95,8	15,6	16,3	2,47	2,58
	96,6	9,2	9,5	1,45	1,50
Февраль	81,8	13,1	16,0	2,07	2,53
	83,7	12,3	14,7	1,38	1,65
Март	91,8	11,7	12,8	1,86	2,02
	91,2	8,9	9,8	1,00	1,10
Апрель	85,4	14,2	16,7	2,25	2,64
	84,7	11,7	13,9	1,31	1,55
Май	74,2	21,5	28,9	3,40	4,59
	83,4	12,4	14,9	1,39	1,67
Июнь	63,7	9,2	14,5	1,46	2,29
	72,4	16,1	22,2	1,80	2,49

Примечание. В числителе данные на высоте груди (число образцов во всех случаях 40); в знаменателе — на средней высоте 7 м (число образцов 80, в январе 1963 г. — 40).

при среднегодовом перепаде на высоте груди 21,3% и на высоте 7 м — 25,2%. У некоторых деревьев этот перепад может доходить до 80—100%, что обуславливает очень большую неравномерность влажности сортиментов и заготовок, выпиленных из одного и того же отрезка ствола, что в последующем вызывает осложнения при сушке и гидротермической обработке.

Распределение воды по радиусу ствола (от периферии к его центру), в основном, характеризуется плавным, хотя и довольно быстрым падением (рис. 2). Наряду с этим часты случаи резких и довольно значительных скачкообразных перепадов в содержании воды в отдельных деревьях на очень малом протяжении, а также случаи местных повышений влажности по радиусу ствола. Отмечены перепады между двумя смежными образцами (на протяжении 2 см) в пределах 18,1—32,4%. Типичные случаи перепада воды по диаметру ствола показаны на рис. 3, 4 и 5.

На рис. 3 представлено плавное снижение количества воды от периферии к центру ствола, на рис. 4 — местный подъем воды по радиусу ствола, на рис. 5 — подъем воды от периферии ствола в направлении к центру ствола (на всех этих рисунках кривые 1 — для ложного ядра, кривые 2 — для внешней зоны в двухзональном ложном ядре).

При резких перепадах воды на подобных участках в древесине могут создаваться значительные по величине внутренние напряжения, проявляющиеся при сушке и пропарке древесины. Подобные перепады чаще всего встречаются на границе ложного ядра, что указывает на целесообразность раздельной выработки и сушки заготовок из древесины ложного ядра и заболони. Причиной перепадов может явиться отмечаемая многими авторами сильная затиллованность сосудов в зоне, окаймляющей ложное ядро бука. Центральная зона, по-видимому, оказывается в условиях затрудненного водоснабжения, чем и объясняется ее пониженная влажность и отсутствие резких колебаний последней. Этим же вызвано затрудненное просыхание ложного ядра бука в сушильных камерах и частые случаи растрескивания и коробления заготовок из такого ядра при обычных режимах сушки.

Характер колебаний общей среднемесячной влажности, а также влажности центральной и периферийной зон ствола показан на рис. 6. Среднемесячная общая влажность колебалась в пределах 51,8—81,4% при среднегодовой влажности на высоте груди 67,3%, а на высоте 7 м — 70,5%. Из кривых, изображенных на этом рисунке, видна прямая зависимость общей влажности древесины ствола от влажности его периферийной зоны.

Зависимость влажности древесины (особенно в периферийной зоне) от количества атмосферных осадков показана на рис. 7, а, б. Большое потребление воды буком в летние месяцы, определяемое различными авторами в 150—290 мм за вегетационный период, и быстрота подъема ее вверх по стволу (по Бюсгену [1] 2,2 м/час) позволяют говорить о чрезвычайно быстром (в пределах суток) изменении влажности древесины бука после выпадения обильных осадков [3], [4]. Период наших наблюдений был неоднороден в отношении атмосферных осадков: если 1962 г. был в целом засушливым (выпало 472 мм осадков при средних многолетних 784 мм), то в первом полугодии 1963 г. количество осадков было выше нормы, особенно в зимние месяцы.

Можно считать установленным, что влажность древесины кавказского бука прямо зависит от атмосферных условий данного года (осадки, температура воздуха и связанные с ней начало и конец вегетационного периода и скорость потери воды деревом, скорость и сила ветра, которые вместе с относительной влажностью воздуха усиливают или ослабляют транспирацию), подвержена очень быстрым колебаниям и не является постоянной величиной. Колебания влажности могут быть довольно значительными, чем и объясняется известная разноречивость данных об общей влажности буковой древесины, полученных различными исследователями. Более того, при смене засушливого периода дождливым существенные колебания влажности возможны и в пределах очень коротких отрезков времени.

Значительное повышение влажности древесины после опадения листового покрова, а также в зимние месяцы (отмеченное в данных исследованиях и в работах С. Николова и Е. Енчева) указывает на непрерывающуюся деятельность корневой системы бука при неглубоком промерзании почвы. По мере промерзания почвы деятельность корневой системы ослабевает (в январе-феврале), но с оттаиванием вновь усиливается.

Прекращение транспирации после опадения листвы и продолжающаяся работа корневой системы бука повышают до максимума влажность древесины бука в зимние месяцы.

Выявленные особенности влажности древесины свежесрубленного кавказского бука можно использовать в практике деревообработки, особенно при сушке и пропарке древесины.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. Бюсен. Строение и жизнь наших лесных деревьев. Гослесбумиздат, М.—Л., 1961 [2]. Б. К. Зинов. О влажности восточного бука. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1963. [3]. С. Николов, Е. Енчев. Влажность на буковата дървесина в сурово състояние. Научн. трудове Высшегo лесотехническогo института, т. XI, Земиздат, София, 1963. [4]. Л. М. Перелыгин. Древесиноведение. «Советская наука», М., 1963.

УДК 674.053 : 621.933.6

О ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАМНЫХ ПИЛ

Р. В. ДЕРЯГИН
(ЦНИИМОД)

Производительность лесопильных рам и качественные показатели обработки на них сырья в значительной степени определяются устойчивостью инструмента. В предыдущих исследованиях [4] были рассмотрены вопросы статической устойчивости рамных пил. С учетом этого в 1968 г. была сделана попытка решить задачу о динамической устойчивости пил. В общем случае [1] эта задача включает в себя изучение условий возникновения незатухающих колебаний и определение амплитуд этих колебаний при приложении к системе вибрационной параметрической нагрузки.

На первом этапе исследования с целью его упрощения ограничимся решением вопроса о динамической устойчивости плоской формы изгиба пилы под действием горизонтальной составляющей силы резания (усилия подачи) $P(t)$ (рис. 1). При этом не затрагиваем часть задачи, связанную с определением амплитуд незатухающих параметрических колебаний, и полагаем, что нагрузка при колебаниях не изменяет своего направления, то есть не является следящей.

Пилу длиной L при условии обжима ее дистанционными прокладками (разлучками) в расчетах с достаточной степенью точности можно рассматривать как шарнирно закрепленную полосу узкого прямоугольного сечения длиной l . Это подтвердилось при проведении нами в 1967 г. предварительных теоретических и экспериментальных исследований частот собственных колебаний рамных пил. На основании теории В. З. Власова [3], ста-

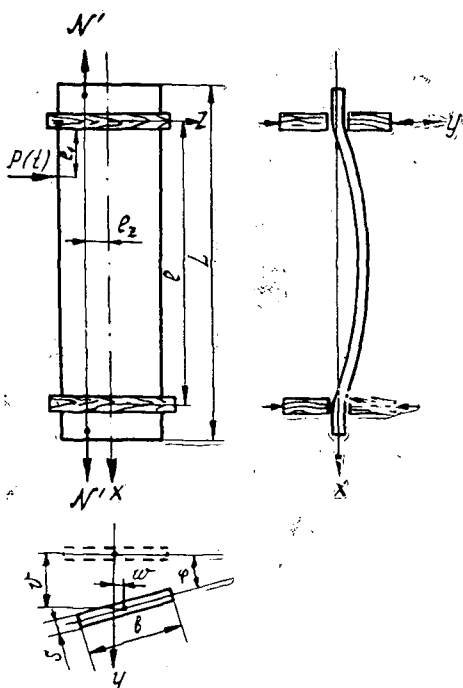


Рис. 1

тическая задача для нашего случая в общем виде описывается уравнениями

$$\left. \begin{aligned} EI_z \frac{d^4 v}{dx^4} - d \left[N \frac{dv}{dx} \right] \cdot \frac{1}{dx} + d^2 (M_y \varphi) \frac{1}{dx^2} = 0 \\ GI_p \cdot \frac{d^2 \varphi}{dx^2} + d \left[\rho^2 N \cdot \frac{d\varphi}{dx} \right] \frac{1}{dx} - q_z^0 e'_z \varphi - M_y \frac{d^2 v}{dx^2} = 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где v — прогиб полосы в плоскости xy ;

φ — угол закручивания;

EI_z — жесткость на изгиб;

GI_p — жесткость на кручение;

N — суммарная продольная сила;

ρ — полярный радиус инерции;

M_y — суммарный момент, действующий в плоскости наибольшей жесткости;

q_z^0 — отнесенная к единице длины нагрузка, действующая в плоскости xz ;

e'_z — расстояние от центра тяжести сечения (центра изгиба) до точки приложения силы q_z^0 .

Уравнение колебаний пилы под действием периодической нагрузки [1]

$$q(x, t) = \lambda_0 q_0(x) + \lambda_t q_t(x) \cos \Theta t$$

и

$$M(x, t) = \lambda_0 M_0(x) + \lambda_t M_t(x) \cos \Theta t$$

(в этих выражениях Θ — частота приложения нагрузки) получаем путем добавления в уравнения (1) инерционных членов

$$\left. \begin{aligned} EI_z \frac{\partial^4 v}{\partial x^4} - \partial \left[N \cdot \frac{\partial v}{\partial x} \right] \frac{1}{\partial x} + \partial^2 (M \varphi) \frac{1}{\partial x^2} + m \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = 0 \\ - GI_p \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \partial \left[\rho^2 N \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right] \frac{1}{\partial x} + q e'_z \varphi + M \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} - \mu \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где m — масса пилы, приходящаяся на единицу длины;

μ — момент инерции массы пилы, приходящийся на единицу длины ($\mu = m \rho^2$).

Решения системы уравнений (2) находим, применяя вариационный метод Б. Г. Галеркина [3]. При этом с учетом граничных условий ($v = 0$ и $\varphi = 0$, если $x = 0$ и $x = l$), которые определяются способом закрепления полосы, формы колебаний аппроксимируем с помощью функций

$$v(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} v_n(t) \sin \frac{n\pi x}{l} \quad \text{и} \quad \varphi(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \Phi_n(t) \sin \frac{n\pi x}{l}. \quad (3)$$

Получаем систему обыкновенных дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами, которую запишем в матричной форме [1]

$$F \frac{d^2 T}{dt^2} + (R - \lambda_0 S_0 - \lambda_t S_t \cdot \cos \Theta t) T = 0, \quad (4)$$

$$\begin{aligned}
 \text{где } F &= \begin{vmatrix} \int m \sin^2 \frac{n\pi x}{l} dx & 0 \\ 0 & \int m \rho^2 \sin^2 \frac{n\pi x}{l} dx \end{vmatrix} \\
 R &= \begin{vmatrix} \int EI \left(\frac{d^4 \sin \frac{n\pi x}{l}}{dx^4} \right) \cdot \sin \frac{n\pi x}{l} dx - & 0 \\ - \int d \left[N \frac{d \sin \frac{n\pi x}{l}}{dx} \right] \frac{1}{dx} \cdot \sin \frac{n\pi x}{l} \cdot dx & \\ 0 & - \int GI_p \sin \frac{n\pi x}{l} \cdot \frac{d^2 \sin \frac{n\pi x}{l}}{dx^2} \cdot dx - \\ & - \int d \left[\rho^2 N \frac{d \sin \frac{n\pi x}{l}}{dx} \right] \frac{1}{dx} \cdot \sin \frac{n\pi x}{l} dx \end{vmatrix} \quad (5) \\
 \lambda_0 S_0 &= \begin{vmatrix} 0 & - \int \sin \frac{n\pi x}{l} \frac{d^2}{dx^2} (M_0 \sin \frac{n\pi x}{l}) dx \\ - \int M_0 \sin \frac{n\pi x}{l} \frac{d^2 \sin \frac{n\pi x}{l}}{dx^2} \cdot dx & - e'_z \int q_0 \sin^2 \frac{n\pi x}{l} dx \end{vmatrix} \\
 \lambda_t S_t &= \begin{vmatrix} 0 & - \int \sin \frac{n\pi x}{l} d^2 (M_t \sin \frac{n\pi x}{l}) \frac{1}{dx^2} dx \\ - \int M_t \sin \frac{n\pi x}{l} \frac{d^2 \sin \frac{n\pi x}{l}}{dx^2} dx & - e'_z \int q_t \sin^2 \frac{n\pi x}{l} dx. \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$

Границы главных областей динамической неустойчивости можно определить при решении уравнений, полученных из системы (4), если положить [1]

$$T(t) = \sum_{k=1, 3, 5, \dots}^{\infty} \left(a_k \sin \frac{k\theta t}{2} + b_k \cos \frac{k\theta t}{2} \right). \quad (6)$$

Перейдем к рассмотрению конкретной задачи. Основываясь на экспериментальных исследованиях ЦНИИМОДа [5], силу подачи выразим в виде функции, полученной при рассмотрении первых членов разложения ряда Фурье для пульсирующей нагрузки

$$P(t) = P_0 + P_t (1 + \cos \theta t), \quad (7)$$

где P_0 — среднее значение силы подачи за рабочий и холостой ходы за вычетом пиковой нагрузки;

P_t — амплитуда переменной нагрузки.

Для упрощения рассуждений, пренебрегая вертикальной составляющей силы резания, суммарную продольную силу N считаем постоянной. В качестве ее слагаемых учитываем силу натяжения пилы и силы, возникающие в результате действия напряжений от вальцевания и нагрева. Характер распределения напряжений от вальцевания по ширине полотна пилы (наличие растягивающих напряжений на краях пилы и напряжений сжатия в ее средней части) при усло-

вни сохранения устойчивости плоской формы полотна предопределяет равновесие сил от этих напряжений. Поэтому можно предположить, что напряжения от вальцевания не оказывают влияния на поперечные деформации пилы при центральном ее натяжении и основное их значение состоит в повышении крутильной устойчивости инструмента. Экспериментальная проверка [2] подтвердила обоснованность этих предположений. На основании отмеченного при расчетах устойчивости рамных пил напряжения от вальцевания нужно вводить лишь во второе уравнение системы (2).

Таким образом, при рассмотрении соответственно деформации изгиба и кручения имеем

$$N_y = N' + \sigma_t bs \quad (8)$$

и

$$N_\varphi = N' + \sigma_t bs + \sigma_b \frac{b}{2} s, \quad (9)$$

где N' — сила натяжения пилы;

b — ширина пилы без учета высоты зубьев;

s — толщина пилы;

σ_t — напряжения от нагрева ($\sigma_t = E\alpha\Delta t^\circ$);

E — модуль упругости;

α — коэффициент линейного расширения стали;

Δt° — средняя температура нагрева полотна;

σ_b — напряжения от вальцевания.

Учитывая также, что для участка пилы l_1

$$M_0 = P_0 \frac{(l-l_1)}{l} x - N'e_z; \quad (10)$$

$$M_t = P_t \frac{(l-l_1)}{l} x,$$

а для участка $l-l_1$

$$M_0 = P_0 \frac{l_1}{l} (l-x) - N'e_z; \quad (11)$$

$$M_t = P_t \cdot \frac{l_1}{l} (l-x)$$

и что

$$q_0 = \frac{P_0}{l}; \quad (12)$$

$$q_t = \frac{P_t}{l},$$

при подстановке выражений (7—12) в матрицы (5) для главных типов колебаний ($n=1$) получим

$$F = \begin{vmatrix} \frac{l}{2} m & 0 \\ 0 & \frac{l}{2} m \rho^2 \end{vmatrix}$$

$$R = \begin{vmatrix} \frac{l}{2} \left(EI \frac{\pi^4}{l^4} + N_y \frac{\pi^2}{l^2} \right) & 0 \\ 0 & \frac{l}{2} \left(GI_p \frac{\pi^2}{l^2} + N_\varphi \rho^2 \frac{\pi^2}{l^2} \right) \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 S_0 = & \left\| \begin{array}{l} 0 \\ \frac{l}{2} \left\{ \frac{2}{l} \left[\frac{1}{8} \left(1 - \cos \frac{2\pi l_1}{l} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{\pi^2 l_1}{4l} \left(1 - \frac{l_1}{l} \right) + \frac{N'}{P_0} e_z \frac{\pi^2}{2l} \right] \right\} \\ \frac{l}{2} \left\{ \frac{2}{l} \left[\frac{1}{8} \left(1 - \cos \frac{2\pi l_1}{l} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{\pi^2 l_1}{4l} \left(1 - \frac{l_1}{l} \right) + \frac{N'}{P_0} e_z \frac{\pi^2}{2l} \right] \right\} \end{array} \right\| \quad (13) \\
 S_t = & \left\| \begin{array}{l} 0 \\ \frac{l}{2} \left\{ \frac{2}{l} \left[\frac{1}{8} \left(1 - \cos \frac{2\pi l_1}{l} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{\pi^2 l_1}{4l} \left(1 - \frac{l_1}{l} \right) \right] \right\} \\ \frac{l}{2} \left\{ \frac{2}{l} \left[\frac{1}{8} \left(1 - \cos \frac{2\pi l_1}{l} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{\pi^2 l_1}{4l} \left(1 - \frac{l_1}{l} \right) \right] \right\} \end{array} \right\| - \frac{l}{2} e'_z \cdot \frac{1}{l}
 \end{aligned}$$

На основании подстановки уравнения (6) в систему (4) границы главных областей неустойчивости в первом приближении можно определить из уравнения

$$\left| R - P_0 S_0 - \left(P_t \pm \frac{1}{2} P_t \right) S_t - \frac{1}{4} \Theta^2 F \right| = 0. \quad (14)$$

С учетом момента приложения пульсирующей нагрузки [5] развернем определитель (14) для случая $l_1 = \frac{1}{3} l$

$$\left| \begin{array}{l} 1 - \frac{1}{4} \frac{\Theta^2}{\omega_y^2} \frac{\left[P_0 + P_t \left(1 \pm \frac{1}{2} \right) \right] \left(\frac{9}{16} + \frac{\pi^2}{6} \right) \frac{2}{3l} + N' e_z \frac{\pi^2}{l^2}}{EI \frac{\pi^4}{l^4} + N_y \frac{\pi^2}{l^2}} \\ \frac{\left[P_0 + P_t \left(1 \pm \frac{1}{2} \right) \right] \left(\frac{9}{16} + \frac{\pi^2}{6} \right) \frac{2}{3l} + N' e_z \frac{\pi^2}{l^2}}{\frac{\pi^2}{l^2} (GI_p + N_\varphi \rho^2)} \\ 1 - \frac{\Theta^2}{4\omega_\varphi^2} - \frac{e'_z \left[P_0 + P_t \left(1 \pm \frac{1}{2} \right) \right]}{l \frac{\pi^2}{l^2} (GI_p + N_\varphi \rho^2)} \end{array} \right| = 0, \quad (15)$$

где ω_y и ω_φ соответственно изгибная и крутильная круговые частоты собственных колебаний рамных пил. Наши экспериментальные исследования подтвердили высокую точность расчетных значений ω_y и ω_φ .

Приняв $\gamma = \frac{\omega_y^2}{\omega_\varphi^2}$, вычислим критическое значение частоты приложения параметрической нагрузки

$$\Theta_* = 2\omega_y \sqrt{\frac{1}{2\gamma} \left\{ \gamma + 1 - \varepsilon \pm \sqrt{(\gamma + 1 - \varepsilon)^2 - 4\gamma \left[1 - \frac{1}{P_*} \left(\left[P_0 + P_t \left(1 \pm \frac{1}{2} \right) \right]^2 + 0,47l^2 \left(\frac{3}{l} \beta \left[P_0 + P_t \left(1 \pm \frac{1}{2} \right) \right] + \beta^2 \right) - \varepsilon \right]} \right\}} \right\}}, \quad (16)$$

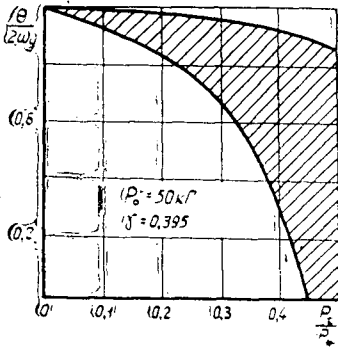


Рис. 2.

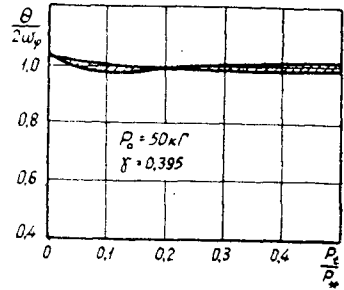


Рис. 3.

где

$$\varepsilon = e'_z \frac{P_0 + P_t \left(1 \pm \frac{1}{2}\right)}{l \frac{\pi^2}{l^2} (GI_p + N_\varphi \rho^2)}; \quad \beta = N' e'_z \frac{\pi^2}{l^2}.$$

$$P_* = \frac{6,67}{l^2} \sqrt{(GI_p + N_\varphi \rho^2)(EI\pi^2 + N_y l^2)} \quad (\text{критическая сила}). \quad (17)$$

В формуле (16) знак плюс перед вторым корнем соответствует крутильной форме колебаний, а знак минус — изгибной.

В качестве примера рассмотрим динамическую устойчивость плоской формы изгиба рамной пилы толщиной $s = 0,22$ см, шириной $b = 16$ см, длиной $l = 100$ см. При этом примем, что $N' = 2000$ кГ, $e_z = 0$, $\sigma_b = 600$ кГ/см², $\sigma_t = 0$, $P_0 = 50$ кГ, $P_t = 0-500$ кГ; $e'_z = \frac{b}{2}$.

Главные области неустойчивости для крутильных и изгибных форм колебаний представлены на рис. 2 и 3.

Анализ полученных результатов показал, что при определенных условиях рамная пила может потерять динамическую устойчивость. Можно предположить, что наиболее опасен для возникновения незатухающих колебаний момент начала пиления, когда не полностью используется естественный демпфер — стенки пропила. При колебаниях полотна пилы может произойти значительный его нагрев, что приведет к резкому уменьшению растягивающих напряжений и, следовательно, критической силы и частот собственных колебаний пилы. Создаются благоприятные условия для возникновения параметрического резонанса. Пила начинает «блуждать». С учетом сравнительно ограниченных возможностей повышения собственно устойчивости рамных пил, например, вследствие увеличения размеров поперечного сечения, силы натяжения пилы, напряжений от вальцевания и вследствие уменьшения свободной длины представляется важным разработать конструкцию лесопильной рамы, исключая явление скобления и, следовательно, возникновение пульсирующей нагрузки, значительно превышающей среднюю нагрузку за цикл пиления.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Болотин. Динамическая устойчивость плоской формы изгиба. Инженерный сборник, т. XIV, 1953. [2]. Р. В. Дерягин. Вальцевание рамных пил. Труды семинара «Новое в области режущего инструмента и резания древесины». ЛДНТП, 1968. [3]. Я. А. Пратусевич. Вариационные методы в строительной механике. Гостехиздат, М., 1948. [4]. С. М. Хасдан. Исследование устойчивости рамных пил. Диссертация, ЦНИИМОД, Химки — Архангельск, 1959. [5]. С. М. Хасдан и др. Экспериментальное исследование сил резания в двухэтажных лесопильных рамах серийных конструкций. Научные труды ЦНИИМОДа, № 18, Архангельск, 1964.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.813

МЕХАНИЗМ РАЗГОНКИ ДРЕВЕСНОЙ
ПИРОГЕННОЙ СМОЛЫ В ТРУБЧАТЫХ ПЕЧАХ

Сообщение 4

КИНЕТИКА ПРОЦЕССА

А. И. КИПРИАНОВ, С. Я. КОРОТОВ, Н. Н. КАЛИНИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Представляя химические реакции при разгонке древесной смолы в трубчатой печи как реакции масло- и пекообразования, можно подойти к рассмотрению формальной кинетики и к определению псевдокинетических постоянных суммарного процесса разгонки. Из-за сложности состава сырья и продуктов такой вольный подход к оценке химических изменений при тепловой обработке древесной смолы вынужден, но он должен дать метод расчета трубчатых печей на основании кинетических закономерностей процесса разгонки смолы.

Уравнение материального баланса процесса разгонки смолы в реакционной зоне трубчатки имеет вид

$$\frac{dG_c}{d\tau} = \frac{dG_m}{d\tau} + \frac{dG_o}{d\tau}, \quad (1)$$

где G_c — количество прореагировавшей смолы за время τ ;
 G_m — количество образовавшихся масел;
 G_o — количество образовавшегося пека.

Допускаем, что реакции обоих типов имеют первый порядок, причем маслообразование идет путем кислотного гидролиза. Тогда скорость реакции маслообразования можно выразить уравнением

$$\frac{dG_m}{d\tau} = K_m C (G_{c,n} - G_c) \quad (2)$$

и скорость реакций пекообразования — равенством

$$\frac{dG_o}{d\tau} = K_p (G_{c,n} - G_c). \quad (3)$$

В выражениях (2) и (3)

$G_{c,n}$ — начальное количество смолы;

K_m и K_p — константы скорости реакций масло- и пекообразования;

C — концентрация катализатора (кислоты) в сырье.

Из уравнений (2) и (3) получим

$$\frac{dG_m}{dG_o} = \frac{K_m C}{K_p}.$$

Концентрация катализатора по всей длине трубчатого реактора неизменна. Тогда для постоянной температуры

$$G_o = G_m \frac{K_n}{K_m C}. \quad (4)$$

При разгонке смола расходуется на образование масел и пека, то есть

$$G_c = G_m + G_o. \quad (5)$$

После подстановки значения G_o из уравнения (4) в выражение (5) получим

$$G_c = G_m \cdot \frac{K_m C + K_n}{K_m C}.$$

После преобразования уравнение (2) приобретает вид

$$\frac{dG_m}{G_{c,n} - G_m \frac{K_m C + K_n}{K_m C}} = K_m C d\tau. \quad (6)$$

Интегрирование выражения (6) в пределах от $G_{m,n} = 0$ до $G_{m,k}$ и от $\tau = 0$ до $\tau = \tau_p$ (τ_p — время контакта) приводит к уравнению

$$\frac{G_{m,k}}{G_{c,n}} = \frac{K_m \cdot C}{K_m C + K_n} \left[1 - e^{-(K_m C + K_n) \tau_p} \right]. \quad (7)$$

Выражение (7) дает возможность определить выход масел при разгонке смолы в трубчатом реакторе для любых значений температуры и времени контакта. Необходимо найти способ определения констант скорости масло- и пекообразования (K_m и K_n).

Константа суммарного процесса превращения смолы [1]

$$K = K_m C + K_n. \quad (8)$$

Решение системы уравнений (7) и (8) приводит к выражению

$$\frac{G_{m,k}}{G_{c,n}} = \frac{K_m C}{K} (1 - e^{-K \tau_p}), \quad (9)$$

откуда

$$K_m = \frac{\frac{G_{m,k}}{G_{c,n}} \cdot K}{C (1 - e^{-K \tau_p})} \quad (10)$$

и

$$K_n = K - C K_m. \quad (11)$$

Подстановка значений скорости масло- и пекообразования из уравнений (2) и (3) в выражение (1) приводит к виду

$$\frac{dG_c}{d\tau} = (K_m C + K_n) (G_{c,n} - G_c);$$

на основании уравнения (8) получим

$$\frac{dG_c}{d\tau} = K (G_{c,n} - G_c). \quad (12)$$

После интегрирования выражения (12) имеем

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{G_{c,n}}{G_{c,n} - G_c}. \quad (13)$$

Таким образом, для определения констант скорости реакций маслообразования K_m и пекообразования K_n вначале необходимо по уравнению (13) рассчитать константу суммарного процесса превращений смолы и затем применить выражения (10) и (11).

В настоящем сообщении приведены значения кинетических постоянных процесса разгонки ОИ газогенераторной смолы, а также сухоперегонной, полученной из березы в вертикальной реторте на одном из заводов. Для изучения кинетики процесса разгонки использована модельная установка трубчатого реактора [3]. Температура разгонки $t_{\text{ОИ}} = 240, 260, 280^\circ$; влияние гидродинамического режима на скорость реакций превращения смолы исключено ($Re = 1,4 \cdot 10^4 \div 4,0 \cdot 10^4$) [3].

Характеристика газогенераторной смолы приведена нами ранее [4]. Из предыдущих сообщений известно, что газогенераторная смола имеет около 40% предсуществующих масел — низкомолекулярных соединений, содержащихся в исходном сырье, а также образовавшихся в результате термической деструкции смолы при температурах $200\text{—}210^\circ$ и ниже [2]. В сухоперегонной смоле содержание предсуществующих масел 47% [5].

Таким образом, объект химических превращений — не вся смола, а только ее высокомолекулярная часть, поэтому для газогенераторной смолы $G_{\text{с.н}} = 60$, для сухоперегонной $G_{\text{с.н}} = 53$. В уравнениях (10) и (13) неизвестно количество прореагировавшей смолы G_c за время контакта τ_p .

По нашим данным, максимальное содержание масел в смеси после тепловой обработки газогенераторной смолы $m = 78\%$ [6], а количество масел в смеси после тепловой обработки сухоперегонной смолы $m = 81\%$ ($t_{\text{ОИ}} = 280^\circ$) [5].

В начальный период времени при тепловой обработке смола расходуется, в основном, на образование масел, затем при продолжительности реакции, большей времени «максимального выхода», возникают вторичные реакции с расходом масел на образование пека и более низкомолекулярных соединений. Следовательно, для начального периода тепловой обработки смолы количество непрореагировавшей смолы можно найти как разность между максимальным m и действительным m' содержанием масел. Например, для газогенераторной смолы $G_{\text{с.н}} - G_c = 78,0 - 61,0 = 17,0\%$ (опыт 1, $t_{\text{ОИ}} = 260^\circ$). Отношение $\frac{G_{\text{м.к}}}{G_{\text{с.н}}}$ определено как количество масел, образовавшихся в результате кислотного гидролиза ($G_{\text{м.к}}$ равно содержанию масел m' за вычетом предсуществующих), отнесенное к начальному количеству смолы.

Время максимального выхода масел τ_p определено нами ранее, и для газогенераторной смолы оно равно 0,016 сек при $t_{\text{ОИ}} = 260^\circ$ и 0,013 сек при $t_{\text{ОИ}} = 280^\circ$; для сухоперегонной смолы $\tau_p = 0,024$ сек при $t_{\text{ОИ}} = 240^\circ$, $\tau_p = 0,018$ сек при $t_{\text{ОИ}} = 260^\circ$ и $\tau_p = 0,014$ сек при $t_{\text{ОИ}} = 280^\circ$ [5, 6].

Концентрация катализатора C также выражена в весовых долях по отношению к $G_{\text{с.н}}$. Для образца газогенераторной смолы $C = 0,076$, для сухоперегонной смолы $C = 0,065$.

Результаты расчетов приведены в табл. 1. Как и следовало ожидать, более постоянные значения констант скоростей реакций имеют место до достижения времени максимального выхода, далее их величины уменьшаются, что можно объяснить наличием вторичных процессов, имеющих более высокий порядок реакций.

Таблица 1

Время контакта $\tau \cdot 10^3$, сек	Содержание масел m' , %	Выход масел $G_{м.к}/G_{с.н}$ доли	Количество не- прореагировавшей смолы $G_{с.н} - G_c$, %	Константа скорости реакции, сек ⁻¹		
				K	K_M	K_{II}
Газогенераторная смола ($G_{с.н} = 60\%$; $m = 78\%$)						
$t_{OI} = 260^\circ$						
6,3	61,0	0,35	17,0	200	1500	102
8,6	62,5	0,37	15,5	158	1220	68
8,5	59,8	0,33	18,2	141	1030	74
11,0	65,7	0,43	12,3	142	1190	75
13,0	65,8	0,43	12,2	122	1010	56
11,5	64,6	0,41	13,4	132	1060	63
16,3	70,0	0,50	8,0	—	—	—
28,6	59,0	0,32	19,0	40	290	21
28,4	59,0	0,32	19,0	40,5	289	21
26,0	58,6	0,31	19,4	43,0	305	28
$t_{OI} = 280^\circ$						
9,8	69,5	0,49	8,5	206	1800	94
11,7	72,4	0,54	5,6	202	1780	86
13,0	78,0	0,64	0,0	—	—	—
18,2	71,6	0,53	6,4	122	1080	52
15,9	72,8	0,55	5,2	154	1420	62
26,5	71,5	0,53	6,5	84	777	34
Сухоперегонная смола ($G_{с.н} = 53\%$; $m = 81\%$)						
$t_{OI} = 240^\circ$						
8,5	61,8	0,28	19,2	120	700	68
8,9	62,8	0,30	18,2	119	720	64
$t_{OI} = 260^\circ$						
6,4	63,0	0,30	18,0	169	940	98
10,0	71,6	0,47	9,4	157	1200	66
$t_{OI} = 280^\circ$						
6,6	74,0	0,51	7,0	307	3000	77
12,2	79,2	0,61	1,8	282	2360	107
14,0	81,0	0,64	0,0	—	—	—

Таблица 2

Реакции	Кинетические постоянные в уравнении $K = A \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$	
	A , сек ⁻¹	E , кдж/моль
Суммарного процесса превращений смолы	$9,7 \cdot 10^8$	66,5
	$1,4 \cdot 10^{12}$	96
	$4 \cdot 10^{14}$	109
Маслообразования	$9,6 \cdot 10^{16}$	143
Пекообразования	$4,9 \cdot 10^6$	43
	$7,3 \cdot 10^8$	64

Примечание. В числителе данные для газогенераторной смолы; в знаменателе — для сухоперегонной.

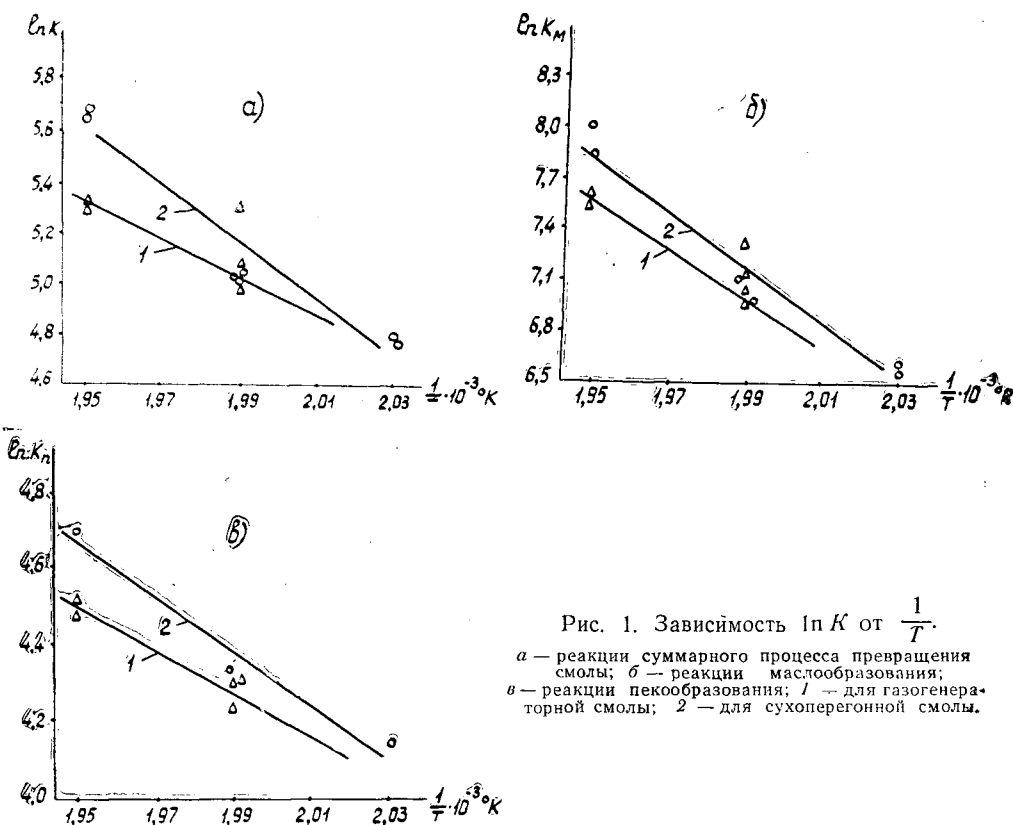


Рис. 1. Зависимость $\ln K$ от $\frac{1}{T}$.

а — реакции суммарного процесса превращения смолы; б — реакции маслообразования; в — реакции пекообразования; 1 — для газогенераторной смолы; 2 — для сухоперегонной смолы.

Графическая интерпретация уравнения Аррениуса для приведенных в статье условий разгонки древесной смолы представлена на рис. 1; здесь помещены значения констант скоростей реакций, протекающих в интервале от $\tau = 0$ до времени максимального выхода масел τ_p . Выбор именно этих значений объясняется тем, что нашей задачей является определение кинетических постоянных реакций с последующим расчетом трубчатого реактора для оптимальных условий.

Реакция химических превращений смолы (кислотный гидролиз) имеет заметную скорость уже при $t_{oi} = 200^\circ$; при $t_{oi} = 280^\circ$ средняя расчетная температура тепловой обработки смолы $T = 273 + \frac{200+280}{2} = 513^\circ\text{K}$; при $t_{oi} = 260^\circ$ $T = 503^\circ\text{K}$; при $t_{oi} = 240^\circ$ $T = 493^\circ\text{K}$.

Значения кинетических постоянных реакций суммарного процесса превращений смолы, процессов масло- и пекообразования приведены в табл. 2.

Выводы

1. Процесс маслообразования при тепловой обработке смолы имеет большее ускорение с повышением температуры, чем процесс пекообразования, но до определенных уровней температуры и времени контакта.

2. Малые значения энергии активации и низкая температура начала реакций химических превращений смолы объясняются наличием каталитического процесса кислотного гидролиза ее.

3. Процесс тепловой обработки смолы поддается математическому описанию в начальный период — до времени максимального выхода масел.

4. Полученные псевдокинетические постоянные процесса разгонки смолы дают возможность рассчитать объем трубчатой печи (химический реактор) для разгонки древесной смолы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. Арис. Анализ процессов в химических реакторах. Химия, 1967.
 [2]. Н. Н. Калинин, А. И. Киприанов, С. Я. Коротов. Механизм разгонки древесной пирогенной смолы в трубчатых печах. Сообщение 2. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1967. [3]. А. И. Киприанов и др. Разработка технологии непрерывной разгонки древесной смолы. Отчет Проблемной лаборатории пирогенных смол ЛТА, 1963. [4]. А. И. Киприанов, З. И. Фолиадова, О. И. Быстрова. Некоторые физические свойства древесносмоляных масел. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965. [5]. А. И. Киприанов и др. Изучение тепловых, гидродинамических и диффузионных факторов, влияющих на процесс тепловой обработки древесной пирогенной смолы. Отчет Проблемной лаборатории пирогенных смол, ЛТА, 1967. [6]. А. И. Киприанов, С. Я. Коротов, Н. Н. Калинин. Механизм разгонки древесной пирогенной смолы в трубчатых печах. Сообщение 3. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1968.

Поступила 4 апреля 1969 г.

УДК 541.1

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУРФУРОЛА С ФЕНОЛОМ И ЕГО НИТРОПРОИЗВОДНЫМИ

И. М. БОХОВКИН, Б. К. СЕМЕНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

В настоящее время фурфурол привлекает к себе все большее внимание в связи с применением его в производстве пластических масс и искусственных смол, на основе которых изготовляют высокопрочный и химически стойкий строительный материал — пластобетон, коррозионностойкие замазки, краски, прессиоршки, клеи, катиониты [4], [5], [6], [7], [8] [9], [10], [12], [14], [15], [22], [23], [24]; в органическом синтезе — для получения 2-метилфурана, применяемого в синтезе витамина В, амида пироглиевой кислоты; в диеновом синтезе [13], [17], [18], [19] и в качестве селективного растворителя для очистки нефтепродуктов, растительных масел [16], [20], [21].

В ряде работ [2], [3] проведено физико-химическое исследование фурфурола с крезолами, с уксусной кислотой и ее хлорпроизводными методами плавкости, вязкости и удельной электропроводности. Представляло интерес изучить характер взаимодействия фурфурола с фенолом и его нитропроизводными, а также установить влияние нитрогруппы, введенной в молекулу фенола в орто-, мета- и пара-положении. В этих целях исследованы по плавкости, удельной электропроводности, вязкости и плотности следующие двойные системы: фурфурол — фенол, фурфурол — м-нитрофенол, фурфурол — о-нитрофенол; фурфурол — п-нитрофенол и фурфурол — пикриновая кислота. Методика работы описана ранее [1].

Экспериментальная часть

Фурфурол перед опытом перегоняли с дефлегматором в вакууме, т. пл. 36,5°. Фенол очищали перегонкой с последующим высушиванием в вакуумном эксикаторе, т. пл. 41°. М-, о-, п-нитрофенол и пикриновую кислоту брали марки ХЧ, температуры плавления, равные соответственно 96, 45, 114 и 121,8°, — близки к литературным данным [11]. Концентрацию выражали в молекулярных процентах, вязкость — в сантипуазах, удельную электропроводность — в $ом^{-1} см^{-1}$.

Система фурфурол — фенол (рис. 1). Изучить плавкость было трудно, так как система способна к образованию прозрачной стеклообразной массы. Ветвь фурфурол — фенол удалось исследовать в пределах до 30 мол. % фенола, а ветвь фенол — фурфурол до 50 мол. % фурфурола. В пределах концентрации фенола 30 — 50 мол. % кристаллизацию вызвать не удалось, жидкость становилась вязкой, а затем с понижением температуры затвердевала в виде прозрачной стеклообразной массы. Эта часть диаграммы представлена пунктирной линией. Система фурфурол — фенол характеризуется инконгруэнтно плавящимся соединением состава $C_5H_4O_2 \cdot C_6H_5OH$. Эвтектические точки находятся при 30 мол. % фенола и — 59°, при 55 мол. % фе-

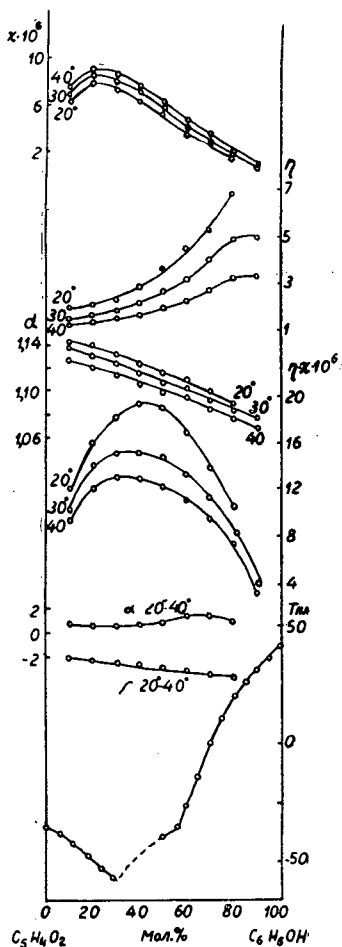


Рис. 1.

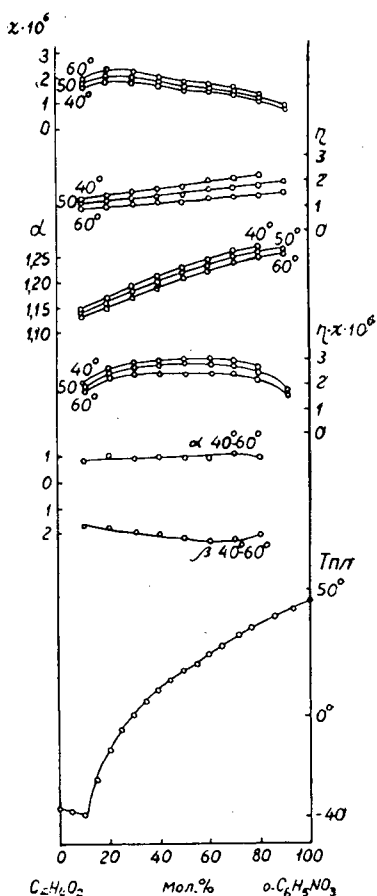


Рис. 2.

нола и -42° . Жидкая фаза этой системы исследована путем определения плотности, вязкости и удельной электропроводности при 20, 30 и 40° (рис. 1); определена приведенная электропроводность и рассчитаны температурные коэффициенты удельной электропроводности и вязкости (рис. 1).

Изотермы вязкости, выпуклые к оси состава, указывают на диссоциацию ассоциированного соединения в системе. Кривая температурного коэффициента вязкости изменяется почти по прямой линии. Изотермы плотности представляют собой слегка вогнутые к оси состава кривые, что указывает на происходящее в системе сжатие. Изотермы электропроводности имеют максимум при 20 мол. % фенола. Кривые приведенной электропроводности не изменяют хода кривой, но максимум приходится на 40 мол. % фенола. Кривая рассчитанного температурного коэффициента удельной электропроводности слегка вогнута к оси состава.

Таким образом, соединение в системе фурфурол — фенол $C_5H_4O_2 \cdot C_6H_5OH$, обнаруженное на диаграмме плавкости, проявляется в незначительной степени на изотермах плотности и электропроводности.

Система фурфурол — о-нитрофенол (рис. 2). Диаграмма плавкости указывает на отсутствие взаимодействия между компонентами в твердой фазе. Эвтектическая точка находится при 11 мол. % о-нитрофенола и -39° . Исследования жидкой фазы этой системы, проводимые путем определения плотности, вязкости и удельной электропроводности при 40, 50 и 60° , также не обнаружили взаимодействия между компонентами. Изотермы плотности и вязкости возрастают почти по аддитивной прямой от фурфурола к о-нитрофенолу. Удельная электропроводность по мере прибавления о-нитрофенола немного возрастает, а затем снижается. Кривые приведенной электропроводности (рис. 2) вогнуты к оси состава, что указывает на сильное влияние вязкости.

Рассчитанные температурные коэффициенты удельной электропроводности имеют небольшую выпуклость от оси состава, а кривые температурных коэффициентов вязкости обращены выпуклостью к оси состава.

Система фурфурол — м-нитрофенол (рис. 3) характеризуется инконгруэнтно плавящимся соединением состава $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_2$. Эвтектическая точка соответствует 6 мол. % м-нитрофенола и -41° , переходная — 38 мол. % м-нитрофенола и 10° . Гомогенную жидкую фазу изучали путем измерения вязкости, плотности и удельной электропроводности при 50, 60, 70° (рис. 3). Плотность смесей возрастает почти по аддитивной прямой от фурфурола к м-нитрофенолу и не указывает на взаимодействие компонентов в расплавленной гомогенной среде. Вязкость смесей возрастает от фурфурола к м-нитрофенолу. Изотермы вязкости слегка выпуклы к оси состава. Изотермы электропроводности имеют максимум при 30 мол. % м-нитрофенола. Кривые приведенной электропроводности выпуклы от оси состава. Рассчитанные температурные коэффициенты удельной электропроводности имеют максимум при 40 мол. % м-нитрофенола и кривые выпуклы от оси состава, а кривые температурных коэффициентов вязкости обращены выпуклостью к оси состава. Появление излома на кривых электропроводности, приведенной электропроводности и температурных коэффициентов позволяет предполагать существование в незначительной степени соединения $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_2$ в расплавленном состоянии.

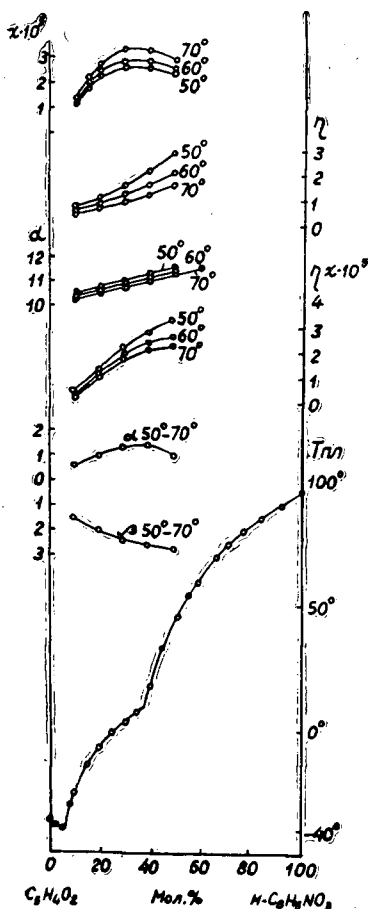


Рис. 3.

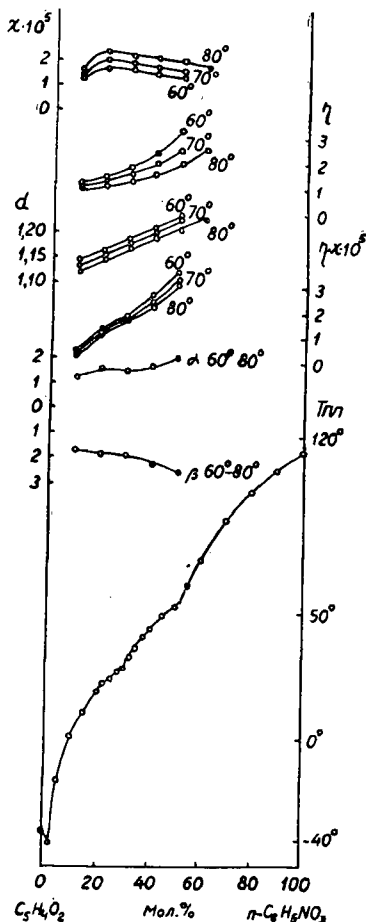


Рис. 4.

Система фурфурол—п-нитрофенол (рис. 4) образует два инконгруэнтно плавящихся соединения состава $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ и $2 C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$. Эвтектическая точка находится при 2 мол. % п-нитрофенола и -41° . Первая переходная точка находится при 31 мол. % п-нитрофенола и 29° , вторая — при 53 мол. % п-нитрофенола и 53° . В жидкой фазе исследованы вязкость, плотность и удельная электропроводность при температуре 60, 70 и 80° (рис. 4). Изотермы вязкости и плотности изменяются аналогично кривым в системе фурфурол—м-нитрофенол. Удельная электропроводность по мере прибавления п-нитрофенола вначале немного возрастает, а затем снижается. Кривые приведенной электропроводности, рассчитанные температурные коэффициенты вязкости и электропроводности тоже не дают указаний на химическое взаимодействие между фурфуролом и п-нитрофенолом в гомогенной расплавленной среде.

Система фурфурол—пикриновая кислота характеризуется также инконгруэнтно плавящимся соединением состава $3 \cdot C_5H_4O_2 \cdot C_6H_3O_7N_3$. Эвтектическая точка находится при 6 мол. % пикриновой кислоты и -41° , переходная при 23 мол. % пикриновой кислоты и 3° (рис. 5).

В жидкой фазе исследованы вязкость, плотность и удельная электропроводность при 60, 70 и 80° (рис. 5). Изотермы плотности представляют собой слегка вогнутые к оси состава кривые. Изотермы вязкости имеют выпуклость к оси состава, а кривые удельной электропроводности не имеют максимумов и в некоторой степени вышуклы от оси состава. Изотермы исправленной электропроводности до 30 мол. % пикриновой кислоты круто поднимаются, а затем наблюдается некоторый излом. Кривые температурных коэффициентов удельной электропроводности являются слегка вогнутыми к оси состава, а кривые температурных коэффициентов вязкости имеют антибатный характер. По-видимому, соединение, обнаруженное на диаграмме плавкости, проявляется в очень незначительной степени в гомогенной жидкой фазе. Таким образом, изучение плавкости двойных систем, образованных фурфуролом с фенолом и его нитропроизводными, показало, что в твердой фазе фурфурол образует соединение с фенолом, м-нитрофенолом, п-нитрофенолом и пикриновой кислотой. В жидкой гомогенной среде соединения, обнаруженные на диаграммах плавкости, проявляются в незначительной степени только в системах фурфурол — фенол, фурфурол — м-нитрофенол и фурфурол — пикриновая кислота. На основании сопоставления свойств плавкости, вязкости, плотности и электропроводности можно отметить, что склонность фурфурола к взаимодействию с фенолом и его нитропроизводными возрастает в направлении — о-, м-, п-нитрофенол, пикриновая кислота.

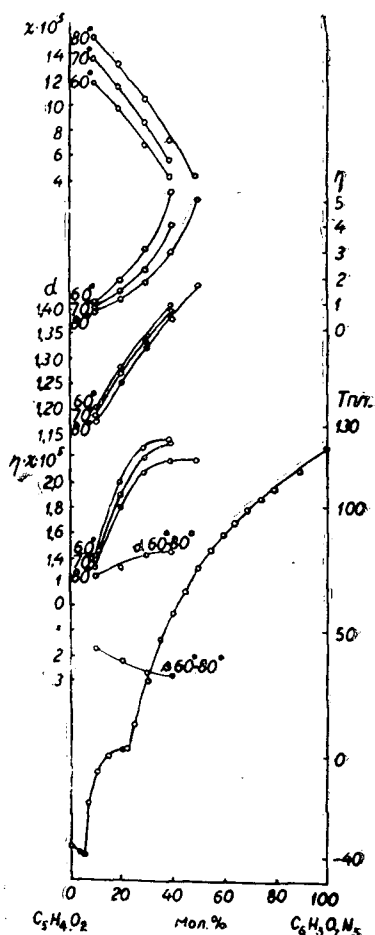


Рис. 5.

фурфурол — м-нитрофенол и фурфурол — пикриновая кислота. На основании сопоставления свойств плавкости, вязкости, плотности и электропроводности можно отметить, что склонность фурфурола к взаимодействию с фенолом и его нитропроизводными возрастает в направлении — о-, м-, п-нитрофенол, пикриновая кислота.

Выводы

1. Исследованы диаграммы плавкости системы фурфурол — фенол, фурфурол — о-, м-, п-нитрофенолы и фурфурол — пикриновая кислота. Установлено, что фурфурол образует в твердой фазе комплексы следующего состава: с фенолом $C_5H_4O_2 \cdot C_6H_5OH$, с изомерами нитрофенола $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_3$, $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ и $2 C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$, с пикриновой кислотой $3 C_5H_4O_2 \cdot C_6H_3O_7N_3$.

2. Исследована методами вязкости, плотности, электропроводности гомогенная фаза данных систем и рассчитаны приведенная электропроводность и температурные коэффициенты электропроводности и вязкости.

Изотермы удельной электропроводности указали на существование соединений систем фурфурол — фенол, фурфурол — м-нитрофенол и

фурфурол — пикриновая кислота в расплавленной гомогенной среде. Изотермы вязкости указывают на существование соединений в жидкой фазе в системах фурфурол — фенол, фурфурол — пикриновая кислота.

3. В системе фурфурол — фенол в области, близкой к эквимолекулярному составу $C_5H_4O_2 \cdot C_6H_5OH$, наблюдалось стеклообразование.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина. ЖОХ, 26, 1315, 1956. [2]. И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960. [3]. И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ЖОХ, 33, 2083, 1963. [4]. И. Г. Дерковская. «Пластмассы» № 8, 19, 1960. [5]. И. М. Елшин, Н. Н. Остер-Волков. «Бетон и железобетон» № 11, 503, 1960. [6]. В. И. Итинский, Н. Н. Остер-Волков, И. В. Каменский. «Пластмассы» № 9, 66, 1962. [7]. Ю. В. Лисицын, К. С. Дорофеев, М. Л. Шумакова. Сб. «Долговечность строительных конструкций зданий химической промышленности». Ростов-на-Дону, 163, 1968. [8]. И. П. Лосев, Е. Б. Тростянская, А. С. Тевлина. Авторское свидетельство СССР № 134852, кл. 39, в. 22, 10.1-61 г. [9]. Е. В. Орбаченко, Н. Ю. Прянишникова. Фурановые смолы. Гостехиздат, 1963. [10]. Н. Н. Остер-Волков, Ф. Б. Борисов. Авторское свидетельство СССР № 133965, кл. 22i, 2, 10.1-61 г. [11]. Справочник химика. Т. 2. ГХИ, 1963. [12]. Е. Х. Ставраков. «Транспортное строительство» № 5, 57, 1959. [13]. М. М. Христов, Х. Пеева, С. К. Дирлинов. Авторское свидетельство НРБ, кл. 124, 24 (CO7d) № 10695, 30. XII-65 г. [14]. И. Н. Черемухин, И. М. Елшин, П. М. Мананников. «Пластмассы» № 11, 503, 1960. [15]. P. L. De. «Cement and Concrete» 8, № 4, 289, 1968. [16]. M. R. Fenske, W. G. Braun, D. Quigyle. «Petrol Refiner», 39, № 6, 149, 1966. [17]. Ernő Haidegger, Gyula Kincses, Daniel Kriza, Bela Szeiler. «Magyar kem. lapja», 22, № 11, 605, 1967. [18]. Lonis Mavougnon-Gomes «Bull. Soc. Chim. France», № 5, 1753, 1967. [19]. L. Meszaros, M. Bartok, A. S. Gilde. «Acta phys. et chem. Szeget», 43, № 3, 121, 1967. [20]. Elena Spaccamela Marchetti, Maria-Teresa Cereti Mazza. «Chimica e industria», 43, № 2, 133, 1961. [21]. Zivadina Zivanovik-Stanin. «Nafta», 19, № 1, 29, 1968. [22]. Английский патент 777458 26.VI-57 г. РЖХ, 24633П, 1960. [23]. Патент США 2861977, 25, 11, 58, РЖХ, 75503П, 1960. [24]. Французский патент 1175521, 27, 0359. РЖХ, 8П411, 1961.

УДК 634.0.813

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ НИЗКОКИПАЩИХ НЕЙТРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПИРОЛИЗАТА ДРЕВЕСНОСМОЛЯНЫХ МАСЕЛ

С. М. КРУТОВ, В. Е. КОВАЛЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Исследованы узкие фракции ректификации низкокипящей части пиролизата древесносмоляных масел*. Разделение фракций на компоненты осуществляли методом препаративной газо-жидкостной хроматографии.

В результате получены разбавленные растворы того или иного компонента в четыреххлористом углероде. Степень чистоты компонентов и их концентрация в отобранных растворах почти во всех случаях были достаточны для установления формул строения с помощью ИК- и УФ-спектров поглощения, но некоторые затруднения

* С. М. Крутов, В. Е. Ковалев. Исследование нейтральных веществ пиролизата древесносмоляных масел. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1969.

при спектроскопии были вызваны сильным поглощением растворителя (CCl_4) на определенных участках ИК-спектра. Правильность идентификации, там где было возможно, подтверждали методом метки.

С целью получения наиболее объективных данных о составе отдельных фракций, предварительно были выбраны оптимальные условия проведения газо-жидкостной хроматографии (подбор инертных носителей и жидких фаз, температурного режима и т. д.).

Из 24 фракций, полученных при ректификации, мы исследовали 15. Список идентифицированных веществ приведен в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Название	№ компонента на хроматограмме	Способ идентификации		метод метки	Компоненты, найденные впервые в древесных смолах
			по спектрам поглощения			
			ИК	УФ		
1	Гексен-1	1	+		+	+
2	Бензол	2			+	
3	2-метилбутанон-3	6			+	
4	Октен-1	7	+		+	+
5	Октен-2 и др.	7'	+		+	+
6	Толуол	8	+		+	
7	2-метилпентанон-3	9			+	
8	Аллилацетон	12	+		+	+
9	Нонен-1	10	+		+	+
10	Нонен-2 и др.	10'	+		+	+
11	Циклопентанон	13			+	
12	Этилбензол	14	+		+	
13	м-ксилол	15	+		+	
14	о-ксилол	16	+		+	
15	Стирол	17	+		+	
16	Циклогексанон	19			+	
17	Децен-1	20	+		+	+
18	Децен-2 и др.	20'	+		+	+
19	Изопропилбензол	21			+	
20	1-метилциклопентен-1-он-5	22	+	+		
21	м-этилтолуол	24	+			+
22	Мезителен	27			+	
23	о-этилтолуол	29	+			+
24	Псевдокумол	31	+		+	
25	п-цимол	32			+	
26	о-винилтолуол	33	+		+	+
27	Кумарон	35	+	+		

Кроме веществ, перечисленных в табл. 1, найдены следы циклогексана и предполагается присутствие п-этилтолуола, пропилбензола и п-ксилола.

Таким образом, в низкокипящих фракциях нейтральной части пиролизата древесносмоляных масел содержится не менее 35 компонентов, 27 из которых идентифицированы. 11 компонентов найдены в продуктах термализации древесины или ее составных частей впервые.

Идентификацию отдельных компонентов приводим на примере анализа двух фракций — № 7 и № 14.

Фракция № 7. Пределы кипения — 45—47° при остаточном давлении 20 мм рт. ст. Показатель преломления n_D^{20} — 1,4750. Элементарный состав: С — 88,3, Н — 10,59%, (О + N) — 1,11%. Хроматограмма приведена на рис. 1.

Компоненты 12, 13 и 15 были идентифицированы при анализе предыдущих фракций как аллилацетон, циклопентанон и м-ксилол соответственно. Наличие этих компонентов во фракции № 7 подтверж-

дено методом метки (аллилацетон синтезирован из ацетоуксусного эфира и бромистого аллила).

Компонент 10 — нонен-1. В области $1000\text{--}900\text{ см}^{-1}$ наблюдается сильное поглощение CCl_4 . Однако появление резкой полосы 910 см^{-1} и неярковыраженной полосы 990 см^{-1} является достаточным, по нашему мнению, для определения винильной группы. О наличии метильных и метиленовых групп свидетельствуют полосы 1380 см^{-1} и 1460 см^{-1} . Полоса 1630 см^{-1} обусловлена наличием двойной связи. Отсутствие каких-либо других интенсивных полос позволяет сделать вывод, что анализируемое вещество имеет прямую цепь углеродных атомов. В предыдущих фракциях были найдены октены и гексены. Можно было предположить, что компонент 10 является или ноненом, или деценом, однако второе исключается, так как пределы кипения фракции № 7 и положение пика на хроматограмме свидетельствуют, что температура кипения компонента 10 не должна превышать 155° .

Нонен-1 был синтезирован дегидратацией нонилового спирта. Наряду с ноненом-1 были получены и другие изомерные нонены. Они образовали на хроматограмме пик, соответствующий компоненту 10'. ИК-спектр компонента 10 подтвердил наличие изомерных ноненов, из которых наиболее вероятным является нонен-2. ИК-спектры нонена и компонента 10 приведены на рис. 2, а.

Компонент 16 — о-ксилол. Ранее его неоднократно находили в продуктах термоллиза древесины. Наличие его подтверждено методом метки. ИК-спектры о-ксилола и компонента 16 оказались идентичными (рис. 3).

Компонент 17 — стирол. ИК-спектр приведен на рис. 2, б. Полосы 1615 см^{-1} , 1583 см^{-1} и 1505 см^{-1} доказывают ароматический характер компонента, а сильное поглощение в области 910 см^{-1} и полосы 1421 см^{-1} и 1300 см^{-1} говорят о наличии винильной группы.

Простейшим соединением, отвечающим характеру спектра, является стирол, что и подтверждено сравнением с ИК-спектром стирола.

Компонент 19 — циклогексанон идентифицирован методом метки.

Фракция № 14. Температура кипения 59° при постепенном снижении остаточного давления от 20 до 16 мм рт. ст., $n_D^{20} = 1,4782$. Элементарный состав: С — 88,65%, Н — 10,26%, (О + N) — 3,09%. Хроматограмма фракции приведена на рис. 3.

Идентифицированы компоненты 20, 20', 29, 31, 33, 35, 27 и 32, из них первые 6 по ИК-спектрам.

Остальные компоненты или идентифицированы при анализе предыдущих фракций, или не определялись вследствие малого содержания.

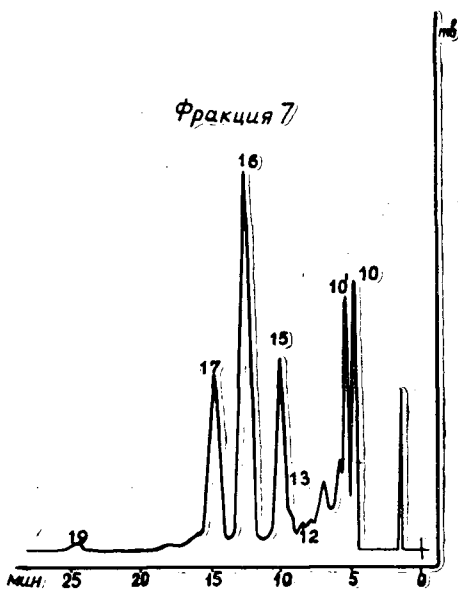


Рис. 1.

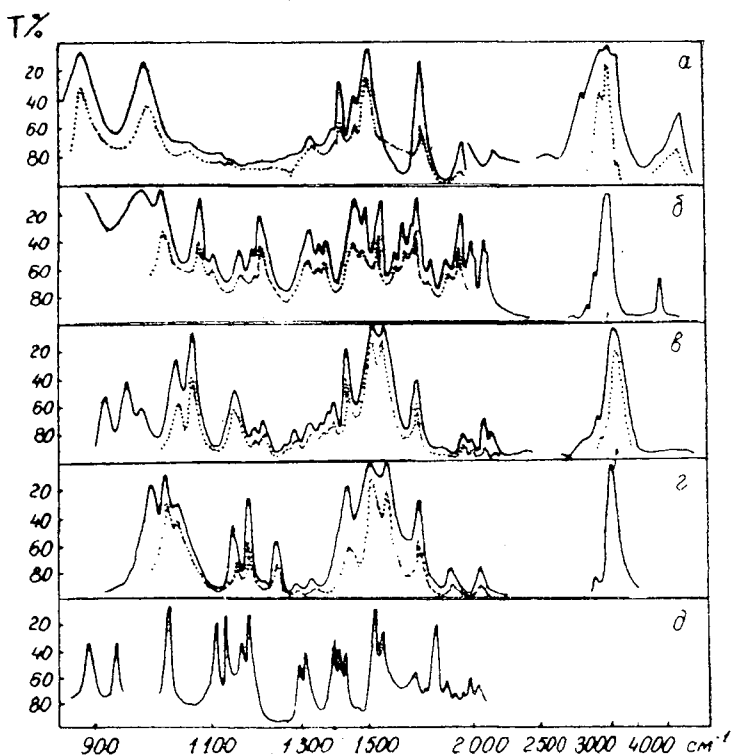


Рис. 2.

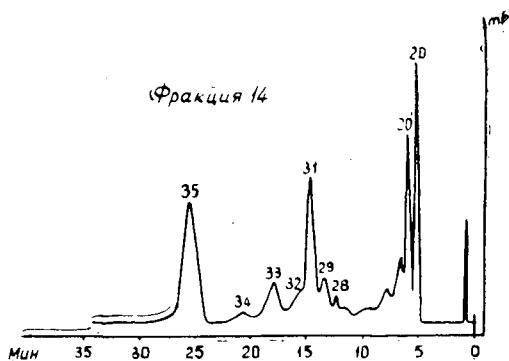


Рис. 3.

Компоненты 20 и 20' — декан и децен-1. ИК-спектр компонента 20' мало отличается от разобранный выше ИК-спектра компонента 10.

Компонент 29 — о-этилтолуол. ИК-спектр приведен на рис. 2, в.

Ароматическая природа вещества установлена по наличию полос в области 1502 см^{-1} и 1616 см^{-1} . Не вызывает сомнений присутствие CH_3 и CH_2 групп. На основании известных закономерностей по порядку выхода отдельных компонентов в зависимости от строения бо-

ковых цепей и числа заместителей в ароматическом ядре, а также зная примерные пределы температуры кипения компонента 29, мы предположили, что он является одним из изомерных этилтолуолов, что и было подтверждено сравнением ИК-спектров.

Лучшие результаты были получены при нанесении трикрезилфосфата на ДК, предварительно обработанного соляной кислотой.

Хроматограмма, приведенная на рис. 1, получена в следующих условиях: хроматограф ХЛ-4; инертный носитель — ДК, жидкая фаза — трикрезилфосфат, газ-носитель — водород, расход водорода — 3 л/час, давление на входе — 2,5 атм, на выходе — атмосферное, диаметр колонок — 6 мм, длина 6 м, температура в термостате 132°C, ток детектора — 130 ма, чувствительность шкалы регистратора — 2 мв. Условия, в которых снята хроматограмма фракции 14, отличаются от вышеприведенных, здесь расход водорода — 5 л/час, длина колонки — 3 м, температура в термостате — 148°C, ток детектора — 148 ма. ИК-спектры получены на спектрометрах ИКС-14 и UR-10.

Во всех случаях растворителем компонентов был четыреххлористый углерод, толщина слоя растворов 0,4—0,9 мм в зависимости от концентрации компонентов.

УФ-спектры сняты на спектрофотометре СФ-4М. Растворитель — этиловый спирт. Толщина слоя — 1 см.

УДК 674.047

О ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТОРОНЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К СУШКЕ БУМАГИ И ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

И. К. ЧЕРНЫШЕВСКИЙ

(Ленинградский технологический институт)

Интенсивность процесса сушки определяется скоростью движения влаги в материале, степенью прогрева, технологией подвода энергии, а также скоростью испарения с поверхности материала и удаления водяных паров. Процесс контактной сушки бумаги и целлюлозы состоит, в основном, из трех этапов, которые характеризуются различными условиями и возможностями тепло- и массообмена [3], [5].

На этапе прогрева из материала удаляется немного влаги. Но этот этап нельзя произвольно сокращать в силу технологических условий (определяющих качество продукции), не допускающих быстрого нарастания температуры. В этот период температура (в зависимости от сортов бумаги) поднимается до 40—70°C, и бумажное полотно проходит около 10% всего числа сушильных цилиндров. Режим подвода тепла следует регулировать так, чтобы на первом сушильном цилиндре температура поверхности не превышала приведенных значений. Медленная сушка бумаги необходима для обеспечения нужной степени проклеивания. Наиболее высокая степень проклейки достигается при таком темпе поднятия температуры, чтобы при достижении 50% сухости бумажного полотна она была 70—80°C.

Особенно важно постепенное повышение температуры в начале сушки сильно проклеиваемых бумаг или изготавливаемых из очень

жирной массы. Температура при этом может быть максимальной только при прохождении полотном второй части сушильных установок. Сравнительно быстрое повышение температуры допускается при сушке газетной и упаковочной бумаги и картона, однако и в этом случае она должна быть максимальной лишь после прохождения полотном $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ сушильной части.

При сухости бумаги около 60% возникает поперечная усадка, вызываемая натяжением полотна, а в направлении хода наблюдается удлинение. Основная усадка происходит при прохождении бумажным полотном первых двух—трех цилиндров и сухости 87—90%. В эти периоды рекомендуют снижать давление греющего пара в цилиндрах, предшествующих месту возникновения наибольшей усадки [8].

После периода предварительного прогрева полотно проходит 65—75% пути при сравнительно стабильной температуре (на каждом цилиндре она повышается приблизительно на $0,5^{\circ}\text{C}$) [9]. Затем следует третий этап (охватывающий 15—25% всего числа цилиндров), когда температура быстро поднимается соответственно сортам бумаги до 80 — 150°C . В последнем сушильном цилиндре температура опять несколько снижается.

В период прогрева процесс сушки не лимитирован скоростью движения влаги в материале. На этапе постоянной скорости сушки подвод влаги к испаряющей поверхности также не ограничен. Но процесс удаления влаги с поверхности материала, обусловливаемый явлениями диффузии и конвективного массообмена, лимитирован.

В период падающей скорости сушки влага в самом материале движется медленно и также медленно удаляется с поверхности. Очевидно, если затрата энергии — тепла — на собственно испарение влаги и внедрение в атмосферу мала, то избыток энергии идет на повышение температуры материала. В связи с этим в разные периоды сушки теплоемкость бумажного полотна различна. В начальный период при влажности материала около 60% теплоемкость выразится в виде

$$C_1 = 0,60C_B + 0,40C_c = 0,60 \cdot 1,00 + 0,40 \cdot 0,24 \approx 0,70 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}} = 2,94 \frac{\text{кдж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$$

где C_B — теплоемкость воды ($1,0 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град} = 4,19 \text{ кдж/кг} \cdot \text{град}$);
 C_c — теплоемкость сухого вещества ($0,24 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град} = 1,02 \text{ кдж/кг} \cdot \text{град}$).

В конечной стадии сушки при влажности 0,15—0,05% теплоемкость

$$C_2 = 0,10 \cdot 1,00 + 0,90 \cdot 0,24 \approx 0,32 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}} = 1,34 \frac{\text{кдж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$$

(для писчих и печатных бумаг $C_6 = 0,304$ — $0,312$, для целлюлозы $C_{ц} = 0,315 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град}$).

В последней стадии сушки теплоемкость приблизительно в два раза меньше, чем в начальной. Это значит, что при равном избыточном подводе тепла в конечной фазе процесса сушки температура должна подниматься более значительно, а именно на величину

$\delta T_2 = \frac{\Delta Q}{0,32}$, в то время как в начальной стадии — на величину

$\delta T_1 = \frac{\Delta Q}{0,70}$. Иначе говоря, следует, чтобы при равных условиях температура в конечной стадии поднималась бы на величину в 2,2 раза большую, чем в начальном периоде. Этой цифрой обоснована не только необходимость достаточно строгого соответствия подводимой энергии действительному расходу ее на парообразование и потери, но и величина опасности в технологическом отношении при разба-

лансировке потоков энергии. В конечных стадиях сушки эта опасность гораздо больше. Поэтому указания о снижении подвода пара в последних цилиндрах получают не только технологический, но и энергетический смысл.

Температура высушиваемого материала $T^\circ\text{K}$ и градиент ее связаны между собой. В свою очередь, градиент температуры ∇T определяет разность ΔT на внутренней и наружной поверхностях полотна, так как

$$\Delta T = \int_0^s \nabla T ds \approx \nabla T s, \quad (1)$$

где s — толщина листа.

Разность ΔT приводит к появлению механических напряжений, способных вызывать деформации и повреждения. Действительно, в цилиндрической оболочке [7] наибольшие напряжения на наружной поверхности, направленные тангенциально, выражаются в виде

$$\sigma_{max} = \frac{\alpha E}{2(1-\mu)} \left[1 + \frac{\sqrt{1-\mu^2}}{\sqrt{3}} - \mu \right] \Delta T, \quad (2)$$

где α — коэффициент линейного расширения;
 E — модуль упругости;
 μ — отношение Пуассона (0,25).

Для безграничной пластины (при изменении температуры только по толщине) Б. Боли и Д. Уэйнер дают выражение напряжений

$$\sigma = \frac{\alpha E}{1-\mu} f(z, \Delta T), \quad (3)$$

где z — координата, отсчитываемая поперечно к пластине от ее среднего сечения;

$f(z, \Delta T)$ — положительная функция от z и ΔT .

В материалах упруго-пластичных и упруго-вязких температурные напряжения иные, но, очевидно, пропорциональные рассматриваемой разности. Чтобы показать, как температура материала связана с ее градиентом и, следовательно, с разностью ΔT , обратимся к термодинамике необратимых процессов. Процессы тепло- и массообмена в высушиваемом материале описаны уравнениями Онзагера [1], [2], [6], применимыми и к процессам, протекающим в высушиваемой бумаге [4], [5].

Для однокомпонентной двухфазной системы, образованной влагой в высушиваемом материале (сухое вещество материала можно представлять лишь скелетом — вместилищем влаги, так как, в основном, влага сосредоточена между волокнами), уравнения имеют вид

$$\left. \begin{aligned} I_T &= \dot{Q} = L_{11}X_T + L_{12}X_M & (a) \\ I_M &= \dot{W} = L_{21}X_T + L_{22}X_M, & (б) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где L_{ik} — кинетические коэффициенты, образующие симметричную матрицу ($L_{12} = L_{21}$);

$I_T = \dot{Q}$ — поток тепла через единицу поверхности в единицу времени;

$I_M = \dot{W}$ — аналогичный поток массы-влаги, влагосъем;

X_T и X_M — обобщенные термодинамические движущие силы $X_T = -\nabla \left(\frac{i}{T} \right) = -\frac{\nabla T}{T^2}$.

Находя из уравнения (4 б) величину

$$X_M = \frac{\dot{W} - L_{21} X_T}{L_{22}} \quad (5)$$

и подставляя ее в выражение (4 а), получим

$$I_T = \dot{Q} = - \left(L_{11} - \frac{L_{12}^2}{L_{22}} \right) \frac{\nabla T}{T^2} + \frac{L_{12}}{L_{22}} \dot{W}. \quad (6)$$

Если бы $\nabla T = 0$, то весь поток тепла состоял бы из $\dot{Q}_B = \frac{L_{12}}{L_{22}} \dot{W}$. Это означало бы, что $\frac{L_{12}}{L_{22}}$ представляет собой энергию, переносимую самой влагой. В данном случае она была бы равна энтальпии пара (выпара) $\frac{L_{12}}{L_{22}} = h_2$. Заметим, что всегда $L_{11} > 0$, $L_{22} > 0$ [1], [6], а следовательно, и $L_{12} = L_{21} > 0$. В то же время и $\left(L_{11} - \frac{L_{12}^2}{L_{22}} \right) > 0$. Отсюда градиент температуры

$$-\nabla T = \frac{\dot{Q} - h_2 \dot{W}}{L_{11} - \frac{L_{12}^2}{L_{22}}} \cdot T^2 = \frac{\left(\frac{\dot{Q}}{\dot{W}} - h_2 \right) \dot{W} T^2}{L_{11} - \frac{L_{12}^2}{L_{22}}} \quad (7)$$

(поток тепла направлен в сторону отрицательной величины градиента).

В уравнении (7) величина $\frac{\dot{Q}}{\dot{W}} = q$ представляет собой расход тепла на 1 кг удаленной влаги — величину довольно определенную. Таким образом, температура материала и ее градиент, а следовательно, и разность температур ΔT возрастают одновременно. Но это означает, что увеличиваются и механические напряжения в материале.

Из выражения (7) видно, что при малых влагосъемах более допустимы высокие температуры, поскольку дело касается механических напряжений. В конце сушильной части машины (это период падающей скорости сушки), где градиент влажности мал, скорость удаления влаги определяется ее относительно медленным движением в самом материале. Это движение обеспечивается более значительными градиентами температуры. В то же время влагосъем здесь мал. Поэтому неизбежными и закономерными в какой-то мере оказываются высокие температуры. Но механические напряжения здесь получаются большими.

Режимные условия прогрева материала задают технологи, назначая скорость нарастания температуры. Поэтому связь между скоростью нарастания температуры и ее градиентом уместно представить в явном виде. Подводимое за время dt тепло на поверхности F выражается в виде $\dot{Q}F \cdot dt$. В то же время от слоя материала толщиной ds отводится тепло

$$-\lambda \nabla T F dt + h_2 \dot{W} F dt, \quad (8)$$

где λ — коэффициент теплопроводности материала.

В слое остается энергия, идущая на повышение температуры материала и определяемая балансом энергии,

$$\left(\dot{Q} + \lambda \nabla T - h_2 \dot{W} \right) F dt = \rho F ds cd T, \quad (9)$$

здесь ρ — плотность материала.

Отсюда находим скорость нарастания температуры

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\left(\frac{\dot{Q}}{\dot{W}} - h_2\right) + \lambda \nabla T}{\rho c d s} = \frac{(q - h_2)}{\rho c d s} \dot{W} + \frac{\lambda}{\rho c d s} \nabla T. \quad (10)$$

Задавая при некотором определенном влагосъеме скорость повышения температуры, мы тем самым задаем градиент температуры. А так как последний определяет напряжения в слое материала, то этим устанавливаются допустимые условия. На первом цилиндре, например, где влагосъем мал (материал не прогрет), чтобы не получить особенно опасных здесь значительных напряжений в материале (образование складок и т. п.), мы, естественно, должны допускать небольшие градиенты, а следовательно, назначать и малые скорости повышения температуры. Итак, нормирование скорости возрастания температуры равносильно предопределению и градиентов температуры, и самих температур.

Таким образом, устанавливаемые опытом технологические условия, касающиеся уровня температур в различные периоды сушки и скоростей ее повышения, получены в результате физико-технического и энергетического их истолкования. Это истолкование должно позволить более глубоко вникать в происходящие явления и с более ясным представлением оценивать значение различных факторов и возможностей и последствий их изменения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Р. Де Гроот. Термодинамика необратимых процессов. ГИИТЛ, 1956.
 [2]. К. Денбиг. Термодинамика стационарных необратимых процессов. ИЛ, 1954.
 [3]. Н. Иванов. Технология бумаги. Гослесбумиздат, 1960. [4]. Д. М. Левин. Сб. «Тепло- и массообмен», т. IV, с. 44, 1963. [5]. А. В. Лыков. Тепло- и массообмен в процессах сушки. Госэнергоиздат, 1956. [6]. И. Пригожин. Введение в термодинамику необратимых процессов. ИЛ, 1960. [7]. С. Тимошенко. Сопротивление материалов. Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1946, т. II, стр. 124—125, 160—162, 239, т. I, стр. 49. [8]. J. Lapinsky. La Papeterie. Т. 80, 511—582, 1958. [9]. N. E. Norman. Australian Pulp and Paper Industry Proceedings. Melbourne, Victoria, 10, 1—100, 1956.

Поступила 21 октября 1968 г.

УДК 634.0.813

ВЛИЯНИЕ ОТВЕРДИТЕЛЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЦЕСС ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ КАРБАМИДНОЙ СМОЛЫ

Г. Ф. ПОТУТКИН, В. Ф. ЧЕСНОКОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

В производстве древесностружечных плит в качестве связующего широко используют карбамидные смолы. Однако процессы химического взаимодействия этих смол с древесиной, а также изменения, происходящие в самой смоле при прессовании плит, не получили достаточного объяснения. Учитывая это, нами сделаны фотометрические записи инфракрасных спектров карбамидной смолы М-60 (до и после отверждения).

Отверждение смолы проводили хлористым аммонием в количестве 1% от веса абс. сухой смолы при 140 и 180°C как минимально и максимально допустимых температурах прессования плит. Изучено также отверждение смолы без отвердителя.

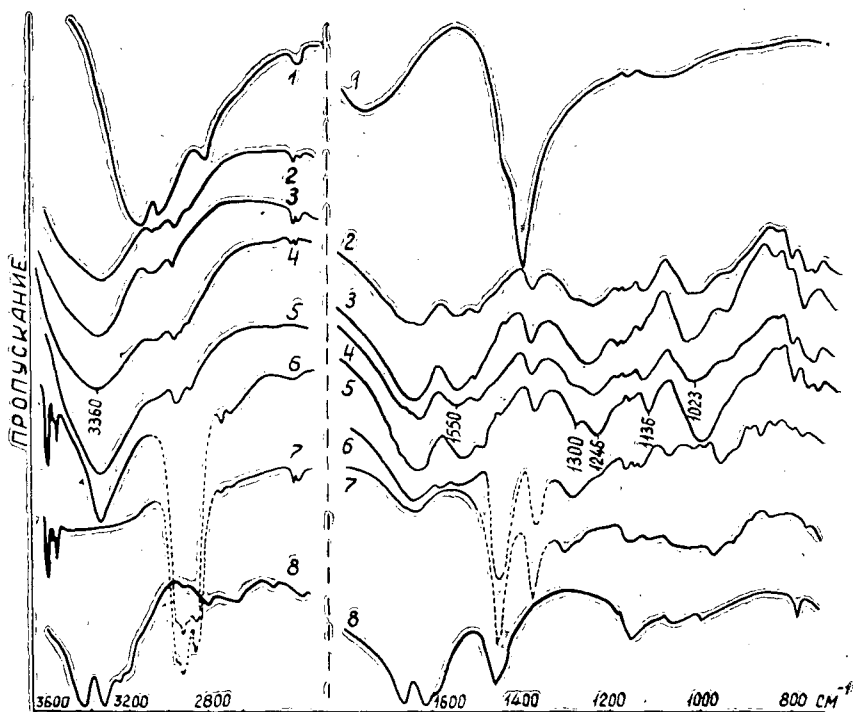


Рис. 1.

1 — хлористый аммоний; 2 — смола, отвержденная при 140°C хлористым аммонием; 3 — смола, отвержденная при 140°C без отвердителя; 4 — смола, отвержденная при 180°C хлористым аммонием; 5 — смола, отвержденная при 180°C без отвердителя; 6 — исходная смола; 7 — формалин; 8 — мочевина.

Смолу отверждали в течение 12 мин, что соответствует времени прессования древесностружечных плит толщиной 19 мм с применением смолы М-60. Для отверждения жидкую смолу помещали в предварительно нагретые до 60—70°C чашки Петри слоем около 1—2 мм и выдерживали в течение этого времени в термощкафу, нагретом до требуемой температуры. Затем чашки вынимали и помещали в вакуум-сушильный шкаф, где смолу сушили до постоянного веса при 40—50°C.

Спектры поглощения регистрировали на двухлучевом спектрофотометре ИКС-14 в области 800—3600 см^{-1} . Для записи спектров жидкой смолы готовили взвеси смолы в вазелиновом масле, а для отвержденной смолы применяли метод совместного прессования с бромистым калием. Перед записью спектров образцы отвержденных смол дополнительно тщательно высушивали при 40—50°C в течение 3 час и хранили в вакуумэксикаторе. Навеска отвержденной смолы была подобрана экспериментально и составляла 17 мг на 2 г бромистого калия. Никакой дополнительной подготовке исходную смолу не подвергали.

Инфракрасные спектры карбамидной смолы М-60, отвержденной смолы М-60 и технических продуктов, примененных для ее получения, приведены на рис. 1.

При изучении спектров исходной и отвержденной при 140 и 180°C смолы М-60 (рис. 1, спектры 2—6) обращают на себя внимание значительные различия, свидетельствующие о сильном влиянии температуры на процесс отверждения смол. В спектрах смолы, отвержденной при одной и той же температуре с отвердителем и без отвердителя, существенной разницы не наблюдается. Из рис. 1 видно, что имеется несколько полос с частотами 3360, 2970, 2300, 1300, 1246, 1185, 1171, 1023, 940, 911, 806 и 774 см^{-1} , общими как для отвержденных смол, так и для исходной. Полосы при 2934, 2720, 2655, 1640, 1603, 1540, 1371, 1150, 1060, 1000, 975, 890 и 852 см^{-1} , наблюдающиеся в спектре исход-

ной смолы, исчезают в спектрах отвержденной, а полосы с частотами 2897, 2320, 1630, 1550, 1505, 1464, 1380, 1136, 838 и 755 см^{-1} характерны только для отвержденных смол и отсутствуют в спектре исходной.

Полоса при 3360 см^{-1} сложная, образованная наложением валентных колебаний NH_2 групп, находящихся на конце цепи, и NH групп внутри макромолекулы [14], а также гидроксильными группами смолы, связанными водородной связью. При отверждении смол без отвердителя низкочастотная ветвь полосы более крутая, чем в спектре смолы, отвержденной хлористым аммонием. С понижением температуры отверждения низкочастотная и высокочастотная ветви этой полосы более пологи. Это позволяет полагать, что при температуре 140°C тепловое старение полимера менее интенсивно, чем при 180°C [6].

Появление в спектрах отвержденных смол слабой полосы при $3080\text{—}3100\text{ см}^{-1}$ (спектры 2—5 на рис. 1), по-видимому, является следствием образования структуры полиамида [7], [12]. Так как интенсивность этой полосы постепенно снижается с повышением температуры, то можно сделать заключение об уменьшении количества NH_2 групп в отвержденной смоле [1].

В области $3000\text{—}2900\text{ см}^{-1}$ проявляются валентные колебания $\text{C}\overset{\ominus}{\text{N}}\overset{\oplus}{\text{H}}$ связи [7]. Аналогичный характер поглощения в этой области наблюдается и у полипептидов [8], [9] и, по-видимому, отвержденные смолы по строению близки к полипептидам. Так как для записи спектров образцы технического формалина и жидкой смолы готовили в вазелиновом масле, то в этой области (спектры 6 и 7, рис. 1) наблюдается интенсивное поглощение связи $\text{C}\overset{\ominus}{\text{N}}\overset{\oplus}{\text{H}}$ вазелинового масла (показано пунктиром). Поглощение, наблюдаемое в спектрах смол в области $1600\text{—}1700\text{ см}^{-1}$, сложное. В спектрах формалина и карбамида (спектры технических продуктов) в этой области находятся валентные колебания $\text{C}=\text{O}$ группы, которые у формалина наблюдаются при 1640 см^{-1} [8], а у карбамида — при 1686 см^{-1} [12]. В этом же участке у карбамида находятся еще две полосы — 1630 и 1603 см^{-1} : первая, по мнению С. Мицусимы [12], относится к деформационным колебаниям группы NH_2 , а вторая возникает в результате взаимодействия ножничных колебаний NH_2 и валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ связи. Спектры исходной и отвержденной смол в этом участке значительно отличаются от спектров исходных веществ и по своему характеру близки к спектрам полиамидов и полипептидов. Исследованию спектров этих веществ посвящено значительное количество работ в связи с изучением строения белка [8]—[10].

В спектрах отвержденных смол наблюдается широкая, по-видимому, сложная полоса около $1630\text{—}1635\text{ см}^{-1}$. В спектре исходной смолы максимум пропускания находится около 1640 см^{-1} . Эта полоса обусловливается наложением полос деформационных колебаний NH и различного типа $\text{C}=\text{O}$ связей. В этой же области находится поглощение воды, содержащейся в исходной смоле. В спектрах отвержденных смол максимум пропускания смещен в сторону низких частот, что свидетельствует о возможном образовании водородной связи [3] и удалении воды из смолы при ее отверждении и сушке.

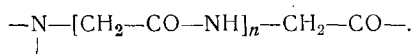
У отвержденных смол при 1550 см^{-1} наблюдается полоса, характерная для пептидной группировки —NH—CO— , принимающей участие в водородной связи $\text{—NH}\dots\text{O}=\overset{\text{C}}{\text{—}}$. Эту полосу можно приписать деформационным колебаниям группы NH [13]. Аналогичная полоса наблюдается также в спектрах полиамидов с беспорядочной ориента-

цией молекул [7], [11]. В области 1460—1480 см^{-1} изучаемых смол имеются две полосы деформационных колебаний CN_2 групп.

Участок спектра смол в области 1200—1300 см^{-1} по своему характеру также очень похож на спектры полипептидов, которые подробно изучены М. Азай [8]. Он отнес наблюдаемые в этом участке спектра две полосы к валентным колебаниям связи CN и деформационным NH . Эту же полосу наблюдали в спектрах полипептидов и другие авторы [2], [9]. Можно полагать, что полоса с частотой 1300 см^{-1} в спектрах отвержденных смол соответствует деформационным колебаниям связи NH , а полоса при 1246 см^{-1} — валентным колебаниям CN связи.

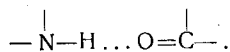
В спектрах отвержденных смол появляется характерная полоса при 1136 см^{-1} , приписываемая связи $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-$ [1], которая отсутствует в спектре исходной смолы. Эта полоса более интенсивна в спектрах смолы, отвержденной при 180°C, чем при 140°C, и в спектрах смолы, отвержденной хлористым аммонием, чем отвержденной без применения отвердителя. Наши опыты подтверждают мнение Г. С. Петрова [5] о том, что при применении менее активного катализатора отверждения смол простые связи возникают в гораздо меньшей степени.

В спектрах отвержденных смол появляется интенсивная полоса около 1023 см^{-1} , почти отсутствующая в спектре исходной смолы. Увеличение интенсивности этой полосы, по-видимому, связано со структурными изменениями, происходящими со смолами в процессе отверждения. Поглощение в этом участке приписывают деформационным колебаниям $\text{C}-\text{O}$ групп простого эфира [1]. Это служит доказательством образования простых эфирных связей при отверждении смолы и согласуется с теорией отверждения карбамидных смол, предложенной А. А. Ваншейдтом [4]. В этой же области следует ожидать поглощение, вызванное валентными колебаниями CN связей [2]. М. Азай [8] и Р. Блоут [9] считают, что широкая полоса в этой области спектра возникает вследствие образования следующей структуры:



Подобная структура, по-видимому, образуется и в процессе отверждения карбамидных смол; образование ее связано с отщеплением азота, которое подтверждается химическим анализом. Так, в исходной смоле определено 20,5% азота (считая на абс. сухую), а в отвержденных смолах — только 12,5—13,2%. Изучение спектров смол, отвержденных хлористым аммонием, показывает отсутствие полос поглощения, характерных для отвердителя.

Исходя из полученных результатов, можно заключить, что спектры смолы М-60, отвержденной без отвердителя и с отвердителем, очень похожи по своему характеру на спектры полипептидов. Анализ спектров позволяет предполагать, что в отвержденной смоле присутствуют водородные связи типа



ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. Беллами. Инфракрасные спектры сложных молекул. ИЛ, М., 1963.
 [2]. В. Вест. Применение спектроскопии в химии. ИЛ, М., 1959. [3]. Н. А. Габелова, В. В. Котяков. Сб. «Водородная связь». Изд. «Наука», М., 317—322, 1964.
 [4]. А. Ф. Николаев. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. Изд. «Химия», 1964, стр. 373. [5]. Г. С. Петров, М. Б. Выгодский. «Химическая промышленность» № 3, 147, 1957. [6]. Г. С. Попова, Е. В. Шувалова. Материалы

12 совещания по спектроскопии. Изд. АН СССР, сер. физ. 23, 1205, 1959. [7]. Ю. П. Чиргадзе. Сб. «Водородная связь». Изд. «Наука», М., 1964, 310—316. [8]. M. Asai, M. Tsuboi, T. Shimanouchi, S. Mizushima. The Journal of Physical Chem., 59, 322—325, 1955. [9]. R. Blout, G. Linsley. J. of Am. Chem. Soc., 74, 8, 1946—1951, 1952. [10]. A. Elliot. J. App. Chem. 6, 341—346, 1956. [11]. T. Mijazawa, E. R. Blout. J. Am. Chem. Soc., 83, 712—719, 1961. [12]. S. Mizushima, T. Shimanouchi, M. Tsuboi. «Nature», 166, 406, 1950. [13]. R. E. Richards, H. W. Thomson. J. Chem. Soc., 1248, 1947. [14]. I. E. Stewart. J. Chem. Phys 26, 248, 1957.

Поступила 5 марта 1969 г.

УДК 634.0.813

ДИФФУЗИЯ БУТАНОЛЬНЫХ РАСТВОРОВ КАНИФОЛИ, НАХОДЯЩИХСЯ В КАПИЛЛЯРАХ ДРЕВЕСИНЫ

З. С. КАЛУГИНА, Л. В. МЕНЬШИКОВА, И. П. СИДОРОВСКАЯ

(Архангельский институт леса и лесохимии)

С. Я. КОРОТОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

В предыдущем сообщении [2] были рассмотрены процессы диффузии бензиновых и бензольных растворов канифоли в капиллярах древесины и показано, что диффузия канифоли в гидрофобных растворителях подчиняется общему закону и описывается в каждом конкретном случае критериальной зависимостью

$$Pr' = f(Eu', Ar).$$

Для дальнейшего уточнения влияния природы растворителя на процесс диффузии в капиллярах и проверки возможности применения данной зависимости к растворам канифоли в гидрофильных растворителях целесообразно исследовать в качестве экстрагента *n*-бутиловый спирт. Хотя бутиловый спирт нельзя считать полностью гидрофильным растворителем, но по сравнению с бензином и бензолом он проявляет явно выраженную способность впитываться в древесину, что было подтверждено опытным путем. Сравнительная оценка избирательной сорбции древесины по отношению к использованным растворителям дана в табл. 1.

Если считать, что влагоемкость сосновой древесины равняется ~162%, а гигроскопическая влажность ~33%, то максимальный объем пор составит ~129 мл на 100 г абс. сухой древесины [1]. Анализ табличных данных с учетом этого позволяет сказать, что ни бензин, ни бензол не впитываются в ткани древесины ($v_n = 90 \div 120$ мл на 100 г а.с.о.д.), тогда как бутанол уже частично сорбируется из бутанольного раствора канифоли ($v_n = 130 \div 141$ мл). В результате избирательной сорбции древесины по отношению к бутанолу концентрация раствора, впитавшегося в щепу, заметно понижается (185 г/см³ вместо 240—250 г/см³ исходного раствора).

Опыты мы проводили с образцами искусственно приготовленной щепы Б (брусничник) и Ч (черничник)*, предварительно пропитанными бутанольными растворами канифоли при температурах 20, 50 и 80°C по методике, которая была использована ранее [2]. Продолжи-

* Подробные характеристики использованных в опытах образцов щепы Б и Ч даны в ранее опубликованной работе [2].

Таблица 1

Растворитель	Образец щепы	Объем пор на 100 г абс. сухой обесмоленной древесины (а.с.о.д.) г/п.ср. см ³	Концентрация пропиточного раствора, г/см ³	Концентрация раствора, впитавшегося в щепу, г/ср. г/см ³	Примечание
Бензин	Б-5,10,15	0,100	270—280	289	Пропитка смолистой щепы без предварительной экстракции эфиром
	Ч-5,10,15	0,087		250	
	С-5,10,15	0,094		262	
Бензол	Б-5,10,15	0,122	290—300	329	Пропитка смолистой щепы, предварительно проэкстрагированной эфиром
	Ч-5,10,15	0,109		340	
	С-5,10,15	0,123		338	
н-бутиловый спирт	Б-5,10,15	0,141	240—250	184	
	Ч-5,10,15	0,130		185	

Таблица 2

Образец щепы	Температура опыта, °С	Количество извлеченной канифоли, % из растворов	
		бутанола	бензина
Б-5	20	79	48—49
Ч-5	20	76	56
Б-5	50	81—88	52—56
Ч-10	20	70	48
Б-5	80	96—97	70—71
Ч-10	50	82	52
Б-10	20	69	39—40
Ч-15	20	65	45
Б-10	50	86	46—50
Ч-15	50	78	59
Б-15	20	65	38—39
Ч-15	50	92	68
Б-15	50	79	44—46
Ч-15	—	—	—

тельность опытов в зависимости от температуры 9—13 час.

Данные табл. 2 показывают, что диффузия канифоли в растворах бутилового спирта проходит более интенсивно, чем в бензиновых растворах; для одинаковых условий опытов (длина щепы, температура) количество извлеченной канифоли в первом случае на 20—30% выше, чем во втором.

Последующую обработку экспериментальных данных проводили также по ранее использованной методике.

Для каждого опыта строили графическую зависимость $G = f(\tau)$ (G — количество извлеченной канифоли из 100 г а.с.о.д., г; τ — время в минутах или часах). Коэффициенты диффузии D_n подсчитывали по следующим формулам:

для первого периода *

$$D_n = \frac{2GL^2u}{v_n^2 c_n^2};$$

для второго периода *

$$D_n = \frac{L^2 v u}{2[vG_n - G(v + v_n)]},$$

* Считали, что процесс диффузии во времени распадается на два периода: первый — когда максимальная концентрация бутанольного раствора канифоли внутри щепы постоянна ($c_1 = c_n$), а меняется длина капилляра, на которой происходит изменение концентрации раствора (l меняется от 0 до L); второй — когда длина капилляров постоянна ($l = L = \text{const}$), а меняется максимальная концентрация раствора внутри щепы, то есть c_1 убывает от c_n до $c_1 = c_2$. За начало первого периода принимали время заливки экстрагента. Границу конца первого и начала второго периодов устанавливали по концентрации раствора, вычисленной по формуле

$$c_{кр} = \frac{c_n \cdot v_n}{v_n + 2v}.$$

здесь D_n — коэффициент диффузии в капиллярах, $см^2/сек$;
 v — объем раствора на 100 г а.с.о.д., $см^3$;
 v_n — объем капилляров в 100 г а.с.о.д., $см^3$;
 L — длина капилляров (средняя), $см$; ее подсчитывали по ранее описанной методике [2];
 c_n — начальная концентрация раствора в щепе, $г/см^3$;
 $u = \frac{dG}{d\tau}$ — скорость диффузии, измеряемая как тангенс угла наклона касательной, проведенной к точке, лежащей на кривой $G = f(\tau)$.

Расчеты показали, что численные значения коэффициентов диффузии D_n канифоли в бутанольных растворах к концу процесса уменьшаются в 4—5 раз. Это свидетельствует о быстром возрастании со временем внутреннего сопротивления процессу диффузии в капиллярах древесины, что характерно и для диффузии гидрофобных растворов канифоли. Наибольшее падение D_n (в 2—3 раза) наблюдается в первые 30 мин. К концу первого периода падение D_n заканчивается, и во втором периоде значение D_n постоянно (рис. 1).

Стабилизация значений D_n во втором периоде, когда диффузия канифоли начинает протекать в более разбавленных растворах, может быть объяснена изменением (уменьшением) их гидрофобности. Можно предполагать, что при снижении концентрации диффундирующих растворов из-за частичного проникновения их в стенки клеток сечение диффузионного потока увеличивается. Исползованные же расчетные формулы D_n предполагают постоянство значений F . В связи с этим во втором периоде падение D_n компенсируется увеличением F , и расчетная величина D_n сохраняет постоянное значение, хотя истинная величина фактически получится несколько завышенной.

Для проверки высказанного предположения мы исследовали зависимость $D_n \cdot F$ от $c_{n,ср}$ ($c_{n,ср}$ — средняя концентрация в капиллярах). Значение $D_n \cdot F$ вычисляли по формуле

$$D_n F = \frac{dG}{d\tau} \cdot \frac{l}{\Delta c},$$

где Δc — разность концентрации растворов внутри и вне щепы, $г/см^3$.

Для первого периода

$$\Delta c = c_n - c_2,$$

где c_n — начальная концентрация в капиллярах, $г/см^3$;

c_2 — концентрация раствора вне щепы, $г/см^3$.

Для второго периода

$$\Delta c = 2c_n - 2 \frac{v + v_n}{v \cdot v_n} \cdot G.$$

Значения $c_{n,ср}$ подсчитывали для первого периода по формуле

$$c_{n,ср} = \frac{G_n - G}{v_n},$$

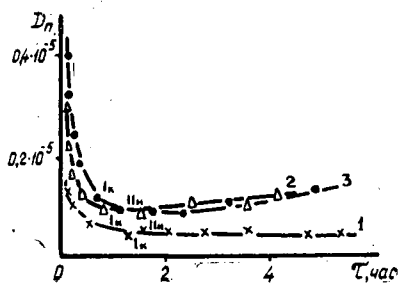


Рис. 1. Зависимость $D_n = f(\tau)$ для щепы Б-5.

1 — при температуре 20°C;
 2 и 3 — при 50°C.

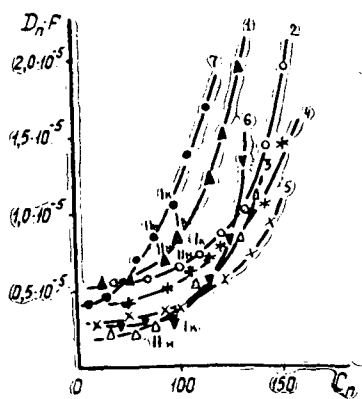


Рис. 2. Зависимость $D_n \cdot F$ от c_n .
 1 и 2 — для щепы Б-5 при 50°C;
 3 — Б-10 при 20°C; 4 — Б-10 при 50°C;
 5 — Б-5 при 20°C; 6 — Б-15 при 20°C;
 — Б-15 при 50°C.

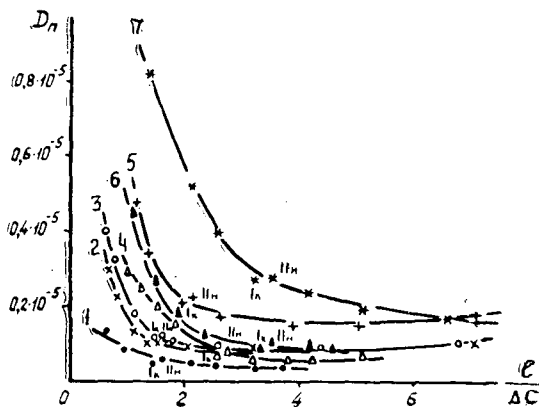


Рис. 3. Зависимость $D_n = f\left(\frac{l}{\Delta c}\right)$.

1 — Б-5 при 20°C; 2 и 3 — Б-5 при 50°C; 4 — Б-10 при 20°C; 5 — Б-10 при 50°C; 6 — Б-15 при 20°C; 7 — Б-15 при 50°C.

где G_n — начальное содержание канифоли в щепе, г;
 G — количество извлеченной канифоли, г;
 для второго периода

$$c_{n, \text{ср}} = \frac{\Delta c}{2} + c_2.$$

Графическая зависимость $D_n \cdot F = f(c_{n, \text{ср}})$ представлена на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что при концентрации раствора канифоли в капиллярах около 80—85 г/см³ линии зависимости $D_n \cdot F = f(c_n)$ становятся почти параллельными оси абсцисс. Можно предполагать, что с этого момента падение значений D_n перекрывается ростом F . Подобное явление отсутствует в процессах диффузии канифоли в гидрофобных растворах, у которых в течение всего периода диффундирования величины $D_n \cdot F$ плавно уменьшаются. Процесс диффузии гидрофильных растворов до момента увеличения F (высокая концентрация в капиллярах) подчиняется тем же законам, что и процесс диффузии канифоли в бензине, то есть D_n падает во времени.

На величину коэффициента диффузии канифоли в растворе бутилового спирта в капиллярах древесины оказывает влияние также и градиент концентрации в капиллярах (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что зависимость $D_n = f\left(\frac{l}{\Delta c}\right)$ имеет сложный характер, она неоднозначна для различной щепы и разных условий опыта и выражается пучком кривых линий. С некоторого момента коэффициенты диффузии стабилизируются, хотя градиент концентрации продолжает уменьшаться. Линии на графиках становятся параллельными оси абсцисс. Этот факт еще раз подтверждает ранее высказанное предположение о том, что пути диффузии бутанольных растворов канифоли при достижении некоторой минимальной концентрации в капиллярах древесины (80—85 г/см³) начинают расти. Несмотря на отмеченную разницу в механизме протекания диффузионных процессов канифоли в растворах бутилового спирта и бензина, основные закономерности процесса остаются общими. Это подтверждается результатами, полученными при обработке опытных данных с помощью теории подобия и с использованием критериальной зависимости.

$$Pr' = f(Eu'_n),$$

где Pr' — диффузионный критерий Прандтля;

Eu'_n — диффузионный критерий Эйлера;

$$Pr' = \frac{D_n}{\nu}; \quad Eu'_n = \frac{\Delta c r^2 g}{l \tau \omega_m^2};$$

в этих выражениях ν — вязкость раствора в капилляре, $см^2/сек$;

ρ — плотность раствора в капилляре, $г/см^3$;

r — радиус капилляра (средний), $см$;

ω_m — скорость движения молекул, $см/сек$.

Графическое выражение критериальной зависимости $Pr' = f(Eu'_n)$ для бутанольных растворов канифоли представлено на рис. 4.

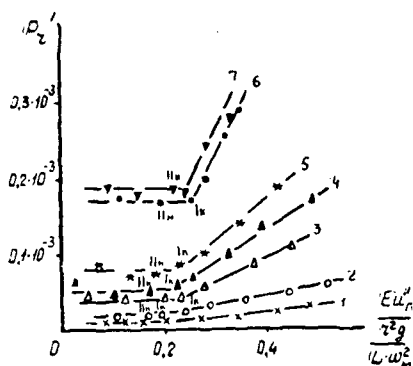


Рис. 4.

1 — Б-5 при 20°C; 2 — Б-10 при 20°C;
3 и 4 — Б-5 при 50°C; 5 — Б-10 при 50°C;
6 и 7 — Б-5 при 80°C.

Из рис. 4 видно, что выражение этой зависимости представляет собой прямую линию, чаще всего с одним переломом на границе периодов и имеет вид

$$Pr' = A Eu'_n + B.$$

Хорошая сходимость точек первого и второго периодов показывает, что допущения, принятые при выводе расчетных формул (D_{n_1} , D_{n_2} , Eu'_n) [2], оправдываются и для бутанола. Относительное смещение линии в зависимости от температуры и размеров щели достаточно четкое.

На основании изложенного выше можно сделать вывод, что характер процесса диффузии канифоли в растворе *n*-бутилового спирта в капиллярах древесины остается тем же, и процесс описывается уравнениями, выведенными ранее для гидрофобных растворителей.

$$dG = -D_n f \frac{dc}{dl}, \quad (1)$$

где $-\frac{dc}{dl} = \frac{c_1 - c_2}{l}$;

$$Pr' = A Eu'_n + B. \quad (2)$$

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. Я. Коротов. К вопросу о теории экстракции смолистых веществ из древесины органическими растворителями. Труды ВЗЛТИ 3, 1958. [2]. С. Я. Коротов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 65.011.56

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РОЛИКОВОЙ СУШИЛКИ
КАК ОДНОЕМКОСТНОГО ОБЪЕКТА
АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ ШПОНА

А. А. СМОРНОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Лущеный шпон, высушиваемый в роликовых сушилках, являясь тонким плоским древесным материалом, имеет большую поверхность испарения. Без всяких ограничений к нему применимо известное положение о движущей силе испарения как разности двух давлений — давления насыщенного пара в пограничном слое на поверхности материала P_n и парциального давления водяного пара в агенте сушки P_n , то есть разности $P_n - P_n$. В реальных условиях сушки шпона обе величины могут изменяться под влиянием возмущающих воздействий. Переменная величина P_n — функция температуры агента сушки, то есть $P_n = f_1(t_{a.c})$, а переменная величина P_n — функция интенсивности испарения, то есть $P_n = f_2(u)$, где u — уменьшение относительной влажности шпона в результате возмущающего воздействия.

Эти функции взаимосвязаны. Так, в случае возрастания теплоты испарения увеличивается давление P_n , так как повышается температура агента сушки, но вследствие увеличения интенсивности испарения одновременно возрастает парциальное давление P_n , так как увеличивается насыщение агента сушки водяным паром.

Часовое количество влаги, удаляемой из шпона в процессе сушки, можно выразить уравнениями

$$M_{\text{час}} = \frac{G_0 \cdot u_c}{\tau} \frac{\text{кг}}{\text{час}}; \tag{1}$$

$$M_{\text{час}} = \beta F (P_n - P_n) \frac{\text{кг}}{\text{час}}, \tag{2}$$

где $M_{\text{час}}$ — количество удаляемой влаги, кг/час ;

G_0 — масса высушиваемого шпона в абс. сухом состоянии, кг ;

u_c — изменение относительной влажности шпона в результате сушки;

τ — продолжительность сушки, час ;

β — коэффициент влагоотдачи, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{мм рт. ст.})$;

F — поверхность испарения одновременно высушиваемого шпона (поверхность контакта фаз), м^2 ;

P_n — давление насыщенного пара в пограничном слое на поверхности шпона, мм рт. ст. ;

P_n — парциальное давление водяного пара в агенте сушки, мм рт. ст.

С учетом уравнений (1) и (2) можно написать выражение для скорости процесса сушки

$$G_0 \frac{du}{d\tau} = \beta F (P_n - P_n) = \beta F P_n - \beta F P_n. \tag{3}$$

Применяя линейную аппроксимацию, с небольшой погрешностью можно принять

$$P_n = au \text{ мм рт.ст.}, \quad (4)$$

где a — коэффициент пропорциональности.

Уравнение (3) преобразуем следующим образом:

$$G_0 \frac{du}{d\tau} + \beta Fau = \beta FP_n. \quad (5)$$

Выражение (5) разделим на величину $M_{\text{час}}$

$$\frac{G_0}{M_{\text{час}}} \frac{du}{d\tau} + \frac{\beta Fau}{M_{\text{час}}} = \frac{\beta FP_n}{M_{\text{час}}}. \quad (6)$$

Обозначим:

постоянную времени емкости

$$T' = \frac{G_0}{M_{\text{час}}} \text{ час}; \quad (7)$$

коэффициент самовыравнивания

$$\rho = \frac{a\beta F}{M_{\text{час}}}; \quad (8)$$

относительное возмущающее воздействие

$$\mu_{\tau-\tau_0} = \frac{\beta FP_n}{M_{\text{час}}}. \quad (9)$$

Заметим, что уравнение (9) действительно отражает величину возмущающего воздействия, так как с увеличением теплоты изменится температура агента сушки t_{ac} , а следовательно, и парциальное давление P_n .

После подстановки уравнений (7), (8) и (9) в выражение (6) получим

$$T' \frac{du}{d\tau} + \rho u = \mu_{\tau-\tau_0}, \quad (10)$$

то есть уравнение аperiодического звена.

Разделив уравнение (10) на величину ρ , получим

$$T \frac{du}{d\tau} + u = k_{об} \mu_{\tau-\tau_0}, \quad (11)$$

где T — постоянная времени;

$k_{об}$ — коэффициент передачи объекта;

$$T = \frac{T'}{\rho} = \frac{G_0}{a\beta F} \text{ час}; \quad (12)$$

$$k_{об} = \frac{1}{\rho} = \frac{M_{\text{час}}}{a\beta \cdot F}. \quad (13)$$

Уравнение (11) применимо в случае, когда автоматическое регулирование ведется по обобщенной координате влажности высушиваемого шпона. Из-за большого передаточного запаздывания регулирование по влажности высушенного шпона практически невозможно осуществить. Датчик регулятора влажности должен быть установлен внутри роликовой сушилки, например, после второй секции сушки.

УДК. 001.57 : 621.869.7

К ВОПРОСУ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ШТАБЕЛЕВОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Д. Л. ДУДЮК

(Львовский лесотехнический институт)

Математическое моделирование штабелевочно-погрузочных процессов на лесных складах необходимо для определения количественных показателей качества функционирования штабелевки и погрузки: полноты загрузки подъемно-транспортных машин, времени ожидания начала погрузки и штабелевки и др. Анализ штабелевочно-погрузочных процессов на базе математической модели позволяет определить оптимальное количество подъемно-транспортных машин и оптимальные параметры управления ими, создать оптимальные системы автоматического управления штабелевочно-погрузочными агрегатами и оптимальное управление грузопотоками на складах. Оптимизация управления штабелевочно-погрузочными процессами приводит к значительному росту производительности труда и снижению эксплуатационных расходов. Вследствие оптимального адресования грузопотоков на лесных складах производительность штабелевочно-погрузочных кранов повышается на 15—20%.

Штабелевочно-погрузочные процессы на складах лесопромышленных предприятий относятся к процессам массового обслуживания, поэтому моделировать их целесообразно методами теории массового обслуживания. При таком моделировании штабелевочно-погрузочные агрегаты представляют собой аппараты системы массового обслуживания, накопители — объекты обслуживания, а набранные на них пачки сортиментов и поданные под погрузку транспортные единицы — входящий поток требований системы. Достоверность и точность полученных результатов оптимизации штабелевочно-погрузочных процессов, сложность математической обработки зависят от того, насколько правильно выбрана модель входящего потока. Поэтому модель нужно выбрать так, чтобы необходимую точность результатов достичь при возможно более простой модели потока.

Для процесса набора пачек сортиментов в накопителях и характера их поступления к фронту штабелевочно-погрузочных работ характерны следующие свойства: 1) вероятность набора данного количества пачек в соответствующем накопителе на время $0, t$ не зависит от начала отсчета, а лишь от длины промежутка времени. Поэтому процесс поступления пачек сортиментов стационарный; 2) число пачек сортиментов, поступивших после произвольного момента времени t , не зависит от того, сколько пачек поступило до этого момента. Это свойство потока характеризует отсутствие последствия; 3) набор пачки в накопителе происходит на протяжении определенного периода времени. Одновременно от данного накопителя не могут поступить две пачки или более, то есть в любой момент времени от данного объекта может поступить лишь одно требование. Это означает, что поток пачек сортиментов ординарный.

Входящий поток требований, одновременно обладающий свойствами стационарности, отсутствия последействия и ординарности, является простейшим. Число требований, поступающих в данном промежутке времени $0, t$, для простейшего потока распределяется по закону Пуассона

$$p_r(t) = \frac{(\lambda t)^r}{r!} e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где $p_r(t)$ — вероятность поступления r требований за время t ;
 λ — математическое ожидание числа требований в единицу времени.

Для установления истинного характера входящего потока требований на складах лесопромышленных предприятий мы исследовали процесс поступления пачек основных сортиментов за смену на нижних складах Азанковского, Бисертского, Мостовского и Оленинского леспромхозов и лесокombинатов «Осмолода» и Раховского. Всего изучено 44 потока пачек сортиментов, которые включают 28 174 пачки из 30 178, полученных за время исследований (табл. 1).

Таблица 1

Место и номер выборки	Распределение			Общее число пачек сортиментов в выборке
	Эрланга	Пуассона	гиперэкспоненциальное	
Азанковский ЛПХ	—	$\frac{4}{2037}$	—	4488
Бисертский ЛПХ:				
1	$\frac{1}{263}$	$\frac{3}{1776}$	—	2967
2	$\frac{1}{181}$	$\frac{2}{631}$	$\frac{1}{749}$	2188
Бисертский ЛПХ:				
1	$\frac{2}{227}$	$\frac{2}{1002}$	—	1557
2	$\frac{3}{459}$	$\frac{1}{1534}$	—	3527
3	$\frac{2}{204}$	$\frac{2}{1814}$	—	2384
Мостовский ЛПХ:				
1	$\frac{1}{191}$	$\frac{3}{1195}$	—	2207
2	—	$\frac{4}{791}$	—	1288
Оленинский ЛПХ	—	$\frac{3}{1937}$	$\frac{1}{1675}$	5998
„Осмолода“ ЛК	—	$\frac{4}{4966}$	—	6620
Раховский ЛК	$\frac{1}{95}$	$\frac{2}{1217}$	$\frac{1}{5230}$	7954

Примечание. В числителе данные для числа потоков; в знаменателе — для числа пачек.

В результате обработки экспериментальных данных получено эмпирическое распределение числа пачек r основных сортиментов за смену и проведено его сравнение с теоретическим.

На рис. 1 показано экспериментальное и теоретическое распределение числа пачек пиловочника. Из рис. 1 видно достаточно хорошее согласование частоты $w(r)$ и кумулятивной частоты $W(r)$ с вероятностью $p(r)$ и кумулятивной вероятностью $P(r)$ числа пачек r пиловочника на линии № 1 Бисертского ЛПХ.

Из 44 исследованных потоков пачек сортиментов 30 потоков пуассоновские: по количеству пачек сортиментов они составляют 67% от всех изученных пачек.

Для четверти потоков число пачек распределяется по закону Эрланга

$$p_{r\lambda}(t) = \frac{(k\lambda t)^r}{r!} e^{-k\lambda t}, \quad (2)$$

где k — параметр распределения Эрланга.

Всего лишь три потока имели гиперэкспоненциальное распределение

$$p_{r\lambda}(t) = \frac{\left(\frac{\lambda t}{k_r}\right)^r}{r!} e^{-\frac{\lambda t}{k_r}}, \quad (3)$$

где k_r — параметр гиперэкспоненциального распределения.

Распределение Пуассона, k — распределение Эрланга и гиперэкспоненциальное описываются одинаковой функцией плотности распределения и различаются только своими параметрами. Для определения характера реального потока пачек сортиментов необходимо предварительно найти его основные параметры — математическое ожидание $M(\lambda)$ и дисперсию интенсивности потока $D(\lambda)$. Отношение дисперсии интенсивности потока к его математическому ожиданию — необходимый отличительный признак потока пачек сортиментов по плотности распределения (табл. 2).

Таблица 2

Входящий поток	Математическое ожидание интенсивности потока	Дисперсия интенсивности потока	Отношение $\frac{D(\lambda)}{M(\lambda)}$
Регулярный	λ	0	0
Эрланга	λ	$\frac{\lambda}{k}$	$\frac{1}{k} < 1$
Пуассона	λ	λ	1
Гиперэкспоненциальный	λ	$k_r \lambda$	$k_r > 1$

Отличительные признаки потоков пачек сортиментов на лесных складах являются необходимыми, но недостаточными. Поэтому соответствие экспериментального распределения числа пачек сортиментов теоретическому проверяется по критерию согласия Пирсона.

Определение характера входящего потока пачек сортиментов и метода их математического описания дает возможность построить математическую модель штабелевочно-погрузочного процесса на лесном складе в соответствии с конкретными производственными условиями.

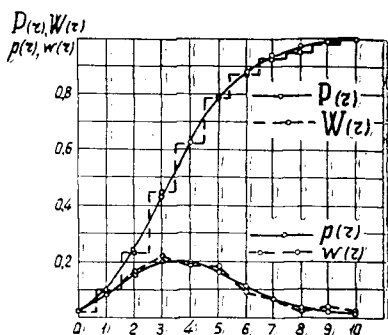


Рис. 1.

Достоверная математическая модель процесса штабелевки древесины на складах лесопромышленных предприятий — система массового обслуживания без потерь с простейшим входящим потоком требований.

Поступила 11 мая 1969 г.

УДК 65.011.56

К ВОПРОСУ ДИНАМИКИ ПОДРЕССОРЕННОЙ МАССЫ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА КАК СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

С. Г. КОСТОГРЫЗ, И. П. КОВТУН

(Львовский лесотехнический институт)

Известно, что при движении трелевочного трактора по волоку происходят сложные динамические явления, характеризующиеся колебаниями как его остова, так и движущих сил и внешних сопротивлений, преодолеваемых трактором [2]. Между этими колебаниями существует обратная связь, заключающаяся в том, что колебания остова трактора обуславливают колебания движущих сил и внешних сопротивлений, которые в свою очередь являются дополнительными источниками колебаний остова.

Предлагаемый метод оценки динамики поддресоренной массы трелевочного трактора, движущегося по неровностям микропрофиля волока, позволяет вскрыть указанную взаимосвязь и подойти к исследованию нагрузочных режимов трансмиссии, плавности хода и условий труда тракториста. Положение поддресоренного остова трактора при колебаниях определяется двумя обобщенными координата-

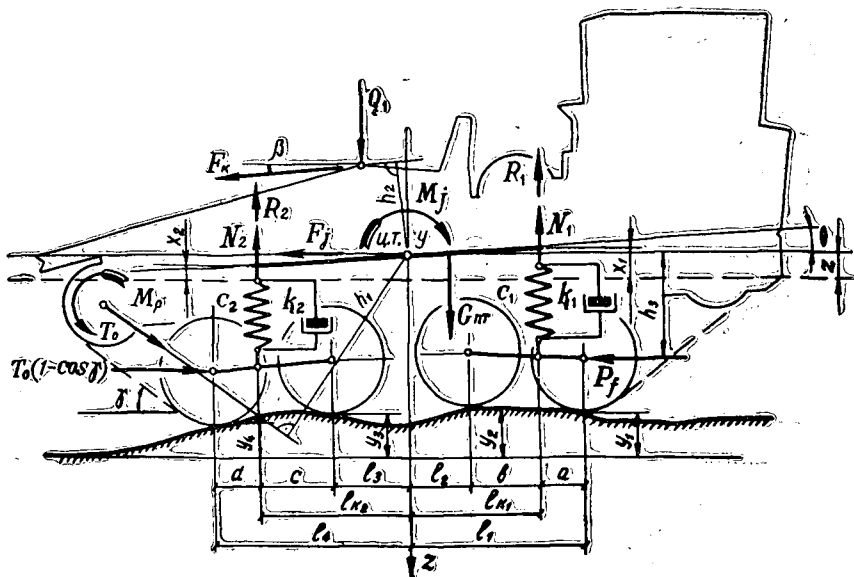


Рис. 1. Схема для расчета колебаний остова трелевочного трактора.

ми [2], [4] — вертикальным перемещением z центра тяжести и углом поворота Θ ; координаты измеряются относительно положения равновесия (рис. 1).

Воспользуемся уравнением тягового баланса и силу тяги F_k выразим через движущие силы и внешние сопротивления, преодолеваемые трактором; тогда дифференциальные уравнения динамического состояния системы (рис. 1):

$$\left. \begin{aligned} & \ddot{z} + a_{11}\dot{z} + a_{10}z + b_{11}\dot{\Theta} + b_{10}\Theta = \\ & = \frac{1}{m_{\text{нп}}} \left[\sum_{i=1}^{2n} (k_i \dot{y}_{ki} + c_i y_{ki}) + K_1 \tilde{M}_k + K_2 \tilde{P}_f + K_3 \tilde{F}_j \right] \\ & \ddot{\Theta} + b_{21}\dot{\Theta} + b_{20}\Theta + a_{21}\dot{z} + a_{20}z = \\ & = \frac{1}{I_{\text{нп}}} \left[\sum_{i=1}^{2n} (k_i \dot{y}_{ki} + c_i y_{ki}) l_{ki} + K_{21} \tilde{M}_k + K_{22} \tilde{P}_f + K_{23} \tilde{F}_j \right]. \end{aligned} \right\} (1)$$

Левая часть выражений (1) описывает собственные затухающие колебания системы, правая часть содержит четыре возмущающие функции времени

$$\left. \begin{aligned} y_i &= f_1(t - \tau_i) \\ \tilde{M}_k &= f_2(t) \\ \tilde{P}_f &= f_3(t) \\ \tilde{F}_j &= f_4(t); \end{aligned} \right\} (2)$$

это соответственно функции изменения микропрофиля волока, крутящего момента на ведущих звездочках, сопротивления движению и продольного горизонтального ускорения трактора.

Применяя к системе дифференциальных уравнений (1) методы операционного исчисления и теории автоматического регулирования, получим формулы для определения передаточных функций вертикальных линейных $W_z(s)$ и продольно-угловых колебаний остова трактора $W_\Theta(s)$ как машины, то есть с учетом воздействия на него не только микропрофиля волока, а также движущих сил и внешних сопротивлений

$$\left. \begin{aligned} W_z(s) &= \frac{W'_z(s)}{M_z(s) \cdot K_z(s) + N_z(s) \cdot \Phi_z(s) + T_z(s) \cdot \Pi_z(s) - 1} \\ W_\Theta(s) &= \frac{W'_\Theta(s)}{M_\Theta(s) \cdot K_\Theta(s) + N_\Theta(s) \cdot \Phi_\Theta(s) + T_\Theta(s) \cdot \Pi_\Theta(s) - 1} \end{aligned} \right\} (3)$$

где

$W'_z(s)$ и $W'_\Theta(s)$ — соответственно передаточные

функции вертикальных линейных и продольно-угловых колебаний остова трактора как повозки, учитывающие воздействие на подпрессоренную систему только микропрофиля волока;

$K_z(s), K_\Theta(s); \Phi_z(s), \Phi_\Theta(s); \Pi_z(s), \Pi_\Theta(s)$ — передаточные функции вертикальных линейных и про-

дольно-угловых перемещений остова трактора, возбуждаемых колебаниями крутящего момента на ведущих звездочках $K_z(s)$, $K_\theta(s)$; сопротивления передвижению трактора $\Phi_z(s)$; $\Phi_\theta(s)$; продольной горизонтальной силы инерции трактора $\Pi_z(s)$, $\Pi_\theta(s)$.

Эти функции легко получить, применяя методы операционного исчисления и принцип суперпозиции к системе уравнений (1), то есть оставляя в правой части системы последовательно только ту возмущающую функцию, по которой определяется искомая передаточная функция.

Передаточные функции $M_z(s)$, $M_\theta(s)$; $N_z(s)$, $N_\theta(s)$; $T_z(s)$, $T_\theta(s)$ в формулах (3) характеризуют изменения крутящего момента на ведущих звездочках $M_z(s)$, $M_\theta(s)$, сопротивления передвижению $N_z(s)$, $N_\theta(s)$ и продольной горизонтальной силы инерции трактора $T_z(s)$, $T_\theta(s)$ в зависимости от изменения обобщенных координат z и θ . Эти функции можно получить, используя предложенные в одной из наших работ [2] формулы для переменных составляющих сопротивления движению трактора, продольного горизонтального ускорения его остова в зависимости от обобщенных координат z и θ , а также уравнение тягового баланса трактора.

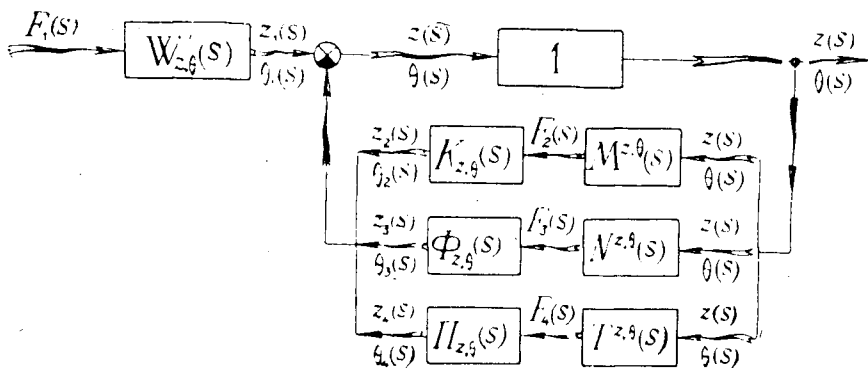


Рис. 2.

Нетрудно доказать, что передаточным функциям (3) соответствует система автоматического регулирования с обратной связью (рис. 2). Структурная схема системы автоматического регулирования для исследования динамики подрессоренной массы трелевочного трактора; движущегося по нервноностям волока (рис. 2), позволяет раскрыть механизм взаимосвязи между колебаниями остова и колебаниями движущих сил и внешних сопротивлений трелевочного трактора. Колебания остова трактора — сумма колебаний, возбуждаемых нервноностями волока z_1 , θ_1 и переменными составляющими движущих сил и внешних сопротивлений z_2 , θ_2 ; z_3 , θ_3 ; z_4 , θ_4 .

Изложенный метод позволил аналитически исследовать влияние тяговой динамики трелевочного трактора ТДТ-55 на плавность его

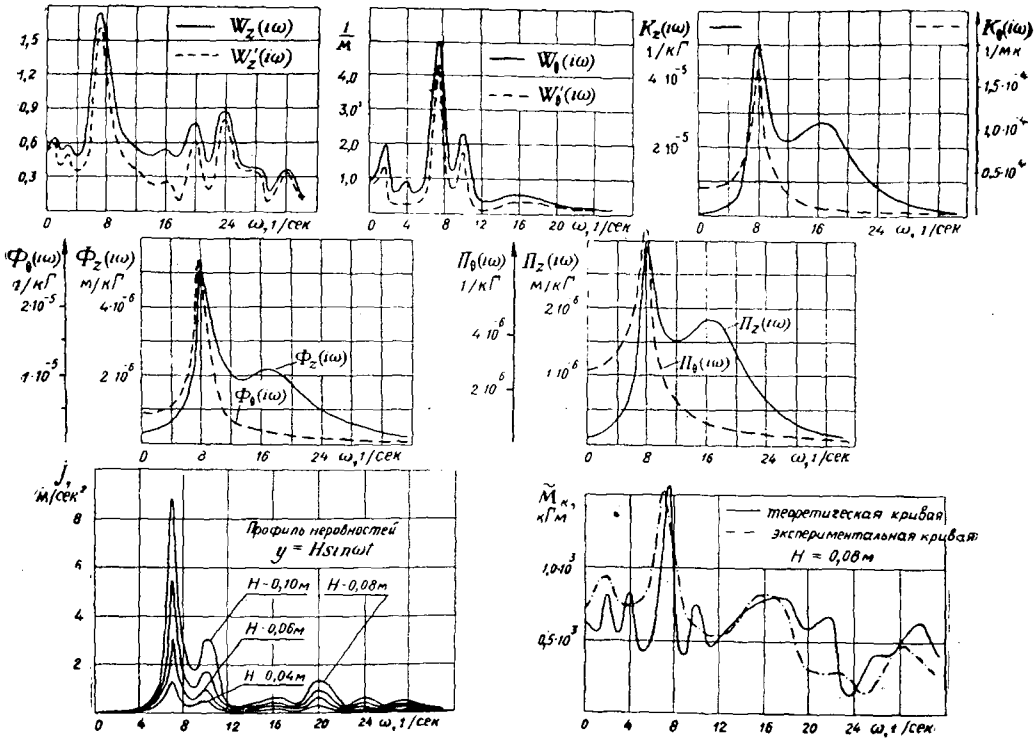


Рис. 3. Амплитудно-частотные характеристики колебаний остова, движущих сил и внешних сопротивлений трелевочного трактора ТДТ-55.

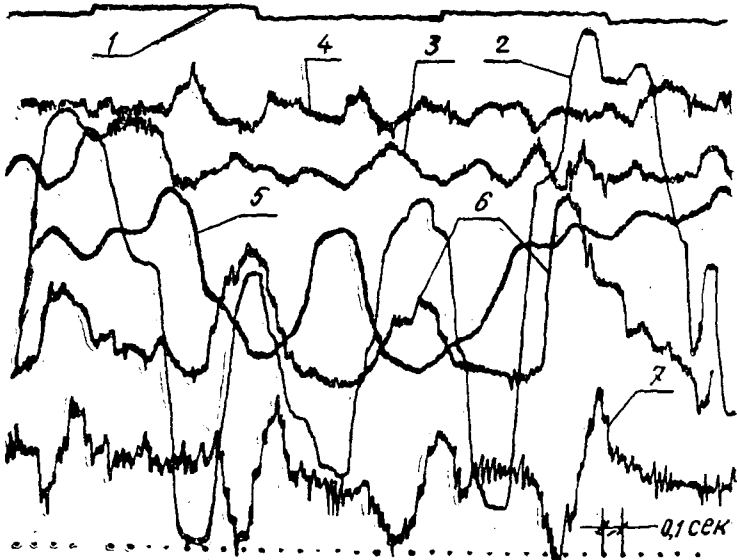


Рис. 4. Образец рабочей осциллограммы динамических процессов при переезде трактора ТДТ-55 на III передаче через чередующиеся неровности высотой 0,1 м.

1 — отметка числа оборотов ведущей звездочки; 2 — деформация задней рессоры; 3 — вертикальное ускорение рамы трактора у передней рессоры; 4 — вертикальное ускорение рамы трактора у задней рессоры; 5 — деформация передней рессоры; 6 — крутящий момент на ведущей звездочке; 7 — продольное горизонтальное ускорение остова трактора.

хода и влияние плавности хода на тяговую динамику путем перехода от передаточных функций к соответствующим амплитудно-фазовым частотным характеристикам [1], [2], [4] (рис. 3).

Выводы

1. Максимальные амплитуды колебаний движущих сил и внешних сопротивлений при движении трактора по неровностям микропрофиля волока соответствуют собственным частотам продольно-угловых колебаний остова (рис. 3).

2. Переменная составляющая крутящего момента на ведущих звездочках при движении по неровностям волока главным образом обусловлена продольными силами инерции, возникающими в результате колебаний остова, а также изменением сопротивления передвижению трактора вследствие дополнительной вертикальной нагрузки на опорные катки в результате деформации рессор от вертикальных и продольно-угловых колебаний остова трактора.

3. Колебания движущих сил и внешних сопротивлений оказывают наибольшее влияние на колебания остова трактора в зоне низкочастотного резонанса подрессоренной системы.

4. Для повышения тягово-эксплуатационных качеств трелевочных тракторов необходимо совершенствовать систему их подрессоривания, поэтому вопросы тяговой динамики нужно решать совместно с вопросами плавности хода.

Эти выводы были экспериментально проверены на кафедре лесотранспорта и тяговых машин ЛЛТИ совместно с ОТЗ при испытаниях трелевочного трактора ТДТ-55. В результате получены осциллограммы (рис. 4) с конкретными реализациями параметров плавности хода трактора, движущих сил и внешних сопротивлений при движении трактора по неровностям волока, по ровным дорогам, а также при движении через искусственные неровности. Синхронная запись кривых исследуемых процессов позволила произвести как количественный, так и качественный их анализ.

Гармонический анализ осциллограмм до 10-й гармоники позволил получить экспериментальные амплитудно-частотные характеристики исследуемых параметров (рис. 3). Результаты гармонического анализа экспериментальных кривых полностью подтверждают изложенные выше выводы. Расхождение между результатами теоретических и экспериментальных исследований 12—18%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. К. В. Егоров. Основы теории автоматического регулирования. Изд-во «Энергия», М., 1967. [2]. С. Г. Костогрыз. К вопросу о колебаниях момента сопротивления движению трелевочного трактора ТДТ-55 по неровностям микропрофиля волока. Труды ЦНИИМЭ. Вып. 91, Химки, 1968. [3]. В. С. Мартыненко. Операционное исчисление. Изд-во Киевского университета, 1968. [4]. А. А. Силаев. Спектральная теория подрессоривания транспортных машин. М., Машгиз, 1963.

Поступила 13 января 1969 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.79

О РАЗМЕРЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА СЕВЕРЕ *

Т. С. ЛОБОВИКОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

В последнее время получили распространение суждения о том, что леса европейской части СССР, в том числе и в областях Севера, эксплуатируются истощительно; исходя из этого, расчетные лесосеки во всех многолесных областях европейской части, кроме Архангельской и Коми АССР, утверждены в размере, меньшем фактического уровня лесозаготовок. Ряд прогнозов лесохозяйственных органов предполагает прогрессирующее снижение расчетных лесосек в будущем.

Продолжение рубки леса в европейской части СССР без изменения объемов и современными методами не грозит катастрофой в ближайшие 10—15 лет, но через 30—40 лет действительно приведет к истощению ресурсов спелого леса. Положение тем более серьезно, что уровень лесозаготовок не может долго быть стабильным. Как только будут исчерпаны ближайшие резервы расширения производства конечных продуктов из древесины за счет использования отходов и части дров, стране предстоит вновь расширять лесопотребление и лесозаготовки довольно быстрым темпом. Это подтверждается опытом Западной Европы и Северной Америки. В связи со сказанным, необходимо выбрать правильный путь развития лесозаготовок и наметить планомерный переход на этот путь без излишних потерь.

Перебазирование лесозаготовок из европейской части страны в Сибирь чрезвычайно дорого и не может удовлетворительно решить проблему нормализации хозяйства. Если бы даже оказалось возможным сократить рубки в лесах северо-запада на 20%, то срок вырубки современных спелых лесов увеличился бы с 30—40 лет только до 38—50, однако в системе хозяйства ничего не изменилось бы, а связанные с таким сокращением потери, ограничивая экономические ресурсы государства, тем самым снизили бы возможности реконструкции лесного хозяйства.

Более правильным представляется путь интенсификации хозяйства, повышения продуктивности лесов. Для европейской части СССР эта задача становится неотложной.

Представление о лесных ресурсах как только о запасе древесины, накопленном в спелых лесах, ошибочно. Главная составляющая лесных богатств — это способность леса постоянно накапливать массу древесины в растущих деревьях. Широко известно, что прирост и отпад в спелых лесах уравниваются, а в перестойных прирост даже не восполняет отпада; следовательно, продуцирующая способность леса здесь полностью растрачивается на восполнение отпада. Перестойные леса, физиологически менее активные, обладают пониженной влагообменной способностью и исполняют влагорегулирующие функции хуже, чем более

* Печатается в порядке обсуждения.

молодые. Наконец, спелые и перестойные леса гораздо меньше поддаются лесоводственному воздействию посредством осушительных мелиораций, удобрений и т. п., становящихся в современном лесном хозяйстве развитых зарубежных стран все более важным средством повышения продуктивности лесов.

Лесоводственная наука и передовая практика никогда не рассматривали преобладание спелых и перестойных лесов как признак благополучия. Решительно придавая главное значение систематическому повышению продуктивности лесов, и в целях этого повышения, прогрессивное лесоводство стремится устранить преобладание спелых и перестойных лесов так скоро, как это достижимо по экономическим соображениям и эксплуатационным возможностям.

Карл Гайер в первой половине XIX в. писал, что «избыток запаса представляет собою мертвый капитал, который, как и всякий таковой, следует скорее реализовать» [4, стр. 117]. Резко критикуя Г. Гартига с его идеей равномерного пользования в лесах неравномерной возрастной структуры, А. Ф. Рудзкий отмечал, что «в жертву якобы идеальному распределению в будущем приносятся огромные потери», что «в даче с весьма большим избытком старого запаса наименьшие потери получатся при скорой вырубке избытков», которые могут быть взяты «хоть сразу» [4, стр. 75, 114, 115].

М. М. Орлов писал, что сохранение лесного богатства вовсе «не значит консервирование дряхлеющих запасов», он требовал «рубить столько и то, что уже природой, так сказать, назначается к немедленной рубке вследствие неудовлетворительности количественного и качественного прироста насаждений, ...прогрессивного ухудшения насаждений, оставляемых на корне», стремиться к «обеспеченности в постоянном целесообразном использовании лесной почвы здоровыми и хорошими насаждениями» [3, стр. 9, 201]. Ю. Ильвессало, формулируя политику в лесном хозяйстве Финляндии, допускал форсированные рубки спелых лесов, ибо они «перестойны и нуждались в регенерации», при этом Саари сожалел, что «не всегда можно увеличить рубку так быстро, как того требуют чисто лесоводственные соображения» [10]. Н. П. Анучин еще в 1946 г. писал относительно хозяйства в лесохозяйственных районах, что «усиленная эксплуатация позволит омолодить леса и использовать тот прирост, который накопился..., пока в них не велась заготовка древесины... Первоочередным мероприятием для поднятия производительности таких лесов является омолаживание, достигаемое путем форсированной рубки спелых и перестойных древостоев» [1, стр. 31—32]. Позднее, в 1957 г., он повторил эти утверждения, добавив, что «успешное продуцирование лесов третьей группы возможно лишь после омолаживания древостоев, то есть вырубки перестойного и спелого леса и замены его молодым, хорошо продуцирующим» [2, стр. 212].

Один из ведущих современных специалистов США Девис пишет, что «на Западе (США — Т. Л.), где еще сохраняются большие площади старорастущего леса, ...главная проблема состоит в том, чтобы найти пути и средства вырубки этих девственных лесов и обратить землю в продуцирующее состояние. Естественные леса, хотя и имеют высокую коммерческую ценность, дают малый чистый прирост, развиваются обычно неправильно... Их рубка, возобновление и использование останутся главной проблемой на предстоящее время». Девис утверждает, что хозяйство будущего должно базироваться на лесах второй генерации [6, стр. 21—22].

Аллен и Шэмп считают, что если «классы возраста и размерные классы представлены не лучшим образом и лес должен быть подверг-

нут регулирующим рубкам, это лучше достигается прыжком, нежели постепенно, годами» [5, стр. 105].

Мейер, Рекнагель и др. в фундаментальном учебнике лесоустройства, подчеркивая необходимость «конвертирования» старорастущих лесов в «новорастущие»; указывают, что «долговременное планирование должно предусматривать упорядоченное замещение древостоев» [9, стр. 9, 10].

Наконец, Куллерво Куусела — один из лидеров современного лесоустройства — оценивая современное состояние и перспективу финского лесного хозяйства, утверждает, что «в согласии с хорошим лесоводством излишние деревья (в молодняках — Т. Л.) должны быть вырублены, запас средневозрастных лесов увеличен, а спелые древостои регенерированы так быстро, как возможно» [8, стр. 32] — и это при площади лесов старше 100 лет — только в 9%, а старше 80 лет — только в 25% общей лесопокрытой в стране. Известная программа развития лесного хозяйства Финляндии «Техо», предусматривающая увеличение годичного прироста в лесах страны с 41 до 122 млн. m^3 (то есть до 6 m^3/ga) и рост рубок с 53 до 71 млн. m^3 (то есть до 3,5 m^3/ga), предполагает дальнейшую решительную трансформацию лесов [7].

В многолесной зоне СССР изобилуют перестойные и спелые леса, но крайне недостаточны площади приспевающих и средневозрастных. Устранение избытка спелых лесов сплошной их вырубкой в форсированном темпе неизбежно приведет к острому недостатку готовых для рубки лесов после того, как будут исчерпаны современные спелые древостои.

Из этого опасения возникает стремление регламентировать лесозаготовки размером «второй возрастной» или даже «длительно-равномерной» лесосеки. Однако такое стремление вступает в противоречие с экономической необходимостью обеспечивать требуемый объем поставок древесины народному хозяйству. И под давлением жизни это противоречие «разрешается» обычно не в пользу соображения о длительной эксплуатации лесов.

Необходимо найти такое решение проблемы, при котором современные спелые и перестойные леса были бы не просто вырублены, а по возможности преобразованы в более молодые или более продуцирующие. Широкое развитие выборочных рубок различной интенсивности представляется быстрейшим и наиболее доступным, а может быть и единственным способом преобразования спелых и перестойных, по существу не продуцирующих лесов в леса продуцирующие и развивающиеся.

В разновозрастных лесах при выборочной рубке будет удалено старшее поколение деревьев и оставлено более молодое; в одновозрастных убраны наиболее развитые и уже не продуцирующие деревья и оставлены деревья средних и низших классов развития, которые, в силу присущей лесным древесным породам пластичности, очень часто сохраняют способность к быстрому развитию при улучшении условий существования в результате рубки. Оставшиеся деревья, усиливая прирост, в большинстве случаев восполняют изъятый запас за 15—25 лет. Такая выборочная рубка в спелых лесах, резервируемых для сплошной рубки через 20—40 лет, не уменьшает возможностей получения древесины в будущем, но существенно увеличивает их в ближайшее время. Это должно быть учтено в расчетах пользования. При установлении его размера принятыми у нас способами надлежит рассматривать как дополнительную меру реконструктивные выборочные рубки тех спелых лесов, которые по основному расчету резервируются для сплошной рубки через 20—30 лет и более.

Приведем свои соображения по расчету пользования в хозяйстве, где сплошные рубки дополняются выборочными.

Примем следующие обозначения:

- Y — общий объем пользования, тыс. m^3 ;
 Y_c — главное пользование в форме сплошных рубок;
 Y_v — то же, в форме выборочных рубок;
 Y_n — промежуточное пользование;
 S — лесопокрытая площадь, тыс. га;
 S_{nc} — суммарная площадь приспевающих и спелых древостоев;
 S_{cnc} — суммарная площадь спелых, приспевающих и старшего класса средневозрастных древостоев;
 T — длительность оборота рубки, лет;
 t — длительность класса возраста, лет;
 p — длительность периода, в течение которого леса должны быть однократно пройдены выборочными рубками (оборот хозяйства);
 V_c — запас древесины, вырубаемый при сплошной рубке, $m^3/га$;
 V_v — то же при выборочной рубке разной интенсивности (V_{v_1} , V_{v_2} , V_{v_3} , . . . , V_{v_n});
 K_v — доля спелых лесов, допускающих по своему состоянию и местоположению (типу) применение выборочных рубок (K_{v_1} , K_{v_2} , K_{v_3} , . . . , K_{v_n}).

Тогда

$$Y = Y_c + Y_v + Y_n. \quad (1)$$

При ориентировке на первую возрастную лесосеку по сплошной рубке

$$Y = \frac{S_{nc}}{2t} \cdot V_c + \left(\frac{S_{nc}}{p} - \frac{S_{nc}}{2t} \right) \Sigma V_v K_v + Y_n; \quad (2)$$

на вторую

$$Y = \frac{S_{cnc}}{3t} \cdot V_c + \left(\frac{S_{nc}}{p} - \frac{S_{cnc}}{3t} \right) \Sigma V_v K_v + Y_n; \quad (3)$$

на длительно-равномерную:

$$Y = \frac{S}{T} \cdot V_c + \left(\frac{S_{nc}}{p} - \frac{S}{T} \right) \Sigma V_v K_v + Y_n. \quad (4)$$

Первый член в формулах — пользование в форме сплошных рубок, второй — в форме выборочных. Если бы применялись только выборочные рубки, их площадь была бы равна $\frac{S_{nc}}{p}$; но так как $\frac{S_{nc}}{2t}$ ежегодно вырубается сплошь — формула (2), для выборочной остается только $\left(\frac{S_{nc}}{p} - \frac{S_{nc}}{2t} \right)$.

Выражение $\Sigma V_v K_v$ представляет собой средний объем выборки древесины с 1 га по выборочным рубкам разной степени интенсивности; это средняя взвешенная по доле, какую имеют насаждения, допускающие ту или иную степень интенсивности рубки. Например, в одних насаждениях можно взять 30 m^3 с 1 га ($V_{v_1} = 30$) и таких насаждений 15% от всей площади спелых ($K_{v_1} = 0,15$); в других насаждениях можно брать по 50 m^3 , а их доля — 25% ($V_{v_2} = 50$, $K_{v_2} = 0,25$);

средний взвешенный объем рубки с 1 га составит $V_{в_1} \cdot K_{в_1} + V_{в_2} \cdot K_{в_2} \dots = \Sigma V_{в} \cdot K_{в}$. Очевидно, что $\Sigma V_{в} \cdot K_{в}$ выражает средний объем выборки, отнесенный ко всей площади $S_{пс}$; соответственно этому в формуле площадь выражена как $\frac{S_{пс}}{p} - \frac{S_{пс}}{2t}$.

В предлагаемой системе лесопользования при сокращении лесосеки по сплошной рубке несколько увеличивается возможность выборочной рубки; это позволит легче перейти на применение второй возрастной лесосеки вместо первой, если состояние лесов и экономические перспективы подсказывают желательность этого.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин, Е. И. Лопухов. Об основах лесоустройства. Журн. «Лес» № 5, 6, 1946. [2]. Н. П. Анучин. Главы в книге Н. В. Чикилевского «Лесоустройство», М.—Л., 1957. [3]. М. М. Орлов. Очерки лесоустройства. Л.—М., 1924. [4]. А. Ф. Рудзкий. Краткий очерк истории лесоустройства. СПб., 1899. [5]. Sh. W. Allen, G. W. Shagre. An introduction to American forestry. New York, 1960. [6]. K. P. Davis. American forest management. New York, 1954. [7]. The development of Finland's forests in 1964—2000 r. Memorandum to the Economic Council. Helsinki, 1965. [8]. K. Kuusela. The largest permanent allowable cut and method for its calculation. Helsinki, 1959. [9]. H. A. Meyer, A. B. Recknagel, D. D. Stevenson, R. A. Bartoo. Forest management. New York, 1961. [10]. L. Runeberg. European trade in raw wood. Acta forestalia fennica, 73, Helsinki, 1961.

Поступила 31 марта 1969 г.

УДК 634.0.36

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ НЕСНИЖАЕМОГО ОБОРОТНОГО ФОНДА АГРЕГАТОВ И УЗЛОВ

В. Ф. ПОПОВ, Ф. П. ПОПОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Эффективность внедрения агрегатного метода ремонта лесотранспортных машин в значительной мере зависит от правильности комплектования неснижаемого фонда оборотных агрегатов, призванного обеспечивать бесперебойную замену неисправных агрегатов исправными. Этот фонд не должен быть слишком большим как по количеству, так и по номенклатуре. Создание его требует значительных материальных затрат, величина которых тем больше, чем шире номенклатура и больше количество оборотных агрегатов.

Для правильного комплектования неснижаемого фонда оборотных агрегатов и узлов необходимо одновременно решить следующие вопросы: установить оптимальную номенклатуру оборотных агрегатов и узлов; определить рациональное количество агрегатов и узлов каждого наименования в оборотном фонде.

В настоящее время наиболее полно разработан второй вопрос [1], [4], [5]. По выбору наивыгоднейшей номенклатуры имеются лишь некоторые рекомендации, носящие чисто качественный характер. Математически обоснованная методика расчета наивыгоднейшей номенклатуры оборотных агрегатов и узлов пока еще не разработана.

Как показывают исследования ряда авторов [2], [4], [5], разумное, экономически обоснованное увеличение номенклатуры неснижаемого

фонда оборотных агрегатов целесообразно, так как приводит к сокращению простоев машин в эксплуатационных ремонтах, повышает их техническую готовность и эксплуатационную надежность при одновременном сокращении суммарных затрат на техническое и ремонтное обслуживание.

Экономический эффект от внедрения агрегатного метода ремонта лесотранспортных машин обуславливается в основном сокращением простоев в эксплуатационных ремонтах [5], [6]. При агрегатном методе общая величина сокращения простоев полнокомплектной машины в ремонте определяется величинами сокращения простоев машины при замене отдельных агрегатов

$$\Delta\Pi = \sum_{i=1}^n (t_{pi} - t_{zi}), \quad (1)$$

где $\Delta\Pi$ — суммарная величина сокращения простоев полнокомплектной машины в эксплуатационных ремонтах, маш.-час, маш.-смена;

t_{pi} — продолжительность ремонта i -го агрегата или узла без замены, маш.-час, маш.-смена;

t_{zi} — продолжительность замены i -го агрегата или узла исправным из неснижаемого фонда оборотных агрегатов, маш.-час, маш.-смена;

n — число наименований агрегатов в неснижаемом фонде.

Следовательно, в общем виде условие, определяющее целесообразность включения какого-либо агрегата в неснижаемый фонд оборотных агрегатов, можно записать следующим образом:

$$t_{pi} - t_{zi} > 0. \quad (2)$$

Экономический эффект от внедрения агрегатного метода ΔC как функция сокращения простоя машин в эксплуатационных ремонтах может быть вычислен по формуле [6]

$$\Delta C = K_0 \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Phi_1} = K_0 \frac{\Delta\Pi}{\Phi_1}, \quad (3)$$

где Φ_1 и Φ_2 — фонды времени машины соответственно при индивидуальном и агрегатном методах ремонта, маш.-час, маш.-смена;

K_0 — стоимость новой машины, руб.

Создание неснижаемого обменного фонда оборотных агрегатов и узлов требует в свою очередь дополнительных вложений ΔK , величина которых может быть подсчитана следующим образом

$$\Delta K = \sum_{i=1}^n m_i C_i, \quad (4)$$

где m_i — количество агрегатов i -го наименования в неснижаемом фонде оборотных агрегатов, шт.;

C_i — стоимость одного агрегата i -го наименования, руб.

Срок окупаемости дополнительных вложений на создание неснижаемого фонда оборотных агрегатов и узлов определится в этом случае из выражения

$$T = \frac{\Delta K}{\Delta C}. \quad (5)$$

Используя формулы (1), (3), (4), окончательно получим

$$T = \frac{\Phi_i \sum_{i=1}^n m_i C_i}{K_v \sum_{i=1}^n (t_{pi} - t_{zi})} \quad (6)$$

Следовательно, условие (2) необходимо расширить, а именно: срок окупаемости дополнительных материальных затрат на создание неснижаемого фонда оборотных агрегатов не должен превышать нормативного срока окупаемости, установленного для данной отрасли промышленности или, что то же самое, коэффициент относительной эффективности [3] не должен быть меньше нормативного

$$E = \frac{1}{T} \geq E_n, \quad (7)$$

где E_n — нормативный коэффициент относительной эффективности вложений, установленный для данной отрасли промышленности [3].

Таким образом, условия (2) и (7) являются необходимыми и достаточными для решения вопроса о включении i -го агрегата в неснижаемый фонд и могут быть положены в основу расчетной методики обоснования наивыгоднейшей номенклатуры агрегатов неснижаемого фонда.

Непосредственное выполнение расчетов по выражениям (2) и (7) весьма трудоемко. Поэтому сделаем необходимые расчеты в общем виде до конечного выражения, дающего зависимость

$$t_{zi} \leq f(t_{pi}; E). \quad (8)$$

Срок службы агрегатов t_{cpi} , среднее время, затрачиваемое на замену какого-либо агрегата t_{zi} , и средняя продолжительность ремонта каждого агрегата t_{pi} — величины случайные. Поэтому количество агрегатов каждого наименования m_i , имеющих в неснижаемом оборотном фонде, лишь с некоторой вероятностью P_k обеспечивает бесперебойную замену агрегатов [5].

Если обозначить $\frac{t_{zi}}{t_{pi}} = \alpha$, то сокращение времени простоев N машин за год при замене i -го агрегата выразится зависимостью

$$\Delta\Pi = \frac{aN P_k \Phi_i t_{pi} (Z - t_{cpi}) (1 - \alpha)}{t_{cpi} Z - \alpha a N P_k (Z - t_{cpi}) t_{pi}}, \quad (9)$$

где Z — пробег машины до капитального ремонта, маш.-час;
 a — количество одноименных агрегатов на машине, шт.

Годовой экономический эффект от включения агрегатов i -го наименования в неснижаемый оборотный фонд в этом случае может быть определен по формуле

$$\Delta C = \frac{aN P_k K_v t_{pi} (Z - t_{cpi}) (1 - \alpha)}{t_{cpi} Z - \alpha a N P_k (Z - t_{cpi}) t_{pi}} \quad (10)$$

Решив совместно неравенства (2) и (7) и принимая во внимание выражения (4), (6) и (10), окончательно получим расчетную формулу для определения максимально допустимого времени замены агрегата, при котором целесообразно включение его в неснижаемый оборотный фонд

$$t_{zi} \leq \frac{aNP_K K_0 (Z - t_{cpi}) t_{pi} - Em_i C_i t_{cpi} Z}{aNP_K (Em_i C_i + K_0) (Z - t_{cpi})} \quad (11)$$

Выражение (11) можно упростить, если ввести дополнительные обозначения

$$A = \frac{K_0}{Em_i C_i + K_0}; \quad (0 < A < 1,0) \quad \text{и} \quad B = \frac{Em_i C_i t_{cpi} Z}{aNP_K (Z - t_{cpi}) (Em_i C_i + K_0)}$$

В этом случае оно принимает вид

$$t_{zi} = A t_{pi} - B \quad (12)$$

Учитывая, что

$$t_{zi} = \frac{\tau_{zi}}{b_{zi}} \quad \text{и} \quad t_{pi} = \frac{\tau_{pi}}{b_{pi}},$$

где τ_{zi} ; τ_{pi} — трудоемкость работ по замене и ремонту i -го агрегата, чел.-час;

b_{zi} ; b_{pi} — количество рабочих, необходимых для замены и ремонта i -го агрегата, чел.;

и подставляя значение t_{pi} и t_{zi} в выражение (12), получаем

$$\tau_{zi} = C \tau_{pi} - D, \quad (13)$$

где $C = A \frac{b_{zi}}{b_{pi}}$; $D = B b_{zi}$.

Непосредственные расчеты с использованием предлагаемой методики показали, что номенклатура оборотных агрегатов, рекомендованная новым положением об агрегатном ремонте, разработанным ЦНИИМЭ, может быть расширена.

Дополнительно в неснижаемый оборотный фонд можно включать такие агрегаты, как крышка коробки перемены передач, головка блока цилиндров и др.

На основании изложенного можно сделать следующие основные выводы.

1. Для правильного комплектования неснижаемого оборотного фонда необходимо установить рациональное количество и наивыгоднейшую номенклатуру узлов и агрегатов.

2. Расчет рационального количества агрегатов и определение их номенклатуры в неснижаемом оборотном фонде должны выполняться параллельно.

3. Для решения вопроса о включении i -го агрегата в неснижаемый оборотный фонд необходимо, чтобы время замены неисправного агрегата исправным было меньше времени, необходимого на его ремонт, и достаточно, чтобы срок окупаемости дополнительных вложений на комплектование неснижаемого фонда агрегатами i -го наименования не превышал нормативного.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Геронимус, Э. Кубрин, Н. Троицкая. Метод расчета числа оборотных агрегатов в автохозяйстве. Журн. «Экономика и математические методы» № 1, 1965. [2]. И. М. Маликов. Надежность судовой электронной аппаратуры и систем автоматического управления. Изд-во «Судостроение», Л., 1967. [3]. Методика определения экономической эффективности внедрения новой техники, механизации и автоматизации производственных процессов в промышленности. Госплан СССР и АН СССР, 1962. [4]. Б. В. Павлов. Применение теории массового обслуживания для расчета фонда запасных узлов. Журн. «Механизация и электрификация социа-

лестического сельского хозяйства» № 5, 1962. [5]. В. Ф. Попов, Ф. П. Попов. К расчету фонда обменных агрегатов при ремонте трелевочных тракторов агрегатным методом. Труды Архангельского лесотехнического института, т. XIX, Архангельск, 1967. [6]. Л. Я. Шухгалтер. Экономика долговечности и надежности машин. Экономиздат, М., 1963.

Поступила 18 октября 1968 г.

УДК 634.0.79

ОПЫТ РАСЧЕТА МНОГОФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ ФОНДОУДАЧИ В ЛЕСПРОМХОЗАХ

Ф. Н. МОРОЗОВ, Ю. И. ДЕМИНЦЕВ

(Уральский лесотехнический институт)

В качестве обобщающего показателя, характеризующего степень использования основных производственных фондов, принят показатель фондоотдачи (выпуск валовой продукции на 1 руб. фондов). Объектом исследования послужила группа леспромхозов, однородных по природным и производственным условиям. В целях расширения объема исходной информации и получения более достоверных результатов использован метод завода-лет, сущность которого заключается в том, что отчетные данные за ряд лет по каждому предприятию, входящему в изучаемую совокупность, условно рассматриваются как данные отдельного предприятия [6]. Всего в расчет модели были заложены данные 68 наблюдений (леспромхозо-лет).

Моделирование экономического явления включает в себя ряд последовательных этапов: сбор статистической информации и ее первичная обработка с параллельным анализом и отбором факторов-аргументов; выбор формы связи; расчет параметров модели; проверка достоверности полученных результатов и их экономическая оценка. В указанной последовательности выполняли расчет модели фондоотдачи. Первоначальному изучению подвергали большую группу производственных факторов: выход деловых лесоматериалов, затраты на 1 руб. товарной продукции, удельный вес активной части основных фондов в их общей

Выход деловых лесоматериалов <i>D</i> , %	Количество наблюдений <i>n</i>	Фондоотдача <i>F</i> , руб.	Доля активных фондов <i>A</i> , %	<i>n</i>	<i>F</i>	Производительность труда <i>П</i> , в м ³ на рабочего в год
До 63	1	0,65	До 32,5	3	0,79	До 340
64—66	2	0,75	32,6—35	6	0,82	341—360
67—69	4	0,85	35,1—37,5	9	0,95	361—380
70—72	5	0,93	37,6—40	12	1,06	381—400
73—75	9	1,01	40,1—42,5	15	1,07	401—420
76—78	15	1,03	42,6—45	9	1,13	421—440
79—81	18	1,10	45,1—47,5	7	1,20	441—460
82—84	11	1,16	47,6—50	5	1,23	461—480
84 и более	3	1,21	50,1 и более	2	1,23	481 и более

стоимости, среднегодовую скорость оборачиваемости оборотных средств, производительность труда, расстояние трелевки и вывозки, материалоемкость и зарплатоемкость выпускаемой продукции, стои-

мость основных производственных фондов, объем вывозки, удельный вес продукции лесообработывающих производств и др.

Оценку каждого фактора делали на основе анализа статистической информации. Исходными материалами для сбора данных послужила годовая статистическая и бухгалтерская отчетность леспромхозов за 1965—1967 гг. При этом значения тех факторов, которые прямо не предусмотрены действующим учетом и отчетностью, были получены расчетным путем (фондоотдача, доля активных фондов, материалоемкость продукции, средневзвешенные расстояния трелевки, вывозки и др.).

В последующем для отбора наиболее существенных факторов на корреляционном поле попарно находили эмпирические линии регрессии, анализ которых в первом приближении позволял установить как характер зависимости, так и степень влияния на фондоотдачу каждого фактора-аргумента. В частности, как показала оценка эмпирических линий регрессии, влияние ряда факторов (расстояния трелевки, оборачиваемости оборотных средств и др.) на фондоотдачу несущественно, поэтому они не могут быть отнесены к числу фондообразующих. Материалоемкость и зарплатоемкость продукции характеризуют соотношение овеществленного и живого труда в созданном продукте, и в модель целесообразно включать один из этих факторов. А такие факторы, как фондовооруженность, общая стоимость основных фондов, объем производимой продукции, имеют связь с показателем фондоотдачи, близкую к функциональной. Включение их в корреляционную модель привело бы к ее искажению [2].

В результате графического анализа и оценки коэффициентов частной корреляции в модель фондоотдачи были включены следующие факторы: выход деловых лесоматериалов D , удельный вес активной части основных производственных фондов в процентах к их общей стоимости A , комплексная выработка $П$, m^3 на одного рабочего лесозаготовок, средневзвешенное расстояние вывозки P , км и материалоемкость продукции M , которая характеризуется долей стоимости материальных затрат в % к общей стоимости продукции*. О степени зависимости фондоотдачи Φ от каждого из этих факторов и распределений наблюдений по уровню фондоотдачи можно судить по данным группировки исходной информации (табл. 1). Вид функции, вскрывающей характер зависимости, подбирается эмпирически. В нашем случае для моделирования фондоотдачи принята функция вида

Таблица 1

n	Φ	Материалоемкость продукции M , %	n	Φ	Среднее расстояние вывозки P , км	n	Φ
3	0,67	До 17	5	0,77	До 16	9	1,19
4	0,89	17,1—18	6	0,88	16,1—18	14	1,13
9	1,02	18,1—19	7	0,94	18,1—20	11	1,05
9	0,97	19,1—20	13	1,05	20,1—22	7	1,03
13	1,07	20,1—21	14	1,08	22,1—24	6	0,98
11	1,03	21,1—22	13	1,11	24,1—26	7	0,97
9	1,13	22,1—23	6	1,16	26,1—28	5	0,91
6	1,18	23,1—24	2	1,20	28,1—30	4	0,83
4	1,21	24,1 и более	2	1,24	30,1—32	5	0,79

* Сдвиги в уровне материалоемкости продукции леспромхозов обуславливаются, главным образом, изменением удельного веса в общем выпуске продукции лесообработывающих производств.

$$y = a_0 f_1(x_1) f_2(x_2) \dots f_n(x_n).$$

Многофакторная модель этого вида легко решается графическим способом, суть которого подробно изложена А. А. Френкелем [4], [5]. Для условий изучаемой группы леспромхозов модель фондоотдачи, построенная графическим способом, описывается уравнением

$$\Phi = 1,05 (0,08D - 5,049) (1,012 - 0,0013A) (0,944 + 0,00012П) (1,086 - 0,0038M) (1,047 - 0,0024P).$$

О достоверности полученной модели фондоотдачи можно судить по среднеквадратической ошибке S уравнения множественной корреляции. В нашем примере $S_a = 0,023$ руб., а с учетом корректировки $S_a = 0,024$ руб. Средняя ошибка аппроксимации γ составила 1,14% при допустимом критерии адекватности в аналогичных исследованиях до 5% [1]. Это означает, что искомая модель с допустимой точностью отражает изучаемое явление.

Оценку степени надежности принято давать также по критерию Фишера F , определяемому отношением остаточной дисперсии к дисперсии фактических значений функций.

Сравнение фактической величины F -критерия F_r с табличной F_t показывает, что модель при заданном 5%-ном уровне значимости вполне адекватна ($F_r > F_t$).

Коэффициент множественной корреляции R_a , характеризующий силу комбинированного воздействия пяти факторов на величину Φ , для условий изучаемых леспромхозов составляет 0,85, а с учетом поправки на число выборки $R_a = 0,83$, что указывает на высокую степень тесноты связи функции с аргументами. Достоверность коэффициента множественной корреляции устанавливается отношением абсолютной величины R_a к его среднеквадратической ошибке σ_r . При этом величина R_a признается существенной и достаточно достоверной, если $(R_a : \sigma_r) \geq t$, где t — табличное значение критерия при заданной доверительной вероятности. По нашим данным, $\sigma_r = 0,038$. Достоверность R_a в этом случае равна 21,8. При доверительной вероятности 0,99 табличное значение t -критерия составит 2,58. Следовательно, значение R_a для заданных условий достаточно достоверно. Квадрат R_a (коэффициент детерминации K) показывает удельный вес влияния отобранных факторов на уровень Φ . В нашем случае $K_1 = 0,689$, или 68,9%. Это означает, что влияние неучтенных факторов, формирующих уровень Φ в обследуемых леспромхозах, составляет 31,1%.

Аналитическая оценка модели в целом подтверждает ее достоверность. Однако ее параметры трудно поддаются (а при значительном числе факторов вообще не поддаются) экономической интерпретации [5]. Поэтому для условий обследуемых леспромхозов и на материалах той же исходной информации параллельно была построена модель линейного вида

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n,$$

параметры которой имеют строго определенное экономическое содержание.

Параметры линейной модели рассчитывали способом парных коэффициентов корреляции r в стандартизованном масштабе. Последовательно определяли значения r_i , стандартизованные коэффициенты уравнения множественной регрессии β_i , коэффициенты модели в натуральном масштабе, среднеарифметические и среднеквадратические отклонения значений Φ , D , A , $П$, M , P . При этом значения β_i нахо-

дили из системы уравнений методом последовательного исключения неизвестных. Все расчеты вели вручную по принятой схеме [3].

В натуральном масштабе линейная модель фондоотдачи описывается уравнением

$$\Phi = 0,033D + 0,024A + 0,001П + 0,025M - 0,004P - 3,326,$$

в котором коэффициенты регрессии показывают степень влияния каждого фактора на уровень Φ при фиксированном значении других факторов, а свободный член учитывает общее среднее влияние всех неучтенных факторов [6]. В нашем случае с увеличением выхода деловых лесоматериалов на 1% фондоотдача в среднем по группе изучаемых леспромхозов растет на 0,033 руб., а с повышением среднего расстояния вывозки на 1 км значение Φ снижается на 0,004 руб. и т. д.

Достоверность линейной модели характеризуется такими оценочными показателями: $S_b = 0,068$ руб.; с учетом выборки $S_b = 0,69$; $K_2 = 0,476$; $\gamma = 2,7\%$. Проверка модели по F-критерию и t-критерию при 5%-ном уровне значимости показала, что $F_r > F_t$ и $(R_b : \sigma_r) > t$. Следовательно, линейная модель при заданном уровне точности достоверна.

Вместе с тем линейная модель, в сравнении с построенной графическим способом, обнаруживает более слабую связь факторов-аргументов с функцией ($R_b = 0,69 < R_a = 0,83$), значительное снижение удельного веса влияния отобранных факторов, формирующих уровень фондоотдачи ($K_2 = 0,476 < K_1 = 0,689$), и меньшую точность уравнения, описывающего модель ($S_b = 0,068 > S_a = 0,024$). В рассматриваемых вариантах преимущество по степени достоверности остается за моделью, построенной графическим способом.

Статистические модели, полученные методами корреляции, могут быть использованы не только для выявления и анализа количественного влияния факторов на уровень фондоотдачи. Зная расчетные (плановые, нормативные) значения отдельных факторов, можно предсказать величину фондоотдачи и управлять ее уровнем. Результаты таких расчетов могут быть применены для разработки плановых заданий как на ближайшую, так и на отдаленную перспективу. Корреляционные модели фондоотдачи, построенные с достаточной степенью точности, в целом могут служить объективным инструментом анализа, планирования и оценки эффективности использования основных фондов леспромхозов на уровне различных организационных звеньев отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Моделирование процессов производства и управления. Изд-во «Наука», АН СССР, Новосибирск, 1966. [2]. В. Н. Перегудов. Метод наименьших квадратов и его применение в исследованиях. Изд-во «Статистика», М., 1965. [3]. Г. Б. Полисюк. Анализ себестоимости строительного-монтажных работ методом корреляции. Изд-во литературы по строительству, М., 1967. [4]. А. А. Френкель. Графический способ построения экономико-статистических моделей. Экономика и математические методы, т. 1, вып. 2, 1965. [5]. А. А. Френкель. Многофакторные корреляционные модели производительности труда. Изд-во «Экономика», М., 1966. [6]. В. П. Хайкин и др. Корреляция и статистическое моделирование в экономических расчетах. Изд-во «Экономика», М., 1964.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 634.0.812 : 674.031.623.234.2

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ РАНО И ПОЗДНО РАСПУСКАЮЩИХСЯ ФОРМ ОСИНЫ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. М. ДОЛГОШЕЕВ

(Уральский лесотехнический институт)

Отечественная литература располагает весьма незначительным объемом сведений о физико-механических свойствах осиновой древесины. В 1966—1967 гг. мы провели испытания физико-механических свойств древесины рано и поздно распускающихся форм осины в Кировской области. Было взято 20 модельных деревьев (по 10 каждой формы). Выбор деревьев проводили в строгом соответствии с ОСТом НК леса 196 [4].

Проба, на которой взяты модельные деревья, имеет следующую характеристику: тип леса осинник-кисличник, состав древостоя 8Ос2Б, возраст 60 лет, полнота 0,8, класс бонитета II, почва модергумусная среднеподзолистая суглинистая на моренных глинах и суглинках. Подлесок представлен рябиной.

Образцы изготовляли из однометровых кражей, выпиленных у всех модельных деревьев на высоте 1,3 м от корневой шейки. При разделке кражей, изготовлении образцов и физико-механических испытаниях пользовались ГОСТом 6636—52 [1]. Всего исследовано 2608 образцов древесины. При статистической обработке результатов испытания, произведенной по методике Н. Л. Леонтьева [3], вычислены следующие величины: n — число измерений; M — средняя арифметическая величина; σ — среднее квадратическое отклонение; m — ошибка среднего арифметического; v — коэффициент изменчивости, P — точность опыта; $\frac{D}{m_d}$ — коэффициент достоверности разницы.

Все полученные данные сведены в табл. 1.

Таблица 1

Статистические показатели	Объемный вес, г/см ³	Число годовичных слоев в 1 см	Предел прочности, кг/см ²		
			при растяжении вдоль волокон	при сжатии вдоль волокон	при статическом изгибе в радиальном направлении

Рано распускающаяся форма

n	105	108	385	400	310
$M \pm m$	$0,367 \pm 0,005$	$3,12 \pm 0,006$	$695 \pm 1,89$	$\frac{457 \pm 1,60}{340 \pm 4,1}$	$\frac{720 \pm 2,44}{720}$
$\pm \sigma$	0,05	0,06	37	32	43
$v, \%$	13,6	1,9	5,3	7,0	5,9
$P, \%$	1,33	0,18	0,26	0,34	0,33

Поздно распускающаяся форма

n	110	170	380	395	315
$M \pm m$	$0,437 \pm 0,004$	$3,57 \pm 0,006$	$770 \pm 2,05$	$\frac{539 \pm 1,96}{373 \pm 8,31}$	$\frac{765 \pm 2,53}{765}$
$\pm \sigma$	0,04	0,06	40	39	45
$v, \%$	9,2	1,7	5,2	7,2	5,9
$P, \%$	0,87	0,17	0,26	0,36	0,33
$\frac{D}{m_d}$	$\frac{5,7}{7,2}$	6,4	4,9	$\frac{8,2}{4,3}$	7,1

Примечание. В числителе наши данные; в знаменателе — М. Д. Данилова [2].

Мы не располагаем возможностью сделать полное сравнение результатов наших исследований основных физико-механических свойств с данными других авторов, в силу отсутствия в последних подразделения осины на рано и поздно распускающиеся формы. В табл. 1 приведено сопоставление данных, полученных нами и М. Д. Даниловым [2], которое показывает отсутствие разницы в объемных весах древесины и существенное различие в пределах прочности при сжатии вдоль волокон.

Результаты испытаний физико-механических свойств древесины рано и поздно распускающихся форм осины дают основания сделать некоторые предварительные выводы.

1. Физико-механические свойства поздно распускающихся форм осины на 6—19% выше, чем у рано распускающихся.

2. Различия между рано и поздно распускающимися формами осины достоверны по основным физико-механическим свойствам.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. ГОСТ 6636—52 «Методы физико-механических испытаний древесины». Стандартгиз, 1952. [2]. М. Д. Данилов. Рано и поздно распускающиеся формы осины. Йошкар-Ола, 1954. [3]. Н. Л. Леонтьев. Техника статистических вычислений. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [4]. ОСТ НК леса 196 «Методы выбора модельных деревьев для исследования физико-механических свойств древесины насаждений». Стандартгиз, 1937.

Поступила 29 апреля 1968 г.

УДК 634.0.2

РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЙМЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО ДОНА

В. Р. КАРЛИН

(Донская ЛОС)

Пойменные леса Среднего Дона выполняют не только водоохранно-защитные функции, но и являются основным источником получения древесины в степных районах. Однако их продуктивность изучена недостаточно, что и явилось основанием для постановки данного вопроса.

Исследование мы проводили в 1964—1966 гг. на участке поймы свыше 100 км в Вешенском и Мигулинском лесхозах Ростовской области, где заложили три нивелирных профиля протяженностью 6,2 км поперек поймы Дона, 40 пробных площадей и сделали анализ хода роста 82 модельных деревьев. Произвели морфологическое описание почв всех пробных площадей. В покрытой лесом пойме Среднего Дона на прямых участках реки выделили прирусловую, центральную и притеррасную части [1].

Таксационная характеристика пробных площадей, заложенных в порослевых лесах Вешенского лесхоза, Вешенского лесничества (нивелирный профиль 1), приведена в табл. 1.

В прирусловой части поймы растут тополево-вербовые леса, отличающиеся незначительным запасом древесины низкого качества. В центральной части поймы, занимающей наибольшее пространство, основной лесобразующей породой является дуб. На гривах, покрытых дубом, и краях сенокосных полей куртинами встречается тополь белый.

В 35-летнем возрасте запас древесины тополя белого на пробной площади № 7 составляет 327 м³ на 1 га. Рядом расположенное дубово-вязовое насаждение (пробная площадь № 7а) в 36-летнем возрасте имеет запас древесины дуба всего лишь 109 м³.

На территории Мигулинского лесхоза, в Левобережном лесничестве (кв. № 49), на берегу озера Подолешинно, встречено уникальное порослевое насаждение тополя белого, в 52-летнем возрасте имеющее запас древесины 777 м³ на 1 га. Средний диаметр тополя белого — 43 см, средняя высота — 29 м. Рядом расположенное порослевое насаждение дуба в этом же возрасте имеет запас древесины только 187 м³. Насаждение тополя белого находится в хорошем состоянии. Стволы колоннообразные, относятся к деловым, крона начинается с высоты 18—20 м. Насаждение дуба отмирает. Стволы кривые, крона начинается с высоты 5—6 м. У большинства

Таблица В

№ пробной площади	№ квартала	Порода	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Количество стволов на 1 га, шт.	Сумма площадей основания, м ² /га	Класс бонитета	Запас, м ³ /га
Прирусловая часть									
10	57	Тополь черный	36	36,2	22,1	170	17,5	Iд	157
		Верба	36	31,2	18,3	80	6,1	Iв	50
		Вяз	41	17,5	15,1	184	4,4	II	31
		Итого	—	—	—	434	28,0	—	238
11	Там же	Тополь белый	36	27,0	15,7	215	12,1	Iа	89
		Верба	34	17,9	12,5	370	8,6	II	58
		Вяз	28	14,9	9,6	345	6,0	III	23
		Итого	—	—	—	930	26,7	—	170
Центральная часть									
8	Там же	Дуб	36	21,5	14,2	340	12,3	II	74
		Вяз	39	15,0	12,6	248	4,5	III	26
		Итого	—	—	—	588	16,8	—	100
7а	Там же	Дуб	36	23,4	13,9	448	19,3	II	109
		Вяз	36	16,0	12,1	700	14,1	III	72
		Итого	—	—	—	1148	33,4	—	181
7	Там же	Тополь белый	35	31,5	26	356	27,7	Ie	327
		Дуб	—	23,0	19,0	68	2,8	—	—
		Вяз	27	12,5	9,3	362	4,4	III	20
		Итого	—	—	—	786	34,9	—	347
6	Там же	Дуб	32	17,9	12,6	830	20,9	II	114
		Вяз	41	11,5	12,1	440	4,6	III	22
		Итого	—	—	—	1270	25,5	—	136
5	41	Дуб	32	15,6	13,0	1292	24,2	II	159
4	Там же	Дуб	64	30,2	16,6	328	23,5	III	174
Притеррасная часть									
3	40,41	Вяз	39	23,0	15,5	428	17,8	II	105
2	41	Ольха черная	28	30,5	22,6	488	35,6	Ie	384
1	40	Тополь белый	31	36,5	23,8	355	37,1	Ie	358

Примечание. Бонитирование насаждений быстрорастущих пород проводили по шкале М. В. Давыдова [2].

деревьев верхняя часть кроны усохла. Число дровяных стволов составляет 33%, из них сухих — 12%.

Пологие берега многочисленных пойменных озер покрыты низкополотными усыхающими вязовниками, имеющими запас древесины в 30—40-летнем возрасте 70—100 м³ на 1 га.

Узкая притеррасная полоса, самая пониженная часть поймы, занята чистыми ольшаниками, ольхово-тополевыми насаждениями и вязовниками.

Чистые приспевающие и спелые насаждения тополя белого и ольхи отличаются большой сомкнутостью, стройными стволами и запасами древесины, достигающими у тополя в возрасте 31 года 358 м³, а у ольхи в 28-летнем возрасте 384 м³ на 1 га. Вязовые насаждения отмирают (пробная площадь № 3). Около 35% деревьев сухих. Часто встречается бурелом.

Особенности роста порослевых насаждений поймы выявлены на основании анализа хода роста модельных деревьев ольхи черной, тополя белого, дуба и вяза.

Таблица 2

Класс бонитета	Материалы сравнения	Изменение высот, м, с возрастом, лет				
		10	20	30	40	50
II	Дуб	5,0	9,3	12,5	15,4	18,0
II	Дуб (по Е. Н. Науменко [4])	5,4	10,3	14,0	16,8	19,0
II	Общая шкала высот	5,0	10,5	14,0	17,0	19,0
II	Вяз	4,3	8,2	11,5	14,4	—
IV	Ольха	11,9	17,5	21,8	—	—
IV	Тополь белый	8,0	15,9	21,6	26,7	30,0

В табл. 2 приведено изменение высот перечисленных древесных пород с возрастом в сравнении с общей шкалой высот М. М. Орлова и данными Е. Н. Науменко [4].

Анализ хода роста по диаметру позволил установить, что ольха черная и тополь белый значительно превосходят по диаметру дуб и вяз. Эти быстрорастущие породы в 30—35-летнем возрасте становятся пригодными для использования в строительстве.

Лесоводы Среднего Дона в прирусловой и притеррасной частях поймы на площади 15 га создали культуры тополя канадского и ветлы. Культуры тополя канадского в 15-летнем возрасте имеют запас древесины 280 м³ на 1 га, ветлы в 16-летнем возрасте — 176 м³.

Одним из способов повышения продуктивности лесов в условиях Среднего Дона является внедрение в лесное хозяйство быстрорастущих древесных пород: тополя канадского, ив белой, ломкой и ольхи черной, которая среди лесобразующих пород поймы стоит на первом месте по энергии роста, продуктивности, высокому качеству древесины. Подтверждением сказанному служат уникальные культуры ольхи Тростянецкого опытного лесхоза Сумской области, исследованные М. В. Давидовым [3].

Замена одной породы на другую, более продуктивную, и направленное размещение древесных пород в соответствии с условиями среды позволят значительно повысить средний прирост и продуктивность насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Р. Вильямс. Почвоведение. М., 1949. [2]. М. В. Давидов. К вопросу о бонитировании насаждений быстрорастущих древесных пород. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1964. [3]. М. В. Давидов. Ход роста культур черной ольхи. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1966. [4]. Е. Н. Науменко. Ход роста, возобновление и состояние дубрав Среднего Дона и его притоков. Научные записки ВЛХИ, т. XIII, 1952.

УДК 634.0.453 : 674.031.632.22

ВРЕДИТЕЛИ ПЛОДОВ И СЕМЯН БУКА ВОСТОЧНОГО НА СЕВЕРНОМ КAVKАЗЕ

М. В. ПРИБЫЛОВА-НАСОНОВА

(Северокавказская ЛОС ВНИИЛМа)

Плоды и семена бука восточного на Северном Кавказе в массе поражаются вредными насекомыми. Детальным изучением этих повреждений до сих пор никто не занимался. Имеется только работа М. И. Зюзина*, в которой приведены результаты однолетнего рекогносцировочного обследования древесно-кустарниковых пород южной части Кавказского заповедника, в том числе бука восточного.

В нашей статье изложены результаты трехлетнего (1964—1966 гг.) изучения насекомых — вредителей цветов, плодов и семян бука восточного на Северном Кавказе. Работы проводили в плодоносящих насаждениях бука (Краснодарского

* М. И. Зюзин. Вредные насекомые некоторых древесных пород Кавказского заповедника (южной части). Труды Кавказского государственного заповедника, т. I, Ростов-на-Дону, 1936.

края и Кабардино-Балкарской АССР), произрастающих на высоте от 500 до 1500 м над уровнем моря. Через каждые 10—15 дней в течение всего вегетационного периода (от начала цветения бука до конца опадения зрелых орехов) собирали не менее 300 цветов или плодов со свежесрубленных деревьев, которые тщательно обследовали в полевых, а затем в лабораторных условиях; плоды и орехи взрезывали. Всего проанализировано 42 тыс. орехов из 71 сбора.

Мы обнаружили пять видов насекомых, живущих на цветах, плодах и семенах бука восточного на Северном Кавказе.

Трипс (*Haplothrips subtissimus* Hal.) выявлен на мужских цветах. Довольно многочислен, встречается всюду, но заметного вреда не причиняет.

Начиная с первой декады июня и до сентября в орехах на семядолях появляются розовато-белые личинки галлицы (*Cecidomyiidae* sp.) длиной 2,5—3 мм, слегка изогнутые, без ног, без головы. На каждой семядоле обычно 2—3 личинки. Поврежденное семя приобретает морщинистый вид, тускнеет и часто подсыхает. Хотя околоплодник развивается нормально, семя в нем фактически не растет. В 1965—1966 гг. галлица встречалась единично и не в каждой партии семян.

Зимняя ясеница (*Operophthera brumata* L.) и боярышниковая листовертка (*Sacoecia crataegana* Hb.) впервые отмечены как вредители плодов. Гусеницы этих бабочек в мае—июне питаются зелеными растущими плодами и листьями. Повреждения ими одинаковы и довольно характерны: гусеница прогрызает в плюске (обычно сбоку) круглое отверстие диаметром 3—7 мм и выедает завязь орехов. Повреждения плодов листогрызущими гусеницами отмечены во всех районах наших исследований. Потери урожая семян от них в разных местах составили: в 1964 г. — 6,8—32%, в 1965 г. — 6,2—18,9%, в 1966 г. — 17,7—24,1%.

Численность обоих вредителей примерно одинакова. Интересно отметить, что при довольно значительном повреждении плодов бука листогрызущими насекомыми листва у него обычно здорова. Зеленые плоды оказываются для них наиболее привлекательными.

Буковая плодоярка (*Carpocapsa (Laspeyresia) grossana* Hw.) — массовый и основной вредитель семян бука на Северном Кавказе. В 1964 г. она уничтожила 30—32% урожая семян, в 1965 г. в насаждениях на высоте 500—600 м над уровнем моря — 21—33%; выше в горы — 4%.

Сравнительно низкий процент повреждения на высоте 800 м и более объясняется двумя причинами: дождливой погодой в горах в период лета бабочек плодоярки (за этот период осадков выпало в два раза больше нормы); меньшей численностью вредителя по сравнению с районами, находящимися на меньшей высоте над уровнем моря.

Генерация у буковой плодоярки на Северном Кавказе одногодная. Гусеницы зимуют в белых плотных паутиновых коконах с приклеенными частями почвы, которые располагаются в лесной подстилке и частично на стволах.

Лёт бабочек на высоте 500 м над уровнем моря начинается в первых числах июня, на высоте 800 м и выше — в середине июня. Длится он довольно долго: гусениц первого возраста находят в орехах в течение двух месяцев (до 5—10 августа).

Бабочка откладывает яйца по одному на поверхность плюски. Выходящая гусеница проникает в орех, выедает его содержимое, затем переползает в другой, соседний, который тоже тщательно выедает.

Гусеницам, вышедшим из яиц, отложенных в начале лета бабочек, для полного развития не хватает одного плода, так как орехи еще не налившись. Поэтому, уничтожив завязи, они покидают плод и внедряются в другой. Гусеницы из яиц, отложенных позднее, съев каждая семядоли двух сидящих в плюске орешков дней за 50—60, заканчивают развитие и покидают плод. Через 2—3 дня после этого они подготавливают кокон, в котором зимуют. Массовый выход гусениц плодоярки на массивов происходит во второй половине августа. В это время наблюдается массовое опадение поврежденных орехов, то есть на 1—1,5 месяца раньше, чем здоровых.

Пораженные орехи, как правило, имеют на одной из боковых поверхностей круглое отверстие диаметром 1,5—2 мм, сделанное гусеницей во время выхода из ореха. Стенки орехов имеют тусклый темно-коричневый цвет; стенки здоровых орехов глянцевые светло-бурого цвета.

Рассмотренные нами вредители семян бука в 1964—1966 гг. в общей сложности уничтожили 30—64% урожая. Ввиду незначительности ущерба, принесенного трипсом и галлицей, нет необходимости применять специальные меры борьбы с ними.

Против зимней ясеницы и боярышниковой листовертки, гусеницы которых ведут в основном открытый образ жизни и даже при питании плодами часто выползают из них, эффективна химическая обработка насаждений в мае ядохимикатами кишечного или контактного действия.

Химическая борьба с буковой плодояркой в гусеничной стадии, как показал наш опыт, не дает должного эффекта. Необходимо испытать химический способ борьбы в период лета бабочек и яйцекладки. В связи с растянутостью их лета обработку следует проводить минимум дважды: в первой половине июня, а затем —

через 2—3 недели. Наиболее приемлемый способ борьбы — мелкокапельное опрыскивание насаждений семенных участков бука с вертолета концентрированными масляными растворами ДДТ, гексахлорана или полихлорпиннена.

Борьбу с зимней пяденицей, боярышниковой листостерткой и буковой плодожоркой экономически целесообразно проводить в годы с хорошим урожаем семян бука.

УДК 634.0.232

ВЛИЯНИЕ УВЛАЖНЕНИЯ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ И РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

В. П. СТЯЖКИН

(Тюменский НИИПлесдрев)

Рост и развитие древесных растений в степной и лесостепной зонах в значительной мере зависят от увлажнения. Оно более других факторов влияет на успешность естественного и искусственного возобновления, величину годичного прироста и т. п. Существует ряд показателей увлажнения: относительная или абсолютная влажность, сумма осадков, запас влаги в почве и др. Вопрос о том, какой из них следует принять для характеристики условий увлажнения, должен решаться с учетом биологических свойств древесных пород почвенно-грунтовых условий.

Настоящая работа посвящена выбору объективных показателей, характеризующих условия увлажнения, и изучению степени их влияния на приживаемость и интенсивность роста сосновых культур в лесостепной зоне Тюменской области. Приживаемость лесных культур определяется способностью высаженных растений к быстрому восстановлению и развитию корневых систем. Жизнедеятельность корней протекает в условиях верхнего слоя почвы с неустойчивым режимом увлажнения. Поэтому приживаемость во многом зависит от количества осадков, поступающих в почву, и интенсивности их испарения. Следовательно, для характеристики условий увлажнения культур в фазе их приживания нужен такой показатель, который учитывал бы как приход, так и расход осадков. Этому условию отвечает, по нашему мнению, коэффициент увлажнения Н. Н. Иванова [5], который выражается формулой

$$K = \frac{A}{E},$$

где A — общее количество выпавших осадков, мм;
 E — возможное испарение, мм;

Поскольку наибольший дефицит влаги в почве наблюдается в мае — июле, то именно за этот период и следует исчислять коэффициент увлажнения. Предлагаемый показатель использован нами для установления степени влияния увлажнения на приживаемость культур сосны. Исходные данные взяты по самому южному Ишимскому лесхозу за период с 1955 г. по 1961 г.*. Наибольший для нас интерес представляли данные о приживаемости посевов, так как в этом случае меньше влияние технологических субъективных факторов. Между приживаемостью посевов и коэффициентом увлажнения обнаружена прямая связь. Она оказалась высокой (коэффициент корреляции равен $+0,85 \pm 0,237$, существует с вероятностью $0,95$ **). Количество связи выразилось уравнением прямой линейной регрессии

$$y = 6,58 + 75,45x,$$

где y — приживаемость, %;
 x — коэффициент увлажнения.

Наглядное представление о ней дает график (рис. 1), который показывает, что в течение всего рассматриваемого периода (за исключением 1961 г.) в изменении изучаемых признаков наблюдается согласованность. Надо полагать, что установленная связь характерна для лесхозов всей лесостепной зоны Тюменской области, так как по условиям увлажнения они сходны с исследуемым Ишимским.

* Изучение лесокультур Тюменской области было проведено в 1964—1965 гг. работниками лаборатории лесного хозяйства НИИПлесдрев (руководитель темы А. М. Вегерин).

** Достоверность всех коэффициентов корреляции определяли по таблице Стьюдента [3].

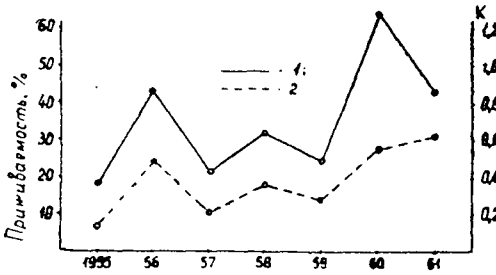


Рис. 1. Приживаемость 1 весенних посевов культур сосны Ишимского лесхоза и коэффициенты увлажнения 2.

Вопрос о влиянии увлажнения на величину годовичного прироста в высоту исследовали Т. Л. Богданова [1], Е. Д. Годнев [2], В. А. Елагина [4]. Авторы предлагали разные показатели увлажнения и устанавливали связь текущего прироста с ними. Мы изучали этот вопрос применительно к разным по режиму увлажнения песчаным и суглинистым почвам. При выборе показателей увлажнения, соответствующих особенностям песчаных и суглинистых почв, были учтены следующие основные положения: 1) приходную часть водного баланса леса составляют осенне-зимние (около 70% [6]) и весенне-летние осадки; 2) из весенне-летних осадков на формирование

линейного прироста оказывают влияние осадки первой половины периода до конца июня включительно, потому что к этому времени заканчивается период интенсивного роста сосны в высоту; 3) суглинистые почвы, благодаря высокой полевой влагоемкости (170—180 мм), могут сохранять неизрасходованную влагу до следующего вегетационного периода в виде переходящего остатка; 4) в песчаных почвах, вследствие их малой полевой влагоемкости и высокой водопроницаемости, наоборот, практически не образуется переходящего остатка влаги. В связи с этим для суглинистых почв принят показатель, включающий запас влаги в почве к началу вегетационного периода (использованы данные по запасу влаги в метровом слое почвы на конец апреля) и сумму осадков за май—июнь. Первое слагаемое—запас влаги—учитывает количество проникших в почву осенне-зимних осадков и переходящий остаток влаги предыдущего вегетационного периода. Показатель, принятый для песчаных почв, представляет сумму осадков за октябрь—июнь. Он также включает осенне-зимние (октябрь—февраль) и весенне-летние (март—июнь) осадки. Чтобы различить эти показатели, первый из них (для суглинистых почв) назван нами влагообеспеченностью, второй (для песчаных)—эффективными осадками.

На вопрос о степени влияния увлажнения на интенсивность роста культур позволяет ответить математико-статистический анализ связи прироста с показателями увлажнения. Исходным материалом для такого анализа послужили данные о ходе

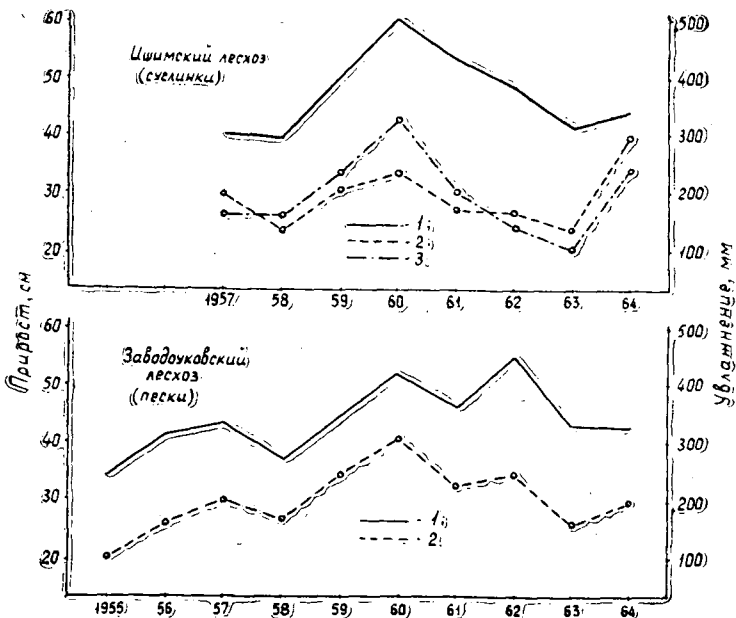


Рис. 2.

1 — приросты по высоте, см; 2 — эффективные осадки, мм; 3 — влагообеспеченность, мм.

прироста культур сосны. Пробные площади были заложены в двух лесхозах лесостепной зоны в сомкнутых культурах I и II классов возраста на сухих и свежих местоположениях (11 проб — на песчаных почвах в Заводоуковском лесхозе, 5 проб — на суглинистых почвах в Ишимском лесхозе). Приросты в высоту измеряли за каждый год с 1955 г. по 1964 г. у 5—10 модельных деревьев на каждой пробе. Затем для древостоев обеих разновидностей почв были получены средние характеристики прироста по каждому году отдельно.

Наглядное представление о динамике приростов в связи с изменением условий увлажнения можно получить по графикам (рис. 2), из которых видно, что увеличение или уменьшение увлажнения сопровождается повышением или снижением прироста. Это свидетельствует о наличии прямой связи между изучаемыми признаками.

Для суглинистых почв связь приростов с влагообеспеченностью тесная (коэффициент корреляции равен $+0,77 \pm 0,261$, достоверен с вероятностью 0,95). Выражается она уравнением прямой линейной регрессии

$$y = 31,43 + 0,079x,$$

где y — прирост в высоту, см;

x — влагообеспеченность, мм.

Замена в этом случае влагообеспеченности суммой осадков за октябрь — июнь привела к снижению коэффициента корреляции до $+0,31$ (на графике значения сумм осадков показаны тонким пунктиром). Связь приростов с эффективными осадками для песчаных почв оказалась еще теснее (коэффициент корреляции равен $+0,86 \pm 0,181$ и достоверен с вероятностью 0,99). Ее уравнение

$$y = 24,84 + 0,094x,$$

где y — прирост в высоту, см;

x — эффективные осадки, мм.

Для уточнения правильности выбора показателей увлажнения была изучена связь приростов с суммой осадков: за год, за октябрь — июль, за май — сентябрь, за май — июнь. Эти связи оказались очень слабыми.

Агротехнические мероприятия по уходу за лесными культурами в условиях лесостепной зоны должны быть направлены на максимальное сохранение влаги в почве: это рыхление почвы и удаление сорняков в первые годы жизни культур и регулирование площади водоснабжения рубками ухода в последующем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. Л. Богданова. Влияние температуры воздуха и осадков на рост сосны и березы. Известия Коми филиала Всесоюзного географического общества, вып. 10, 1965. [2]. Е. Д. Годнев. Опыты по разведению экзотов в Бузулукском бору. Бузулукский бор, т. 1, Гослесбумиздат, М.—Л., 1949. [3]. Б. А. Доспехов. Методика полевого опыта. Изд-во «Колос», М., 1965. [4]. В. А. Елагина. Влияние некоторых факторов на прирост хвойных пород в условиях Целинного края. Труды Сибирского технологического института, сб. 40, 1965. [5]. Н. Н. Иванов. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. Записки Всесоюзного географического общества, Н. серия, т. 1, 1948. [6]. П. С. Погребняк. Общее лесоводство, 1963.

Поступила 15 апреля 1968 г.

УДК 674.03(571.14)

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ВЗАИМОТНОШЕНИЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. А. ЛАМИН

(Биологический институт СО АН СССР)

Для объективного суждения о межвидовых взаимоотношениях древесных пород в защитных лесных полосах и для определения их жизнестойкости воспользуемся показателями, разработанными К. К. Высоцким*.

* К. К. Высоцкий. Закономерности строения смешанных древостоев. Гослесбумиздат, М., 1962.

Таблица 1

№ лесных полос	Порода	Число рядов	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Показатель напряжения роста деревьев (отношение высоты дерева h к площади сечения g)	Коэффициент конкурентных отношений ККО	Степень устойчивости насаждений СУН	Схема смешения пород
Лесные полосы 20-летнего возраста								
1	Береза	9	9,1	9,6	12,57	1,00	0,85	КлВББВКл
	Вяз		6,4	7,6	14,11	0,89		
	Клен		4,4	6,5	19,38	0,65		
2	Береза	7	7,8	9,6	11,78	0,63	0,73	КлБТБКл
	Тополь		11,1	14,4	6,82	1,00		
	Клен		6,4	8,1	12,43	0,55		
3	Береза	7	8,3	11,5	7,99	0,70	0,69	БТБЯБ
	Тополь		10,2	15,1	5,61	1,00		
	Яблоня		3,8	5,7	14,89	0,38		
4	Береза	9	8,7	10,6	9,86	1,00	0,61	ЯсВБББЯсЯс
	Вяз		5,1	6,2	16,90	0,58		
	Ясень		4,0	3,6	39,10	0,25		
5	Береза	8	7,0	10,4	8,28	1,00	0,56	КлЯБББЯБКл
	Клен		4,2	4,4	27,63	0,30		
	Яблоня		3,6	4,4	23,68	0,35		
Лесные полосы 25-летнего возраста								
6	Береза	8	10,7	13,7	7,26	1,00	0,89	ВБББВВ
	Вяз		9,3	11,6	9,30	0,78		
7	Береза	7	11,1	14,7	6,54	1,00	0,76	ВББВВ
	Вяз		6,3	8,0	12,53	0,52		
8	Береза	7	9,5	15,0	5,38	0,80	0,71	ЯББТБЯБ
	Тополь		11,6	18,5	4,32	1,00		
	Яблоня		4,5	6,6	13,15	0,33		
9	Береза	7	9,7	12,7	7,66	1,00	0,70	КлБББКл
	Клен		5,8	6,2	19,20	0,40		
10	Тополь	7	10,8	16,6	4,97	1,00	0,69	КлТБКл
	Береза		8,6	12,6	6,89	0,72		
	Клен		5,2	6,8	14,31	0,35		
11	Береза	7	9,2	11,0	9,69	0,58	0,65	КлБТБКл
	Тополь		11,1	15,8	5,66	1,00		
	Клен		5,0	6,5	15,05	0,38		

Лесные полосы Новосибирской области, созданные, в основном, в 1937—1938 гг., представляют собой смешанные насаждения. Каждая полоса состоит из 2—4 древесных пород, размещенных рядовым способом в различных сочетаниях. Расстояния между рядами 2 м, в рядах — 0,7—0,8 м. Кустарники обязательно вводили во все полосы как чистыми рядами (особенно в опушках), так и в смеси с древесными породами.

Главные древесные породы представлены березой бородавчатой и тополем сибирским бальзамическим. К сопутствующим породам относятся клен ясенелистный, вязь гладкий и мелколистный, яблоня сибирская и ясень зеленый. Как правило, сопутствующие породы размещены симметрично по обе стороны от березы или тополя.

Показатели лесных полос на южных черноземах представлены в табл. 1, на обыкновенных черноземах — в табл. 2.

Из данных табл. 1 и 2 видно, что наибольшая конкурентная способность у тополя. ККО ясеня и яблони для обеих почвенных разностей наименьшей. Это указывает на их острую межвидовую борьбу в данных экологических условиях с остальными древесными породами. К сожалению, невозможно определить степень жизнеспособности березы в различных насаждениях, где она является единственной главной породой.

Мы считаем, что для всех лесных полос одинакового возраста и произрастающих на одних и тех же почвах коэффициент конкурентных отношений, равный еди-

Таблица 2

№ лесных полос	Порода	Число рядов	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	$h : g$	ККО	СУН	Схемы смешения пород
Лесные полосы 20-летнего возраста								
1	Береза	7	9,1	12,0	8,06	1,00	0,78	Б/КлБ/Кл
	Клен		6,1	7,4	14,19	0,57		
2	Береза	6	8,1	9,0	12,74	0,46	0,62	ВБТБ
	Тополь		12,4	16,5	5,81	1,00		
	Вяз		5,5	7,0	14,29	0,41		
3	Береза	8	12,8	16,2	6,22	1,00	0,57	ЯбВБББЯБ
	Вяз		6,0	7,0	15,55	0,40		
	Яблоня		4,4	5,4	19,20	0,32		
4	Береза	9	11,8	14,2	7,44	1,00	0,57	ЯсББББЯсЯс
	Ясень		3,3	2,8	53,25	0,14		
5	Береза	9	11,4	13,1	8,47	1,00	0,54	КлВБ/Кл
	Вяз		7,5	7,5	16,98	0,45		
	Клен		4,4	3,3	52,00	0,16		
Лесные полосы 25-летнего возраста								
6	Береза	8	12,2	13,9	8,05	1,00	0,81	КлКлБББЯс
	Клен		9,1	11,2	9,20	0,88		
	Ясень		4,5	5,6	18,51	0,43		
7	Береза	7	12,0	15,8	6,12	0,90	0,74	КлБТБКл
	Тополь		13,8	17,8	5,54	1,00		
	Клен		4,7	5,9	17,42	0,32		
8	Береза	7	11,2	14,1	7,17	0,66	0,71	КлБТБКл
	Клен		4,6	6,0	16,52	0,46		
	Тополь		13,8	19,3	4,72	1,00		
9	Береза	7	11,3	14,5	6,84	1,00	0,62	ЯББББЯБ
	Яблоня		4,3	4,3	29,63	0,23		
10	Береза	8	12,7	19,4	4,31	1,00	0,56	ЯБББВБЯБ
	Вяз		7,2	8,2	13,63	0,32		
	Яблоня		4,3	6,8	11,83	0,36		

нице, должен быть только один. Он принадлежит той древесной породе, у которой наименьший показатель напряжения роста. Остальные ККО высчитывают по данному показателю. Самый важный показатель, синтезирующий все взаимоотношения древесных пород и целого насаждения, — СУН. По К. К. Высоцкому, именно этот коэффициент характеризует смешение пород, наиболее пригодное для конкретных условий среды.

Наши наблюдения не обнаруживают четких взаимосвязей. Например, в лесной полосе № 10 (табл. 2) степень устойчивости насаждения из березы, вяза и яблони наименьшая. Коэффициент как бы показывает, что данную схему смешения целесообразно рекомендовать. Однако высота березы здесь большая по сравнению с высотой других насаждений, что имеет важное значение для достижения наилучшей агрономической эффективности лесных полос. Если пересчитать ККО по нашему способу, то получается более ясная связь показателей взаимоотношений с таксационными данными древостоев.

Итак, предложенные К. К. Высоцким показатели для характеристики взаимоотношений древесных пород и насаждений применительно к ползащитным лесным полосам Новосибирской области как смешанным древостоям не дают достаточно четких зависимостей. Пересчет показателей по нашему способу позволяет объективнее характеризовать взаимосвязи в лесных полосах.

УДК 634.0.5

**НОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА
ОЖИДАЕМОГО ДИАМЕТРА ДЕРЕВЬЕВ**

Я. К. МАТУЗАНИС, Р. Я. САЦЕНИЕКС, Я. К. ТАУРИНЬШ

(Латвийский НИИ лесохозяйственных проблем)

При изучении оптимального состава смешанных насаждений, а также для решения некоторых вопросов, связанных с уходом за лесом, очень важно выяснение возможности установления динамики роста по диаметру в зависимости от исходного диаметра и начального возраста. Обладая методом определения размера прироста по диаметру деревьев отдельных ступеней толщины в различные периоды времени, можно легко решать вопросы о выборе вырубаемых деревьев и о содействии росту более перспективных экземпляров. Кроме того, прогнозирование ожидаемого диаметра по отдельным ступеням толщины позволяет судить и о возможном выходе определенных сортиментов на различных возрастных этапах.

Решение этого вопроса связано с анализом двух различных регрессий: изменения прироста на высоте груди в зависимости от толщины дерева в определенном возрасте и прироста по диаметру в зависимости от возраста.

Для определения первой регрессии на каждой пробной площади с помощью приростного бурава от всех деревьев взяты цилиндрики древесины, на которых измерена ширина последних 10 годовичных слоев и определен средний размер годовичного текущего прироста по диаметру. Используются данные 20 пробных площадей и проанализирован прирост по диаметру у 6000 деревьев.

По литературным данным, а также по результатам 25-летнего опыта в Латвийской ССР установлено, что изменение прироста по диаметру в зависимости от толщины дерева в разновозрастных насаждениях можно выразить прямой [1], [3]. Поэтому методом наименьших квадратов размер прироста по диаметру выравнен согласно уравнению прямой. Полученные данные сгруппированы по возрасту и для каждой группы вычислена средняя прямая регрессии. Соответствующие уравнения для березы, произрастающей в сосново-березовых брусничниках, показаны в табл. 1 (y — годовичный прирост по диаметру, мм; z — диаметр на высоте груди, см).

Таблица 1

Возраст, лет	$y_z = az + b$
30	$y_z = 0,374 z - 0,130$ (1а)
40	$y_z = 0,221 z - 0,310$ (1б)
50	$y_z = 0,161 z - 0,515$ (1в)
60	$y_z = 0,101 z + 0,035$ (1г)
70	$y_z = 0,076 z + 0,124$ (1д)
80	$y_z = 0,057 z + 0,190$ (1з)
90	$y_z = 0,045 z + 0,050$ (1ж)

Для того чтобы определить, как изменяется прирост по диаметру во времени, необходимо составить уравнение, характеризующее изменение прироста по диаметру в зависимости от возраста насаждения. По опыту авторов и литературным данным [2] установлено, что эта кривая соответствует гиперболе

$$y_x = \frac{a}{x} + b,$$

где y — прирост по диаметру на высоте груди, мм;
 x — возраст деревьев, лет;
 a и b — постоянные коэффициенты.

На основании конкретных данных по методу наименьших квадратов вычисляют коэффициенты a и b .

Зависимость между приростом по диаметру и возрастом для березы, произрастающей в сосново-березовых брусничниках, выражается уравнением

$$y_x = \frac{75,317}{x} + 0,484. \quad (2)$$

Зная аналитическую взаимосвязь прироста по диаметру с диаметром и возрастом, можно определить размер, которого достигнет дерево данной ступени толщины через искомый период времени.

Прирост по диаметру в миллиметрах, в зависимости от исходного диаметра дерева z , в определенном возрасте x обозначим через y_z и выразим функцией

$$y_z = f_x(z), \quad (3)$$

а прирост по диаметру в зависимости от возраста x функцией

$$y_x = F(x). \quad (4)$$

Прирост по диаметру в промежутки времени от x_0 до x_1 можно определить, интегрируя функцию (4)

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x) dx. \quad (5)$$

Так как нас интересует не изменение среднего диаметра насаждения с возрастом, а изменение диаметра определенной ступени толщины во времени, то надо приравнять исходные значения функций (4) и (3) при требуемых диаметре z и возрасте x с помощью величины k_x

$$k_x = [f_x(z) - F(x)]_{\substack{z = z_0 \\ x = x_0}} \quad (6)$$

Выражение определенного интеграла будет иметь вид

$$\int_{x_0}^{x_1} [F(x) + k_x] dx. \quad (7)$$

Если диаметр дерева на высоте груди в возрасте x_0 обозначается через D_{x_0} , а в возрасте x_1 через D_{x_1} , то

$$D_{x_1} = D_{x_0} + \int_{x_0}^{x_1} [F(x) + k_x] dx. \quad (8)$$

По уравнениям регрессии (1) можно определить прирост по диаметру для дерева любого диаметра в возрасте x (в нашем примере $x_0 = 30$ лет, $x_1 = 40$ лет, $x_2 = 50$ лет, $x_3 = 60$ лет, $x_4 = 70$ лет, $x_5 = 80$ лет и $x_6 = 90$ лет). Уравнение регрессии по возрасту (2) можно применять для определенных промежутков между двумя уравнениями прямых (1), то есть

$$D_{x_n} = D_{x_0} + \int_{x_0}^{x_1} [F(x_0) + k_{x_0}] dx + \int_{x_1}^{x_2} [F(x_1) + k_{x_1}] dx + \dots + \int_{x_{n-1}}^{x_n} [F(x_{n-1}) + k_{x_{n-1}}] dx \quad (9)$$

или

$$D_{x_n} = D_{x_0} + \sum_{x_i=0}^n \int_{x_i}^{x_{i+1}} [F(x_i) + k_{x_i}] dx. \quad (10)$$

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. И. Звиедрис, Я. К. Матузанис. Определение текущего прироста древесины. (На латышском языке.) Сб. «Новости лесоводства», VI—VII, изд-во АН Латвийской ССР, Рига, 1964. [2]. В. Еklund. Arsringsbreddens klimatiskt betingade variation hos tall och gran inom norra Sverige aren 1900—1944. Meddelanden fran statens skogsforskningsinstitut, band 44, Nr. 8, 1954. [3]. F. Loetsch. Der Tariffdifferenzverfahren zur Massenzuwachsermittlung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 3—4, 1954.

УДК 581.1

К ВОПРОСУ О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ ЯСЕНЯ, ДУБА И ЛИПЫ ЧЕРЕЗ ИХ КОРНЕВЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ

И. А. КАУРОВ, И. Н. РАХТЕЕНКО

(Институт экспериментальной ботаники АН БССР)

Вопросы взаимодействия растений между собой, в том числе древесных пород, давно привлекали внимание как зарубежных, так и отечественных исследователей. Некоторые авторы указывают на значительную роль биохимического взаимодействия видов через выделения надземных и подземных частей. В работах В. Н. Сукачева [5], М. В. Колесниченко [2], И. Н. Рахтеенко [3], А. М. Гродзинского [1] отмечается преобладающая роль корневых систем во взаимоотношениях растений.

В природных сообществах, сложенных в большинстве случаев значительным количеством видов, очень трудно расчленить воздействия растений друг на друга, так как экологические особенности местообитания в естественных лесах весьма сложны, количественно и качественно различны [4].

С целью изучения влияния промывных вод с корневыми выделениями на рост и развитие некоторых древесных пород в 1964—1965 гг. мы заложили вегетационный опыт. Объектами исследований были однолетние сеянцы дуба черешчатого, ясеня обыкновенного и трехлетние сеянцы липы мелколистной.

Таблица I

Показатели	Ясень			Дуб			Липа		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Средний сухой вес одного растения	5,4	5,4	5,2	1,4	1,8	1,7	6,7	6,5	5,2
стволика с ветвями	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{96,3}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{123,6}{100}$	$\frac{121,4}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{97,0}{100}$	$\frac{77,6}{100}$
листьев	$\frac{3,0}{100}$	$\frac{2,9}{96,7}$	$\frac{3,3}{110,0}$	$\frac{1,4}{100}$	$\frac{1,5}{107,1}$	$\frac{1,9}{135,7}$	$\frac{2,6}{100}$	$\frac{2,1}{80,7}$	$\frac{1,9}{73,1}$
крупных корней	$\frac{6,2}{100}$	$\frac{6,2}{100}$	$\frac{6,5}{105,0}$	$\frac{4,2}{100}$	$\frac{4,2}{100}$	$\frac{4,9}{116,0}$	$\frac{5,5}{100}$	$\frac{3,6}{66,0}$	$\frac{4,6}{84,0}$
мелких корней	$\frac{3,0}{100}$	$\frac{3,6}{120,0}$	$\frac{3,8}{126,7}$	$\frac{1,3}{100}$	$\frac{2,0}{153,8}$	$\frac{1,6}{123,1}$	$\frac{2,3}{100}$	$\frac{2,1}{91,3}$	$\frac{2,3}{100}$
Общий вес растения	$\frac{17,6}{100}$	$\frac{18,1}{102,8}$	$\frac{18,8}{106,8}$	$\frac{8,3}{100}$	$\frac{9,5}{114,5}$	$\frac{10,1}{121,7}$	$\frac{17,1}{100}$	$\frac{14,3}{83,6}$	$\frac{14,0}{81,9}$
Соотношение весов подземной и надземной частей	1,10	1,18	1,21	1,96	1,88	1,81	0,84	0,66	0,97
Вес корней, % от общего веса растения	52,27	54,14	54,78	66,27	65,27	64,35	45,61	39,86	49,29

Примечание. В числителе — г; в знаменателе — % к контролю; 1, 2, 3 — варианты опыта.

Глиняные сосуды наполняли хорошо промытым речным песком. В сосуды емкостью 6,5 кг высаживали по четыре растения. В каждом варианте они были примерно одинаковыми по развитию надземной и подземной частей. Влажность песка в сосудах поддерживали около 60% от полной влагоемкости. Опытные растения подкармливали питательной смесью Д. Н. Прянишникова (0,1 нормы в 10 дней). Через два месяца после полного приживания растений их поливали промывными водами с корневыми выделениями по 250 мл в один сосуд через 10 дней. Промывные воды с корневыми выделениями собирали после полива в подставленные под сосуды глиняные плошки. Опыты ставили в трехкратной повторности по следующим схемам.

Опыт с ясенем обыкновенным. 1 вариант (контроль), растения ясеня поливали промывными водами с корневыми выделениями ясеня; 2 — с корневыми выделениями дуба черешчатого; 3 — липы мелколистной.

Опыт с дубом черешчатым. 1 вариант (контроль) — полив промывными водами с корневыми выделениями дуба; 2 — с корневыми выделениями ясеня; 3 — выделениями липы.

Опыт с липой мелколистной. 1 вариант (контроль) — полив промывными водами с корневыми выделениями липы; 2 — с корневыми выделениями ясеня; 3 — дуба.

В течение двух вегетационных периодов (1964—1965 гг.) за растениями вели фенологические наблюдения, через каждые две недели измеряли их прирост по диаметру и высоте.

В конце второго вегетационного периода опыт был прекращен. Корневую систему опытных растений отмыли, растения расчленили на части: листья, стволки с ветвями, корни крупные и мелкие и определили их вес в сухом состоянии (табл. 1).

Наши исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Промывные воды с корневыми выделениями ясеня обыкновенного, дуба черешчатого и липы мелколистной оказывают различное влияние на рост и развитие этих пород в оптимальных условиях водного и минерального питания. В одном случае оно бывает стимулирующим, в другом — тормозящим, что объясняется, по-видимому, различными биологическими особенностями древесных пород.

2. Отмечено стимулирующее воздействие промывных вод с корневыми выделениями ясеня и липы на накопление органической массы надземной части и корней дуба черешчатого и тормозящее влияние промывных вод с корневыми выделениями ясеня и дуба на накопление органической массы надземной части и корней липы мелколистной.

3. Промывные воды с корневыми выделениями дуба и липы не изменяют заметно общий объем органической массы ясеня обыкновенного, но усиливают рост корней.

4. Промывные воды с корневыми выделениями липы оказывают положительное влияние на корневое питание дуба, а с выделениями ясеня — на корневое питание липы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Гродзинский. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. «Наукова думка», Киев, 1965. [2]. М. В. Колесниченко. К вопросу о биохимических влияниях древесных пород. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1960. [3]. И. Н. Рахтеенко. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. Минск, 1963. [4]. С. Я. Соколов. Типы борьбы за существование среди растений. Сборник, посвященный академику В. Н. Сукачеву. К 75-летию со дня рождения. Изд-во АН СССР, 1956. [5]. В. Н. Сукачев. О внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях среди растений. Сборник научных трудов Института леса АН СССР, вып. 1, 1953.

УДК 634.0.23

ПРОЦЕСС ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ В ДЕВСТВЕННЫХ БУКОВЫХ ЛЕСАХ ГРУЗИИ И ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ РУБКИ В НИХ

А. К. ПАНЧУЛИДЗЕ

(Тбилисский институт леса)

Девственные буковые леса Грузии в прошлом были мало изучены, поэтому мы задались целью установить их структуру, процесс отмирания старых деревьев и возобновления нового поколения в них, чтобы наметить правильные методы рубок.

Для буковых лесов Грузии типична разновозрастность. В процессе самоизживания в них отмирают представители всех поколений и в первую очередь перестойные, сухие, поврежденные и больные деревья.

Исследование мы проводили в трех основных типах леса: *Fagetum nudum*, *Fagetum asperulosum* и *Fagetum fastuosum*, в оптимальной зоне произрастания девственных буковых лесов Грузии (на высоте 1000—1400 м над уровнем моря), с единичной примесью граба, ясеня, клена и липы.

Естественное возобновление протекает в основном в окнах, возникающих в разное время. В них, как правило, появляются группы разновозрастного подроста, из которых затем формируется разновозрастный древостой. Этот процесс мы изучали по результатам наблюдений за подростом в окнах разного размера и во всех исследуемых типах леса (табл. 1).

Таблица 1

Тип бучин	Размеры окон, м	Возраст, лет	Количество корней	Средняя высота, м		Средний диаметр, см	
				наибольшая	наименьшая	наибольший	наименьший
Мертво-покровный	10—12	15—20	5	0,4	0,2	—	—
		21—30	3	1,0	0,4	—	—
		31—50	1	3,4	1,8	3,2	—
	18—20	15—20	264	1,2	0,6	—	—
		21—30	120	3,0	1,2	2,4	—
		31—50	40	9,6	3,6	8,5	3,2
	30—35	15—20	84	0,4	0,2	—	—
		21—30	43	0,6	0,3	—	—
		31—50	15	8,1	1,5	6,8	—
Ясменниковый	10—12	15—20	12	0,6	0,3	—	—
		21—30	5	1,2	0,5	—	—
		31—50	3	3,8	1,4	3,4	—
	18—20	15—20	324	1,4	0,6	—	—
		21—30	160	3,0	1,0	2,4	—
		31—50	64	8,2	2,8	6,4	2,3
	30—35	15—20	120	1,0	0,2	—	—
		21—30	55	2,3	0,4	—	—
		31—50	11	6,2	1,8	5,4	1,6
Овсяницевоый	10—12	15—20	20	0,4	0,2	—	—
		21—30	9	0,9	0,4	—	—
		31—50	5	3,0	1,2	3,0	—
	18—20	15—20	448	0,8	0,4	—	—
		21—30	204	2,2	0,8	1,8	—
		31—50	92	5,8	2,4	5,2	2,0
	30—35	15—20	135	0,6	0,3	—	—
		21—30	61	1,2	0,4	—	—
		31—50	28	4,2	1,5	3,6	—

Таблица 2

Год образования окна	Длина ветвей, м		Среднегодовой прирост веток по длине, м	
	в сторону окна	в сторону леса	в сторону окна	в сторону леса
1	0,8	0,2	0,17	0,04
11	1,7	0,4	0,16	0,04
19	2,9	0,7	0,11	0,04
32	3,3	0,8	0,1	0,03
44	4,1	1,1	0,09	0,03
53	5,0	1,2	0,09	0,025

Как видно из приведенных данных, приросты по высоте и диаметру различны в зависимости от типа леса и величины окна, что обуславливается наличием разных лесорастительных условий в каждом типе леса.

Мы изучали также вопрос о смыкании полога леса в результате разрастания боковых ветвей деревьев, окаймляющих окно. Для установления интенсивности разрастания боковых ветвей мы проводили анализ хода их роста. Для этого срезали основные боковые ветви и определяли их возраст. По возрасту подроста устанавливали время возникновения окна, по росту ветвей — также время возникновения и скорость зарастания окна (табл. 2).

На рост и развитие подроста в окнах большое влияние оказывает затенение, вызванное ростом ветвей от стены леса. Прирост ветвей, растущих в сторону окна, намного превышает их прирост в сторону леса. Из этих данных можно сделать вывод, что в девственных буковых лесах возобновление бука тесно связано с интенсивностью освещения.

На основании изложенного можно заключить, что в типе леса *Fagetum festuosum* — естественное возобновление протекает хорошо, в *Fagetum asperulosum* — удовлетворительно и в *Fagetum nudum* — слабо. Во всех этих типах леса в окнах малого диаметра (10—12 м) количество подроста недостаточно, рост и развитие его мало удовлетворительны. В окнах средней величины (18—20 м) создаются благоприятные условия для нормального роста и развития подроста бука.

В результате постепенного разрастания ветвей деревьев в узких окнах полог леса затягивается в течение 15—20 лет; за этот же период в окнах средней величины — на 40%, в широких — на 25%. Угнетенный подрост бука, даже высоковозрастной, при улучшении условий освещения быстро оправляется.

Исходя из сказанного, в спелых и перестойных древостоях на крутых склонах следует проводить только добровольновыборочные рубки, особенно комплексные. На склонах пологих и средней крутизны, наряду с ними, целесообразно выполнять группововыборочные рубки окнами среднего (18—20 м) размера, а также комплексные рубки или группововыборочные рубки маленькими окнами (10—12 м) с числом их до 10 шт. на 1 га. Рубку и трелевку желательно выполнять зимой так, чтобы не повредить молодняк.

Для восполнения естественному возобновлению целесообразно: освободить окна от свалившихся деревьев, через каждые 8—10 лет расширять их, проводя расчистку 4—5-метровых колец. На местах рубок следует проводить рубки ухода путем удаления поврежденного подроста.

УДК 634.0.453

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПИЩИ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ТЕМПЫ РАЗВИТИЯ РЫЖЕГО СОСНОВОГО ПИЛИЛЬЩИКА

Г. В. СТАДНИЦКИЙ

(ЛенНИИЛХ)

Наши наблюдения, проведенные в 1962 г. в Ленинградской области, показали, что при питании майской хвоей личинки рыжего соснового пилильщика быстрее и интенсивнее поражаются заболеваниями (в частности, полиэдрозом).

Установлено также, что личинки, питающиеся на побегах, где хвоя была полностью съедена предыдущим поколением, в одном и том же возрасте весят меньше, чем питающиеся на не поврежденных ранее побегах.

Естественно предположить, что качество пищи — одна из существенных причин отклонения в развитии личинок. И действительно, вновь образующаяся майская хвоя почти в два раза беднее углеводами, чем однолетняя, и в 2,5 раза, чем двухлетняя.

В 1965 г. был поставлен следующий опыт. В лесу были собраны личинки рыжего пилильщика преимущественно IV (частично III) возраста, питавшиеся до этого однолетней хвоей. Особей из каждого гнезда разделяли на три группы: одну часть выкармливали только однолетней хвоей, другую помещали на двухлетнюю, третью — на майскую. Личинки содержали под стеклянными колпаками в закрытом неотепленном помещении со средней температурой около +14—+18°C. Сразу после коконирования личинок коконы взвешивали и помещали индивидуально в пробирки, содержавшиеся в лаборатории при стабильной суточной температуре около +16—+18°C. В дальнейшем вели наблюдения за сроками вылета имаго, за продолжительностью пребывания в коконе личинок и куколок, жизни имаго, за соотношением полов.

Как установлено, наибольший отпад личинок наблюдался при выкармливании майской хвоей, а наименьший — однолетней. Вес личинок и коконов при питании

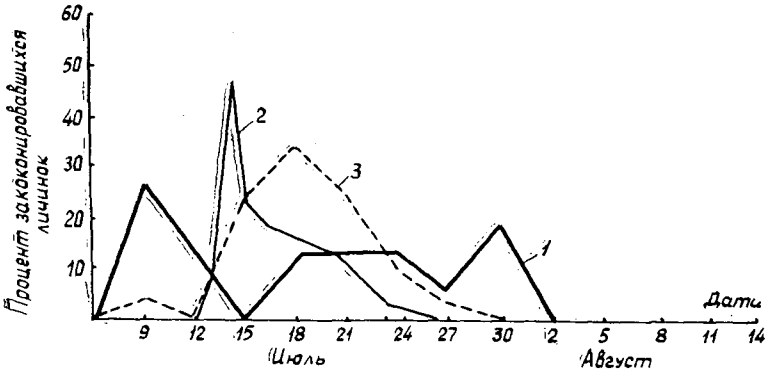


Рис. 1.

1 — при питании хвоей 1965 г.; 2 — 1964 г.; 3 — 1963 г.

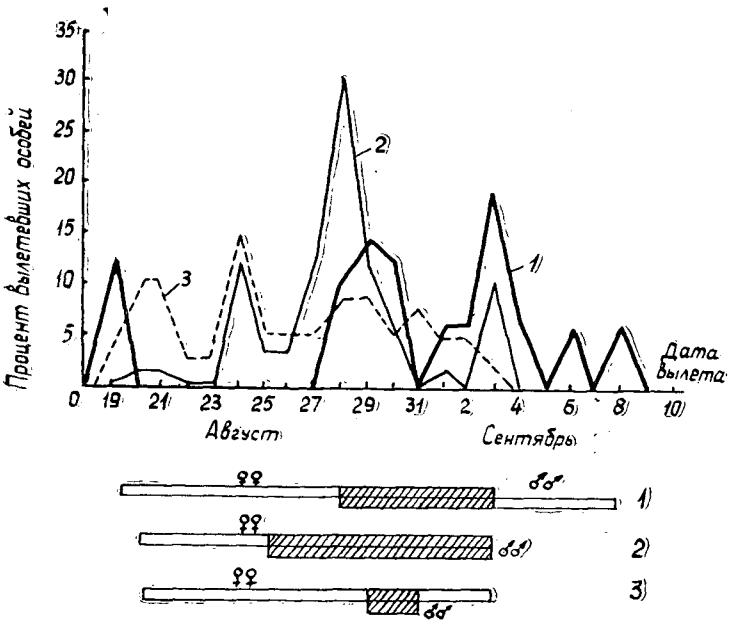


Рис. 2. Обозначения те же.

свежей хвоей был значительно ниже, чем при выкармливании однолетней и двухлетней хвоей. Самки теряли в весе несколько больше, чем самцы, а соотношение полов составляло в этом варианте 1:1, что указывает на повышенный отпад личинок самок. Коконирование личинок и выход имаго из коконов были различны в зависимости от качества пищи. Личинки, питавшиеся однолетней хвоей, начали коконироваться в среднем на два дня позже, чем питавшиеся майской хвоей, и соответственно позже в этом случае начался выход имаго из коконов. Период коконирования личинок, поедавших майскую хвою, растянулся на 21 день и проходил сравнительно равномерно (рис. 1). Это нельзя признать выгодным для вредителя, ибо в природе в таких случаях удлиняется период пребывания личинок на ветвях и, следовательно, срок возможного заражения их болезнями и паразитами. При выкармливании личинок однолетней хвоей коконирование проходило на протяжении двух недель; при этом ярко выражены пик коконирования: около 80% личинок ушли в кокон в течение недели (с 14 по 21 июля). Аналогично проходил и вылет имаго. Промежуточная по характеру, но более близкая к варианту питания однолетней хвоей картина наблюдалась при выкармливании личинок двухлетней хвоей.

Во всех вариантах по-разному шло коконирование самцов и самок и вылет имаго. На рис. 2 под графиками указаны периоды лета самцов и самок. При питании одно-

летней хвоей наблюдался наиболее продолжительный период их совместного лёта. Если учесть, что самки имеют большую (по сравнению с самцами) продолжительность жизни, то окажется, что при питании однолетней хвоей впоследствии создаются наиболее благоприятные условия для спаривания. Вскрытие самок сразу после выхода из кокона показало, что при снижении их веса уменьшается и число яиц в яйцевых трубках.

Таким образом, вынужденный переход личинок рыжего соснового пилильщика на поедание вновь образовавшейся, бедной питательными веществами хвои может привести к существенным отклонениям от нормального развития популяции: изменению сроков развития личинок и куколок, вылета имаго, соотношения полов, снижению плодовитости самок, а также к ослаблению и массовой гибели личинок.

УДК 634.0.5

ТАБЛИЦА ОБЪЕМОВ СТВОЛОВ ТОНКОМЕРНОЙ БЕРЕЗЫ И МЕТОДИКА ЕЕ СОСТАВЛЕНИЯ

Н. П. ЧУПРОВ

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Нами составлена таблица объемов стволов березовых молодняков Архангельской области. При этом использованы материалы 44 пробных площадей, заложенных в чистых и смешанных елово-березовых 5—40-летних насаждениях в типах леса кисличник, травяной, черничник свежий и черничник влажный, наиболее распространенных в области.

На пробных площадях выбирали статистическим способом и рубили модельные деревца березы. Количество их (40—70 шт. на пробе) было пропорционально общему числу стволиков по ступеням толщины. При обмере устанавливали таксационные показатели. Диаметры стволиков находили в коре и без коры по отрубкам, величина которых в зависимости от высоты стволов была следующей: при длине стволов до 1,0 м — 10 см; 2—3 м — 20—30 см; 4—5 м — 40—50 см; 6—15 м — 1 м. Для составления таблицы использованы данные обмеров 1511 стволиков березы.

Объемы стволиков в коре и без коры находили как сумму объемов отрубков и вершин. У стволиков высотой 2 м и более найдены коэффициенты формы q_0 , q_1 , q_2 , q_3 и видовые числа.

Все стволики сгруппированы по ступеням толщины на высоте груди от 1 до 10 см (величина ступени 1 см), а в их пределах по ступеням высот от 0,5 до 12 м (через 0,5 м). В каждой ступени высот и диаметров найдены средневзвешенные объемы в коре, без коры, видовые числа и коэффициенты формы. Для выявления устойчивой взаимосвязи этих показателей и исключения значительных колебаний деревца всех полуметровых ступеней высот объединены в четыре группы высот: 3,5—4,5 м (средняя 4,1 м); 5,0—6,0 м (5,6 м); 6,5—10 м (8,3 м); 10,5—14 м (10,9 м), для которых вычислены средневзвешенные коэффициенты формы q_2 и видовые числа по ступеням толщины на высоте груди.

Закономерная связь q_2 и f с высотой и диаметрами выражается следующими уравнениями:

для высот первой группы

$$q_2 = \frac{0,126}{d} + 0,728; \quad (1)$$

$$f = \frac{0,322}{d} + 0,606; \quad (2)$$

второй

$$q_2 = \frac{0,136}{d} + 0,684; \quad (3)$$

$$f = \frac{0,398}{d} + 0,491; \quad (4)$$

третьей

$$q_2 = \frac{0,141}{d} + 0,645; \quad (5)$$

$$f = \frac{0,474}{d} + 0,442; \quad (6)$$

четвертой

$$q_2 = \frac{0,131}{d} + 0,639; \quad (7)$$

$$f = \frac{0,198}{d} + 0,459. \quad (8)$$

Видовые числа, найденные по формуле Шиффеля, во всех случаях ниже полученных нами. Особенно большое расхождение наблюдается в низших ступенях толщины и высот (до 22%).

На основании полученных значений q_2 и f для разных высот и диаметров мы установили следующую зависимость между q_2 , f и h для тонкомерных стволов березы:

$$f_1 = 1,42q_2^3 + \frac{0,23}{q_2 h} - 0,18. \quad (9)$$

Расхождения между вычисленными и исходными видовыми числами не превышают 7% (в среднем $\pm 3\%$).

На основе полученных данных нами выведена сложная зависимость видовых чисел и коэффициентов формы q_2 от высоты и диаметра, выражающаяся уравнениями

$$q_2 = \frac{0,860}{hd} - 0,001h + 0,680; \quad (10)$$

$$f = \frac{1,900}{hd} - 0,007h + 0,560. \quad (11)$$

Найденные по уравнениям q_2 отличаются от исходных не более, чем на 5% (в среднем на $\pm 3\%$); отклонение видовых чисел не превышает 8% (в среднем $\pm 4-5\%$).

При вычислении объемов стволов мы использовали известную формулу

$$V = ghf,$$

в которую подставлено выражение для f —формула (11). Тогда объемы стволов тонкомерной березы выразятся формулой

$$V = 0,0001d(0,440dh - 0,005dh^2 + 1,490), \quad (12)$$

где V —объем ствола, m^3 ;

d —диаметр ствола на высоте груди, cm ;

h —высота ствола, m .

Вычисленные по данной формуле объемы стволов помещены в табл. 1. Объемы стволов при высотах от 0,5 до 3,5 m найдены путем графического выравнивания среднеарифметических объемов стволов, срубленных и обмеренных на пробах, по ступеням высот и диаметрам на высоте груди и у шейки корня. В таблице в числителе приведены объемы стволов в коре, а в знаменателе—число стволов в $1 m^3$.

Связь диаметров на высоте груди $D_{1,3}$ и у шейки корня $D_{ш.к}$ стволов тонкомерной березы выражается уравнением вида

$$D_{ш.к} = 1,13D_{1,3} + 0,95. \quad (13)$$

Вычисленный по учетным деревьям средневзвешенный процент коры показал, что он постоянен при разных высотах в пределах ступени толщины и различен по ступеням толщины. Процент коры плавно уменьшается от 23,5% в ступени 1 cm до 11% в ступени 7 cm , после чего снова несколько повышается (табл. 2).

Таблица 2

Ступени толщины на высоте груди, <i>см</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% коры	23,5	20,0	17,0	15,0	13,0	11,5	11,0	12,0	12,5	13,0

Составленная таблица объемов стволов тонкомерной березы предлагается для использования в практике лесного хозяйства и лесоустройства, а также при научно-исследовательских работах.

Таблица 1

Ступени толщи- ны, см	Ступени высот, м																												
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	
	по диаметрам у шейки корня																												
1	$\frac{0,00001}{100000}$	$\frac{0,00003}{33330}$	$\frac{0,00018}{5560}$	$\frac{0,00022}{4550}$	$\frac{0,00025}{4000}$	$\frac{0,00026}{3850}$	$\frac{0,0003}{3340}$	$\frac{0,0003}{3340}$	$\frac{0,0003}{3340}$	$\frac{0,0004}{2500}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	$\frac{0,00004}{25000}$	$\frac{0,00008}{12500}$	$\frac{0,00064}{1560}$	$\frac{0,00074}{1350}$	$\frac{0,00080}{1250}$	$\frac{0,00087}{1150}$	$\frac{0,0009}{1110}$	$\frac{0,0010}{1000}$	$\frac{0,0011}{910}$	$\frac{0,0012}{830}$	$\frac{0,0013}{770}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	$\frac{0,00014}{6110}$	—	$\frac{0,00140}{710}$	$\frac{0,00156}{640}$	$\frac{0,00170}{590}$	$\frac{0,0018}{560}$	$\frac{0,0019}{530}$	$\frac{0,0021}{480}$	$\frac{0,0023}{435}$	$\frac{0,0025}{400}$	$\frac{0,0027}{370}$	$\frac{0,0028}{458}$	$\frac{0,0029}{345}$	$\frac{0,0031}{323}$	$\frac{0,0033}{303}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	$\frac{0,00260}{385}$	$\frac{0,00290}{345}$	$\frac{0,0030}{333}$	$\frac{0,0033}{303}$	$\frac{0,0036}{278}$	$\frac{0,0039}{257}$	$\frac{0,0042}{238}$	$\frac{0,0045}{223}$	$\frac{0,0048}{209}$	$\frac{0,0051}{196}$	$\frac{0,0054}{186}$	$\frac{0,0057}{176}$	$\frac{0,0060}{167}$	$\frac{0,0062}{161}$	$\frac{0,0065}{151}$	$\frac{0,0067}{149}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	$\frac{0,0032}{232}$	$\frac{0,0045}{222}$	$\frac{0,0049}{205}$	$\frac{0,0054}{185}$	$\frac{0,0059}{170}$	$\frac{0,0064}{156}$	$\frac{0,0068}{147}$	$\frac{0,0073}{137}$	$\frac{0,0078}{128}$	$\frac{0,0082}{122}$	$\frac{0,0087}{115}$	$\frac{0,0091}{110}$	$\frac{0,0095}{105}$	$\frac{0,0099}{101}$	$\frac{0,0103}{97}$	$\frac{0,0107}{91}$	$\frac{0,0111}{90}$	$\frac{0,0116}{87}$	$\frac{0,0119}{84}$	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	$\frac{0,0064}{156}$	$\frac{0,0071}{141}$	$\frac{0,0079}{126}$	$\frac{0,0085}{118}$	$\frac{0,0092}{109}$	$\frac{0,0098}{102}$	$\frac{0,0106}{94}$	$\frac{0,0112}{89}$	$\frac{0,0119}{84}$	$\frac{0,0125}{80}$	$\frac{0,0132}{76}$	$\frac{0,0137}{73}$	$\frac{0,0144}{69}$	$\frac{0,0150}{67}$	$\frac{0,0156}{64}$	$\frac{0,0162}{62}$	$\frac{0,0168}{60}$	$\frac{0,0173}{58}$	$\frac{0,0179}{56}$	$\frac{0,0181}{54}$	$\frac{0,0190}{53}$	$\frac{0,0195}{51}$	
7	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{0,0091}{110}$	$\frac{0,0101}{99}$	$\frac{0,0110}{91}$	$\frac{0,0120}{83}$	$\frac{0,0129}{78}$	$\frac{0,0137}{73}$	$\frac{0,0146}{68}$	$\frac{0,0155}{64}$	$\frac{0,0163}{61}$	$\frac{0,0172}{58}$	$\frac{0,0180}{55}$	$\frac{0,0188}{53}$	$\frac{0,0196}{51}$	$\frac{0,0204}{49}$	$\frac{0,0212}{47}$	$\frac{0,0220}{45}$	$\frac{0,0227}{44}$	$\frac{0,0235}{43}$	$\frac{0,0242}{41}$	$\frac{0,0249}{40}$	$\frac{0,0255}{39}$	
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{0,0156}{64}$	$\frac{0,0167}{60}$	$\frac{0,0179}{56}$	$\frac{0,0181}{55}$	$\frac{0,0202}{49}$	$\frac{0,0214}{47}$	$\frac{0,0225}{44}$	$\frac{0,0235}{42}$	$\frac{0,0246}{41}$	$\frac{0,0257}{39}$	$\frac{0,0268}{37}$	$\frac{0,0278}{36}$	$\frac{0,0288}{35}$	$\frac{0,0297}{34}$	$\frac{0,0307}{33}$	$\frac{0,0316}{32}$	$\frac{0,0326}{31}$	$\frac{0,0335}{30}$	
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{0,0221}{44}$	$\frac{0,0239}{42}$	$\frac{0,0253}{39}$	$\frac{0,0267}{37}$	$\frac{0,0282}{35}$	$\frac{0,0295}{34}$	$\frac{0,0308}{33}$	$\frac{0,0322}{31}$	$\frac{0,0335}{30}$	$\frac{0,0348}{29}$	$\frac{0,0361}{28}$	$\frac{0,0373}{27}$	$\frac{0,0386}{26}$	$\frac{0,0397}{25}$	$\frac{0,0409}{24}$	$\frac{0,0420}{24}$		
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{0,0329}{30}$	$\frac{0,0347}{29}$	$\frac{0,0364}{28}$	$\frac{0,0374}{27}$	$\frac{0,0397}{25}$	$\frac{0,0413}{24}$	$\frac{0,0429}{23}$	$\frac{0,0445}{23}$	$\frac{0,0460}{22}$	$\frac{0,0475}{21}$	$\frac{0,0490}{20}$	$\frac{0,0506}{20}$	$\frac{0,0519}{19}$		

УДК 674.812.000.5

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕМПФИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Л. А. БЯЛЬСКИЙ

(Воронежский лесотехнический институт)

Широкое применение прессованной древесины в качестве конструкционного материала в различных отраслях машиностроения [2] делает актуальным вопрос об исследовании ее демпфирующих свойств в условиях динамических нагрузок.

Нами была собрана установка для исследования демпфирующей способности прессованной древесины. Испытывали консольные образцы размером $6 \times 20 \times 300$ мм с длиной рабочей части $l = 250$ мм. Для повышения жесткости образца в защемлении его толщину увеличивали до 20 мм. Усилие зажатия утолщенного конца образца выбирали таким, чтобы исключить сухое трение в защемлении.

Так как масса колеблющегося образца много меньше массы зажимного устройства (гидравлический пресс 2ПГ-250), то учетом вибрационной характеристики последнего можно пренебречь.

Для возбуждения затухающих колебаний конец образца быстро освобождали от нагрузки, пуск шлейфового осциллографа Н-102 синхронизировали с отрывом груза путем пережигания нити при помощи контакторов осциллографа для подачи напряжения на нагревательный элемент.

На этой же установке колебания образца возбуждали с помощью электромагнитного динамического громкоговорителя типа 4А-18 через усилитель 90 У-2 от звукового генератора ГЗ-3.

Для регистрации колебаний были использованы проволочные тензодатчики сопротивления с длиной базы $l = 20$ мм и сопротивлением $R = 200$ ом, наклеенные с двух сторон на образец и соединенные по полумостовой схеме [6].

Сигналы датчиков усиливали на несущей частоте тензометрическим усилителем типа МПС-6 и подавали на шлейфовый осциллограф Н-102. Наличие у усилителя МПС-6 выхода для электронного осциллографа позволило применить параллельно со шлейфовым двухлучевой электронный осциллограф типа С1-7, имеющий ждущую развертку и фотопроставку для фотографирования с экрана.

Применение двухлучевого электронного осциллографа дает возможность визуально наблюдать момент наступления резонанса, наносить калибровочную кривую частотой 50 гц, производить калибровку амплитуды деформации [6].

В качестве характеристики рассеяния энергии в древесине может быть принят коэффициент диссипации [4]

$$\psi = 2\delta,$$

где δ — логарифмический декремент колебаний;
а также величина энергии, рассеянной за один цикл,

$$\Omega = \alpha A^{n+1}, \quad [1]$$

где A — амплитуда деформации;
коэффициент α и показатель степени n определяют по развертке затухающих колебаний.

Методика обработки осциллограмм для определения указанных величин описана ранее [3], [4], [5].

Применение консольных образцов освобождает от необходимости определения положения узловых точек расчетным и экспериментальным путем. Описанная установка может быть применена для исследования динамических характеристик прочих неметаллических материалов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Я. Г. Пановко. Об учете гистерезисных потерь. «Журнал технической физики» № 3, 1953. [2]. Прессованная древесина в народном хозяйстве. Сборник материалов, ГОСНИТИ, 1964. [3]. А. М. Соيفер. Оценка демпфирующего эффекта на-

основе экспериментальных данных. Труды научно-технического совещания по изучению рассеяния энергии при колебаниях упругих тел. Изд-во АН УССР, Киев, 1958. [4]. Е. С. Сорокин. К вопросу неупругого сопротивления строительных материалов. Научное сообщение ЦНИИПС, вып. 15, Госстройиздат, М., 1954. [5]. Я. Я. Улпе. Гистерезисные потери в дереве при асимметричном цикле. Вопросы динамики и динамической прочности, вып. II, изд-во АН Латвийской ССР, 1954. [6]. J. Czech. Oszillografenmesstechnik. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, Berlin-Borsigwalde, 1959.

Поступила 20 января 1969 г.

УДК 667.64

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ЛАКА НА РАВНОМЕРНОСТЬ ЛАКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

А. Б. ПИОНТКОВСКИЙ

(Львовский лесотехнический институт)

Равномерность лакового покрытия — один из важнейших качественных показателей процесса лаконолива. Равномерное покрытие улучшает внешний вид изделия, при этом уменьшается объем дополнительных работ по облагораживанию, снижается расход материалов и вероятность возникновения вторичных дефектов.

Как отмечает Б. М. Буглай*, получение покрытий с зеркальным блеском зависит не только от неровностей подложки, характера пленкообразования и т. п., но и от равномерности нанесения, характеризующейся распределением толщины покрытия по площади покрываемой поверхности. Цель нашей статьи — выявление тех динамических факторов процесса, которые приводят к появлению неравномерности в процессе нанесения. Эти факторы не связаны с качеством подготовки и свойствами самой поверхности, а являются следствием конструктивных особенностей лаконоливных машин и параметров процесса нанесения. К таким факторам, например, относятся стабильность подачи лака в лаконоливную головку, постоянство скорости транспортера, величина коэффициентов усиления и постоянных времени отдельных звеньев системы. Динамические параметры системы характеризуют ее чувствительность к различным внешним возмущениям. Разумно выбирать принцип построения и конструктивные параметры системы, можно управлять величиной и характером ее реакции на внешние возмущения.

Для определения качества процесса необходимо сформулировать критерий равномерности нанесения покрытия. При определении его мы принимали за основу выводы Б. М. Буглая относительно характера восприятия и чувствительности человеческого глаза к неровностям покрытий, которые зависят от пространственного порога раздельного видения и порога контрастной чувствительности глаза. При нормальной остроте зрения порог раздельного видения примерно равен одной угловой минуте. Для белого и монохроматического света порог контрастной чувствительности достигает 1%.

Из этого следует, что неровности заметны в том случае, если интенсивность отраженных от склонов неровности лучей различается более чем на 1%. Для гладких поверхностей отражение происходит по закону Френеля. Согласно этому закону, при углах падения, близких к 75° , порог контрастной чувствительности достигается при изменении угла падения на $\pm 0,5^\circ$. Предельное значение минимального угла по данным Б. М. Буглая $\text{tg } \alpha_{\min} = 0,00219$.

Примем обозначения: a_n — амплитуда колебаний толщины покрытия;
 T — период колебаний;
 α — угол наклона стенки впадины;
 h — глубина впадины;
 l — радиус впадины.

Параметром равномерности нанесения покрытия можно считать скорость изменения толщины покрытия по длине детали. Как показали наблюдения, для процесса нанесения лаковых покрытий характерны ступенчатые и синусоидальные возмущения. При ступенчатом возмущении изменение толщины покрытия имеет экспоненциальный характер в случае, когда объект является аperiодическим звеном первого порядка. При синусоидальном воздействии на вход такого объекта толщина покрытия ме-

* Б. М. Буглай. Технология отделки древесины. Гослесбумиздат, 1962.

няется по синусоидальному закону с частотой возмущения, амплитуда и сдвиг фазы которого зависят от постоянной времени объекта.

При линейном изменении толщины скорость ее изменения

$$\frac{h}{l} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Известно, что

$$\delta_n = \delta_c \frac{w_c}{w_T},$$

где δ_n — толщина покрытия;
 δ_c — толщина струи;
 w_c — скорость истечения;
 w_T — скорость движения ленты транспортера.

Отсюда следует, что если толщина струи меняется по синусоидальному закону (или по закону экспоненты), то аналогично изменяется и толщина покрытия.

Тогда скорость изменения параметра

$$\varepsilon = \frac{1}{\tau},$$

где τ — постоянная времени лаконоливной головки.

Так как $l = w_T \tau$, а $h = a_n$, то

$$a_n = \operatorname{tg} \alpha \cdot w_T \cdot \tau, \quad (1)$$

где a_n — амплитуда изменения толщины покрытия.

Можно считать, что

$$a_n = a_c \frac{w_c}{w_T},$$

где a_c — амплитуда изменения толщины струи.

Вследствие того, что скорость изменения толщины покрытия при равномерном нанесении не должна превышать минимального значения, то условие равномерности при ступенчатом возмущении можно представить в виде

$$\frac{a_c w_c}{w_T^2 \cdot \tau} \leq \operatorname{tg} \alpha_{min}, \quad (2)$$

здесь α_{min} — минимальный угол различения, равный 7,5 мин.

В случае синусоидального воздействия можно принять

$$a_n = a_c \frac{w_c}{w_T}; \quad l = w_T \cdot \frac{T}{2}, \quad (3)$$

где T — период колебаний.

Так как $h = l \operatorname{tg} \alpha$, а $2a_n = h$, то, учитывая выражение (3),

$$\frac{4a_c w_c}{w_T^2 \cdot T} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Принимая во внимание, что $T = \frac{2\pi}{\omega}$, получим

$$\frac{2a_c w_c \omega}{w_T^2 \pi} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Условие равномерности нанесения (когда $\operatorname{tg} \alpha \leq \operatorname{tg} \alpha_{min}$) при синусоидальном воздействии имеет вид

$$\frac{a_c w_c \cdot \omega}{w_T^2} \leq \frac{\pi}{2} \operatorname{tg} \alpha_{min} \quad (4)$$

или

$$\frac{a_c w_c}{w_T^2 \cdot T} \leq \frac{1}{4} \operatorname{tg} \alpha_{min}. \quad (5)$$

Из этих зависимостей видно, что равномерность нанесения повышается с уменьшением амплитуды колебаний толщины струи, скорости истечения и частоты возмущения, а ухудшается при снижении скорости транспортера и периода колебаний.

Интересен тот факт, что с увеличением отношения $\frac{\omega_c}{\omega_T}$ равномерность покрытий уменьшается. Это обстоятельство хорошо согласуется с практическим опытом.

Полученные зависимости могут быть полезными при определении оптимальных режимов нанесения покрытий на деталях мебели способом налива.

Поступила 11 декабря 1968 г.

УДК 634.0.232

О ВЫЖИМАНИИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР МОРОЗОМ В УСЛОВИЯХ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. МАРУСОВ

(Вижайский леспромхоз Пермской области)

В 1960—1964 гг. в Пермской области наблюдалась гибель лесных культур от выжимания морозом (только в 1960 г. они погибли на 2500 га).

В 1963 г. работники Инспекции лесного хозяйства, леспромхозов и лесхозов провели обследование лесных культур, созданных в 1961—1962 гг. Давалась только количественная оценка гибели посевных и посадочных мест от выжимания на 1 га. Автор обрабатывал полевые материалы.

Всего было обследовано около 10% всех лесонасаждений (7776 га). Из них пострадали от выжимания 5692 га, или 73,1%. На площади 1211 га погибло свыше 60% посевных и посадочных мест. Особенно сильным было выжимание посевов.

Посевы сосны подвержены выжиманию в меньшей степени, чем посевы ели. Ель пострадала на 51% и более на площади 28,7%, сосна — на площади 3,8%. Посадки сосны также более устойчивы против выжимания.

Выжимание сильнее всего выражено на тяжелых по механическому составу почвах (горнолесные суглинистые, тяжелосуглинистые) и меньше на супесчаных и песчаных. В горной части от выжимания лесные культуры страдают сильнее, чем в предгорной и равнинной. Различная механизированная обработка почвы также оказывает влияние на выжимание. Этот вопрос мы освещали ранее*.

У хвойных пород выжимаются в основном однолетки. Двухлетние всходы выжаты главным образом на бровках минерализованных полос с подзолистым горизонтом почвы. Двухлетние всходы, как и однолетки, меньше страдают при подготовке почвы площадками (8%). При поверхностном рыхлении почвы с наличием сумусового горизонта случаи выжимания двухлетних всходов единичны.

На основании исследований мы можем дать некоторые рекомендации.

В южной тайге равнинного Предуралья с примесью широколиственных пород лесные культуры нужно создавать посевом сосны и лиственницы, посадкой сосны, ели и лиственницы; в южной тайге равнинного Предуралья — посадкой сосны и ели, лиственницы и во вторую очередь — посевом.

В Предгорном районе южной тайги основным способом культур является посадка хвойных; в горном — посадка сосны и ели.

В средней тайге равнинного Предуралья и Предгорном районе средней тайги закультивирование площадей можно производить как посевом ели, так и посадкой.

При механизированной подготовке почвы под посев ели, сосны и лиственницы на почвах с тяжелым механическим составом на свежих вырубках предпочтение нужно отдать покровосодирателям с глубиной обработки почвы не более 2—3 см.

* А. А. Марусов. Влияние подготовки почвы на выжимание всходов ели. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1963.

ЗА РУБЕЖОМ

УДК 634.0.6(09)

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ЛЕСА
В СОВРЕМЕННОЙ БУРЖУАЗНОЙ ЭКОНОМИКЕ

А. И. ТАРАСОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

В буржуазной экономике большое внимание уделяется оценке леса; по этому вопросу написаны монографии [3], составляются детальные справочные таблицы, ведутся оживленные дискуссии. Как правило, лесную площадь и древостой расценивают отдельно. Для определения цены лесной площади используют два различных метода.

1. Оценка земли по доходу путем расчета капитализированной ренты на основании сложных процентов по формуле Фаустмана, предложенной еще в 1849 г. [3], [4]

$$B = \frac{A_u + \sum D_i \cdot 1,0p^{u-i} - c \cdot 1,0p^u - V(1,0p^u - 1)}{1,0p^u - 1},$$

где B — цена земли;

A_u — доход от рубки древостоя в возрасте u лет;

u — оборот рубки;

D_i — доходы от промежуточных рубок в возрасте i лет;

c — затраты по выращиванию леса;

V — капитализированные текущие затраты по ведению хозяйства, равные $\frac{v}{0,0p}$

(где v — затраты по ведению хозяйства на один год);

p — процент капитализации, колеблющийся от 0,8 до 4; запись $1,0p$ соответствует $\left(1 + \frac{p}{100}\right)$.

При $p = 2$ и обороте рубки в 100 лет знаменатель формулы равен $1,02^{100} - 1 = 6,3$. Таким образом, цена земли прямо пропорциональна ренте и обратно пропорциональна проценту на капитал.

Упрощенная формула для оценки лесной площади [3]

$$B = \frac{A_u}{x} - V,$$

где x — величина, зависящая от рентабельности промежуточных рубок и затрат по выращиванию леса (колеблется от 3 до 6).

Оценка земли по формуле Фаустмана значительно расходится с действительными рыночными ценами на землю [4].

2. Второй метод заключается в определении цены данной лесной площади по сложившимся рыночным ценам на другие лесные или сельскохозяйственные земли. Надежность такого метода обусловлена своеобразием и неповторимостью каждого лесного участка и сравнительной редкостью купли — продажи леса. Имеются специальные таблицы, показывающие относительную ценность 1 га земли в зависимости от класса бонитета и древесной породы, которые, по мнению составителей, позволяют найти цену 1 га лесной площади в зависимости от цен на соседние земли [4].

Для оценки древостоя применяют также несколько совершенно различных методов.

1. Оценка древостоя по фактическому запасу путем подсчета стоимости всей наличной древесины по действующим рыночным ценам за вычетом издержек на лесозаготовки [4]

$$A = \sum m_x (p_x - w_x),$$

где A — цена древостоя по запасу;

m_x — запас отдельных сортиментов, м³;

p_x — рыночная цена 1 м³ сортимента x ;

w_x — затраты на заготовку и транспортировку 1 м³ отдельных сортиментов.

Метод дает приемлемый результат лишь в том случае, если дисконтированный будущий доход меньше дохода от немедленной вырубке и пригоден для спелых древостоев.

2. Оценка древостоя по издержкам производства. Метод состоит в подсчете процентов на цену земли, текущих затрат на ведение лесного хозяйства, затрат на посадку и уход за культурами за вычетом дохода от промежуточных рубок [3]; [4].

$$K = (B + V)(1,0p^m - 1) + c \cdot 1,0p^m - \sum D_i \cdot 1,0p^{m-i},$$

где K — цена древостоя по издержкам;

m — количество лет, прошедших после производства затрат.

В начальный период ($m = 0$) цена древостоя равна затратам на лесовосстановление. Расчет издержек производится по условиям, существующим к моменту оценки, то есть по восстановительной стоимости. Указанный метод применяется главным образом для оценки культур и молодняка.

3. Оценка древостоя по доходу. Метод заключается в оценке древостоя в году m по доходу от спелого древостоя в году u , уменьшенному на издержки в период $u - m$ [3], [4].

$$E_m = \frac{A_u + \sum D_i \cdot 1,0p^{u-i} - (B + V)(1,0p^{u-m} - 1)}{1,0p^{u-m}},$$

где E_m — цена древостоя по ожидаемому доходу на момент m .

Цена спелого древостоя $u = m$ равна доходу от рубки за вычетом затрат на заготовку и транспортировку древесины A .

Упрощенная формула, принимающая текущие затраты и ренту, равными вырубке от промежуточных рубок [3], имеет вид

$$E_m = \frac{A_u}{1,0p^{u-m}}.$$

Все перечисленные методы дают на практике разный результат.

Оценку леса как суммы цены земли и древостоя производят по следующей формуле капитализированной ренты [3], [4]:

$$W = \frac{A_u + \sum D - (c + uv)}{0,0p},$$

где W — цена леса, а запись $0,0p$ соответствует $\frac{p}{100}$.

Последняя формула дает суммарную оценку земли и древостоя по доходу в условиях нормального леса, представленного в одинаковом объеме всеми возрастными группами и эксплуатируемого по принципу постоянного и непрерывного лесопользования.

Упрощенная формула для цены леса [1]

$$W = \frac{R}{0,0p},$$

где R — чистая ежегодная рента.

Особый метод оценки леса предложил в 1962 г. О. Лейшнер [2]

$$M = (Z - v)K - c,$$

где M — цена леса (земли и древостоя) по главному пользованию;

Z — ежегодный прирост в стоимостном выражении;

K — коэффициент капитализации, равный, по О. Лейшнеру, 25, то есть $p = 4\%$.

Увеличение ценности леса по побочному пользованию рассчитывают отдельно по аналогичной формуле.

Ни один из перечисленных методов не пользовался большим доверием практиков. Автор монографии «Оценка леса» В. Мантель считает, что для верной оценки необходим специфический лесной опыт и школа; в противном случае самые детальные расчеты приведут к абсурдным результатам, способным только подорвать доверие к теории. Он говорит о целесообразности параллельной оценки несколькими способами для взаимоконтроля и выравнивания результатов [3].

Существует влиятельная группа специалистов, отрицающих возможность достоверной оценки леса, особенно неспелого. Они оспаривают метод оценки по издержкам

(поскольку при больших издержках могут образоваться малодоходные насаждения, и наоборот), а также по доходу (так как невозможно получить надежные параметры на много лет вперед). Комбинирование различных методов, по их мнению, это лишь неверный результат из неверных слагаемых. Большие споры вызывает вопрос об определении процента капитализации. Представители скептического направления заявляют, что лес нужно ценить, но бесполезно пытаться его оценить (Дитерих).

Последние два года в советской науке ведется дискуссия об экономической оценке природных ресурсов и, в частности, об оценке леса. В связи с этим зарубежный опыт представляет определенный интерес, особенно в части прикладных математических приемов. Но при этом буржуазные лесные экономисты опираются на вульгарную политэкономия, на вульгарную теорию стоимости и полученные разными методами расчетные цены земли и леса называют стоимостью.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. R. Goldbersen. Theorie der forstlichen Ökonomik. 1926 [2]. O. Leischner. Der Wert des Waldbodens. «Allgemeine Forstzeitschrift» № 44, 1962. [3]. W. Mantel. Waldbewertung. München, 1962, S. 245. [4]. O. Speidel. Forstliche Betriebswirtschaftslehre. Hamburg, 1967, S. 289.

Поступила 21 апреля 1969

УДК 66.053

О МЕХАНИЗАЦИИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЛЕСОСКЛАДСКИХ РАБОТ В РЯДЕ СТРАН

(По материалам Международного лесного симпозиума)

И. И. СИРОТОВ, И. В. БАТИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

В Лесохозяйственном и Лесопромышленном университете Венгрии (г. Шопрон) в октябре 1968 г. проходил Второй международный лесной симпозиум, на котором обсуждались проблемы механизации и совершенствования лесопользования и, в особенности, лесоскладских работ.

С докладами выступили научные работники и специалисты Австрии, Болгарии, Венгрии, Германской Демократической Республики, Федеративной Республики Германии, Польской Народной Республики, Югославии, Чехословацкой Социалистической Республики, Советского Союза и Финляндии. После широкого обсуждения докладов и обмена мнениями был организован обстоятельный показ механизации производства непосредственно в лесхозагах Венгрии.

Обсуждение докладов показало, что комплексная механизация и автоматизация производственных процессов на нижних лесных складах более успешно решается в странах, богатых лесом (СССР и Финляндия). В отдельных странах, как например, в Венгерской Народной Республике, впервые практикуется и внедряется крупнопакетная погрузка леса на лесных погрузочных пунктах (рис. 1) и хлыстовая вывозка.

Как правило, первичную обработку древесины (обрубку сучьев, раскряжевку и окорку) производят на лесосеке. Сортименты длиной 3—4 м вывозят автомашинами, снабженными погрузочными стрелами с рейферным захватом (рис. 2).

В Венгерской Народной Республике в лесхозагах при хлыстовой вывозке используют саморазгружающиеся автомашини. Хлысты поступают на разгрузочную эстакаду, откуда вручную их подают на раскряжевочный стол. Для раскряжевки используют педалейные дисковые пилы. Сортировку и укладку сортиментов в штабеля или дальнейшую погрузку сортиментов в подвижной состав осуществляют автопогрузчиками с челюстными захватами.

Начальник главного технического управления лесной и деревообрабатывающей промышленности Ференц Шмал в своем докладе подчеркнул те трудности и проблемы, которые стоят перед венгерскими лесниками при организации нижних лесных складов. Ректор Шопронского лесохозяйственного и лесопромышленного университета проф. Габор Панкотай информировал о состоянии технологии лесных предприятий Венгрии и о внедрении хлыстовой вывозки. Основное направление и перспективы механизации лесных складов в Венгрии при хлыстовой вывозке были изложены в докладе декана лесохозяйственного факультета проф. Йожефа Калди.

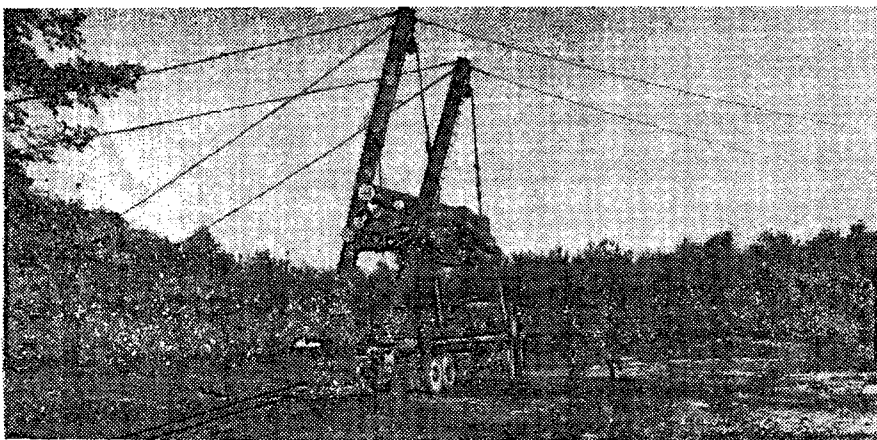


Рис. 1.

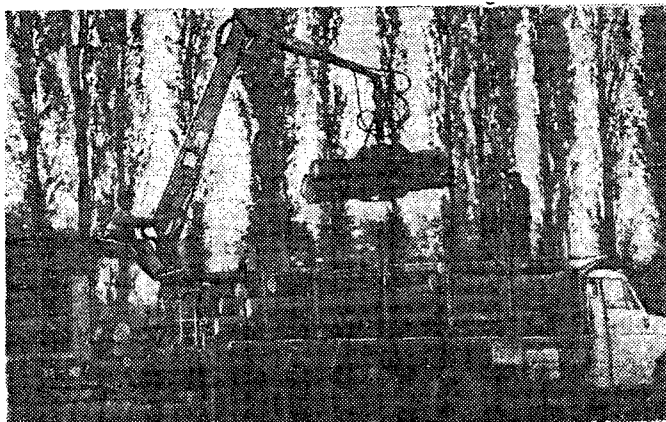


Рис. 2.

Интересными были сообщения руководителей передовых лесхоззагов: Йожефа³ Фи́ла (Геделев), Яноша Чепре́ги (Кестгель), Дю́лы Горвата (Венгрия) и Норберта Шпе́ера (Туссер) об опыте работы лесных комплексных предприятий Венгрии.

О целесообразности и экономической эффективности переноса работ по окорке древесины из лесосек на нижние лесные склады доложил проф. Франц Хафнер (Вена). Опыт австрийских предприятий показал, что при этом затраты на окорку снижаются почти вдвое. Доктор Евгений Ронай (Зволен, ЧССР) изложил опыт механизации лесоскладских работ в Словакии.

О проблемах, связанных с механизацией лесоскладских работ в Югославии, сообщил проф. Роно Бенич (Загреб), в Польской Народной Республике — доц. Мариан Кубяк (Познань). Проф. И. Метте (Тарандт, ГДР) на ряде практических примеров обосновал целесообразность перехода от объемного метода учета древесины на лесных предприятиях к весовому. Проф. Л. Путкисто (Хельсинки, Финляндия) ознакомил слушателей с оборудованием, которое используют на лесных складах с грузооборотом 1,4 млн. м³ и других.

На симпозиуме ряд докладов был посвящен механизации трелевки леса в горных условиях (проф. С. Христов, София, Болгария и доц. Амер Кривец, Любляна, Югославия). Высокую оценку получили сообщения, освещающие советский опыт комплексной механизации нижних лесных складов с большим грузооборотом (проф. И. И. Сиротов) и с малым (доц. И. В. Батин).

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК 634.0.5(09)

ПЕРВЫЕ ТАБЛИЦЫ ТОВАРНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ В СССР

(Из опыта прошлого)

Н. И. КЕРЖЕНЦЕВ

(Пермь)

В 1931—1932 гг. нами по поручению Ураллеспрома были составлены таблицы товарности и сортиментов*.

При построении сортиментных таблиц, исходя из тенденции наиболее рационального использования всей стволовой древесины, мы учитывали следующие положения.

1. На основе моделей, взятых при лесоустройстве, для каждой ступени толщины, породы и класса бонитета определяли высоту прикрепления кроны. Хлыст разделяли на бессучковую и вершинную части, бессучковую, в свою очередь, на бревна комлевые и срединные. Из комлевой, срединной и вершинной частей ствола выпиливали стандартные бревна (8 см и более в верхнем отрубе). Оставшуюся вершину относили к дровам, если из нее не получалось сортиментов стандартной длины.

2. По диаметру в верхнем отрубе бревна разделяли на крупные, средние и мелкие.

3. В основу определения сбega положены таблицы сбega сосны и ели Среднего Урала.

Мы приводим сортиментные таблицы для сосны II класса бонитета (табл. 1).

При составлении таблиц товарности использованы те же принципы. В основу их положены таблицы хода роста сосновых и еловых насаждений Среднего Урала, с той разницей, что таблицы товарности построены в зависимости от среднего диаметра насаждения. В природе чаще всего встречаются смешанные насаждения различных полнот. Пользование обычными таблицами для модальных насаждений различного состава, полнот и фауности влечет за собой трудоемкие и громоздкие действия по редуцированию, а следовательно, и неизбежные ошибки. Учтя все сказанное, мы приняли следующий метод составления таблиц товарности.

1. Установлено пять классов товарности, взамен классов добротности, что полностью соответствует точности глазомерной таксации при определении фауности насаждений.

2. Биологические особенности хода роста смешанных неполных насаждений, влияющих на товарный запас насаждения, не могут быть учтены. Зависимость запаса от состава такая же, как и от полноты, и может быть выражена произведением состава на полноту (табл. 2 для сосны II класса бонитета, средний диаметр 24 см).

Этим же принципом следует руководствоваться, если породы, входящие в состав насаждения, имеют различные диаметры и классы товарности. Оценку их необходимо производить по диаметрам и классам товарности каждой из них. Идея составления таких таблиц возникла на производственно-технических совещаниях Уральского лесоустройства и трестов, объединяемых Ураллеспромом, и не раз обсуждалась в бригадах, лесоустроительных партиях и трестах. С 1932 г. по 1939 г. до издания новой лесоустроительной инструкции 1938 г. по таблицам производили товарную оценку приспевающих и спелых насаждений вновь устраиваемых лесхозов, инвентаризацию лесосырьевых баз. Для удобства в таксационное описание были внесены графы «товарность» и оценки для разделения запаса по сортиментам. Эти таблицы давали возможность простым, дешевым и довольно надежным способом производить расчленение общего запаса насаждения для учета, планирования, проектирования и других хозяйственных целей. Хотя лесозаготовительная программа до сих пор определяется по так называемым деловым сортиментам (пиловочник, баланс, рудстойка и т. д.), всем известно, что большинство этих сортиментов взаимозаменяемы в зависимости от спроса. Поэтому связать сортименты товарных таблиц с плановыми

* Н. И. Керженцев, Д. М. Куделько. Уральские таблицы товарности насаждений и сортиментов сосны и ели II—IV классов бонитета. Пермь, Ураллеспром, 1932 (на правах рукописи).

D, см	H, м	Длина			Объем, м³	Комлевая часть								
		ком- левой части	средин- ной части	вер- шины		крупная			средняя			мелкая		
						H, м	D, см	объем, м³	H, м	D, см	объем, м³	H, м	D, см	объем, м³
12	17,0	9	4,7	3,3	0,084	—	—	—	—	—	—	9	8	0,084
16	19,5	9	4,6	5,9	0,169	—	—	—	—	—	—	9	11	0,143
20	21,7	9	4,9	7,8	0,275	—	—	—	5	16	0,124	4	14	0,072
24	23,7	9	5,5	9,2	0,437	—	—	—	9	17	0,296	—	—	—
28	25,2	9	5,6	10,6	0,598	—	—	—	9	20	0,393	—	—	—
32	26,4	9	5,8	11,6	0,808	5	25	0,296	4	23	0,195	—	—	—
36	27,4	9	5,9	12,5	1,053	9	26	0,631	—	—	—	—	—	—
40	28,0	9	5,9	13,1	1,248	9	29	0,780	—	—	—	—	—	—
44	28,6	9	5,7	13,9	1,554	9	32	0,943	—	—	—	—	—	—
48	29,0	9	5,8	14,2	1,980	9	35	1,122	—	—	—	—	—	—
52	29,4	9	5,9	14,5	2,353	9	38	1,309	—	—	—	—	—	—
56	29,6	9	5,5	15,1	2,712	9	41	1,518	—	—	—	—	—	—
60	29,8	9	5,6	15,2	3,235	9	45	1,820	—	—	—	—	—	—
64	29,9	9	5,7	15,2	3,577	9	47	1,988	—	—	—	—	—	—
68	30,0	9	5,7	15,3	4,087	9	50	2,260	—	—	—	—	—	—

Таблица 2

Произведе- ние состава на пол- ноту	Общий запас, м³	Объемы древесины, м³							
		комлевой			срединной			вершинной	дров
		крупной	средней	мелкой	крупной	средней	мелкой		

Выход деловой древесины 100%

10	350,0	35,2	168,3	31,6	0,7	42,9	37,5	31,1	2,7
9	315,0	31,7	151,6	28,4	0,6	38,6	33,7	28,0	2,4
8	280,0	28,2	134,6	25,3	0,6	34,3	30,0	24,8	2,2
7	245,0	24,7	117,8	22,1	0,5	30,0	26,2	21,8	1,9
6	210,0	21,1	101,0	19,0	0,4	25,8	22,5	18,6	1,6
5	175,0	17,6	84,3	15,8	0,4	21,4	18,7	15,5	1,3
4	140,0	14,1	67,3	12,6	0,3	17,2	15,0	12,4	1,1
3	105,0	10,6	50,5	9,5	0,2	12,9	11,2	9,3	0,8
2	70,0	7,0	33,8	6,3	0,1	8,6	7,5	6,2	0,5
1	35,0	3,5	16,8	3,2	0,1	4,3	3,7	3,1	0,3
%	100	10	48	9	—	12	11	9	1

Выход деловой древесины 90%

10	350,0	31,7	151,6	28,4	0,6	38,6	33,7	28,0	37,4
9	315,0	28,5	136,4	25,5	0,5	34,9	30,4	25,2	33,6
8	280,0	25,4	121,2	22,7	0,5	30,9	27,1	22,4	29,8
7	245,0	22,2	106,1	19,8	0,4	27,0	23,7	19,6	26,2
6	210,0	19,0	91,0	17,0	0,4	23,2	20,2	16,8	22,4
5	175,0	15,8	75,8	14,2	0,3	19,3	16,9	14,0	18,7
4	140,0	12,7	60,6	11,4	0,2	15,4	13,5	11,2	15,0
3	105,0	9,5	45,5	8,5	0,2	11,6	10,1	8,4	11,2
2	70,0	6,3	30,3	5,7	0,1	7,8	6,7	5,6	7,5
1	35,0	3,2	15,1	2,8	0,1	3,9	3,4	2,8	3,7
%	100	9	43	8	—	11	10	8	11

Примечание. При выходе деловой древесины 90% товарность 1-я; при 70% — 2-я; при 50% — 3-я; при 30% — 4-я; при 10% — 5-я.

Т а б л и ц а 1

Срединная часть									Вершинная часть			Дрова, м ³
крупная			средняя			мелкая			H, м	D, см	объем, м ³	
H, м	D, см	объем, м ³	H, м	D, см	объем, м ³	H, м	D, см	объем, м ³				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	4	8	0,026	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	4	12	0,053	4	8	0,026	—
—	—	—	—	—	—	5	14	0,097	4	10	0,037	0,007
—	—	—	5	17	0,140	—	—	—	6,5	9	0,062	0,003
—	—	—	6,5	19	0,236	—	—	—	6,5	10	0,075	0,006
—	—	—	6,5	22	0,308	—	—	—	6,5	12	0,103	0,011
6,5	24	0,364	—	—	—	—	—	—	9	9	0,101	0,003
6,5	27	0,461	—	—	—	—	—	—	9	11	0,143	0,007
6,5	30	0,567	—	—	—	—	—	—	6,5	20	0,260	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	9	0,031	—
6,5	33	0,684	—	—	—	—	—	—	6,5	22	0,308	0,007
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	11	0,045	—
6,5	35	0,766	—	—	—	—	—	—	6,5	24	0,364	0,011
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	12	0,053	—
6,5	38	0,897	—	—	—	—	—	—	6,5	26	0,429	0,017
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	14	0,072	—
6,5	40	0,990	—	—	—	—	—	—	6,5	28	0,493	0,011
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	16	0,095	—
6,5	43	1,142	—	—	—	—	—	—	6,5	30	0,567	0,011
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	17	0,107	—

довольно легко. Комлевая крупная — это экспортный пиловочник, баланс; средняя — пиловочник внутреннего рынка, баланс, часть крепежного леса и т. д.

Существующий в нашей стране способ удовлетворения потребности народного хозяйства в древесине путем поставок круглого леса и частично пиломатериалов при современном уровне науки, техники и использования производительных сил экономически неоправдан. В этих условиях нужны стимулы к опережающему развитию химической и химико-механической переработки древесины.

1. Необходимо отказаться от традиционного разделения древесины на деловую и дровяную и от наименований сортиментов круглого леса.

2. Определение качества товарности древесного сырья должно исходить из возможностей его использования по замкнутому циклу механической, химико-механической и химической переработки. Отходы первого цикла должны служить сырьем для второго и т. д. Следует давать товарную и денежную оценку корней, стволов, сучьев, коры и хвои, а также так называемых отходов первичной переработки: опилок, рейки, стружки, кусковой древесины и т. д.

3. На этой основе должны быть созданы новые ГОСТы и ценники, стимулирующие полное и рациональное использование всего лесного сырья, его переработку и реализацию.

4. Начало всех начал лесного производства — правильная и целесообразная товарная и денежная оценка леса на корню и последующая на складе. Методики оценки должны быть тождественны. В этих целях должны быть разработаны зональные таблицы сортиментов и товарности, прообразом которых служат «Уральские таблицы сортиментов и товарности».

Прогресс в развитии лесного производства возможен только на базе комплексного использования древесного сырья, а это возможно при коренной перестройке принципов и методов качественной оценки леса на всех фазах производства.

Перед нами стоят три главные проблемы: соответствие учета и товарной оценки леса современному уровню его переработки; обеспечение полной и последовательной переработки древесины и расширенное воспроизводство путем создания новых, более совершенных и высокопроизводительных лесов вместо вырубаемых. Залог нашего успеха — в целенаправленном и последовательном разрешении этих проблем.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 06.053

КОНФЕРЕНЦИЯ СЕЛЕКЦИОНЕРОВ КАЗАХСТАНА

В научно-методической конференции по вопросам лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции в Казахстане, организованной Казахским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства и Казахским республиканским обществом охраны природы и проведенной 29—31 июля 1969 г. в г. Щучинске, приняли участие 120 работников высших учебных заведений и производственных организаций Щучинска, Алма-Аты, Лениногорска, Актюбинска, Целинограда, Кокчетавы, Караганды, Барнаула, Свердловска, Новосибирска, Москвы, Ташкента, Красноярска, Риги, Уфы, Таллина, Тарту и других городов нашей страны.

Было заслушано 13 докладов, сообщений и выступлений на пленарных заседаниях и 45 — на двух секциях: генетики, селекции и семеноводства, а также интродукции и физиологии растений.

С. Н. Успенский доложил о результатах исследований работников КазНИИЛХа. Все доклады свидетельствуют о том, что изучение изменчивости основных лесобразующих древесных пород проводится на современном научном уровне. Участок леса, изучаемый совместно со средой и древесными растениями, является той кузницей, где естественный отбор творит новые формы. Выявление разнообразия древесных пород при таком подходе — шаг вперед в генетико-селекционных работах. Выполнение последних на уровне популяций привело исследователей к осмыслению материала с эволюционной точки зрения. Это хорошо подчеркнуто в докладах Э. Л. Березина по ели тянь-шаньской, В. В. Шульги по сосне кулундинской, А. М. Данченко по березе, Б. Н. Видяева по осине и др.

Исключительный интерес вызвали доклады В. А. Драгавцева и С. А. Петрова о методике изучения генетической изменчивости популяций древесных растений, направленные на решение вопроса о генетической ценности плюсовых деревьев, насаждений с высокой наследственной конституцией.

* С содержанием большинства выступлений можно ознакомиться по сборнику рефератов докладов «Лесная селекция, семеноводство и интродукция в Казахстане», изданному КазНИИЛХом.

Предварительные данные, полученные В. А. Бударагиным, по изучению морфологии хромосом сосны Казахстана свидетельствуют о перспективности карриологических исследований, важных для теории и практики. Значительный материал о влиянии происхождения семян сосны на рост культур приведен в докладе Н. С. Сидоровой, а по стимуляции урожайности семян местной сосны на лесосеменных участках и плантациях — А. И. Бреусовой.

Весьма ценными в научно-методическом отношении явились доклады Т. П. Некрасовой о морфо-физиологических основах селекции и семеноводства хвойных, Е. А. Пугача о принципиальных подходах к отбору плюсовых деревьев, Ю. Н. Исакова об отборе молодняков сосны для организации семенных участков, А. А. Макаренко об отрицательном массовом отборе в сосняках, Ю. З. Кулагина об основных путях и способах адаптации древесных растений к неблагоприятным условиям среды. Основные задачи лесной генетики, селекции и семеноводства в Казахстане сформулированы в докладах Л. Ф. Правдина и В. И. Мосина.

С большим вниманием были заслушаны доклады и сообщения по вопросам интродукции и физиологии древесных растений, сделанные Г. С. Бозриковой, Ф. Н. Русановым, Б. К. Скупченком, Е. А. Романовской, Л. Б. Скупченком, В. А. Сидоровым, Г. А. Филинковым, З. П. Шипота, П. М. Жибоедовым и другими сотрудниками КазНИИЛХа, а также гостями конференции*.

Конференция положительно оценила итоги исследовательских работ КазНИИЛХа по вопросам лесной генетики, селекции, семеноводства, интродукции и физиологии древесных пород и одобрила принцип осуществления исследований по зонам Казахстана.

В принятом решении определены основные задачи КазНИИЛХа на предстоящее пятилетие и намечены организационные мероприятия по их реализации. Было высказано мнение о целесообразности проведения в 1975—1976 гг. следующей научно-производственной конференции по этим вопросам.

Л. Ф. Правдин.
В. И. Мосин.

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО СУХОПУТНОМУ ТРАНСПОРТУ ЛЕСА

С 17 по 20 сентября 1969 г. в Минске, в Белорусском технологическом институте имени С. М. Кирова проходила научно-техническая и методическая конференция по сухопутному транспорту леса. На конференции работали три секции: проектирования и строительства лесовозных дорог; эксплуатации лесовозных дорог и подвижного состава; методики преподавания сухопутного транспорта леса.

На пленарном заседании и секциях было заслушано 52 доклада, посвященных актуальным научным и производственным проблемам в области совершенствования лесовозных дорог, подвижного состава и методики преподавания курса сухопутного транспорта леса в вузах страны.

В работе конференции приняли участие научные сотрудники Ленинградской лесотехнической академии, Московского, Уральского, Воронежского, Архангельского и Львовского лесотехнических институтов, Белорусского, Брянского и Сибирского технологических институтов, ЦНИИМЭ, представители научно-технических обществ и других научных и промышленных организаций.

С докладами о современном состоянии и задачах развития транспорта леса в Белорусской ССР и его научных основах выступили зам. министра лесной и деревообрабатывающей промышленности БССР А. В. Мацкевич и зам. министра ВОСО БССР И. И. Леонович. С содержательными докладами, освещающими основные направления научных исследований в вузах, их конкретные результаты и рекомендации для промышленности, а также о повышении качества подготовки молодых специалистов выступили руководители кафедр институтов.

Главными задачами научных исследований в области сухопутного транспорта леса конференция считает дальнейшее совершенствование методов проектирования лесных дорог, эффективное использование местных дорожно-строительных материалов, повышение устойчивости земляного полотна в лесных районах с равнинным и горным рельефом, на слабых грунтах и в районах вечной мерзлоты, разработку рациональных типов дорожных одежд из улучшенных грунтов, железобетонных плит и способов их устройства, совершенствование технологии строительства, ремонта и эксплуатации дорог, внедрение комплексной механизации производственных процессов и научной организации труда, использование в научных

исследованиях методов математического и физического моделирования и электронной вычислительной техники.

В области первичного транспорта леса в горных условиях конференция считает наиболее прогрессивными подвесные канатные лесотранспортные установки, позволяющие сохранять почвенный покров и подрост на склонах гор. При совершенствовании конструкции подвесных установок, с целью уменьшения их веса и повышения работоспособности, следует учесть результаты научных исследований Львовского ЛТИ.

Конференция отметила недостаточное обеспечение кафедр сухопутного транспорта леса современной дорожно-строительной техникой, лабораторным оборудованием и средствами для повышения качества научных исследований и подготовки лесных инженеров.

Участники конференции отметили, что за семь лет, прошедших со времени последней подобной конференции, проведенной в ЛТА в 1962 г., значительно возросли уровень научных исследований вузов в области сухопутного транспорта леса, их глубина и практическое значение. Увеличилось количество молодых участников конференции, представителей вузов и производства, выступивших с докладами о результатах своих исследований.

По охвату участвующих вузов и представителей промышленности конференция вышла за пределы республиканской.

Придавая большое значение личным контактам ученых и производственников в обсуждении научных и методических вопросов, направленных на совершенствование проектирования, строительства и эксплуатации лесовозных дорог, улучшение подготовки молодых специалистов, а также важности координации научных исследований вузов и НИИ, участники конференции постановили опубликовать материалы конференции и проводить подобные конференции каждые три года.

М. М. Корунов.

(Уральский лесотехнический институт).

Н. М. Белая.

(Львовский лесотехнический институт).

Б. А. Куклинов.

(Ленинградская лесотехническая академия).

Б. И. Кувалдин.

(Московский лесотехнический институт).

В. В. Щелкунов.

(Архангельский лесотехнический институт).

Б. Д. Ионов.

(Московский лесотехнический институт).

СОДЕРЖАНИЕ

<i>И. И. Войчалъ, Е. С. Романов.</i> За новый подъем индустрии леса	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>А. И. Патацкас.</i> Некоторые закономерности, связанные с размерами крон деревьев	5
<i>А. В. Усанов.</i> Физико-механические свойства семян сосны и ели	9
<i>М. В. Пайбердин.</i> Таксационные показатели лещины обыкновенной	12
<i>Б. К. Смирнова.</i> Опыт сравнительной оценки товарности сосняков, зараженных сосновой губкой, путем таксационно-фитопатологического анализа	16
<i>М. Е. Васильев.</i> Роль защитных лесонасаждений в повышении плодородия полей	18
<i>В. Г. Картелев.</i> Стандартизация посадочного материала сосны обыкновенной на принципиально новой основе	22
<i>О. Н. Букзеева.</i> Физиологическое состояние деревьев сосны, поврежденных и не поврежденных точечной смолевкой	25
<i>Ф. И. Волков, Е. Н. Иерусалимов.</i> Объективный метод определения фазы полного листораспускания дуба черешчатого	27

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>А. А. Дебердеев.</i> Исследование движений дерева после удара об опору при падении на наклонную приемную балку	30
<i>В. Ф. Попов, В. П. Тюкавин, Ф. П. Попов.</i> К вопросу о корректировании режимов технического (профилактического) обслуживания лесовозных автомобилей	36
<i>М. В. Борисов.</i> Исследование влияния вибраций на снижение усилий выравнивания торцов пучков	42
<i>И. С. Цыбулько.</i> Центр тяжести деревьев основных пород Европейского Севера СССР	45
<i>Ю. Л. Ковалев.</i> Тяговая динамика трактора ТДТ-60 при движении по неровному пути	49
<i>С. Г. Костогорыз.</i> Особенности применения электроизмерительной аппаратуры для исследования колебаний остова трелевочного трактора	55

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>В. И. Санев, В. Н. Плюснин.</i> Теоретическое исследование распределения температуры по ширине ленточной пилы для ребровой распиловки древесины	61
<i>Ю. М. Стахийев.</i> Влияние диаметра зажимных шайб на начальную форму потери устойчивости дисков дереворежущих пил	67
<i>А. А. Поздняков.</i> Упругие постоянные древесностружечной плиты как квази-изотропного материала	71
<i>И. Г. Шкаленко.</i> К вопросу улучшения условий труда в цехах механической обработки древесины	76
<i>Ю. И. Юрьев, Г. М. Гернет.</i> Об усилении зажима бревна клещами впередирамной тележки	79
<i>В. Н. Волынский.</i> Влияние взаимной ориентации годичных слоев на прочность клеевых соединений древесины при раскалывании	81
<i>Б. К. Зинов.</i> Влажность древесины кавказского бука	85
<i>Р. В. Дерягин.</i> О динамической устойчивости рамных пил	89

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>А. И. Киприанов, С. Я. Коротов, Н. Н. Калинин.</i> Механизм разгонки древесной пирогенной смолы в трубчатых печах. Сообщение 4. Кинетика процесса	95
<i>И. М. Боховкин, Б. К. Семенов.</i> Физико-химические исследования взаимодействия фурфурола с фенолом и его нитропроизводными	100
<i>С. М. Крутов.</i> Качественный состав низкокипящих нейтральных веществ пиролизата древесносмоляных масел	105
<i>И. К. Чернышевский.</i> О физико-технической и энергетической стороне технологических требований, предъявляемых к сушке бумаги и целлюлозы	109
<i>Г. Ф. Потуткин, В. Ф. Чесноков.</i> Влияние отвердителя и температуры на процесс поликонденсации карбамидной смолы	113
<i>З. С. Калугина, Л. В. Меньшикова, И. П. Сидоровская, С. Я. Коротов.</i> Диффузия бутанольных растворов канифоли, находящихся в капиллярах древесины	117

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

<i>А. А. Смирнов.</i> Математическое описание роликовой сушилки как одноемкостного объекта автоматического регулирования влажности шпона	122
<i>Д. Л. Дудюк.</i> К вопросу математического моделирования штабелевочно-погрузочных процессов	124
<i>С. Г. Костогрыз, И. П. Ковтун.</i> К вопросу динамики подрессоренной массы трелевочного трактора как системы автоматического регулирования с обратной связью	127

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Т. С. Лобовиков.</i> О размере лесопользования на Севере	132
<i>В. Ф. Попов, Ф. П. Попов.</i> К вопросу обоснования оптимальной номенклатуры неснижаемого оборотного фонда агрегатов и узлов	136
<i>Ф. Н. Морозов, Ю. И. Деминцев.</i> Опыт расчета многофакторной модели фолдоотдачи в леспромхозах	140

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>В. М. Долгошеев.</i> Физико-механические свойства древесины рано и поздно выпускающихся форм осины в Кировской области	144
<i>В. Р. Карлин.</i> Рост и продуктивность пойменных насаждений Среднего Дона	145
<i>М. В. Прибылова-Насонова.</i> Вредители плодов и семян бука восточного на Северном Кавказе	147
<i>В. И. Стяжкин.</i> Влияние увлажнения на приживаемость и рост лесных культур	149
<i>Л. А. Ламин.</i> Количественное выражение взаимоотношений древесных пород в лесных полосах Новосибирской области	151
<i>Я. К. Матузанис, Р. Я. Сацениекс, Я. К. Тауриньш.</i> Новый метод расчета ожидаемого диаметра деревьев	154
<i>И. А. Кауров, И. Н. Рахтеенко.</i> К вопросу о взаимоотношениях ясеня, дуба и липы через их корневые выделения	156
<i>А. К. Панчулидзе.</i> Процесс естественного возобновления в девственных буковых лесах Грузии и обоснование способов рубки в них	157
<i>Г. В. Стадницкий.</i> Влияние качества пицци на выживаемость и темпы развития рыжего соснового пилельщика	159
<i>Н. И. Чупров.</i> Таблица объемов стволов тонкомерной березы и методика ее составления	161
<i>Л. А. Бяльский.</i> Установка для исследования демпфирующей способности пресованной древесины	163
<i>А. Б. Пионтковский.</i> Влияние динамики процесса нанесения лака на равномерность лаковых покрытий	164
<i>А. А. Марусов.</i> О выжимании лесных культур морозом в условиях Пермской области	166

ЗА РУБЕЖОМ

<i>А. И. Тарасов.</i> Проблема оценки леса в современной буржуазной экономике	167
<i>И. И. Сиротов, И. В. Батин.</i> Механизация лесопользования и лесоскладских работ	169

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

<i>И. И. Керженцев.</i> Первые таблицы товарности насаждений в СССР	171
---	-----

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

<i>Л. Ф. Правдин, В. И. Мосин.</i> Конференция селекционеров Казахстана	174
<i>М. М. Корунев, Н. М. Белая, Б. А. Куклинов, Б. И. Кувалдин, В. В. Щелкунов, Б. Д. Ионов.</i> Республиканская научно-техническая и методическая конференция по сухопутному транспорту леса	175

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

Цена 1 руб.

Индекс 70368

**Подписывайтесь
на журнал на 1970 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Р а з д е л

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

К каждой статье, присылаемой в редакцию, автор должен приложить 2 экземпляра автореферата, без них статьи не будут приниматься редакцией к рассмотрению.

Требования, предъявляемые к реферату

1. В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике проведения исследования и его основных результатах.

2. Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: название статьи, фамилия и инициалы автора, название журнала, где помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения существа работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.

3. Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, их следует обобщить и систематизировать.

4. Средний объем реферата 1—1,5 страницы машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге обычного формата (30×21) в двух экземплярах с полем 4 см с левой стороны.

5. Таблицы, схемы, графики и пр. могут быть включены в том случае, если они отражают основное содержание работы или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, илл. 10.

6. Формулы приводятся только в том случае, если они необходимы для понимания статьи. Громоздкие математические выражения помещать не следует. Формулу следует вписывать четко, не изменяя принятых в оригинале обозначений величин. Формулы и буквенные обозначения вписываются чернилами черными во второй экземпляр. Вписывание формул и буквенных обозначений, а также исправление замеченных опечаток в первом экземпляре не делается.

7. В конце реферата в квадратных скобках указывается название учреждения или предприятия, в котором автор реферируемой работы (если эти данные приводятся в статье) провел работу. Подпись автора и дату написания реферата следует ставить в левом нижнем углу на обоих экземплярах реферата.