

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ВТОРОЙ

3

1959

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Доц. **Ф. И. Коперин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчаль** (зам. отв. редактора), председатель Архангельского совнархоза **И. Е. Воронов**, проф. **А. Е. Грубе** (зам. отв. редактора), проф. **М. Д. Данилов**, проф. **В. К. Захаров**, проф. **О. Г. Каппер**, проф. **С. Я. Коротов**, проф. **Ф. М. Манжос**, акад. ВАСХНИЛ проф. **И. С. Мелехов**, проф. **И. М. Науменко**, доц. **Н. В. Никитин**, доц. **С. И. Рахманов**, 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 и лесохозяйственных институтов.

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная имени Сталина, 17.
Лесотехнический институт, тел. 3-63-27.

ЗА УСКОРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ЛЕСНОМ ДЕЛЕ

Июньский Пленум Центрального Комитета Коммунистической партии Советского Союза разработал ряд важнейших мероприятий по практическому осуществлению исторических решений XXI съезда партии в области технического прогресса всех областей народного хозяйства нашей страны.

Претворяя эти мероприятия в жизнь, трудящиеся первой в мире страны социализма имеют все возможности досрочно выполнить величественные задания семилетнего плана, добиться невиданного укрепления экономической мощи СССР и высокого жизненного уровня советского народа, идущего к коммунизму рука об руку с народами других социалистических стран.

Среди богатейших природных ресурсов нашей Родины крупная роль принадлежит лесу, источнику множества продуктов, потребляемых всеми отраслями народного хозяйства и трудящимися в быту. Быстрое развитие лесной отрасли народного хозяйства так же необходимо для коммунистического строительства, как и развитие любой другой отрасли.

В постановлении Пленума ЦК говорится: «На современном этапе коммунистического строительства борьба за технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства является всенародным делом... научно-техническая пропаганда должна помогать каждому рабочему, инженерно-техническому работнику повышать свои знания и деловую квалификацию, содействовать ускорению технического прогресса, росту производительности труда».

Комплексное использование древесины, современные методы производства древесно-стружечных и древесно-волоконных плит, комплексная механизация лесозаготовительных операций, работ на нижних складах, лесоперевалочных базах и лесных биржах, — таковы важные задачи, которые поставил перед лесной и деревообрабатывающей промышленностью Пленум ЦК КПСС. «Необходимо, — записано также в постановлении Пленума, — чтобы ученые в содружестве с работниками производства вооружили народное хозяйство новыми теоретическими исследованиями, выводами, рекомендациями и открытиями, которые

ускоряли бы технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства, способствовали успешному выполнению семилетнего плана».

«Лесной журнал», призванный средствами научно-технической пропаганды содействовать ученым и инженерам в выполнении народнохозяйственных планов, ставит перед собой задачу усилить освещение вопросов экономики и технологии производства, обобщение передового опыта, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

Научные работники лесотехнических и лесохозяйственных вузов, отраслевых исследовательских институтов и других научных учреждений много сделали в области прогресса лесного дела. На страницах «Лесного журнала» отражена небольшая часть этих трудов по вопросам технологии и организации лесозаготовительного процесса, лесовосстановительных мероприятий в таежной зоне, автоматизации деревообрабатывающих производств, химической технологии древесины и ряда других.

Редакционная коллегия журнала считает, что научные и инженерные работники лесного хозяйства, лесозаготовок, деревообрабатывающей и лесохимической промышленности должны шире использовать специальную печать для внедрения в производство своих работ и своего опыта по вопросам технического прогресса во всех отраслях лесного дела. Предоставляя свои страницы для опубликования этих статей, журнал, вместе со всей лесной общественностью страны, усилит свой вклад в дело ускоренного развития лесной отрасли народного хозяйства, в построение коммунизма в нашей стране.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ДРЕВОСТОЯ
ПО ЗАПАСУ БЕЗ СРУБКИ ДЕРЕВЬЕВ*М. Л. ДВОРЕЦКИЙ*

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Поволжский лесотехнический институт)

I

Одним из существенных недостатков определения текущего прироста древостоя по запасу является большая трудоемкость этого способа: требуются значительные затраты времени как на валку и обмер срубленных деревьев, так и на обработку данных измерений и последующие вычисления. Чтобы получить результат с ошибкой, не превосходящей 10%, необходимо отбирать обычно не менее 15 модельных деревьев. Все это сильно ограничивает возможности применения указанного способа в широкой практике для текущих нужд лесного хозяйства.

Вполне естественно, что был предложен ряд упрощенных способов определения прироста, не предполагающих рубки деревьев и основанных на измерении прироста по диаметру 20—30 стоящих стволов. Здесь возможны два основных способа определения абсолютной величины текущего прироста по запасу древостоя, которая либо устанавливается непосредственно, либо вычисляется через запас древостоя и среднюю величину процента текущего прироста.

Остановимся на наиболее простых способах, использующих для определения абсолютной величины прироста объемные таблицы, а для определения процента прироста — принцип таблиц Пресслера для стволов стоящих деревьев.

Для выяснения этого вопроса были срублены все деревья на шести пробных площадях, заложенных в чистых сосняках Марийской АССР типа леса — сосняк-брусничник. Древостой рубкам ухода не подвергался. Был проведен детальный обмер всех стволов по коротким отрезкам (для двух самых молодых древостоев по однометровым, а для остальных — по двухметровым). В 26- и 45-летних древостоях измерялся прирост по диаметру за 5 лет, а во всех остальных — за 10 лет.

На пробной площади VI все 160 стволов были подвергнуты полному анализу по двухметровым отрезкам.

Характеристика пробных площадей

Номер пробной площади . . .	III	IV	VI	II	V	I
Средний возраст. (лет) . . .	26	45	60	64	80	155
Бонитет	II	I	I	I	II	II
Полнота	0,7	0,7	1,1	0,7	0,7	0,8
Число стволов на га	241	188	160	200	206	131

Действующие таблицы объемов стволов для основных древесных пород составлены по трем значениям второго коэффициента формы ствола q_2 : по разрядам высот и по ступеням высот и диаметров.

При использовании объемных таблиц возникают два вопроса: 1) Можно ли вообще одну и ту же таблицу, составленную для стволов, характеризующихся определенным средним значением q_2 , применять для стволов одного и того же древостоя, но в разные (пусть даже смежные) возрастные периоды его жизни? Другими словами, насколько устойчиво среднее значение q_2 древостоя во времени? 2) Можно ли таблицу разряда высот, установленного для t -летнего возраста древостоя, применять и для древостоя возраста $a \pm t$ лет?

В. Тишендорф [6] отмечал, что форма ствола в период спелости (зрелости) обусловлена формой ствола периода юности. Проф. Д. И. Товстолес [4], придерживаясь такого же мнения, объясняет это явление тем, что насаждения смолоду росли в сомкнутости, а последующее их изреживание не могло легко сказаться на форме ствола. Более конкретные данные об изменении q_2 приводят Ф. П. Моисеенко и А. Г. Мурашко [3]. Они указывают, что у 120 стволов дуба среднее значение q_2 изменилось за 5 лет — на 0,7%, за 10 лет — на 0,6% и за 20 лет — на 2,2%. Показательно, что теснота связи q_2 с его бывшим значением заметно падает с удлинением периода времени. Так, коэффициент корреляции оказался равным 0,87 — за пятилетний период, 0,73 — за десятилетний и 0,60 — за двадцатилетний.

По наблюдениям А. Д. Дударева [2] в сосняках среднее значение q_2 за 30 лет (от пятидесяти до восьмидесятилетнего возраста) уменьшилось всего на 0,02, то есть примерно на 3%. По исследованиям С. В. Волкова [1], в сосняках Ia и I бонитета за период от 10 до 40 лет среднее значение q_2 уменьшалось через каждые 10 лет на 0,03—0,04 (4—5%).

Однако средние видовые числа изменялись сильнее: по А. Д. Дудареву уменьшение их за десятилетие составляло 3,3% при сильных рубках

Таблица 1

Изменение коэффициента формы q_2 и видового числа f стволов сосны по десятилетиям (в %)

Номер пробной площади	Количество стволов, подвергнутых полному анализу	Таксационный признак	Возраст древостоя, лет									
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
6	15	q_2 f		-0,6 -10,6	3,8 -4,7	0,4 -1,5	-0,2 -1,2	-0,2 0,3	-0,1 -1,7	-1,3 -0,8		
7	15	q_2 f		-0,8	3,0 -4,7	-0,2 0,9	-0,5 -1,1	0,1 -2,0	-0,8 -0,9	0,0 -1,0	-0,9 -2,1	-0,8 -2,0
10	24	q_2 f			-9,6	0,8 -1,7	0,2 -0,4	-0,2 -0,6	0,5 -1,6	-0,8 -0,2	-0,3 0,8	0,1 1,1
VI	160	q_2		-2,4	1,0	0,7	0,0					
40 (липа)	32	f	-31,1	-8,5	0,5	-1,0	0,8	0,6	-0,2	0,4		

ухода и 2,2%¹ — при слабых, а по С. В. Волкову: за 20 лет — 11—14%, за 30 лет — 9% и за 40 лет — 7%¹.

Для сопоставления нами было определено изменение коэффициента формы ствола q_2 и видового числа f по полным анализам стволов, взятых с различных пробных площадей (табл. 1).

Выявляется, что и по анализам стволов изменение q_2 за 10 лет не превышает 1%, а f — 2% (исключение составляют молодняки). В общем, все приведенные данные являются достаточно согласованными и говорят о том, что начиная с некоторого возраста, средние значения q_2 изменяются незначительно.

По объемным таблицам А. Шиффеля, составленным для стволов хвойных пород, можно найти, что при изменении q_2 на 0,01 объем ствола изменяется на 1,8—1,9% (при $q_2 = 0,64—0,70$); для более сбежистых стволов изменение объема повышается до 2,1—2,4%, а для более тонких — снижается до 1,7%. Значит, при изменении q_2 на 1% объем ствола изменится на 1,2%, что нельзя считать значительным для запаса древостоя.

Возникает вопрос, можно ли для целей определения текущего прироста при вычислении запасов применять объемные таблицы, составленные по разрядам высот?

Еще Шпейдель [5] отмечал, что кривые, отражающие зависимости объемов и высот стволов древостоев от ступеней толщины, для более старого древостоя круче и до определенного возраста проходят выше, чем кривые для более молодых возрастов этого же древостоя, что можно видеть из данных, полученных на основании 160 полных анализов стволов пробной площади VI (см. табл. 2).

Таблица 2

Изменение средних высот ступеней толщины в зависимости от возраста

Возраст (лет)	Средний разряд высоты	Средние высоты в м по ступеням толщины деревьев (без коры)										
		Разряд высоты										
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
20	Va	3,2	4,3	5,4	6,5	7,6						
30	V		Va	Va	Va	Va	10,9	11,6	11,8			
40	III			IV	IV	IV	V	V	Va			
50	II			II	II	II	II	III	IV	15,9	16,0	
60	I			I	I	I	I	II	II		19,5	21,0
				Ia	Ia	Ia	Ia	Ia	Ia		22,0	22,8
											II	II—III

Разряд высот определялся по таблицам сбега, в которых за диаметр без коры на высоте груди принимался диаметр без коры на высоте 1 м.

Полученные результаты убедительно свидетельствуют о сильном изменении соотношения высот и диаметров, а значит — и разряда высот одних и тех же стволов даже за десятилетний период. Из табл. 2 видно, что в возрасте от 26 до 80 лет номер разряда высоты древостоя через каждые 10 лет возрастает на единицу. Совпадение соотношения высот и диаметров древостоев пробных площадей с соотношением, принятым в объемных таблицах, получилось лишь для древостоев, возраст которых

больше 60 лет. Для более молодых древостоев отмечается систематическое понижение (увеличение номера) разряда высот в направлении от наиболее тонкомерных ступеней толщины к наиболее толстомерным; это обстоятельство может привести к неправильному установлению среднего разряда.

На основании всего вышесказанного можно утверждать, что для определения текущего прироста по запасу древостоя целесообразно применять не разрядные таблицы объемов стволов, а таблицы по двум входам — высоте и диаметру. В связи с этим в таблицах по двум входам желательно приводить объем стволов не только в коре, но и без коры.

3

В практике уже достаточно давно используют таблицы объемов стволов для определения текущего прироста древостоя по запасу, но самый способ применения до сих пор разработан еще недостаточно и не выверен в нужной степени.

Таблицы объемов стволов по двум входам могут применяться для определения текущего прироста: а) на постоянных пробных площадях (при наличии перечетов стволов древостоя в начале и в конце периода наблюдения) и б) на временных пробных площадях (при наличии однократного перечета стволов).

Для того, чтобы установить точность определения текущего прироста древостоя при двукратном перечете всех стволов каждой пробной площади, были вычислены бывшие диаметры в коре, — путем вычитания прироста по диаметру из конечного диаметра в коре, — и бывшие высоты. Зная начальный и конечный диаметры (в коре) каждого ствола, нетрудно было камерально составить перечеты наличных стволов для начала и конца периода наблюдения и вычислить средние высоты по ступеням толщины каждого перечета. Так как средние высоты ступеней толщины получились дробные, то объем ствола, взятый из таблиц для данной ступени толщины, подвергался интерполяции по высоте.

Текущий прирост древостоя по запасу определялся как разность между найденными конечным и начальным запасами древостоя в коре и сопоставлялся по каждой пробной площади с действительным его значением, которое было получено как сумма индивидуальных объемных приростов всех стволов. В результате были определены ошибки в определении прироста по запасу древостоя (табл. 3).

Таблица 3

Выраженные в процентах ошибки в определении прироста по запасу наличных стволов древостоя с помощью объемных таблиц при двукратном перечете

Номер пробной площади	Возраст древостоя	Ошибка в определении конечного запаса древостоя (в %)	Ошибка в определении прироста по запасу (в %)
III	26	+17,3	+35,7
IV	45	+1	0,0
VI	60	-2,2	-8,9
II	64	-6,3	-2,9
V	80	+8,0	+8,5
I	155	-8,6	-14,0

Как и следовало ожидать, точнее всего текущий прирост может быть определен в древостоях, возраст которых лежит в пределах от 45 до:

80 лет (с ошибками в пределах $\pm 8-9\%$). Отсюда следует, что при наличии повторных переречетов одних и тех же стволов определение текущего прироста по запасу можно производить без рубки деревьев, применяя объемные таблицы по двум выходам.

При однократном переречете современный, конечный запас древостоя по объемным таблицам вычисляется просто. Сложнее обстоит дело с определением бывшего, начального запаса даже если по всем ступеням толщины известны надежные средние значения как прироста по диаметру, так и прироста по высоте. Затруднения вызываются тем, что бывшие ступени толщины стволов современного древостоя получаются в дробных числах и в дальнейшем требуется интерполяция табличных объемов и по диаметру, и по высоте.

В целях упрощения вычислительных работ представляется целесообразным такой прием. Переречет стволов производится по ступеням толщины в коре. Вычитая из каждой ступени толщины d_a среднее значение прироста по диаметру z_d , получаем бывшее значение этой ступени толщины d_{a-t} . Таким же образом находится и бывшее значение средней высоты h_{a-t} ступени толщины. После этого для каждой ступени толщины вычисляются коэффициенты:

$$k_d = \frac{d_a^2 - t}{d_a^2}, \quad k_h = \frac{h_{a-t}}{h_a} \quad \text{и} \quad k_v = k_d k_h.$$

Если из единицы вычесть коэффициент k_v , представляющий собой долю, составляемую начальным объемом ствола v_{a-t} от конечного объема v_a (при неизменном видовом числе), то получится коэффициент объемного прироста ствола $k_z = 1 - k_v$. Он указывает, какую долю от конечного объема ствола составляет текущий прирост по этому объему.

Приложение описанного приема ко всем шести пробным площадям с использованием объемных таблиц по двум входам привело к следующим ошибкам в определении текущего прироста по запасу наличного древостоя:

Номер пробных площадей	III	IV	VI	II	V	I
Ошибка в определении текущего прироста в %	+48,0	-3,7	+3,6	+10,5	5,6	0,8

Как видно из этих данных, точность определения прироста оказалась вполне удовлетворительной (с ошибкой, лежащей в пределах 10%) для всех древостоев (кроме 26-летнего). В целях упрощения описанного способа были испытаны еще два варианта определения прироста через средние диаметры и через средние высоты.

Были вычислены общие, средние для всех стволов пробной площади значения приростов по высоте и по диаметру и вычтены соответственно из средней высоты и среднего диаметра (в коре). По полученным значениям конечных и начальных средних диаметров (в коре) и средних высот для каждой пробной площади были установлены средние коэффициенты объемного прироста стволов $k_z = 1 - k_v$, на которые и умножалась величина запаса древостоев, вычисленная с помощью объемных таблиц по двум входам.

Во втором, еще более упрощенном, варианте средние значения текущего прироста по высоте брались из таблиц хода роста Варгаса и проф. Тюрина соответствующего класса бонитета и возраста как разность средних высот. Вычисленные по таблицам значения прироста по высоте оказались очень близкими к фактическим (табл. 4). Расхождения не превышали 0,2—0,3 м за 10 лет.

Таблица 4

Текущий прирост по высоте в м

Прирост	Номер пробной площади					
	III	IV	VI	II	V	I
Действительный	2,1	1,4	2,5	2,6	2,0	0,5
По табл. Варгаса	1,7	1,5	2,7	2,7	1,8	0,3
„ „ Тюрина	2,0	1,7	2,5	2,8	1,7	0,5

Ниже (табл. 5) приводятся результаты вычисления текущего прироста по запасу описанных упрощенным способом (через средние диаметры и высоты древостоя).

Таблица 5

Ошибки (в %) в определении текущего прироста древостоя

Прирост	Номер пробной площади					
	III	IV	VI	II	V	I
Действительный	+48	-4,2	0,9	3,4	6,4	-5,6
По табл. Варгаса	+37	-2,9	4,7	4,9	2,0	-10,2
„ „ Тюрина	+42	+2,0	0,9	6,5	-2,0	-5,6

И в этом случае точность определения получилась вполне удовлетворительной, с ошибкой, не превышающей 5—10% (кроме 26-летнего древостоя).

Таким образом, определять текущий прирост по запасу лучше всего сразу для всего древостоя через средние значения диаметра, высоты, прироста по диаметру и по высоте (прирост по высоте можно брать из таблиц хода роста), не прибегая к предварительному вычислению текущего прироста по запасу через ступени толщины.

В приведенных примерах бралась точная средняя величина прироста по диаметру (и действительная — по высоте), определенная как среднее арифметическое из текущих приростов всех стволов пробной площади.

Возникает вопрос: что получится, если средняя величина текущего прироста по диаметру будет установлена по данным обмера 20—30 учетных деревьев, механически отобранных из ограниченной совокупности стволов 5—6 центральных ступеней толщины (исключаются крайние ступени толщины)?

На всех пробных площадях было произведено 148 выборок деревьев для установления точности определения средней величины прироста по диаметру: 68 выборок — по 15, 46 выборок — по 20 и 34 выборки — по 30 учетных деревьев.

Оказалось, что выраженные в процентах ошибки определения среднего значения прироста по диаметру колебались для отдельных выборок в пределах:

- 1) по 15 учетным деревьям — ± 21 —24%, а общая среднеквадратическая ошибка отдельной выборки составила $\pm 10,5$ %;
- 2) по 20 учетным деревьям — ± 15 % при общей среднеквадратической ошибке ± 9 % и
- 3) по 30 учетным деревьям — ± 11 —14% при общей средней ошибке отдельной выборки ± 7 %.

Можно констатировать, что ошибки в определении текущего прироста древостоя по запасу через средние диаметры и высоты для древо-

ствоев в возрасте от 40—45 до 80—90 лет достигают в зависимости от количества взятых учетных деревьев: ± 25 — 27% — при 15, ± 16 — 18% — при 20 и ± 13 — 15% — при 30 учетных деревьях, а общие среднеквадратические ошибки отдельных наблюдений получились, соответственно: $\pm 10,7\%$, $\pm 9,8\%$ и $\pm 8,2\%$. Отсюда следует, что отбор по 20—30 учетным деревьям, несмотря на простоту самого способа, приводит к результатам, пригодным для практических целей.

Резюмируя, можно сказать, что при массовых работах, когда практически пересчет на каждом таксационном участке окажется неосуществимым, запасы древостоя можно определять по стандартным таблицам запасов, а средний диаметр и среднюю высоту — обычным приемом, рекомендуемым для тщательной глазомерной таксации, с последующим измерением прироста по радиусу на высоте груди у 20—30 учетных деревьев, отобранных из числа деревьев 5—6 центральных ступеней толщины.

В заключение заметим, что средняя величина прироста в высоту для стволов по ступеням толщины конечного пересчета и разность средних высот одноименных ступеней толщины конечного и начального пересчетов тех же стволов являются совершенно различными величинами и друг друга никак не могут заменить.

4

Когда известны запас древостоя v_a и процент текущего периодического прироста по этому запасу p_v , то абсолютная величина периодического текущего прироста по запасу z_v обычно вычисляется по формуле:

$$z_v = \frac{v_a}{100} p_v.$$

Если же P_v вычислен по общепринятой формуле Пресслера, то приведенная расчетная формула принимает вид:

$$z_v = \frac{v}{100 + 0,5p_v} p_v.$$

Ошибка в полученной величине прироста p_z зависит от ошибки в определении запаса древостоя p_1 и процента прироста p_2 и равна их алгебраической сумме, то есть

$$p_z = p_1 + p_2 + \frac{p_1 p_2}{100} \approx p_1 + p_2.$$

Без срубki деревьев запас древостоя может быть определен, например, по соответствующим таблицам объемов стволов. Сложнее определить процент объемного прироста стволов древостоя.

Наиболее известными являются таблицы Пресслера для определения процента объемного прироста ствола стоящего дерева.

Для отдельного ствола (по таблицам) ошибки в определении процента прироста могут достигать ± 40 — 50% и даже больше. Возникает вопрос: насколько эти таблицы пригодны для целей определения процента прироста по запасу древостоя?

Для объективной оценки средней энергии роста стволов древостоя предлагается следующая эмпирическая шкала:

Древесные породы	Рост дерева считается			
	слабым	умеренным	хорошим	очень хорошим
	если прирост по высоте за 10 лет в среднем составляет			
1. Быстро растущие	до 1 м	1—2,9 м	3—4 м	Более 4 м
2. Медленно растущие и IV-V бонитет быстро растущих	до 0,5	0,6—1,9 "	2—3 "	—

Ориентировочное значение прироста по высоте можно брать из таблиц хода роста как разность смежных средних высот древостоев соответствующего возраста и бонитета.

Протяженность кроны (как и энергия роста), устанавливается средняя для всего древостоя.

Теоретическое обоснование применимости таблиц Пресслера к древостою в целом дает вычисленные значения коэффициентов корреляции: общих r_{xy} и множественных r_{xyz} для p_v и коэффициента процента объемного прироста $e = p_v : p_d$ (табл. 6).

Таблица 6

Коэффициенты корреляции между p_v и e с одной стороны и z_h , $p_{кр}$ и q_2 с другой

Коэффициент корреляции	Номер пробной площади				
	III	IV	II	V	I
1. Общий:					
$r_{p_v \cdot z_h}$	0,09	0,44	0,58	0,39	0,43
$r_{p_v \cdot p_{кр}}$	0,16	0,31	0,32	-0,09	0,16
$r_{p_v \cdot q_2}$	-0,33	0,06	-0,29	-0,36	-0,20
$r_{e \cdot z_h}$	0,26	0,14	0,09	0,39	-0,02
$r_{e \cdot p_{кр}}$	0,03	-0,13	0,36	0,20	-0,14
$r_{e \cdot q_2}$	-0,14	-0,23	-0,31	-0,35	-0,18
2. Множественный					
$r_{p_v \cdot z_h \cdot p_{кр}}$	0,21	0,49	0,84	0,48	0,48
$r_{p_v \cdot z_h \cdot q_2}$	0,57	0,51	0,81	0,44	0,46
$r_{p_v \cdot p_{кр} \cdot q_2}$	0,24	0,47	0,36	0,37	0,21
$r_{e \cdot z_h \cdot p_{кр}}$	0,28	0,26	0,41	0,39	0,45
$r_{e \cdot z_h \cdot q_2}$	0,24	0,26	0,30	0,48	0,17
$r_{e \cdot p_{кр} \cdot q_2}$	0,14	0,25	0,39	0,35	0,21

Здесь особенно важен множественный коэффициент корреляции, показывающий зависимость одного признака одновременно от двух других. Он убедительно свидетельствует о целесообразности ориентировочных значений, принятых Пресслером для выбора разряда или номера столбика его таблиц: прироста по высоте z_h и относительной протяженности кроны $p_{кр}$. Те же самые значения вполне применимы и для установления среднего значения коэффициента e для древостоя.

По данным неполного анализа приблизительно 1500 стволов были вычислены средние значения коэффициента e в двух вариантах: а) в зависимости от средних значений прироста в высоту и относительной протяженности кроны и б) в зависимости от средних значений прироста в высоту, протяженности кроны и возрастных этапов.

Приводим более подробный первый вариант определения средней величины коэффициента e (табл. 7).

Таблица 7

Среднее значение коэффициента процента прироста $e = p_v : p_d$ в зависимости от прироста в высоту и протяженности кроны стволов древостоя

Прирост по высоте за 10 лет в м	Протяженность кроны в %						
	15	25	35	45	55	65	75
5 (3)	4,0	3,7	3,4	3,2	2,9	2,7	2,5
4 (2)	3,7	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4
3 (1)	3,4	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5	2,3
2 (1,5)	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5	2,4	2,2
1 (0,8)	3,0	2,8	2,7	2,5	2,4	2,3	2,2
До 0,5 (0,3)	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1

Примечание: Прирост по высоте показан в двух вариантах: для светолюбивых пород и в скобках — для теневыносливых.

По преобразованной формуле Шнейдера $p_v = \frac{k_i}{d} = \frac{kz_d}{2d}$ получаем $p_v = \frac{k'}{r}$, где r — относительный диаметр ствола, равный $p : z_d$.

При протяженности кроны, равной 25—50%, средние значения коэффициента k' в зависимости от прироста в высоту оказались равными:

p_v за 10-летний период	0,5	1	2	3	4	5 м
Группа	240	280	295	310	330	350
k'	I	II	III	IV	V	VI

По приведенной формуле составлена вспомогательная таблица для быстрого определения процента прироста по запасу (см. приложение).

Три описанных способа были проверены на всех шести пробных площадях со сплошной рубкой деревьев и на десяти пробных площадях с рубкой по 15—20 модельных деревьев.

Таблица 8

Точность способов определения процента прироста стоящих стволов древостоя по запасу

√ способ выбора учетных деревьев	Способ определения					
	по табл. Пресслера		через средние значения e		по формуле $p_v = \frac{k'}{r}$	
	средняя ошибка в %	систематическая ошибка в %	средняя ошибка в %	систематическая ошибка в %	средняя ошибка в %	систематическая ошибка в %
Выборка на сплошь срубленной пробной площади						
а) 20 учетных деревьев	± 8,4	+2,7	± 8,5	-1,5	± 8,0	0,0
б) 30 "	± 6,7	+2,2	± 8,3	+1,5	± 6,1	+0,3
Рубка 15—20 модельных деревьев	± 10,0	+4,1	± 7,7	+2,2	± 9,0	+3,2

Все три способа показали практически одинаковые результаты со средней ошибкой в пределах ±8% при определении прироста по диаметру не менее как у 20 учетных деревьев. Все вычисления произво-

дятся не по отдельным деревьям, а по итоговым значениям диаметров и приростов по диаметру. Наибольшие ошибки отдельных выборов единично достигали: $\pm 25\%$ — при $n = 20$ и $\pm 20\%$ — при $n = 30$ учетных деревьев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Волков. Культуры сосны в Усманском бору, их состояние, ход роста и производительность. Автореферат кандидатской диссертации. Воронеж, 1953. [2]. А. Д. Дударев. Строение и рост сосняков Брянского лесного массива по длительным наблюдениям на постоянных пробных площадях. Автореферат кандидатской диссертации, Воронеж, 1950. [3]. Ф. П. Моисеенко и А. Г. Мурашко. Определение текущего прироста насаждений. Сборник по лесному хозяйству № 1. Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства. 1940. [4]. Д. И. Товстолес. Бонитет насаждений «Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо», № 8—9, 1927. [5]. E. Spreidel. Beiträge zu den Wuchsgesetzen des Hochwaldes und zur Durchforstungslehre, Tübingen, 1893. [6]. W. Tischendorf. Gesetzmäßigkeit des Höhen und Stärkenzuwachses unserer Nadelhölzer während ihrer Vollkraft. Centralblatt für das gesammtes Forstwesen, № 3/4 und № 7/8, 1925.

Поступила в редакцию
28 июля 1958 г.

О ПРИМЕНЕНИИ ЛЕСНОЙ ТИПОЛОГИИ В УСТРОЙСТВЕ ГОРНЫХ ЛЕСОВ

Л. Б. МАХАТАДЗЕ

Доктор биологических наук

(Институт леса Академии наук Грузинской ССР)

Почти во всех горных лесах Кавказа хозяйство должно быть направлено в первую очередь на сохранение или повышение водоохранно-почвозащитных функций леса. Однако это не означает, что нужно отказаться от получения древесины из лесов первой группы. В этих лесах, наряду с рубками ухода, допускаются и главные рубки*, но с условием обязательного возобновления. Для того, чтобы предложить систему и режим рубки, сопровождающиеся наилучшим естественным возобновлением желаемой породой, следует хорошо знать биологические и экологические особенности тех или иных лесных сообществ. Поэтому до проведения лесоустройства необходимо предварительно изучить типологию этих лесов.

Впервые попытку провести лесоустройство на лесотипологической основе сделал Г. П. Мотовилов, объединив отдельные типы леса в хозяйственные группы («хозяйства») [3], [4], [5], [6], [7].

Мы также пытались провести лесоустройство на базе типов леса; впервые это было сделано в 1939 г. в Атенском ущелье (Северный склон Тиалетского хребта**) на площади 18 тыс. га, а затем в 1940 г. в Кироваканской опытной станции Армянской ССР на площади 1300 га. В дальнейшем, продолжая работать по изучению типов леса Кавказа, мы пришли к окончательному убеждению (вопреки мнению некоторых других лиц), что устройство горных лесов на лесотипологической основе вполне реально и что оно имеет ряд преимуществ перед обычным лесоустройством.

Разделяя точку зрения Г. П. Мотовилова, мы считаем необходимым (в связи со спецификой горных лесов Кавказа) внести некоторые уточнения.

По условиям местообитания, а тем более в лесотипологическом отношении, горные леса Кавказа весьма разнообразны. Так, типов дубовых лесов (чистых и смешанных) на территории Армянской ССР насчитывается 31. Если к этому числу прибавить 8 типов букового леса, 3 — соснового, 3—4 — можжевельниковых и 5—6 прочих пород, мы получим около 52 типов леса.

* За исключением сплошно-лесосечных.

** Леса Атенского ущелья входят в состав Горийского опытно-показательного лесхоза Института леса АН Грузинской ССР.

Планировать лесное хозяйство по такому большому количеству типов леса невозможно. Необходимо объединить отдельные биологические типы леса в хозяйственные группы, или так называемые «хозяйства». Такое объединение произвести, как увидим ниже, совсем нетрудно, а потому ни в коем случае не следует стремиться к расширению понятия типа леса, под которым мы подразумеваем тип биогеоценоза, полностью придерживаясь в этом отношении взглядов акад. В. Н. Сукачева.

Понятие «тип леса» не следует отождествлять с понятием «лесная ассоциация». При отождествлении понятий «тип леса» и «растительная ассоциация» возникает ряд трудностей. Определенные таким образом типы леса не смогут найти применения в лесоустройстве и вообще в лесоводстве, так как площадь их будет очень мала и, кроме того, один тип леса через 2—4 года может перейти в другой. При таком положении один тип леса нередко будет включать в себя несколько классов бонитета, как это может иметь место в высотно замещающих типах леса, характеризующихся однородной растительностью, но разными бонитетами (например, овсяницева бучина II, III и IV бонитетов). Неизбежным станет также выделение так называемых «мертвопокровных типов леса», дробление участков в зависимости от подлеска из экологически однородных, но флористических разнородных пород и пр.

Таким образом, при лесоустройстве по нашему методу можно пользоваться только лесной типологией, разработанной акад. В. Н. Сукачевым. Ни схема типов леса, данная П. С. Погребняком [9], ни лесные ассоциации нами не могут быть использованы.

В хозяйство мы объединяем типы леса, близкие в биоэкологическом отношении, допускающие проведение одинаковых лесохозяйственных мероприятий, как то: система главной рубки, режим рубки ухода, способ содействия естественному возобновлению, лесокультурные мероприятия, метод очистки лесосек и пр.

В лесоустройстве издавна принято определять хозяйства независимо от условий местообитания, базируясь лишь на господствующей породе. Мы считаем, что основным принципом, объединяющим типы леса в хозяйственные группы (хозяйства), является учет условий местообитания, влияющих на ход роста древостоя и на характер и степень естественного возобновления, которые в свою очередь определяют комплекс лесохозяйственных мероприятий. Но не следует забывать, что не приемы лесовозобновления или методы ухода за лесом являются отличительными признаками хозяйств, а те или иные ожидаемые полезности [8]. В нашем случае, помимо повышения водоохранной роли леса, от каждого хозяйства можно получать дубовый крупный пиловочник, дубовый мелкоподелочный лес и т. п.

Мы считаем, что нельзя объединять в одно хозяйство насаждения одной преобладающей породы и даже одного класса бонитета, но относящиеся к резко отличным условиям местообитания.

Например, в Армении распространены такие типы леса:

1. Разнотравная грабниково-дубрава IV бонитета со вторым ярусом из грабника, кизила и других кустарников и с разнотравным напочвенным покровом. Естественное возобновление удовлетворительно, представлено дубом и ясенем; требуется своевременное прореживание подлеска.

2. Злаковая дубрава IV бонитета, произрастающая на южных склонах среднего горного пояса. Злаковый покров, образующий задернение лугово-степного типа, слабо развитая лесная подстилка и дефицит влаги во вторую половину лета создают препятствие естественному возобновлению. Для получения успешного естественного возобновления дуба необходим особый режим хозяйства, заключающийся прежде всего в выращивании высокополнотных древостоев (0,8 и выше) к возрасту главной рубки. В противном случае необходимы лесные культуры — посевы желудей в обработанную плошадками почву.

3. Крупнотравная дубрава верхнего горного пояса IV бонитета полнотой 0,4—0,6; древостой с суковатыми стволами, с низко посаженными кронами и слабым естественным лесовозобновлением, которое объясняется отрицательным влиянием «полувысокотравия», отсутствием задернения и наличием влажных верхних почвенных горизонтов (A₀, A₁).

Объединить в одно хозяйство эти три типа леса не представляется возможным, так как процессы естественного возобновления протекают в них различно. В связи с этим меняются не только система и режим главных рубок, но и рубки ухода, способы содействия естественному возобновлению, методы очистки лесосек и лесокультурные мероприятия.

В то же время в отдельных случаях мы считаем возможным объединять в одно хозяйство типы леса с разными господствующими породами*.

Примером могут служить встречающиеся в лесах Армении следующие типы:

1. Папоротниковая дубрава** состава 8(9)Д2(1)Гр. Сед. Ил, III бонитета, с сильно развитым покровом из мужского папоротника и очень рыхлым почвенным горизонтом А.
2. Дубово-ильмовый лес состава 7(8)Ил.3(2)Д, III бонитета, характеризующийся теми же условиями местообитания.
3. Дубово-грабовый лес состава 7(8)Гр., 3(2)Д (иногда участие дуба падает до 10%), III бонитета; условия местообитания те же.

В данном случае мы имеем (по терминологии С. Я. Соколова [10]) серию папоротниковых типов леса, относящихся к одинаковым условиям местообитания. Несмотря на то, что в первом случае господствует дуб, во втором — ильм, а в третьем — граб, эти три типа леса следует объединить в одно хозяйство, так как слабое лесовозобновление во всех случаях объясняется одними причинами — неблагоприятными физическими свойствами почв и физиологической сухостью [1], [2]. Для достижения успешного возобновления дуба с примесью ильма в этих случаях перед обсеменением необходимо провести содействие, заключающееся в снятии верхнего горизонта почвы толщиной в 8—10 см полосами в 1 м шириной, расположенными по горизонталям склона. Через год после обсеменения следует провести соответствующую групповую или постепенную (в два приема) рубку. Однако далеко не всегда типы леса с разными древостоями в одинаковых условиях местообитания можно объединить в одном хозяйстве. Например, папоротниковую бучину ни в коем случае нельзя объединять в одно хозяйство с вышеуказанными типами леса, так как возобновление бука, чувствительного в молодом возрасте к прямым солнечным лучам и заморозкам, требует совершенно иного режима рубки. (Напомним, что по Погребняку [9] все это относится к одному типу леса — с господством дуба, граба, ильма или бука).

Как следует из вышеизложенного, многочисленные типы лесов можно объединить в несколько хозяйственных групп.

Например, все дубовые и смешанные леса Армении мы объединили в восемь групп [2]:

I. Сложные порослевые дубравы из дуба грузинского включают в себя: дубравы осоковые (грабинниковую и боярышниковую Va бонитета), пыреевые (грабинниковую и кизилковую V бонитета), разнотравные (грабинниковую и кизилковую IV бонитета и лещиновую IV/III бонитета).

В Армении они обычно занимают весь нижний горный пояс в пределах высот 550—1100 м над уровнем моря и характеризуются двух-

* Подобные объединения допускает и Г. П. Мотовилов [4], [5].

** Из дуба восточного, не страдающего от заморозков.

трехъярусной структурой и весьма богатой дендрофлорой. В большинстве случаев имеют место двухъярусные сообщества порослевого происхождения.

Целевая установка (помимо повышения водоохранной роли леса, которая соблюдается во всех восьми хозяйствах) — выращивание ясенево-дубовых семенных сообществ с подлеском из плодовых кустарников.

II. Порослевые дубравы араксинского дуба состоят из бородачево-эспарцетовой и бородачево-осоковой дубрав Va бонитета, злаково-разнотравной V бонитета, широколиственной грабовой IV бонитета*. Эти дубравы имеются лишь на юго-востоке Армении; все они порослевого происхождения (обычно не ниже VI—VII поколения), первого класса возраста; очень редко можно встретить куртины араксинского дуба 35—50 лет.

Целевая установка — выращивание древесины дуба для нужд коньячного производства.

III. Сухие злаковые и осоковые дубравы** из дуба восточного (средний и верхний горные пояса) состоят из типчаковой и степной разнотравной дубрав V/a бонитета, осоковой V бонитета, злаковых V (верхний пояс) и IV бонитетов. Эта группа типов леса, занимая большие площади, встречается по всей Армянской ССР, причем преимущественно на южных склонах. Она резко отличается от остальных дубрав Армении своими своеобразными условиями произрастания, которые в основном характеризуются дефицитом влаги. Почвы дубрав описываемой группы близки к почвам сухих степей и характеризуются плохой структурой, высокой капиллярностью и слабой водопроницаемостью. В связи с крайне тяжелыми лесорастительными условиями естественное возобновление дуба здесь затруднено.

Целевая установка — выращивание мелкоподелочной дубовой древесины (в основном для паркетной фрезы и машиностроения).

IV. Сухие грабовые дубравы со злаковым покровом, к которым относятся дубравы: пыреевая и мятликовая, грабовые IV бонитета и овсяницевая грабовая IV, III/IV бонитета, располагаются на северных и восточных склонах и приурочены к наиболее сухим местам (к уклонам более 25°, выпуклостям рельефа, водоразделам и пр.). В данной группе иногда наблюдается поверхностный смыв почв, чего нет в других группах. В связи с этим рубки должны быть крайне осторожными.

Целевая установка — выращивание почвозащитных дубово-грабовых сообществ по крутым северным склонам.

V. Высокопроизводительные дубравы и смешанные леса из дуба восточного (средний горный пояс). Сюда относятся разнотравная и ясенниковая грабовая дубравы III бонитета, а также крупнотравная и ясенниково-подлесниковая грабовая II бонитета. Распространены они по пологим северным склонам на мощных свежих почвах. Здесь дуб прекрасно возобновляется, но для этого требуется своевременное осветление подроста.

Целевая установка — выращивание крупнотоварной дубовой древесины.

VI. Папоротниковые и смешанные дубовые леса из дуба восточного включают в себя чистую, ильмовую и грабовую дубравы III и III/II бонитетов.

Исследования [1], [2] показали, что естественное возобновление

* Встречена лишь в одном месте на площади 0,5 га.

** Так называемые степные дубравы.

здесь отсутствует: всходы теневых пород погибают к концу лета первого года жизни. Дуб выживает до двух-трех лет. Причины гибели всходов — неблагоприятные физические свойства почв и физиологическая сухость.

Целевая установка — получение крупнотоварной ильмовой и дубовой древесины.

VII. Низкопроизводительные разнотравные дубравы верхнего горного пояса из дуба восточного состоят из крупнотравной и разнотравной дубрав IV бонитета, характерной чертой которых является высокая суковатость и искривленность стволов, образующаяся в результате низкой сомкнутости молодых древостоев. Смыкание древостоя наступает здесь поздно — после 60—70 лет. Естественное лесовозобновление слабое.

Целевая установка — восстановление лесов верхнего пояса (культуры в прогалинах и редилах).

VIII. Субальпийские высокоотравные влажные дубравы из дуба восточного содержат ильмовую дубраву IV бонитета, дубово-березовый лес и кленовую дубраву V бонитета; встречаются в основном в Северной Армении, редко в округе бассейна озера Севан (в верховьях р. Мисхана). В травяном покрове — высокоотравие; возобновление групповое, но слабое. Древостои и здесь расстроены бессистемным хозяйством и постоянной пастьбой скота в прошлом. Кроме того, редкостойность древостоя определяется тяжелыми лесорастительными условиями верхнего предела леса.

Целевая установка — восстановление лесов у верхнего предела леса (лесокультуры).

Нам думается, никто из лесоводов не станет оспаривать, что в связи с резко различными биоэкологическими особенностями каждой из приведенных групп типов леса и целевыми установками, лесохозяйственные мероприятия для каждой из них будут также резко отличаться друг от друга.

Перечисленные хозяйственные группы типов леса помимо дифференциации по хозяйственным мероприятиям имеют еще одно важное преимущество. Изучение физико-механических свойств древесины дубов Армении в рамках приведенных хозяйств выявило полную зависимость между физико-механическими свойствами этой древесины и почвенно-экологическими условиями. Таким образом, хозяйства определяют также и технические свойства древесины, требующиеся для тех или иных целей (Х у р ш у д я н, цитировано по [2]). В связи со сказанным возникает возможность организации хозяйств целевого направления для получения древесины нужных технических свойств. Например, III хозяйство, где выращивается наиболее твердая древесина, может быть направлено на обеспечение древесины машиностроения. V хозяйство в связи со слабой усушкой и высокой гибкостью древесины может быть ориентировано на изготовление специальных изделий, для которых важны эти свойства, и т. д.

Приводим также пример объединения в хозяйства буковых типов леса Армении, состоящих из мятликовой бучины IV бонитета, овсяницевой IV/III, III и II бонитетов, ясенниковой III и II бонитетов, двухлепестниковой (*Circaea*) I бонитета, папоротниковой II бонитета, и субальпийской бучины III, III/IV бонитета.

В этом случае в одно хозяйство объединяются мятликовые и овсяницевые, то есть «сухие бучины», располагающиеся обычно на крутых (более 25°) склонах; здесь более приемлемы осторожные выборочные рубки. Во второе хозяйство входят ясенниковые и двухлепестниковые, то есть «свежие бучины», произрастающие по пологим склонам и харак-

теризующиеся хорошим естественным возобновлением; здесь могут быть применены постепенные или групповые рубки. В третьем хозяйстве входят папоротниковые и субальпийские, то есть «крупнотравные бучины», характеризующиеся очень слабым естественным возобновлением бука и прочих пород и требующие специальных методов содействия возобновлению, а в отдельных случаях применения лесокультур.

Мы привели в сжатых чертах характеристику отдельных хозяйств для дубовых, смешанных и буковых лесов Армении. Нужно лишь добавить, что в пределах одного лесничества количество хозяйств, как правило, будет значительно меньше (4—7), так как та или иная географическая область должна быть разбита на несколько лесорастительных районов [2].

Перед началом полевых работ лесотиполог должен детально ознакомиться таксаторов как с основными принципами лесной типологии, так и с типами леса данного лесничества. В продолжение полевых работ он должен несколько раз проверять таксаторов и вносить коррективы. Независимая друг от друга работа таксатора и лесотиполога, даже в случае, если типолог даст лесотипологическую карту, — неприемлема.

Составление плана лесонасаждений производится как и при обычном лесоустройстве. Необходимым условием является нанесение выделов в рамках типа леса или (если это не представляется возможным из-за мелких площадей отдельных типов леса) в рамках хозяйственной группы типов леса.

В таксационное описание данного выдела заносятся как входящие сюда типы леса, так и вкрапления других типов.

Ввиду того, что раскраска плана лесонасаждений производится по господствующей породе, не исключены случаи, когда один и тот же тип леса на плане будет иметь разную окраску.

Могут быть случаи фрагментарной мозаики двух или нескольких типов леса (так называемый комплекс типов леса), где каждый фрагмент будет очень мал; в таких случаях выдел производится в рамках комплекса, условно отмечается господствующая порода и бонитет. Этот комплекс входит в таксационное описание, где описывается каждый компонент.

Как показал наш опыт, в лесах Атенского ущелья величины выделов колебались от 50 до 1—2 га, хотя как исключение (в особенности в порослевых одновозрастных сложных дубравах) они иногда достигали 100 и более гектаров каждый. В Кироваканском опытном лесничестве (Армения) размеры выделов колебались примерно от 14 до 0,5 га.

Чтобы избежать составления дополнительного плана по типам леса, упростить работу и облегчить пользование основным планом лесонасаждений, мы предлагаем наносить на чистую восковку (или кальку) контуры хозяйств, которые покрываются соответствующей условной штриховкой. При пользовании планом лесонасаждений восковка с контурами хозяйств накладывается на план.

В соответствующих главах лесоустроительного отчета для каждой хозяйственной группы типов леса разрабатывается и обосновывается общий план хозяйства, возраст, система и режим главной возобновительной рубки и пр. Все сводные таблицы (площадей по породам, запасов, полнот, бонитетов) составляются для каждого хозяйства в отдельности. Кроме того, составляются таблицы типов леса. Размер пользования рассчитывается также по хозяйствам.

Следует однако подчеркнуть, что на современном этапе состояния нашего лесного хозяйства лесная типология может иметь применение только в передовых лесничествах с интенсивным хозяйством.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. Б. Махатадзе. О некоторых особенностях почв и лесовозобновлении в папоротниковой бучине. Известия АН Армянской ССР, т. III, № 7, 1950. [2]. Л. Б. Махатадзе. Дубравы Армении. Изд. АН Армянской ССР, Ереван, 1957. [3]. Г. П. Мотовилов. Вопросы организации лесного хозяйства в лесах первой группы. Труды Института леса АН СССР, т. X, М., 1953. [4]. Г. П. Мотовилов. Применение лесной типологии при устройстве лесов СССР. Вопросы лесоведения и лесоводства. Институт леса АН СССР, М., 1954. [5]. Г. П. Мотовилов. Лесоводственные основы организации лесного хозяйства СССР. Изд. АН СССР, М., 1955. [6]. Г. П. Мотовилов. Применение лесной типологии в лесоустройстве. Труды института лесохозяйственных проблем АН Латвийской ССР, т. IX, 1955. [7]. Г. П. Мотовилов. Способы применения лесной типологии в лесоустройстве. Методические указания к изучению типов леса. Изд. АН СССР, М., 1957. [8]. В. И. Переход. К вопросу о применении типологии в лесном хозяйстве. Труды института лесохозяйственных проблем АН Латвийской ССР, т. IX, 1955. [9]. П. С. Погребняк. Основы лесной типологии. Киев, 1955. [10]. С. Я. Соколов. Определитель наиболее распространенных типов леса Черноморского побережья. Сб. «Абхазия». Геоботанический и лесоводственный очерк, изд. АН СССР, М.-Л., 1936.

Поступила в редакцию
15 сентября 1958 г.

СТРУКТУРА УРОЖАЕВ СЕМЯН В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

В. П. ТИМОФЕЕВ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Институт леса АН СССР)

Здоровым лесным насаждениям свойственно, начиная с возраста возмужалости, давать урожаи семян. При этом одни деревья дают большие урожаи семян, другие меньшие, третьи совсем не плодоносят. Совершенно очевидно, что лесобиологическая роль и хозяйственное значение плодоносящих и не плодоносящих деревьев в насаждениях различны.

Помимо теоретического интереса, вопрос этот имеет важное производственное значение при организации семенных хозяйств, в которых мы практически подходим к возможности управления плодоношением (о чем еще полстолетия тому назад писали А. Н. Соболев и А. В. Фомичев [13]).

В этой статье приводятся результаты исследований, проведенных нами в б. Брянском опытном лесничестве в наиболее распространенном типе леса — сосняке-брусничнике (*Pinetum vaccinosum*) VI класса возраста.

Для заготовки семян сосны (*Pinus silvestris* L.), широко применяемых при искусственном лесовозобновлении и лесоразведении, а также для регулирования естественного возобновления сосновых насаждений, необходимо знать количество и качество урожаев, собираемых ежегодно в разных ботанико-географических зонах, разных типах леса и разных возрастах древостоев, а так же распределение урожая семян по отдельным деревьям в древостое. Если первая группа вопросов разработана отечественными учеными и производственниками [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [14], [15], [16], [18], [19], [20], [21] и др. и может быть признана более или менее ясной, то о втором вопросе этого сказать нельзя: он изучен слабо.

Нами производились исследования распределения урожаев семян по отдельным деревьям [15]. Как уже говорилось, основную массу урожая семян в насаждениях дает очень небольшое количество деревьев. Из табл. 1 видно, что четыре наиболее урожайных дерева (№ 66, 93, 96 и 55), или 5,5% плодоносящих деревьев пробной площади дали 9735 семян весом 55 г, что составляет 35,7% от количества семян на пробе, или 38,1% от общего веса урожая семян. 10% наиболее урожайных деревьев дают 50% урожая семян, а 50% наиболее урожайных деревьев дают 95% общего урожая (см. также [15]).

Урожайность деревьев в спелых и полных сосновых насаждениях не может быть связана только с наибольшим развитием таких лесотак-

сационных признаков, как диаметр, высота, длина кроны. Урожайными, как правило, являются здоровые деревья I и II классов роста с длиной кроны около половины высоты ствола, хорошо освещаемой солнечными лучами с южной и восточной стороны. Наиболее урожайные деревья в насаждении имеют степень сомкнутости крон не выше 0,5.

Более тяжелые и крупные семена образуются на наиболее высоких и толстых деревьях II и I классов роста (табл. 2).

Таблица 2

№ дерева	Класс роста	Диаметр в см	Вес 10 000 семян в г	Номер по степени урожайности (см табл. 1)
76	I	42	6,91	54
64	II	42	6,50	55
56	II	36	6,37	6
68	I	51	6,31	20
66	II	35	6,21	1
26	I	41	6,07	25
96	II	45	6,00	3
48	II	28	6,00	15
52	IV	21	6,00	69
59	I	42	5,95	54
4	II	41	3,54	11
24	I	34	3,59	14
89	I	48	3,64	67
70	III	22	3,74	66
27	III	24	3,75	52
73	III	30	3,80	19
81	III	35	4,00	43
32	II	28	4,00	48
86	II	35	4,08	39
38	I	40	4,29	17

Как видно из табл. 2, группу с наиболее тяжелыми семенами в десяти случаях из десяти составили деревья I и II классов роста, а в группе с наиболее легкими вошли четыре дерева III класса, три дерева I класса и три дерева II класса.

Средний вес двухлетних шишек имеет такую же слабо выраженную зависимость от класса роста деревьев. Средний вес одной двухлетней шишки по классам роста следующий:

I класса	— 3,61 г
II »	— 3,3 »
III »	— 3,4 »
IV »	— 2,8 »

Среднее количество семян в шишке (7,1 шт.), как и средний процент пустых семян (10%), у деревьев различных классов роста очень близкие; некоторые деревья, особенно низших классов роста, проявляют большую изменчивость.

Для отдельных деревьев данные урожая шишек и семян лета 1928, 1929 и 1930 гг. в общем повторяют структуру урожая рассмотренной лесосеки лета 1927 г. (табл. 1, см. также [15]).

Эти данные имеют значение при выборе модельных деревьев (характеризующих урожай семян), выборе семенников для возобновления вырубок, организации заготовок семян и мероприятий содействия естественному возобновлению.

А. Н. Соболев [13] считал, что чем больше освещения получает дерево, тем сильнее развивает оно свою вершину и тем больше дает семян.

Данные об урожае шишек и семян по отдельным
в б. Брянском
(Лесосека 1926 г., лёт семян)

№ дерева по порядку убывания урожайности семян	№ дерева на плане	Класс роста	Диаметр в см	Высота в см	Длина кроны в %	Поперечник кроны в м	Количество двухлетних шишек	Вес двухлетних шишек (сырых)
1	66	II	35	26,6	49	6,8×6,4	804	2485
2	93	II	42	29,7	50	5,6×6,6	342	1015
3	96	II	45	32,8	52	5,0×7,0	160	666
4	55	II	38	28,7	43	5,8×7,8	153	605
5	40	II	32	29,1	29	4,4×4,2	107	417
6	56	II	36	27,3	38	5,0×5,2	101	484
7	39	II	33	34,0	37	3,2×6,8	74	297
8	9	I	45	26,3	61	6,6×6,8	89	282
9	90	II	30	27,8	31	4,4×6,8	196	665
10	36	I	54	33,8	35	7,4×8,4	121	474
11	4	II	41	26,8	47	5,0×4,8	220	471
12	74	II	33	30,8	48	3,8×3,4	125	360
13	67	II	39	27,3	37	5,6×5,6	67	210
14	24	I	34	30,7	50	5,4×5,4	59	188
15	48	II	28	30,3	26	4,6×4,6	46	256
16	33	III	18	21,7	16	2,8×2,0	42	182
17	38	I	40	34,0	40	4,8×4,2	30	113
18	84	II	33	27,6	32	3,8×4,6	69	310
19	73	III	30	25,5	55	5,0×4,6	80	187
20	68	I	51	31,4	47	4,2×7,2	58	198
21	54	II	37	29,9	34	4,8×7,8	93	238
22	22	IV	14	16,8	10	2,4×2,0	43	100
23	44	II	34	32,4	43	4,8×4,4	30	125
24	62	I	32	32,5	46	5,0×4,6	46	146
25	26	I	41	30,8	37	5,2×4,2	24	107
26	63	II	31	24,3	32	4,2×4,2	42	140
27	94	I	39	31,6	70	5,2×6,4	26	95
28	3	I	41	31,0	45	5,2×5,0	40	109
29	91	II	37	29,8	60	2,8×3,8	23	74
30	20	II	36	27,6	49	4,8×6,4	21	77
31	60	II	43	32,1	48	5,8×3,8	22	70
32	49	III	25	26,4	31	5,0×5,4	35	157
33	43	II	32	27,5	34	5,0×4,8	18	89
34	41	II	28	26,8	34	4,2×5,4	21	76
35	45	II	28	29,8	32	2,8×6,6	20	88
36	80	II	38	30,1	31	4,4×6,6	15	59
37	1	II	36	23,9	47	5,6×6,4	14	57
38	75	II	26	27,2	57	2,6×4,4	28	80
39	86	II	35	27,8	38	2,4×5,4	31	73
40	59	I	43	32,4	45	6,0×3,4	18	59
41	13	II	36	29,4	53	5,8×5,4	15	80
42	71	III	24	25,9	51	2,6×4,0	11	33
43	81	III	35	27,4	55	4,0×4,6	14	45
44	15	II	36	27,6	70	5,0×6,0	13	39
45	57	II	29	27,7	43	3,2×4,2	32	94
46	19	III	29	20,0	38	3,8×5,4	9	27
47	92	II	43	30,5	50	4,6×5,2	8	37
48	21	II	38	29,9	43	5,2×6,4	10	30
49	32	II	28	28,8	30	4,0×3,8	6	26
50	46	IV	24	25,5	23	2,8×2,6	4	27
51	30	II	34	29,2	29	4,0×4,6	10	31
52	27	III	24	27,0	25	3,2×3,0	11	26
53	72	III	26	24,7	25	4,8×7,6	13	46
54	76	I	42	31,9	47	4,0×7,6	9	42
55	64	II	42	27,3	37	5,6×7,6	8	48
56	83	IV	30	20,4	29	3,4×3,2	6	26
57	12	I	47	31,1	71	5,6×5,6	6	23
58	87	II	30	28,2	38	4,8×4,2	12	33
59	95	II	31	31,3	51	2,2×2,6	17	34

деревьям сосны в насаждении VI класса возраста
опытном лесничестве
1927 г., площадь пробы 0,25 га)

Таблица 1

Количество однолетних шишек	Количество семян		Вес семян		Количество пустых семян в %	Количество семян в одной шишке (среднее) шт.	Примечание: отметки о болезнях и повреждениях деревьев
	шт.	%	в г	в %			
✓ 1328	4038	14,79	24,84	17,25	9	5	
780	2026	7,42	10,58	7,35	4	6	
552	1862	6,83	11,42	4,93	14	12	
188	1809	6,62	8,00	5,56	9	12	
275	1404	5,14	7,45	5,17	5	13	
172	1190	4,36	7,64	5,31	13	12	
363	1009	3,69	5,76	4,00	1	14	
266	938	3,43	4,24	2,94	1	10	
338	860	3,15	4,31	3,00	8	4	
133	780	2,86	3,77	2,62	12	6	
200	762	2,30	3,04	2,11	12	8	
340	628	2,79	2,69	1,87	10	4	
6	548	2,01	2,68	1,86	13	3	
50	474	1,73	1,57	1,09	9	8	
139	450	1,65	2,72	1,89	2	10	
28	422	1,55	2,36	1,64	7	10	
22	416	1,52	1,80	1,25	12	14	
44	396	1,45	2,29	1,59	3	6	
54	400	1,43	1,52	1,06	6	5	
220	388	1,42	2,46	1,70	10	7	
132	354	1,40	1,70	1,18	15	4	
76	311	1,14	1,46	1,01	10	7	
49	300	1,10	1,50	1,04	10	10	Рак
63	299	1,09	1,72	1,20	7	6	
17	274	1,00	1,64	1,12	9	11	
36	263	0,96	1,36	0,95	8	6	
44	261	0,96	1,27	0,88	13	10	
11	256	0,94	1,34	0,93	8	6	
29	261	0,92	1,10	0,76	15	11	
19	230	0,84	1,17	0,81	3	11	
10	229	0,64	1,10	0,76	9	10	
153	218	0,80	1,25	0,89	4	6	
100	204	0,75	1,06	0,74	8	11	
58	197	0,72	0,93	0,65	15	9	
239	194	0,71	0,84	0,52	30	10	
10	186	0,69	1,01	0,70	11	12	
1	176	0,64	1,00	0,69	7	13	
7	176	0,64	0,80	0,50	28	6	
3	163	0,60	0,65	0,45	30	5	Рак
16	158	0,58	0,95	0,66	8	9	
14	155	0,57	0,86	0,59	10	10	
4	134	0,49	0,56	0,48	26	12	
31	129	0,44	0,48	0,33	24	9	
117	115	0,42	0,60	0,41	9	9	
25	110	0,40	0,48	0,33	7	3	
10	105	0,29	0,56	0,38	6	12	
6	95	0,35	0,57	0,40	13	12	
12	86	0,32	0,43	0,30	25	9	
5	86	0,32	0,35	0,24	20	14	
2	78	0,29	0,45	0,31	7	19	Рак
2	78	0,29	0,41	0,29	12	8	
6	76	0,28	0,30	0,20	22	7	
12	70	0,25	0,38	0,27	8	5	Рак
30	56	0,25	0,39	0,27	3	6	
15	62	0,23	0,39	0,27	11	8	
7	54	0,20	0,28	0,20	28	9	Рак
11	51	0,19	0,22	0,15	5	8	
0	51	0,19	0,22	0,15	14	5	
6	41	0,15	0,19	0,13	10	2	

№ дерева по порядку убывания урожайности семян	№ дерева на плане	Класс роста	Диаметр в см	Высота в см	Длина кроны в %	Поперечник кроны в м	Количество двухлетних шишек	Вес двухлетних шишек (сырых)
60	51	II	31	30,4	47	5,0×6,0	11	19
61	31	II	36	28,4	53	5,2×4,6	3	17
62	18	III	24	25,5	35	2,8×2,8	2	5
63	69	II	41	32,0	39	5,6×4,4	13	10
64	61	IV	21	25,2	35	—	3	7
65	47	III	30	27,6	40	3,8×4,2	4	18
66	70	III	22	26,6	39	2,0×2,4	4	7
67	89	I	18	32,1	41	4,4×6,8	2	5
68	11	IV	24	22,0	59	3,6×5,0	5	18
69	52	IV	21	21,2	14	—	7	12
70	50	III	28	25,0	28	3,2×5,0	1	5
71	16	III	20	23,9	65	3,6×3,6	0	0
72	7	II	38	28,4	64	4,4×8,0	0	0
73	78	II	41	32,1	37	6,4×5,4		
74	79	II	30	30,2	39	3,4×3,1	Шишек нет	
75	5	III	38	24,0	61	4,4×4,4	3,4×3,4	
76	17	III	20	22,7	26	3,0×2,8		
77	29	III	20	26,9	25	2,4×4,6		
78	34	III	24	24,2	24	2,8×3,6		
79	82	III	38	25,6	34	5,0×6,0		
80	6	IV	27	18,3	49	3,0×2,8		
81	10	IV	28	22,0	55	4,0×5,2		
82	23	IV	20	21,7	20	2,6×2,2		
83	28	IV	22	21,8	34	2,4×4,6		
84	35	IV	17	21,7	12	3,0×3,0		
85	37	IV	19	20,7	7	1,6×2,0		
86	42	IV	16	20,5	13	—		
87	53	IV	23	22,2	17	—		
88	38	IV	17	19,6	28	2,4×2,8		
89	85	IV	21	18,0	41	2,0×2,0		
90	88	IV	28	21,6	40	4,9×4,1		
91	2	V	23	17,4	44	3,8×4,2		
92	8	V	15	16,0	9	1,8×2,2		
93	25	V	13	16,8	21	1,4×1,6		
94	65	V	12	11,7	13	2,8×2,2		
95	77	V	20	17,2	42	2,6×2,8		
96	14	V	12	12,8				

Итого на пробной площади 0,25 га
Всего на 1 га

96 деревьев
384 дерева

Поэтому для характеристики урожая семян в насаждениях он отбирал на пробных площадях по 10% деревьев из каждого класса Крафта. Применяв метод А. Н. Соболева для описанного нами насаждения и взяв по 10% моделей из каждого класса роста (I класса — 1 среднее дерево, II — 4, III — 2, IV и V по одному), мы не получили данных, близких к действительному урожаю и поэтому считаем этот метод недостаточно точным. Одновременно мы испытали и метод среднего дерева насаждения, предложенный Л. Ф. Правдиным [9]. Исходя из закономерностей строения насаждений и на основании материалов своих исследований урожайов шишек и семян отдельных деревьев в насаждении ельника (на площади 0,5 га) и в 200-летнем сосняке (на площади 1 га) в Ленинградской области, Л. Ф. Правдин пришел к выводу, что «среднее для данного древостоя дерево по таксационным элементам (по d , v , h и т. д.) будет средним и по энергии плодоношения». Он предлагает пользоваться для характеристики урожая семян методом среднего де-

дельным деревьям мы получили и на пробных площадях, вырубленных в 1927, 1928 и 1929 гг.

Сопоставляя данные об урожае семян, полученные методом семеномеров [15], с данными учета по отдельным деревьям, мы должны отметить, что применение даже большого числа семеномеров (100 шт. на пробной площади 0,25 га) не дает точных результатов. Преуменьшение урожая при учете с помощью семеномеров в известной мере можно объяснить обиванием большого количества шишек ветром и птицами в зимний период, когда семеномеры еще не выставлены.

Вопрос о семенниках, количестве и типе деревьев решается на основе наших исследований более или менее удовлетворительно. Сделанные нами выводы [15] и предложения [17] производством приняты и используются. Десять процентов хорошо плодоносящих деревьев в сосновых насаждениях дают 50% урожая, что вполне может обеспечить обсеменение вырубки, если семенники будут оставлены с учетом разлета семян и возможности их прорастания и дальнейшего роста всходов.

Для целей заготовки семян нет необходимости использовать все деревья на вырубаемых лесосеках; следует выбирать наиболее урожайные, так как они дают лучшие по качеству семена в большем количестве.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Алексеев. К вопросу о плодоношении и искусственном возобновлении лесов Севера. Архангельск, 1932. [2]. С. В. Алексеев и А. А. Молчанов. Плодоношение сосновых и еловых насаждений севера. «Лесное хозяйство» № 2/8, М., 1938. [3]. Д. Н. Данилов. Географическое размещение урожаев семян хвойных пород в связи с условиями среды. «Проблемы физической географии», т. XV, 1950. [4]. Д. Н. Данилов. Периодичность плодоношения и географическое размещение семян хвойных пород. М.-Л., 1952. [5]. А. Г. Марченко. Семеношение сосновых насаждений. «Труды по лесному опытному делу в России», вып. 38, 1912. [6]. Н. С. Нестеров. Очерки по лесоразведению. М., 1933. [7]. Г. И. Нестерчук. Плодоношение и естественное возобновление сосновых насаждений Кольского полуострова. «Лесное хозяйство и лесная промышленность» № 3—4, 5—6, 1931. [8]. В. Д. Огневский. О ходе плодоношения сосны. «Лесной журнал», вып. 2, 1904. [9]. Л. Ф. Правдин. К вопросу о плодоношении и наследственных свойствах ели на северо-западном и юго-восточном секторах крон. Сб. статей под ред. М. Е. Ткаченко, Сельхозгиз, Л., 1931. [10]. П. Е. Пронь. О плодоношении сосновых насаждений. «Лесное хозяйство» № 8, М., 1940. [11]. В. П. Разумов. Плодоношение сосны в Брянском лесном массиве. «Труды Брянского лесного Института», т. II и III, Брянск, 1940. [12]. В. М. Ровский. О качестве плодоношения деревьев сосны и ели в зависимости от степени их развития в насаждении. «Труды ВНИИЛХ», вып. 5, изд. ВНИИЛХ, Пушкино, 1939. [13]. А. Н. Соболев и А. В. Фомичев. Плодоношение лесных насаждений. «Известия лесного института» приложение к выпуску XVIII, СПб., 1908. [14]. И. И. Сурож. К вопросу о семеношении сосновых насаждений. «Лесной журнал», вып. 9—10, 1906. [15]. В. П. Тимофеев. Плодоношение сосновых насаждений. «Лесное хозяйство» № 1, М., 1939. [16]. В. П. Тимофеев. Об оставлении сосновых семенников. «Лесное хозяйство» № 1, М., 1940. [17]. В. П. Тимофеев. Семенники для возобновления вырубок. Гослестехиздат, М., 1943. [18]. А. П. Тольский. Плодоношение сосновых насаждений. Изд. «Новая деревня», М., 1919. [19]. П. Д. Трусов. Плодоношение сосны в Татарской АССР. «Сб. по лесному хозяйству и лесным культурам», вып. III, ВНИИЛХ, Татарская лесная опытная станция. Казань, 1939. [20]. А. В. Тюрин. Основы хозяйства в сосновых лесах. Изд. «Новая деревня», М., 1925. [21]. М. Д. Юркевич, М. Н. Лубяко и Г. Г. Кругликов. Плодоношение сосны и ели в лесах БССР. «Сб. работ по лесному хозяйству», «Бел. НИИЛХ», Госиздат, Минск, 1940.

Поступила в редакцию
1 декабря 1958 г.

ОПЫТ ПРИЖИЗНЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕРЕСКЛЕТА БОРОДАВЧАТОГО

М. Д. ДАНИЛОВ

Профессор, доктор биологических наук

В. И. ПЧЕЛИН

Ассистент

(Поволжский лесотехнический институт)

Бересклеты имеют исключительно большое значение как технические растения для производства натуральной гуттаперчи, которая нашла широкое применение в промышленности. Открытие отечественных гуттоносов позволило Советскому Союзу освободиться от импорта гуттаперчи из-за границы, а в годы Великой Отечественной войны потребность промышленности в гуттаперче покрывалась за счет переработки корневой коры бересклетов, главным образом бересклета бородавчатого.

К сожалению, за последние годы резко ослабло внимание ученых и практиков лесного хозяйства к делу восстановления истощенных зарослей бересклета бородавчатого и разработки новых экономически эффективных способов его эксплуатации и воспроизводства.

Нам думается, что такое отношение к бересклетам, в частности и к бересклету бородавчатому, который произрастает на огромной территории страны, является неправильным, противоречащим указаниям партии и правительства о всемерном разумном использовании ценнейших растительных богатств нашей Родины, тем более, что гуттаперча пока синтетическим путем не получена и добывается исключительно из растительного сырья. Поэтому и впредь необходимо неотступно вести работы по восстановлению и увеличению зарослей бересклетов, изысканию путей сокращения сроков выращивания кондиционных корней и снижению себестоимости получаемого сырья, а также по отбору и разведению наиболее гуттоносных форм бересклета.

В настоящей статье излагаются результаты шестилетних опытов по прижизненному использованию бересклета бородавчатого.

При существующих способах заготовки коры корней кусты полностью выдергиваются из почвы и после взятия крупных (кондиционных) корней отбрасываются. Мы предлагаем заготовку корней производить путем срезывания и выдергивания только кондиционных корней, имеющих промышленное значение. При этом надземная часть куста остается живой и может служить для более быстрого наращивания новой корневой массы за счет оставленных при кусте мелких (с диаметром от 0,5 см и ниже) и вновь появившихся корней.

Программа, методика и первые результаты наших наблюдений и исследований были опубликованы в журнале «Лесное хозяйство» № 10 за 1953 г., в связи с чем указанные вопросы в настоящей статье опускаются.

В то время были сделаны следующие основные выводы:

а) при прижизненном использовании бересклета бородавчатого под пологом леса имеется возможность не только частичного, но и полного удаления всех кондиционных корней без существенного вреда для жизнедеятельности кустарника;

б) восстановление корневой системы бересклета бородавчатого при его прижизненном использовании идет за счет сильного разрастания оставленных корней и обильного появления новых боковых и придаточных корней на всех частях растения, находящихся в почве;

в) одним из главных факторов, обуславливающих энергию корнеобразования и интенсивность роста оставляемых при кусте и вновь появившихся корней бересклета при его прижизненном использовании, является соотношение между оставляемой рабочей поверхностью листьев и корнями: чем больше рабочая поверхность листьев, тем интенсивнее происходит восстановление и рост корней;

г) при прижизненном способе эксплуатации бересклета бородавчатого период воспроизводства сырья для получения гуттаперчи может быть сокращен примерно в два раза против существующего в практике.

Шестилетние наблюдения и исследования полностью подтвердили эти выводы. Кусты бересклета бородавчатого, даже при стопроцентном удалении кондиционных корней, не погибли, а нормально росли, развивались и плодоносили; корневая система усиленно разрасталась.

Что же касается быстроты роста и характера восстановления оставляемых надземной и в особенности — подземной частей бересклета, то в начальный период нельзя было сделать окончательные выводы, так как для этого требовались многолетние наблюдения (5—6—7 лет). Теперь это нам удалось осуществить.

С целью изучения характера восстановления и хода роста оставляемой корневой системы у куста бересклета бородавчатого за шестилетний период (1952—1957 гг.), осенью 1957 г. было взято 45 моделей (по 9 кустов на каждый вариант опыта) с удалением кондиционных корней от общего веса корневой системы в момент их срезывания — на 60%, на 50% (в том числе и вариант с одновременным подрезанием кроны кустов на 50%), на 30% и контроль. С помощью микроскопа МБС-1 определялся прирост корней по диаметру в месте прикрепления их к шейке корня*. При взятии моделей производилось взвешивание корней с целью установления их сырого и сухого веса и определения влажности**. На контрольных и подопытных кустах бересклета проводилось изучение текущего прироста в высоту за период 1951—1957 гг.

Основные результаты наших исследований представлены на рис. 1 и 2.

Как показали ранее проведенные исследования, оставляемая при кусте эксплуатационного возраста некондиционная часть корневой системы по своей структуре и весу является почти копией корневой системы среднего контрольного куста в возрасте 8—9 лет.

* В выполнении данной работы принимали участие студенты лесохозяйственного факультета Егوشина, Сметайина и Чупракова.

** Следует отметить, что влажность корней при взятии моделей в 1957 г. оказалась очень близкой к влажности, которая была у корней в 1952 г. при заложении опыта. Это дало возможность без каких-либо поправок сравнивать сырой вес корней 1957 г. с сырым весом корней 1952 г.

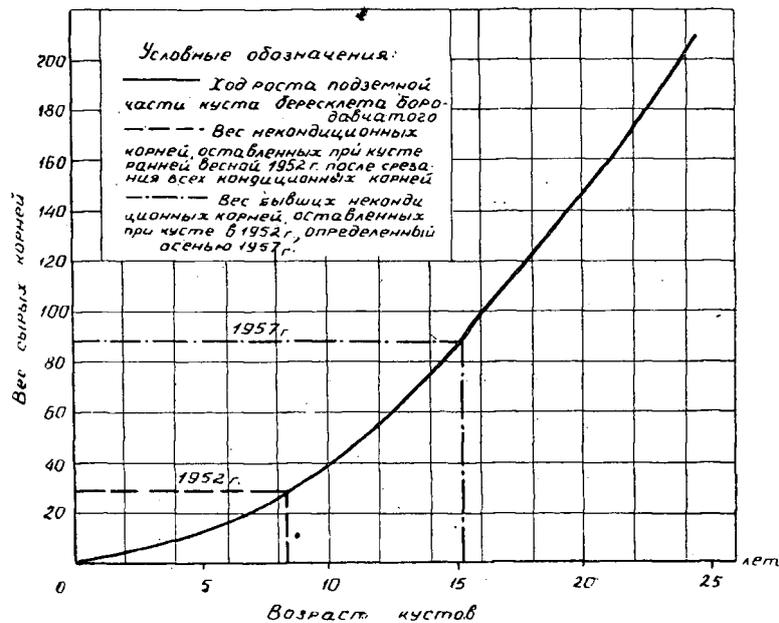


Рис. 1.

В опытах со стопроцентным удалением кондиционных корней оставшаяся при кусте некондиционная часть (корни с диаметром 0,5 см и ниже), благодаря обильному притоку пластических веществ, усиленно разрасталась. При учете, произведенном глубокой осенью 1957 г., выяснилось, что за шестилетний период вес оставленной части корней среднего модельного куста увеличился с 23 г в 1952 г. до 87 г в 1957 г.

Путем сопоставления сырого веса корней (87 г) с данными таблицы хода роста подземной части бересклета бородавчатого С. Д. Михеева, не трудно установить, что указанный вес соответствует кустам бересклета в возрасте 14—15 лет. Это подтверждается и нашими специальными исследованиями хода роста бересклета в тех условиях местопроизрастания, в которых проводились опыты (рис. 1).

Таким образом, при прижизненном использовании бересклета можно, например, за шесть лет вырастить корневую систему, которая по своему весу и структуре будет равна корневой системе 15-летнего бересклета бородавчатого, произрастающего в естественном виде под пологом леса.

Следует подчеркнуть, что при прижизненном использовании удачно минует период чрезвычайно медленного роста бересклета в первые 5—8 лет его жизни.

С точки зрения промышленной заготовки коры с корней бересклета важно знать не только темп накопления или наращивания корневой массы, но и скорость роста корней в толщину. Это позволит определять возраст эксплуатации бересклета применительно к конкретным условиям его местопроизрастания с учетом хозяйственных интересов.

Исследования показали, что при прижизненном использовании бересклета бородавчатого под пологом леса происходит быстрое увеличение диаметра оставленных при кусте некондиционных корней. При этом выявилась вполне устойчивая закономерность: чем меньше диаметр оставленных корней, тем интенсивней их относительный рост в толщину (рис. 2).

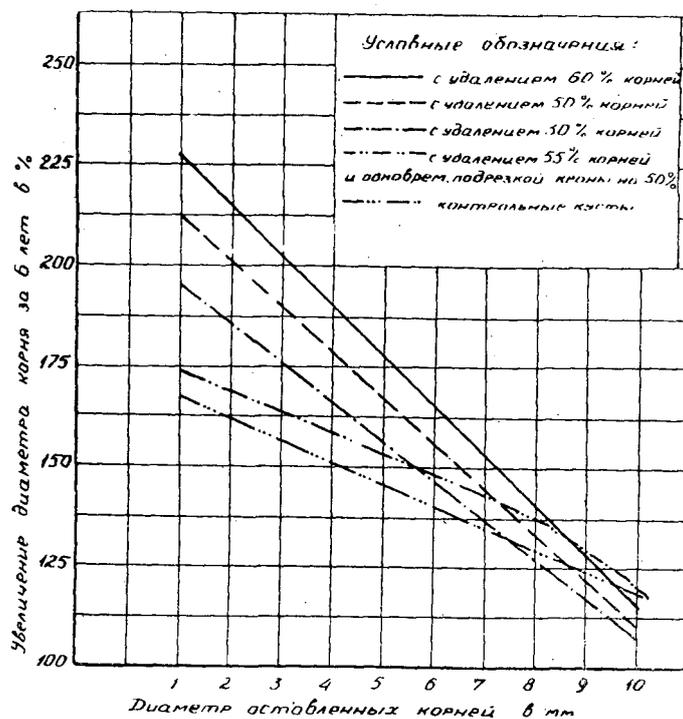


Рис. 2.

Примечание: 1. Первоначальный диаметр некодиционных корней, то есть в момент среза, взят за 100%. 2. Процент удаления кондиционных корней определялся по массе (весу) от всех корней.

Второй весьма важный вывод состоит в том, что с увеличением процента удаления корней рост оставляемой части корневой системы куста резко усиливается. Последнее объясняется значительным подтоком пластических веществ к оставшимся корням: чем меньше остается корней, тем больше на их долю приходится пластических веществ, и тем сильнее, следовательно, их рост.

В наших опытах оставленные при кусте корни (начиная с диаметра в 3 мм) за шесть лет перешли в категорию кондиционных.

Так, например, при удалении 30% корневой системы, корни с диаметром 0,3 см увеличились в 1,75 раза, а при 60% — в 2 раза. В случае подрезки 50% кроны рост корней происходит довольно слабо, приблизительно также, как у контрольных кустов. Это еще раз подтверждает, что при прижизненном использовании бересклета необходимо сохранить надземную часть куста и не производить подрезания кроны при взятии кондиционных корней.

Исследование прироста корней по диаметру показало, что наиболее широкие годовые кольца у некодиционных корней образуются в первый — второй (третий) год после срезывания и удаления кондиционных корней. В последующие годы скорость прироста корня уменьшается, что объясняется восстановлением нормального соотношения между надземной и подземной частями куста бересклета.

Изучение хода роста надземной части кустов бересклета при их прижизненном использовании показало, что после подрезания и удаления корней происходит замедление в росте надземной части. Однако через 1—2 года прирост в высоту вновь усиливается и довольно значи-

тельно. В этом, несомненно, большую роль играет частично обновленная и восстановленная корневая система куста.

Рост и развитие кондиционных корней куста при прижизненном использовании происходит за счет оставляемых корней первого порядка.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что под пологом леса прижизненное использование бересклета бородавчатого вполне возможно. Этот способ эксплуатации бересклета является экономически эффективным и позволяет сократить срок выращивания кондиционных корней в два раза. Желательно испытать предлагаемый нами способ прижизненной эксплуатации на других видах бересклетов, в частности на бересклете европейском.

Поступила в редакцию
24 сентября 1958 г.

О ХАРАКТЕРЕ ВЛИЯНИЯ ЗАСТОЙНЫХ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ СОСНЫ

А. В. ХОТЯНОВИЧ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Широкое распространение явления избыточного застойного увлажнения лесных земель Севера и Северо-Запада наносит значительный ущерб производительности лесов.

Большинство древесных пород, произрастающих на переувлажненных почвах; находится в угнетенном состоянии, в результате которого резко уменьшается прирост древесной массы, повышается восприимчивость деревьев к различным заболеваниям, ухудшаются физико-механические качества древесины. Можно полагать, что интенсивность физиологических процессов под влиянием переувлажнения должна отклоняться от обычного уровня.

Тем не менее до сих пор в соответствующей литературе почти отсутствуют сообщения о каких-либо конкретных фактах, говорящих об изменении направленности и интенсивности главнейших биохимических процессов в деревьях, подвергающихся подтоплению застойными водами. Изучение основных процессов обмена веществ у таких растений представляет собой значительный биологический и практический интерес.

В настоящей статье приводятся результаты изучения некоторых особенностей обмена веществ сосны, произрастающей на почвах, подвергающихся периодическому переувлажнению (весной и осенью). Работа проводилась в древостоях 55-летнего возраста в Охтенском и Лисинском лесхозах Ленинградской области. Весеннее подтопление почвы застойными водами продолжалось, как правило, до мая—июня включительно. Начало осенне-зимнего подтопления наступало в разные сроки — в октябре—ноябре, в декабре. Почвы подтопляемых участков — торфянисто-перегнойные на двучленном наносе. Заметно оглеение. Типы леса — сосняки сфагново-черничные, IV бонитета; состав 9С1Е. Контрольными служили неподтопляемые участки: черничники (или близкие к ним) того же состава, II—III бонитета.

Нами изучалось: поступление в сосну N, P, K и суммы зольных элементов (по данным анализов древесины и коры корней, а также хвои); углеводный обмен в корнях и хвое и дыхание корней; аминокислотный обмен в корнях сосны.

Для анализа брались корни толщиной 4—6 мм. Кора и древесина немедленно разъединялись и высушивались (первые 15 минут при температуре 105° С и затем при 65—70° С). Сбор хвои производился из ветвей первого порядка предпоследней мутовки, считая снизу.

Азот, фосфор и калий определялись в одной навеске после мокрого сжигания с пергидролем. Отгонка аммиака производилась в микроаппарате Кьельдаля. Фосфор определялся колориметрически, калий — с помощью пламенного фотометра системы Шухнехта. Определение сахаров (редуцирующих и нередуцирующих) производилось по Бертрану. Интенсивность дыхания корней измерялась в аппарате Солдатенкова.

Аминокислоты в ксилемном соке корней сосны анализировались методом распределительной хроматографии на бумаге (растворители — бутанол, уксусная кислота, вода; проявитель — 0,1% раствор нингидрина в бутаноле).

Получение проб ксилемного сока из корней сосны в количестве 20—100 мл производилось методом вакуумэкстракции при остаточном давлении в системе около 20 мм рт. ст.

Основной причиной неблагоприятного влияния застойных избыточных вод, покрывающих всю корневую систему или часть ее, является недостаток или отсутствие в них свободного кислорода [6], [3], [9]. Именно это обстоятельство и следует признать общей ближайшей причиной, вызывающей все превращения веществ в растении.

Одной из самых существенных сторон обмена веществ в растительном организме является поглощение растением минеральных и азотистых соединений из почвы. Интенсивность такого поглощения служит показателем общего физиологического состояния организма: более высокому содержанию питательных веществ в растении соответствует, как правило, и более интенсивное усвоение растением пищи из почвы.

Таблица 4

Питательные вещества	Время взятия проб (месяц)	Нормальное увлажнение				Избыточное увлажнение			
		древесина	кора	хвоя текущего года	хвоя прошлого года	древесина	кора	хвоя текущего года	хвоя прошлого года
N общ.	VI	0,37	—	2,30	1,41	0,20	—	2,14	1,29
	VII	0,22	0,53	2,22	1,39	0,15	0,25	2,36	1,32
	VIII	0,28	0,51	1,44	1,41	0,16	0,25	1,58	1,36
	IX	0,37	0,87	1,47	1,66	0,23	0,54	1,49	1,51
	X	0,26	0,66	1,47	1,49	0,18	0,36	1,45	1,47
P	VI	0,03	—			0,03	—		
	VII	0,03	0,12			0,02	0,11		
	VIII	0,02	0,12			0,02	0,11		
	IX	0,03	0,12			0,02	0,08		
	X	0,025	0,14			0,015	0,11		
K	VI	0,087	—			0,070	—		
	VII	0,075	0,68			0,068	0,60		
	VIII	0,080	0,52			0,070	0,51		
	IX	0,090	0,84			0,060	0,61		
	X	0,079	0,70			0,048	0,51		
„Сырая зола“	VI	0,60	—			0,62	—		
	VII	0,89	2,08			0,54	2,03		
	VIII	0,58	2,14			0,44	1,88		
	IX	0,78	2,60			0,57	2,05		
	X	0,77	2,44			0,55	2,30		

В табл. 1 приводятся цифровые материалы, характеризующие содержание N, P, K и «сырой золы» в различных органах сосны и дающие представление о величине их поступления в растение.

Как следует из приведенных данных, содержание основных питательных веществ в корнях и хвое сосны находится в обратной связи с увлажнением почвы.

Более слабое поступление минеральных и азотистых соединений в сосну наблюдается не только в период поверхностного стояния почвенно-грунтовых вод, но и в последующие сроки, когда уровень воды опускается на относительно большую глубину — 60—80 см. Следовательно, в данном случае уже проявляется последствие избыточного увлажнения на энергию усвоения сосной питательных элементов.

Как установлено на примере травянистых растений [7], [2], интенсивность поступления минеральных и азотистых веществ в растение зависит от интенсивности дыхания поглощающих органов — корней.

Проведенные нами опыты по изучению интенсивности дыхания корней сосны при различном количестве кислорода показали, что выделение корнями CO_2 прямо пропорционально парциальному давлению кислорода в газовой среде. В анаэробных условиях энергия дыхания корней сосны уменьшается в 2—2,5 раза по сравнению с энергией дыхания их в нормальных условиях. Поэтому справедливым будет, по-видимому, распространение и на сосну положения о прямой связи между дыханием и энергией поглощения питательных элементов корневой системой.

Опыты с радиоактивным изотопом P^{32} подтвердили этот вывод. Более или менее длительное выдерживание корней без доступа свободного кислорода приводит не только к слабому поглощению P^{32} , но даже к значительному выделению этого элемента из корней в окружающую среду.

Использование нами современных физико-химических методов исследования позволило наметить ряд других интересных особенностей обмена веществ сосны в зависимости от степени аэрации корневой системы ее.

В частности, удалось установить, что физиологическая активность поглощающего аппарата корневой системы сосны неодинакова на разной глубине ее залегания.

Таблица 2

Высокое содержание O_2	Анаэробные условия	Горизонт и глубина залегания	
		A ₀ 0—4 см	B 80—100 см
3151	1304	3157	995
3368	1419	3368	2114
4312	1830	4312	1249
			1706

В табл. 2 показана интенсивность поглощения сосущей частью корней сосны радиоактивного фосфора ($\text{KH}_2 \text{P}^{32} \text{O}_4$) в зависимости от снабжения их свободным кислородом и глубины расположения (в *имп/мин г за 1 час* пребывания корней в растворе).

Из приведенной таблицы следует, что наибольшей активностью обладают корни, расположенные в верхних горизонтах почвы. Это особенно важно потому, что именно в этих горизонтах, в рассматриваемых нами условиях места произрастания, находится около 90% всей корневой массы сосны [1].

Как установлено в последние годы, корневой системе, помимо ее поглощающей функции, присуща также весьма высокая метаболическая деятельность с последующей «переброской» образовавшихся метаболитов в надземную часть растения [4], [5], [8]. В связи с этим становится ясным, что корень или корневая система оказывают влияние на уровень и характер обмена в других органах растения. Однако указанные функции корневой системы были вскрыты лишь на примере отдельных недревесных растений (тыква, кукуруза). Особый интерес поэтому представляло изучение способности корней сосны к синтетической деятельности. Решить этот вопрос мы пытались путем изучения обмена аминокислот в корнях дерева в связи с различным режимом аэрации в прикорневой зоне. Уровень аминокислотного обмена устанавливался методом распределительного хроматографирования киселемного сока проводящих корней. Результаты этой части работы изложены в табл. 3.

Таблица 3

Степень аэрации почвы (сентябрь 1955 г.)	Наименование аминокислот, содержащихся в киселемном соке корней сосны
Застойные воды на одном уровне с поверхностью почвы или выше; анаэробные условия	Гликокол (мало)
Застойные воды ниже уровня расположения корневой системы. Почва насыщена влагой. Полуанаэробные условия	Аспарагиновая Гликокол Аланин
Глубина стояния почвенно-грунтовых вод ~1 м от поверхности почвы. Аэробные условия	Аспарагиновая Серин Гликокол Глютаминовая Треонин Аланин Валин

При сопоставлении градации степени затопления (аэрируемости почвенного субстрата) с количеством аминокислот в киселемном соке корней сосны, можно видеть следующую определенную закономерность: более высокому уровню аэрации соответствует большее количество аминокислот, и наоборот.

Установлено, что уровень углеводного обмена в растении обуславливается присутствием фосфорной кислоты. Влияние аэрации корней на характер обмена органических кислот и сахаров изучался нами параллельно с определениями энергии дыхания корней и хвои сосны.

Как уже было показано выше, интенсивность дыхания корней падает по мере уменьшения содержания O_2 в окружающей газовой среде. С другой стороны, корни, выдержанные предварительно в анаэробных условиях и перенесенные в среду с высоким содержанием кислорода (21%), показывали резкое увеличение интенсивности дыхания; дыхательный коэффициент уменьшался. Это свидетельствовало о накоплении в корнях недоокисленных продуктов, в связи с чем создавались малоблагоприятные условия для синтеза органических кислот. И, действительно, хроматографический анализ киселемного сока показал, что в корнях сосны, произрастающей на переувлажненных площадях, содержится, по сравнению с нормальными условиями, в несколько раз меньше органических кислот. Было установлено, что одно из глав-

нейших мест в обмене органических кислот в сосне принадлежит лимонной кислоте.

Наряду с различной интенсивностью обмена органических кислот было обнаружено, что в условиях застойного переувлажнения почвы ксилемный сок содержит больше сахаров, чем сок корней, находящихся в нормальных условиях увлажнения. Определение сахаров в древесине и коре корней также показало, что наличие избыточного увлажнения в почве и повышенное содержание сахаров соответствуют друг другу.

Содержание сахаров в ксилемном соке корней (в мг сахара на 100 мл сока) и в однолетней хвое (в % на сухой вес) показано в табл. 4.

Таблица 4

Время взятия проб	Содержание сахаров			Увлажнение
	редуцирующих	нередуцирующих	общее	
В ксилемном соке корней				
15.8.55 г.	48,0	36,6	84,5	нормальное
	127,0	61,5	188,5	избыточное
25.8.55 г.	106,5	30,7	137,2	нормальное
	166,5	83,7	250,0	избыточное
22.9.55 г.	100,0	22,7	122,7	нормальное
	141,5	44,6	196,1	избыточное
20.10.55 г.	125,0	46,9	171,8	нормальное
	—	—	210,0	избыточное
2.11.55 г.	148,0	66,3	214,3	нормальное
	148,3	67,0	215,3	избыточное
В однолетней хвое				
20.9.55 г.	1,49	0,75	2,24	нормальное
	1,77	1,08	2,85	избыточное
18.10.55 г.	1,49	1,11	2,60	нормальное
	1,80	1,29	3,09	избыточное
20.11.55 г.	1,81	1,25	3,06	нормальное
	1,90	1,32	3,22	избыточное
25.12.55 г.	2,19	1,34	3,53	нормальное
	2,33	1,35	3,68	избыточное

Из данных таблицы видно, что избыточное застойное увлажнение сказывается на содержании углеводов не только в корнях, но и в других органах растения, в частности в хвое. Относительно высокое содержание сахаров в надземных органах подтопленных деревьев (хвое) обусловлено, по всей вероятности, слабым оттоком углеводов из кроны в корневую систему дерева, где в связи с анаэробнозом они мало используются в процессах дыхательного обмена. Однако количественное выражение величины оттока ассимилятов из кроны в корневую систему дерева вообще, и в зависимости от режима аэрации корней, в частности, требует специальных исследований.

Таким образом, исходя из изложенного, можно констатировать, что недостаточная аэрация в зоне расположения корней приводит не только к подавлению интенсивности газообмена корней, но и вызывает существенные изменения в углеводном обмене растения — задерживая превращения веществ. Результатом этого является слабое образование газообразных и твердых высокоокисленных метаболитов (CO_2 и органических кислот). Слабый синтез промежуточных продуктов обмена веществ растения, в связи с подавлением аэробного дыхания корней, предопределяет собой отсутствие компонентов для последующих синтетических

процессов, в частности, для образования аминокислот. Именно это (а не отсутствие свободной энергии аэробного дыхания) определяет, по-видимому, интенсивность и характер аминокислотного обмена в корнях сосны.

Изложенные выше факты и соображения указывают на значительную роль корневой системы в общем обмене веществ всего дерева.

Выводы

1. Избыточные застойные почвенно-грунтовые воды в значительной мере подавляют поступление в дерево минеральной и азотистой пищи. Уменьшение поступления питательных веществ в сосну наблюдается не только в период высокого стояния почвенно-грунтовых вод, но и после спада их.

2. Интенсивность поступления минеральных и азотистых веществ в корневую систему сосны в условиях затопления почвы определяется режимом аэрации и интенсивностью поглощения аэробного дыхания корней.

3. Большой активностью поглощения питательных веществ обладают корни, расположенные в верхних горизонтах почвенного профиля (A_0), меньшей — в нижних (B).

4. Недостаток аэрации в зоне расположения корней вызывает подавление обмена аминокислот в корнях сосны.

Интенсивность образования аминокислот зависит от уровня дыхательного обмена, в процессе которого образуются соответствующие промежуточные продукты, используемые в дальнейшем для построения белка и других жизненно важных образований.

5. Вследствие слабого использования сахаров на дыхание в условиях анаэробноза, в дереве наблюдается повышенное содержание редуцирующих и нередуцирующих углеводов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Веретенников. Строение и работа корневой системы сосны в связи с временным избыточным увлажнением почвы. «Труды ЛТА им. С. М. Кирова», вып. 82, часть 1, 1957. [2]. Н. В. Войтенко. О влиянии аэрации на поглотительную способность корневой системы растений. «Сборник н. и. работ Азово-Черноморского сельскохозяйственного института» вып. 12, 1948. [3]. Г. Гессельман. О содержании O_2 в почвенной воде и его влияние на заболотные почвы и рост леса. «Лесной журнал» вып. 4, 1915. [4]. А. Л. Курсанов. Значение изотопов и других новейших методов исследования в биологии для решения вопроса сельского хозяйства. Вестник АН СССР № 12, 1953. [5]. А. Л. Курсанов, О. Ф. Туева, А. Г. Верещагина. Углеводно-фосфорный обмен и синтез аминокислот в корнях тыквы. «Физиология растений» вып. 1, 1954. [6]. В. Д. Лопатин. О причинах безлесья болот. «Вестник ЛГУ» № 9, 1947. [7]. Н. Г. Потапов, Н. З. Станков. О суточной периодичности минерального питания. Доклады АН СССР т. 2, № 1, 1934. [8]. K. Mothes. Dei Pflanzenwurzeln als ein eigenartiges chemisches Laboratorium. Wissenschaftliche Annalen, 1, 1956. [9]. L. G. Romell. Luftvöxligen i Marken som ekologisk Faktor. Maddelanden fran statens skogsforsokanstalt, 19, 1922.

Поступила в редакцию
12 августа 1958 г.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ, ТЕМПЕРАТУРЫ И АЭРАЦИИ ЖЕЛУДЕЙ НА ИХ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ

Ю. И. ЖИГАНОВ

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Желуди в момент опадения с деревьев обладают высокой влажностью, которая связана с условиями окружающей внешней среды и может колебаться в пределах от 35% [3] до 63% [2]. При высыхании желуди теряют свою всхожесть и восстановить ее не удастся никакими способами.

Определение пределов влажности, при которых желуди начинают терять свою всхожесть и при которых они полностью ее утрачивают, имеет большое практическое значение для установления наилучших режимов их хранения. Желуди с нормальной влажностью имеют упругие сочные семядоли желтовато-белого цвета. При потере влаги упругость семядолей утрачивается, они становятся вялыми, цвет приобретает более желтоватый оттенок. При сильной потере влаги семядоли желудей становятся твердыми, роговидными и приобретают коричневую окраску. Наблюдение за изменением всхожести желудей в зависимости от степени их высыхания показало, что желуди полностью утрачивают свою лабораторную всхожесть при влажности ниже 32%, грунтовую — при влажности ниже 32% — 38%. Понижение падения всхожести желудей в лабораторных условиях начинается при влажности 43% — 44%, в грунтовых условиях — при влажности 44% — 45%. Но даже при более высокой влажности желудей энергия прорастания их сильно уменьшается. Наблюдения за изменением всхожести в зависимости от усыхания проводились над желудями, собранными в пойме реки Оки Рязанской области. Подсушка желудей производилась при температуре +20°, +25° С. Средние образцы проращивались в лабораторных условиях в вегетационных сосудах с влажными опилками, в грунтовых — в грядах однометровой ширины на среднесуглинистых оподзоленных почвах. Результаты наблюдений показаны в табл. 1.

Желуди дуба при неблагоприятных окружающих условиях внешней среды очень быстро снижают свою влажность. Исследования, проведенные В. Н. Агностиковой [1], показали, что в семядолях желудей содержится очень мало связанной влаги, вследствие чего их водоудер-

* Влажность желудей приводится в процентах от их общего веса.

Таблица 1

Дни взятия проб	Влажность желудей в %	Всхожесть на 60-й день	
		лабораторная	грунтовая
0	50	100	95
1	50	100	100
2	49	95	95
3	45	95	100
4	45	95	85
6	44	100	95
8	43	80	75
9	40	60	50
12	40	40	15
23	38	10	0
26	35	5	0
30	32	5	0

живающая способность очень незначительна. Опыты хранения желудей в эксикаторах при различной относительной влажности воздуха показали, что желуди начинают частично отдавать свою влагу уже при относительной влажности воздуха ниже 99% (см. табл. 2). Поэтому для того, чтобы желуди сохранили свою первоначальную влажность, их нужно хранить при относительной влажности воздуха, близкой к 100%.

Таблица 2

№ п/п.	Относительная влажность воздуха в %	Изменение веса желудей					Влажность желудей в конце опыта в %	Лабораторная всхожесть в %					Примечание
		36	59	89	128	171		20	30	40	50	60	
		дни учета						дни учета					
1	100	+0,1	+0,1	+0,2	+0,1	—	48,3	18	62	90	90	90	Желуди из дубрав Рязанской области (пойменные).
2	99	-0,3	-0,3	-0,3	-0,5	-0,7	47,7	15	69	89	91	91	
3	97,5	-1,0	-1,1	-1,2	-1,6	-2,2	46,2		46	81	92	92	
4	95	-0,4	-0,7	-1,0	-1,7	-2,9	45,5		30	68	89	89	
5	90	-0,7	-1,2	-1,7	-2,9	-4,4	44,0		22	50	63	63	
6	85	-1,3	-2,1	-3,0	-4,9	-7,6	40,8		15	33	39	44	
7	84	-1,7	-3,0	-4,3	-6,9	-10,1	38,3					11	
1	100	0	0	+0,1	0	0	46,0	3	83	98	98	98	Желуди из Московской области (с водоразделов)
2	99	-0,2	-0,3	-0,4	-0,6	-0,7	45,3	4	60	93	93	93	
3	97,5	-0,3	-0,4	-0,6	-0,9	-1,0	45,0		47	83	90	94	
4	95	-0,5	-0,7	-1,1	-1,8	-2,2	43,8		17	80	96	96	
5	90	-0,7	-1,2	-1,8	-2,8	-3,2	42,8		13	76	91	91	
6	85	-2,1	-3,3	-4,7	-6,7	-7,5	38,5		4	36	61	67	
7	80	-2,7	-4,3	-6,0	-8,4	-9,5	36,5			16	63	66	

Необходимо отметить, что желуди, в зависимости от условий местопрорастания, различно относятся к потере ими одного и того же количества влаги. Так желуди, собранные в пойменных дубравах, более чувствительны к потере влаги и быстрее теряют свою жизнеспособность, чем желуди, собранные на водоразделах, что ясно видно из данных табл. 2. (Жизнеспособность желудей при хранении их в эксикаторах определялась методом проращивания половинок желудей с зародышами. Жизнеспособными считались желуди, давшие корешок длиной более 1 см).

Потеря желудями их первоначальной влажности отрицательно влияет не только на их всхожесть и энергию прорастания, но и на ско-

рость роста и развитие сеянцев, выращенных из таких желудей. Учитывая эту особенность, необходимо с большой осторожностью относиться к подсушке желудей во время их предварительного хранения, так как потеря 6—8% от первоначального веса может неблагоприятно отразиться на качестве хранимых желудей и выращенном из них посадочном материале. Поэтому необходимо по возможности избегать проведения предварительной подсушки желудей перед закладкой их на зимнее хранение. Если же этого избежать нельзя, то проводить ее следует только до предела, при котором она не отразится отрицательно на всхожести желудей, то есть до 44% — 45% влажности.

При решении вопроса об оптимальных режимах хранения желудей большое значение имеет отношение их к температурным условиям хранения. С этим вопросом связаны толщина укрытия желудей в зимний период, глубина траншей, в которых производится их хранение, тип конструкций желудехранилищ и целый ряд других практических вопросов.

Наблюдения за изменением жизнеспособности желудей различного физиологического состояния в зависимости от действия на них отрицательных температур, проведенные в электрохолодильной установке, показали, что наибольшей чувствительностью к действию отрицательных температур обладают проросшие желуди с длиной корешков зародышей до 1,5—2 см. При этом наиболее чувствительной частью желудей являются кончики корешков зародышей, обмерзание которых начинается

Таблица 3

Влажность желудей	Температурный режим в °С	Продолжительность в сутках воздействия отрицательных температур										Изменение влажности к концу опыта в %
		0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	90	
Проросшие желуди*												
50,8	0—3	20	20	20	20	20	19	20	20	20	19	0
	—2—5	20	20	20	20	20	20	20	19	16	14	
	—4—7	19	20	18	15	6	1	0				
	—7—10	4	5	2	0							
	—10—14	0	0									
44,0	0—4	20	20	20	19	20	17	18	20	20	20	+2,5
	—2—5	19	20	18	20	18	20	19	19	17	18	
	—4—7	20	18	16	17	11	7	4	0			
	—7—10	13	8	7	5	2	0					
	—10—14	0	0									
Непроросшие желуди*												
48,7	0—3	20	20	20	20	19	20	20	18	18	20	+0,8
	—2—5	20	20	20	20	20	20	20	20	18	16	
	—4—7	20	19	19	20	18	16	15	11	0		
	—7—10	9	5	0	0							
	—10—14	0	0									
42,7	10—3	19	20	17	20	16	20	20	19	18	18	+2,5
	—2—5	20	20	20	19	20	20	18	18	17	17	
	—4—7	17	18	20	18	17	16	17	16	16	9	
	—7—10	17	15	11	7	1	0					
	—10—14	12	4	0								

* В каждом опыте использовалось 20 желудей.

значительно раньше, чем обмерзание семян. Полученные в результате наблюдений данные об изменении жизнеспособности желудей, в зависимости от действия на них отрицательных температур, показаны в табл. 3.

Из таблицы видно, что чем выше влажность желудей, тем быстрее они при действии отрицательных температур начинают терять свою жизнеспособность. При этом действие температуры от 0 до -3°C в течение 90 суток, независимо от процента влажности желудей и их физиологического состояния, отрицательно на них не влияет. Температура от -2° до -5°C , временами снижающаяся до -7°C , за этот же период вызывает уменьшение всхожести в среднем на 10—30% у проросших желудей и на 15—20% у непроросших. Температура от -7° до -10°C вызывает снижение всхожести как у проросших, так и у непроросших желудей в течение первых же суток их хранения. При более низких температурах желуды полностью утрачивают свою жизнеспособность в течение первых суток хранения, независимо от содержания в них влаги и их физиологического состояния.

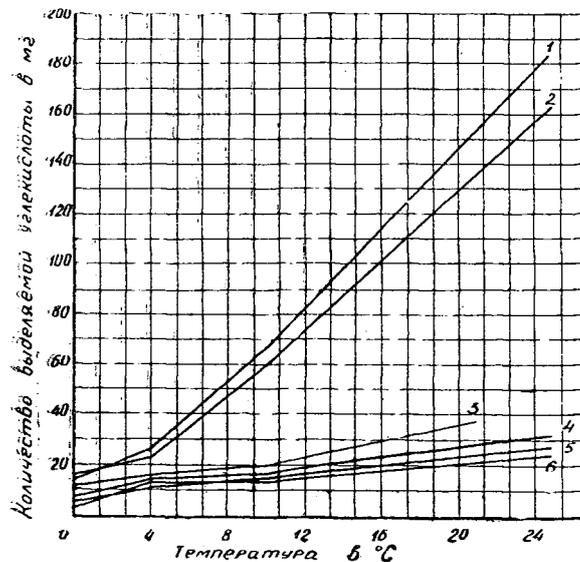


Рис. 1. Интенсивность дыхания желудей (интенсивность выделения CO_2 в мг на 100 г абс. сухого вещества за 1 час).

Обозначения: Проросшие желуды с влажностью: 1—51,4%, 2—43,3%, 3—по данным Н. С. Турковой [1]; непроросшие желуды с влажностью 4—43,0%, 5—30,1%, 6—38,5%.

С повышением температуры хранения желудей интенсивность их дыхания сильно возрастает. Так, при повышении температуры от 0° до $+25^{\circ}\text{C}$ количество выделяемой при дыхании желудей углекислоты у проросших желудей увеличивается с 13,5—14,4 мг (на 100 г абсолютно сухого вещества в течение 1 часа) до 162,7—181,3 мг CO_2 , то есть в 11—13 раз; у непроросших желудей — с 6,4—8,8 мг CO_2 до 25,2—31,5 мг CO_2 , то есть в 3—4 раза. Наблюдения за изменением интенсивности дыхания желудей в зависимости от температуры их хранения показаны на рис. 1. Из графика видно, что по мере понижения температуры разница в интенсивности дыхания между проросшими и непроросшими желудя-

ми уменьшается. При недостатке кислорода во время хранения в желудях развиваются анаэробные процессы дыхания, при которых в семядолях начинает происходить накопление продуктов полураспада органических веществ, что, в конце концов, вызывает самоотравление желудей. Наблюдения за хранением желудей в бутылках с притертыми пробками в течение 149 суток при температуре, изменявшейся от $+2,5$ до $+14,5^{\circ}\text{C}$ в среде углекислого газа, в среде, лишенной углекислого газа и при нормальном атмосферном составе воздуха (когда последний изменялся только за счет дыхания самих желудей) показали, что желуди при хранении в условиях нормального состава воздуха при высоких температурах могут довольно длительное время сохранять свою всхожесть, тогда как при других условиях быстро утрачивают ее. Так, при хранении в течение 114 суток при температуре от $+2,5$ до $+12^{\circ}\text{C}$ и затем в течение 35 суток при температуре от $+12$ до $+14,5^{\circ}\text{C}$ желуди сохранили следующую всхожесть: проросшие — 70%, непроросшие — 75%. Эти желуди издавали сильный винный запах, указывающий на то, что в их семядолях, в процессе анаэробного дыхания, накопилось некоторое количество спирта. У проросших желудей все кончики корешков зародышей погибли, а часть желудей имела полностью отмершие зародыши. У некоторой части проросших и непроросших желудей наблюдалось почернение (в виде овальных темных пятен) центральной плоской части семядолей, тем не менее, такие желуди полностью своей жизнеспособности не потеряли. Желуди, хранившиеся в течение последних 35 суток при температуре $+20$ — $+25^{\circ}\text{C}$, в конце опыта полностью потеряли свою всхожесть. Разница в сохранении желудями всхожести может быть объяснена тем, что повышенное содержание углекислоты при резкой смене газового режима хранения вызывает отравление желудей, в результате чего они быстро теряют свою жизнеспособность. При медленном же накоплении углекислого газа (в результате дыхания самих желудей) происходит постепенное подавление энергии жизнеспособности желудей, что приводит их к состоянию анестезии. Желуди как бы попадают в условия аутоконсервации, что дает им возможность более длительное время сохранять свою всхожесть в условиях недостаточного доступа кислорода. При хранении же желудей в условиях газовой среды, полностью лишенной углекислого газа, быстрая гибель их, по-видимому, может быть объяснена тем, что желуди при хранении не испытывают на себе анестезирующего действия углекислоты. Поэтому процессы жизнедеятельности в них протекают более энергично, а это в свою очередь, приводит к тому, что они при недостатке кислорода быстро теряют свою всхожесть.

На основании всего вышесказанного можно сделать следующий вывод: для сохранения нормальных процессов жизнедеятельности желудей необходимо хранить их в условиях высокой влажности окружающей среды, не допускающей снижения содержания влаги в желудях ниже 44—45%. При этом снижение температуры в хранилищах ниже -3°C является нежелательным, а ниже -5 — -7°C недопустимым, так как может неблагоприятно отразиться на жизнеспособности желудей. Условия аэрации во время хранения должны обеспечивать постоянный доступ кислорода к желудям в количестве, необходимом для протекания в них нормальных процессов аэробного дыхания; при этом накопление в процессе дыхания желудей некоторого количества CO_2 не является вредным для них, так как вызывает замедление процессов жизнедеятельности во время хранения, не оказывая при этом отрицательного воздействия на их жизнеспособность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Агностикова. Роль воды в жизнедеятельности желудей. Автореферат, 1952. [2]. А. А. Данилова. Влияние влажности желудей на их всхожесть. «Сборник трудов Поволжского ЛТИ», 2, 1945. [3]. Н. М. Доброгаев. Из практических опытов с дубовыми желудями. «Лесное хозяйство», 2, 1951. [4]. Н. С. Туркова. Влияние газового состава воздуха на жизнеспособность желудей дуба. ДАН СССР т. IXXVI, 5, 1951.

Поступила в редакцию
2 сентября 1958 г.

ОСОБЕННОСТИ ХОДА РОСТА СОСНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ СЕМЯН В СОБИЧСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ СУМСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. П. САННИКОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

При проведении в 1954—1955 гг. нового очередного исследования опытных географических культур сосны, созданных проф. В. Д. Огиевским в Собицком лесничестве в 1912—1916 гг. Многую, по предложению покойного проф. Н. В. Третьякова, был сделан анализ хода роста учетных деревьев в сосняках казанского, минского, черниговского и вологодского происхождения.

Полученные результаты, освещаемые в настоящей статье, вместе с данными других авторов, могут быть использованы как для дальнейшего, более углубленного изучения климатипов сосны и разработки районирования семенного хозяйства, так и для получения некоторого общего представления о режиме роста искусственных сосняков в условиях свежих боров Украинского Полесья, где культивирование сосны занимает видное место в системе мероприятий по восстановлению лесных ресурсов.

Урочище «Большой бор», в котором находятся географические культуры, располагается в основном на второй надлуговой террасе левого берега реки Десны в пределах Шосткинского административного района.

Поверхность территории урочища ровная, местами слабо волнистая, с отдельными дюнными всхолмлениями. Общий небольшой уклон местности имеет направление с востока на запад, к реке.

Почвы «Большого бора» песчаные, слабо подзолистые, свежие и сухие, с незначительными по толщине супесчаными и суглинистыми прослойками или лишенные последних. Уровень грунтовых вод колеблется от 2 до 15 м от поверхности почвы.

Почвенный разрез на опытном участке, занятом черниговским сосняком, имеет следующие генетические горизонты.

- | | | |
|----------------|---------|--|
| A ₀ | 3 см | — подстилка темно-бурого цвета, рыхлая, полуразложившаяся в нижней части; состоит из растительных остатков (хвои, мелких сучьев, чешуек коры, шишек, листьев, стеблей трав и пр.). |
| A ₁ | 0—10 » | — мелкозернистый темно-серый свежий песок, пронизанный многочисленными корнями трав, кустарников и деревьев. |
| A ₂ | 10—15 » | — мелкозернистый белесовато-серый свежий песок с темно-желтыми пятнами; множество мелких корней. |
| B ₁ | 16—55 » | — среднезернистый светло-бурый свежий песок; следы корней сосны и кустарников диаметром до 1 см. |
| B ₂ | 55—76 » | — среднезернистый светло-желтый свежий песок; темно-серые корневины. |

Вз 76 см и глубже — среднезернистый светло-желтый свежий песок; хорошо выражены сильно извилистые рыхлые темно-бурые ленты ортзандов толщиной 1—2 см на расстоянии 15—20 см одна от другой.

Такие почвенно-грунтовые условия в сочетании с умеренно-теплым, достаточно влажным климатом Украинского Полесья обуславливают хороший рост сосны в Собичском лесничестве.

Насаждения Большого бора представлены почти целиком чистыми сосняками с незначительной примесью березы, осины и дуба, причем последний, вследствие неподходящих для него почв и неумеренной пастбы скота, часто не выходит из состояния подлеска.

Около 60% насаждений от продуктивности относится к Ia—II классам бонитета. 59% всех сосняков имеет полноту 0,8—1,0. Наивысшей полнотой обладают сосновые молодняки искусственного происхождения; с возрастом полнота древостоев снижается.

Географические культуры, в которых производилась рубка учетных деревьев для анализа хода роста, находятся в квартале 46*, на бывшей кулисной вырубке шириной 50 м. Указанные выше географические варианты произрастают на смежных участках, названных В. Д. Огиевским пробными площадями, которые занумерованы в следующем порядке: казанская сосна — пробная площадь № 355, минская — № 356, черниговская — № 357 и вологодская — № 358. Каждая пробная площадь состоит из 36 рядов, расположенных в направлении поперек кулисы.

Техника закладки пробных площадей такова. Весной 1912 г. на свежей вырубке была произведена посадка однолетних сосновых семян в полосы шириной 40 см, подготовленные путем снятия тонкого слоя дернины. Размещение посадочных мест $1,5 \times 0,5$ м, что составляет около 13 400 растений на 1 га. Сведений о проводившихся уходах не имеется.

Перечислительная таксация географических культур производилась в августе 1954 г., рубка и разделка учетных деревьев для анализа хода роста — в августе 1955 г.

Перечет производился на отграниченных визирами площадках, которые отбивались с таким расчетом, чтобы на каждой из них произошло не менее 200 деревьев.

В напочвенном покрове опытных участков преобладают черника, брусника, костяника, земляника, орляк, зеленые мхи. Тип условий местопроисхождения А₂ (свежий бор). Подлесок средней густоты, равномерный, состоит из рябины, барбариса, крушины, лещины, бересклета бородавчатого, ежевики, ракитника, единично — клена полевого и липы.

Подрост дубовый, в количестве 1100 растений на 1 га, в том числе 150 экземпляров высотой более 1 м. Дубовые желуди заносятся в культуры, видимо, сойками, которые обитают в Собичском лесничестве в большом количестве.

При перечете обнаружилось, что древостой пробной площади № 358 (вологодская сосна) состоит фактически из двух элементов леса. Верхний ярус сформировался из самосева местной сосны, появившегося в результате налета или почвенного запаса семян, и деревья этого яруса имеют мощные стволы и сильно развитые корни. Нижний ярус образован сосной вологодского происхождения и хотя по числу деревьев намного превосходит верхний, но по сумме сечений и запасу уступает ему.

Таксационные признаки географических культур приводятся в табл. 1. Для сравнения здесь же даются средние высоты этих же культур в возрасте 13 лет, взятые из работ С. А. Самофала**. При сравнении значения таксационных признаков местной сосны принимаются за 100%.

* Нумерация лесоустройства 1946 г.

** С. А. Самофал. Климатические расы обыкновенной сосны (*Pinus silvestris*) и их значение в организации семенного хозяйства СССР. Труды по лесному опытному делу, вып. 1, М., 1925.

Расчеты показали, что разница высот казанской, минской и черниговской сосен не выходит за пределы точности исследований*, тогда как вологодская сосна как по высоте, так и по всем остальным показателям резко отстает от остальных географических вариантов.

По густоте и продуктивности казанская сосна несколько уступает черниговской и минской; запас вологодского сосняка (без самосева местной) составляет всего 17% от запаса черниговского, а вместе с самосевом — 68%.

Таблица 1

Таксационная характеристика географических культур

№ пробной площади	Происхождение семян (губерния, лесничество)	Средняя высота в м		Средний диаметр в см	Число деревьев на 1 га шт.	Сумма площадей сечений на 1 га в м²	Запас стволовой древесины на 1 га в м³
		в 13 лет	в 43 года				
355	Казанская Мариинско-Посадское	3,32	18,7	16,2	1482	30,7	318
		91	95	86	97	72	78
356	Минская Брожское	3,94	20,5	17,4	1783	42,5	428
		108	104	92	116	100	105
357	Черниговская Собичское	3,65	19,8	18,8	1534	42,7	409
		100	100	100	100	100	100
358	Вологодская Чадромское	1,82	13,5	11,1	857	9,6	71
		50	68	59	56	22	17
358	Местные (самосев)		21,0	31,8	277	22,1	212
			106	169	18	52	52

Полнота казанской, минской и черниговской сосны значительно выше 1,0.

Интересно отметить, что за прошедший со времени обследования этих культур С. А. Самофалом 30-летний период вологодская сосна значительно повысила относительную энергию роста: процентное отношение высоты ее к высоте местной сосны поднялось с 50 до 68%. Если к тому же учесть, что С. А. Самофал не выделял самосев местной сосны в отдельный элемент леса, то можно предположить, что действительное усиление темпов роста вологодской сосны идет еще интенсивнее.

Для анализа хода роста в каждом из четырех исследуемых сосняков статистическим методом (по принципу механического отбора) было намечено и срублено по 20 учетных деревьев.

Чтобы полнее проследить особенности роста географических культур в начальный период их жизни, первый поперечный вырез выпиливался на высоте 0,65 м от шейки корня, следующий — на высоте 1,3 м, затем — на высоте 2,3 м, 4,3 м, 6,3 м и т. д. Диаметры в коре, без коры и по пятилетним этапам измерялись в двух взаимно-перпендикулярных направлениях: вдоль и поперек рядов, с точностью до 0,1 см.

* Существенность разницы в высотах древостоев определялась по формуле:

$$\gamma = \frac{M_2 - M_1}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

где M_1 и M_2 — средние арифметические значения, m_1 и m_2 — ошибки средних значений. Разница считалась существенной при $\gamma \geq 3$.

Определение высот учетных деревьев по пятилетиям производилось методом арифметической интерполяции, поэтому максимальная величина ошибки значения высоты соответствует длине одного годичного побега. В табл. 2 представлены основные итоги анализа хода роста учетных деревьев.

Таблица 2

Ход роста учетных деревьев в географических культурах

Возраст, лет	№ пробной площадки	Среднее для учетного дерева				Общий средний прирост			Средний периодиче- ский прирост		
		высота в м	диаметр в см	объем в м ³	видовое число ство- ла 1/1000	по высоте в м	по диаметру в см	по объему в м ³	по высоте в м	по диаметру в см	по объему в м ³
5	355	0,7				0,14			0,38		
10		2,6	2,0	0,001		0,26	0,88	0,0001	0,72	0,96	0,0024
15		6,2	6,8	0,013	0,568	0,41	0,93	0,0009	0,60	0,42	0,0044
20		9,2	8,9	0,035	0,598	0,46	0,72	0,0018	0,52	0,42	0,0068
25		11,8	11,0	0,069	0,591	0,47	0,64	0,0028	0,40	0,24	0,0070
30		13,8	12,2	0,104	0,619	0,46	0,55	0,0035	0,32	0,30	0,0070
35		15,4	13,7	0,139	0,584	0,44	0,50	0,0040	0,40	0,30	0,0084
40		17,4	15,2	0,181	0,546	0,43	0,47	0,0045	0,40	0,30	0,0084
44		18,9	16,1	0,220	0,536	0,43	0,44	0,0050	0,37	0,22	0,0097
44 в коре				18	0,251	0,498					
5	356	0,9				0,18			0,42		
10		3,0		0,002		0,30		0,0002	0,70	0,42	0,0028
15		6,5	6,9	0,016	0,549	0,43	0,90	0,0011	0,64	0,42	0,0048
20		9,7	9,0	0,040	0,607	0,43	0,71	0,0020	0,54	0,30	0,0062
25		12,4	11,1	0,071	0,588	0,50	0,63	0,0028	0,48	0,30	0,0078
30		14,8	12,6	0,110	0,606	0,49	0,56	0,0037	0,42	0,22	0,0078
35		16,9	14,1	0,149	0,574	0,48	0,51	0,0043	0,42	0,17	0,0080
40		18,7	15,2	0,189	0,540	0,47	0,46	0,0047	0,36		0,0087
44		20,2	15,9	0,224	0,535	0,46	0,43	0,0051	0,37		
44 в коре				18,2	0,253	0,497					
5	357	0,7				0,14			0,38		
10		2,6				0,26			0,70		
15		6,1	7,2	0,015		0,41	0,97	0,0010	0,60	0,44	0,0050
20		9,1	9,4	0,040	0,583	0,45	0,76	0,0020	0,56	0,46	0,0074
25		11,9	11,7	0,077	0,559	0,48	0,67	0,0031	0,50	0,34	0,0090
30		14,4	13,4	0,122	0,559	0,48	0,60	0,0041	0,40	0,28	0,0094
35		16,4	14,8	0,169	0,550	0,47	0,54	0,0048	0,36	0,20	0,0080
40		18,2	15,8	0,209	0,536	0,45	0,49	0,0052	0,30	0,15	0,0080
44		19,4	16,4	0,241	0,532	0,44	0,45	0,0055	0,30		
44 в коре				19,0	0,271	0,445					
5	358	0,5				0,10			0,12		
10		1,1				0,11			0,40		
15		3,1		0,003		0,21		0,0002	0,48		0,0012
20		5,5	5,6	0,009		0,27	0,64	0,0005	0,44	0,38	0,0022
25		7,7	7,5	0,020	0,582	0,31	0,54	0,0008	0,40	0,22	0,0032
30		9,7	8,6	0,036	0,603	0,32	0,46	0,0012	0,40	0,14	0,0032
35		11,1	9,3	0,048	0,587	0,32	0,39	0,0014	0,28	0,14	0,0024
40		12,2	10,0	0,060	0,567	0,30	0,35	0,0015	0,22	0,12	0,0024
44		13,0	10,5	0,070	0,559	0,30	0,32	0,0016	0,20		0,0020
44 в коре				11,7	0,080	0,514					

Средние высоты учетных деревьев оказались определенными с достаточно высокой точностью: в возрасте до 15 лет показатели точности составляли 3—6%, в более старшем возрасте — 1,5—3%; при определении средних диаметров показатели точности колебались в пределах 3—6%; при определении средних объемов казанской и минской сосны изменялись от 7 до 11% (по мере увеличения возраста и усиления дифференциации деревьев в насаждениях), черниговской и вологодской сосны — от 9 до 14%.

Показатель существенности различий высот, диаметров и объемов учетных деревьев казанской, минской и черниговской сосен в любом возрасте был менее 3; при сравнении соответственных таксационных признаков учетных деревьев вологодской сосны и остальных вариантов показатель существенности во всех случаях был более 5.

Таким образом, ход роста казанской, минской и черниговской сосен в Собичском лесничестве практически одинаков. Вологодская сосна с первых лет и до настоящего времени весьма сильно отстает в росте от остальных трех вариантов. Средние значения объемов учетных деревьев вологодской сосны на каждом пятилетнем этапе примерно в три раза меньше объемов учетных деревьев черниговской сосны.

Это позволяет предполагать, что в полосе от центральных районов Белорусской ССР до Среднего Поволжья имеет распространение один климатип сосны обыкновенной или, в крайнем случае, на этой территории произрастают близкие по своим экологическим свойствам климатические формы. Однако допускать переброску сосновых семян в пределах указанной полосы из правобережных районов Среднего Поволжья западнее долготы Чернигова было бы рискованно, так как в этой и других группах пробных площадей Собичского лесничества поволжская сосна в ряде случаев показала более слабый (по сравнению с местной) рост и проявила склонность к образованию менее густых древостоев.

Вологодская же сосна, безусловно, относится к совершенно другому климатипу, и переброска семян сосны с территории, расположенной севернее и восточнее рек Западной Двины и Волги в районы Украинского Полесья и сходные с ним по природным условиям, совершенно недопустима.

Отметим некоторые особенности хода роста изучаемых сосняков.

Анализируя данные табл. 2, можно убедиться, что период большого роста по высоте в географических культурах как местного, так и иного происхождения, начинается в возрасте около 10 лет.

Максимум общего среднего прироста по высоте в географических культурах наступает в возрасте 25—30 лет; кульминация среднего периодического прироста отмечается между 10 и 15 годами в вологодском сосняке и между 10 и 15 годами в остальных вариантах.

В течение первого десятилетия наиболее дружно росли в высоту сосенки казанского происхождения, и к 10 годам все деревья в казанском сосняке достигли высоты 1,3 м. В черниговском и минском сосняках этот момент наступил несколько позднее, а в вологодском варианте диаметр на высоте груди стало возможным определять лишь с 20-летнего возраста.

Коэффициенты вариации диаметров и объемов учетных деревьев с возрастом повышаются, что отражает интенсивную дифференциацию деревьев в опытных культурах.

Период большого роста географических культур по запасу начался в возрасте около 15 лет и продолжается до настоящего времени: средние периодические приросты объемов учетных деревьев остаются пока выше общих средних приростов.

Наименее полнодревесными оказались учетные деревья в насаждении местного происхождения. Значения видовых чисел казанской и минской сосен имеют два максимума: в 20- и 30-летнем возрасте; в промежутке между этими годами происходила особенно усиленная дифференциация и отпад деревьев; это — так называемый «критический период» стадии жердняка, когда решается судьба будущего насаждения. Именно в этот период искусственные сосняки в данных условиях и при такой первоначальной густоте культур более чем когда-либо нуждаются в разумном вмешательстве лесовода.

В черниговском сосняке этот процесс выражен гораздо слабее: вероятно, аборигенная сосна в ряде поколений выработала устойчивые реакции в ответ на сумму факторов внешней среды.

С тем, чтобы полнее вскрыть характер развития и отражение внутренней перестройки организмов сосны различного происхождения в новых условиях, посмотрим, какова динамика темпов роста различных географических вариантов.

Если принять значения высот, диаметров и объемов учетных деревьев в 20-летнем возрасте (когда все они достигли высоты 1,3 м) за 100%, а значения этих признаков на остальных этапах выразить соответствующим числом процентов к принятым, то выясняется, что вологодская сосна на протяжении последних 20—25 лет имеет значительно более высокие темпы роста, чем казанская, минская и черниговская сосны (табл. 3).

Таблица 3

Относительная энергия роста учетных деревьев
(в % к таксационным признакам в 20-летнем возрасте)

Возраст, лет	Высота сосен				Диаметр сосен				Объем сосен			
	казанской	минской	черниговской	вологодской	казанской	минской	черниговской	вологодской	казанской	минской	черниговской	вологодской
5	7	9	7	8								
10	28	31	29	21	23				4	5		
15	67	67	67	57	76	76	76		36	39	38	28
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
25	128	128	131	140	124	123	124	132	196	178	193	215
30	149	152	158	176	138	140	142	152	295	275	315	375
35	167	173	181	205	154	156	157	165	391	372	426	506
40	188	192	200	222	170	168	168	177	510	471	526	631
44	205	207	214	237	182	176	174	186	618	558	610	740
без коры												

При рассмотрении этого явления нельзя упускать из виду то обстоятельство, что вологодская сосна испытывает весьма сильное затенение от крон деревьев местной сосны, составляющих верхний ярус насаждения пробной площади № 358. В случае отсутствия этого яруса относительная энергия роста вологодской сосны в продолжение рассматриваемого периода, несомненно, была бы еще выше.

Наши исследования показали, что в Собичском лесничестве не только вологодская сосна, но и все другие, выжившие в новых условиях, культуры более или менее отдаленного происхождения с определенного момента (с 15—20 лет) начинают опережать в темпах роста местную сосну, в результате чего сокращается возникающий в период приспособления разрыв между таксационными признаками сосняков, выращенных из семян местного сбора и других географических вариантов.

Эта закономерность, безусловно, будет более обстоятельно изучена и учтена при неизбежном пересмотре и усовершенствовании существующих, но пока еще неполноценных схем районирования лесного семенного хозяйства, которое должно выразиться в увеличении допустимых расстояний переброски сосновых семян, ибо излишняя дробность районов естественного распространения климатических форм в этих схемах была обусловлена ни чем иным, как использованием для их обоснования материалов исследования молодых опытных культур, в которых вскрытые нами тенденции еще не могли проявиться с достаточной отчетливостью.

Настоящая работа является лишь небольшой частью необходимого для научного обоснования системы районирования лесного семенного хозяйства комплекса исследований основных закономерностей роста, развития и формирования качества искусственно создаваемых насаждений в разных физико-географических районах из семян различного происхождения.

Дальнейшая разработка этой проблемы должна основываться на самом детальном и регулярном исследовании всех существующих опытных географических культур и закладке в необходимых случаях новых опытов с учетом всех последних достижений лесной науки.

Поступила в редакцию
16 июля 1958 г.

О ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРИУСЛОВОЙ ПОЙМЫ ПУТЕМ РАЗВЕДЕНИЯ ШИПОВНИКА

М. В. ПАЙБЕРДИН

Доцент

(Поволжский лесотехнический институт)

В данной статье обсуждается возможность повышения продуктивности приусловой поймы путем использования под культуру шиповника всех непродуцирующих, но пригодных для его разведения пойменных площадей (песчаные и супесчаные гривки, наносы на закруглениях рек и на местах протоков и пр.), а также путем проведения мер ухода: осветления — в смешанных зарослях и прореживания — в густых чистых зарослях шиповника. По поймам рек обычно произрастают заросли шиповника разного состава и разной густоты: чисто шиповниковые, смешанные, куртинные и единичные, у которых при проведении указанных мер ухода можно поднять продуктивность, о чем будет сказано в дальнейшем.

В 1956 и 1957 гг., по просьбе Йошкар-Олинского витаминного завода, под руководством автора данной статьи были обследованы заросли шиповника в поймах р. Волги и ее притоков — Б. Кокшаги и Илети в пределах Марийской АССР в целях выявления сырьевых ресурсов и разработки мероприятий по повышению продуктивности дикорастущих зарослей шиповника. Обследование мест с зарослями шиповника было произведено маршрутными ходами с ведением абриса и журнала таксации в пойме р. Волги от Марпосадского острова до устья р. Илети (на территории около 3000 га), в пойме р. Илети от пункта «Леушкинский казенный дом» до устья (около 800 га) и в пойме р. Б. Кокшага от пункта «Гришкино» до устья (около 1000 га)*.

Установлено, что как в пойме р. Волги, так и в поймах ее притоков всегда имеется та или иная непродуцирующая площадь, как, например: песчаные и супесчаные гривки и откосы, наносы на закруглениях рек и вблизи проносов и пр.

По Марийской АССР таких площадей по состоянию на 1 января 1956 г. насчитывается около 1000 га, в том числе на территории лесного фонда (по данным генерального плана развития лесного хозяйства Марийской АССР) около 800 га.

Все пойменные почвы развиваются на современных аллювиальных отложениях (песок, ил, супесь, суглинок). Особенностью этих почв является то, что они ежегодно наслаиваются, обогащаются весенними на-

* В работе принимали участие студенты Поволжского лесотехнического института А. Ф. Антропов, М. В. Базякина, И. В. Мамаев и Н. М. Пайбердина.

носами и имеют илстые прослойки, что положительно влияет на развитие шиповника. Кроме того, при затоплении поймы весенней водой заросли шиповника, по-видимому, очищаются до некоторой степени от ряда фито- и энтомофитов, так как наблюдается значительно меньшая зараженность ими пойменных зарослей по сравнению с условиями суходольными. Благодаря указанным благоприятным почвенным и экологическим условиям, шиповниковые заросли больше всего встречаются в пойменных местах. Для характеристики пойменных почв приведем общие описания и данные физико-химического анализа двух разрезов, взятых в лучших (I) и худших (III) классах продуктивности* зарослей шиповника (разрез № 1 и разрез № 8). Анализы сделаны в лаборатории почвоведения Поволжского лесотехнического института студенткой Н. М. Пайбердиной под руководством доктора сельскохозяйственных наук проф. В. Н. Смирнова.

Почвенный разрез № 1

Название фитоценоза — *Rosetum Cinnamomeae*.

Дата описания — 19 августа 1956 г.

Местонахождение — Звениговский район, Марийской АССР, урочище Лычная пристань.

Местоположение — возвышенное место, левый берег р. Волги (южный пологий склон), гривка между протоком Воложка и Старицей.

Разрез взят среди куртины шиповника со средней высотой 170 см, I класса продуктивности со средним возрастом в четыре года; сопутствует шиповнику редкая древесно-кустарниковая растительность — вяз, ива, крушина слабительная со средней высотой 4 м.

Почва дерново-луговая, легкосуглинисто-супесчаная на аллювиальных слоистых отложениях:

A ₀	0— 1 см	подстилка.
A ₁	1— 6 »	легкий суглинок.
A ₁ B ₁	6— 18 »	светло-серая супесь.
B ₁	18— 33 »	серовато-бурая супесь.
B ₂	33—100 »	светло-коричневый песок.
C	100	» и ниже — легкая супесь.

Покров травянистый, степень покрытия — 0,3; вокруг куртины — 1,0.

Почвенный разрез № 8

Дата описания — 13 сентября 1956 года.

Местонахождение — остров Чекури на Волге, Марийская АССР.

Местоположение: равнина, песчаная коса среднего уровня в прирусловой зоне р. Волги, заросшая тальником; шиповник в прогалине тальника III класса продуктивности, средней высотой 70 см.

Почва дерново-луговая, песчаная, слоистая, прирусловой поймы.

A ₀	0— 1 см	подстилка.
A ₁	1— 11 »	желтовато-бурый, рыхлый, слабогумусированный песок.
A ₂	11— 48 »	светло-желтый, рыхлый, крупный песок.
A ₃	48— 66 »	светло-коричневый связный песок.
B ₁	66— 76 »	светло-коричневый связный песок.
B ₂	75— 89 »	темновато-бурый, слабогумусированный средний суглинок.
B ₃	89—100 »	темновато-иловатый средний суглинок.
C	100—110 »	серо-желтая мелкая супесь.

Анализы подтверждают полевое определение (см. табл. 1), что почвы являются дерново-луговыми, слоисто-пойменными. Гигроскопическая вода находится в полной корреляции с содержанием глинистых частиц.

Разрез № 1 характеризуется большим содержанием гумуса, суммы обменных оснований, подвижного калия и глинистых частиц, чем разрез № 8, взятый на песчаной гривке с продуктивностью зарослей III класса. Почвы обоих разрезов, несмотря на их легкий механический состав, достаточно насыщены основаниями с реакцией близкой

* На основании обработки материалов обследования по средней высоте зарослей шиповника нами были установлены 3 класса продуктивности: I класс при средней высоте зарослей 1,21 м и выше, урожайность плодов за 1956 г. с 1 га — 1,5 т; II класс при высоте 0,81—1,20 м, урожайность — 1,1 т; III класс при высоте до 0,8 м; урожайность — 0,9 т.

к нейтральной, и довольно богаты подвижным калием, но очень бедны подвижным фосфором; поэтому внесение фосфорных удобрений, по-видимому, окажется эффективным приемом повышения продуктивности зарослей шиповника. В связи с тем, что содержание гумуса не является высоким, запас его и азота небольшой, поэтому внесение азотных удобрений тоже может явиться необходимым мероприятием по улучшению состояния зарослей шиповника.

Судя по химико-механическому анализу почв и на основании изучения зарослей шиповника в поймах р. Волги и ее притоков, можно сказать, что свежие непродуцирующие или малопродуцирующие пойменные, наносные (песчаные, супесчаные и суглинистые) почвы вполне могут быть использованы в первую очередь под шиповник, так как естественные заросли шиповника встречаются в пойменных условиях во всех указанных почвах. Это также подтвердилось опытной посадкой, произведенной осенью 1957 г. на песчаной гривке поймы реки Волги корневыми черенками шиповника, взятыми на месте; укореняемость на следующий год оказалась равной 91% (по числу площадок). Надо иметь в виду, что шиповник совершенно не произрастает на пониженных сыроватых и сырых местах, где обычно быстро появляются кустарниковые ивы.

На наносных почвах агротехника разведения шиповника довольно проста. Здесь особой подготовки почвы не требуется, так как свежие незадерновые наносы находятся и так в рыхлом состоянии.

Совместные опытные работы доцентов Поволжского лесотехнического института Г. К. Незабудкина, М. В. Пайбердина и ст. преподавателя А. А. Даниловой по искусственному разведению шиповника показали, что этот кустарник можно разводить семенами (но с посевом их вскоре после сбора плодов), посадкой саженцами, выращенными в питомнике, дичками с глыбкой земли, взятыми в дикорастущих зарослях, и черенками от корней растущего куста. Наиболее проста посадка корневыми черенками. Их заготавливают длиной около 20 см, толщиной около 1 см и при транспортировке упаковывают в ящики с прокладкой черенков влажным мхом.

Посадка или посев производится в площадки (размер площадок $0,6 \times 0,6$ м), которые располагаются друг от друга на расстоянии в рядах через 2 м, между рядами 2—3 м. В каждую площадку нужно высаживать по два черенка на глубину 6—10 см, укладывая их в ямки в горизонтальном положении. Посадку корневыми черенками можно производить с одинаковым успехом как весной, так и осенью.

По нашим расчетам разведение шиповника вручную корневыми черенками, заготавливаемыми на месте, на 1 га наносных почв потребует около 10 рабочих дней, одного рабочего (дневная ставка которого 12 р. 50 к.).

В пойме р. Волги и ее притоков произрастает один вид шиповника — роза коричная (*Rosa cinnamomeae* L.) с многими разновидностями и формами; этот вид шиповника является высоковитаминным (содержание аскорбиновой кислоты, по нашим анализам, в сырых плодах около 3,47% от абс. сухого веса мякоти плодов) и дает урожай плодов с 1 га около 1 т (в свежем виде). Он очень распространен в условиях среднего Поволжья и применяется в качестве посадочного материала во всех лесхозах и районах, поэтому разведение его проще и дешевле*.

* Можно рекомендовать для культивирования еще один крупноплодный высокоурожайный (до 4 т сырых плодов с 1 га) и морозоустойчивый вид шиповника — розу морщинистую (*Rosa rugosa* Thub.), произрастающую в дендросаде ПЛТИ; однако в плодах этого вида шиповника содержание витамина С меньше примерно на 40% по сравнению с плодами розы коричной. При культивировании розы морщинистой в питомнике или на производственной площади, посев следует производить семенами, извлеченными из плодов сразу после сбора.

Данные ана

№ разреза	Название почвы	Тип условий местопроизрастания	Горизонты	Глубина взятая образца в см	Гигроскопическая вода в %	Содержание частиц <0,01
1	Дерново-луговая легко-суглинисто-супесчаная на аллювиальных легких по механическому составу отложениях	Гривка между двумя низинами	A ₁ 1-6	1-6	4,24	26,5
			A ₁ B ₁ 6-18	7-17	1,98	19,0
			B ₁ 18-33	20-27	1,90	не определялось
			B ₂ 33-100	40-50	0,91	4,0
			C 100-110	100-110	1,52	12,0
8	Дерново-луговая, песчаная, слоистой прирусловой поймы на современных слоистых отложениях.	Гривка на острове Чекури (заросли шиповника)	A ₁ 1-11	1-10	0,66	4
			A ₂ 11-48	14-45	0,14	1
			A ₃ 48-66	50-60	0,34	2
			B ₁ 66-76	68-75	1,03	9
			B ₀ 76-89	78-85	3,04	33
			B ₂ 89-100	90-100	1,35	36
			C 100-110	100-110	1,16	12
			110-150	120-130	0,36	2,5

Приняв равным (1 т сырых плодов с 1 га) урожайность естественных сплошных зарослей шиповника (розы коричной) с закультивированной пойменной площади, получим стоимость собранных плодов равной 2000 руб. *.

Отсюда видно, что совершенно непродуцирующие в настоящее время пойменные площади, при небольших затратах на разведение кустарника, могут дать ценное для промышленности сырье в виде плодов шиповника (ежегодно 1 т с 1 га) на сумму 2000 руб.

Кроме того, шиповник обладает, как установлено, свойством беспрерывно вегетативно самоомолаживаться. Это важно в том отношении, что однажды созданные заросли шиповника при некотором хозяйственном уходе будут продуцировать постоянно, без повторных затрат на восстановительные работы. Естественные заросли шиповника находятся в совершенно беспризорном состоянии, подвергаются потраве скотом, захламлению, зарастают сорняками и т. п. и в конечном счете становятся малопродуктивными. Установлено, что проведением даже простых мер ухода за зарослями шиповника (осветление, уборка старых и отмерших стволиков, расчистка захламленности и т. п.) можно повысить их продуктивность на 60 и более процентов.

На основании проведенного в 1957 г. учета результатов опытных мер ухода на пробах, заложенных в 1956 г. в пойме р. Волги, получились следующие показатели повышения продуктивности:

а) при проведении осветления в смешанных зарослях шиповника

* Приемочная цена 1 кг сырых плодов шиповника на Йошкар-Олинском витаминном заводе равна 2 руб.

Таблица

Анализ почв

Гумус % (по Тю- рину)	P ₂ O ₅ в мг на 100 г почвы	K ₂ O в мг на 100 г почвы	Сумма обмен- ных оснований в м-экв. на 100 г почвы	Обменных H+Al в м-экв. на 100 г почвы	Гидролити- ческая кис- лотность в м-экв. на 100 г почвы	Степень на- сыщенности основаниями в %	pH солевое	Название горизонта по механиче- скому составу
3,65	5,0	15,8	22,2	0,009	1,78	92,57	6,6	Легкий суглинок
1,60	5,0	9,5	13,74	0,004	1,55	89,88	6,5	Супесь
1,43	не определялось		3,89	0,004	1,35	74,22	6,4	Супесь
	не определялось		5,71	0,004	1,15	83,27	6,4	Песок
	не определялось		—	0,008	0,69	—	6,3	Супесь
1,76	7,5	14,6	5,90	0,608	1,33	81,77	6,1	Рыхлый песок
0,0	2,0	4,4	2,20	1,216	0,58	78,77	6,2	Рыхлый песок
0,28	6,0	4,4	2,84	не опре- делялось	0,58	83,04	6,3	Рыхлый песок
0,49	не определялось		7,44	1,824	0,96	88,57	6,2	Связный песок
1,56	не определялось		18,34	1,152	2,29	88,89	6,0	Средний песок
1,34	не определялось		7,02	не опре- делялось	1,16	85,81	6,3	Средний суглинок
1,18	не определялось		10,06	0,304	0,77	92,88	6,2	Супесь
1,04	не определялось		3,84	не опре- делялось	0,58	86,87	6,3	Рыхлый песок

(уборки сопутствующих пород) урожайность плодов на опытной площадке в сравнении с контролем увеличилась в 1,6 раза;

б) при уборке старых (свыше 5 лет) и отмерших стволиков урожайность повысилась в 2,1 раза.

При проведении опытных работ по мерам ухода учитывались затраты рабочего времени на осветление шиповника в густых, смешанных зарослях; на 1 га потребовалось 3 человеко-дня, что в денежном выражении составит 37 руб. 50 коп.

Как видим, затраты рабочей силы и средств как на искусственное разведение шиповника, так и на проведение мер ухода небольшие, что говорит о целесообразности проведения тех и других работ и о легкости их выполнения.

Плодоносить шиповник начинает через 2—3 года после посадки, а повышение продуктивности зарослей после проведения мер ухода наступает через год.

Этот кустарник, с давних времен известный своими целебными свойствами, имеет большое народнохозяйственное значение. Потребность витаминной и других промышленности в плодах шиповника, как в ценном растительном сырье, в данное время далеко не удовлетворяется.

Пора лесоводам лесхозов взять шиповник под свое покровительство, начать работы по разведению и повышению продуктивности естественных зарослей его.

ПРОРАСТАНИЕ ЗАРОДЫШЕЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ И БЕРЕСКЛЕТА ЕВРОПЕЙСКОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ СЕМЯН

В. М. ЛЮБЧЕНКО

Аспирант

(Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства)

Семена липы мелколистной и бересклета европейского обладают глубоким органическим покоем, причины которого еще неясны; поэтому изучение состояния зародышей представляет значительный интерес.

Известно, что период покоя у недостаточно зрелых семян короче, чем у зрелых [2], [3]. Однако причины этого явления также не выяснены, нет и данных о росте зародышей из семян различной зрелости.

Нами изучалось прорастание зародышей липы мелколистной и бересклета европейского в зависимости от степени зрелости семян.

Методика работ была следующей. Сбор семян проводился с конца августа по ноябрь с промежутками в 15 дней. Средний образец семян намачивали в воде до полного набухания (1—3 суток), после чего с помощью ланцета извлекали зародыш. Семя бересклета надрезали вдоль, раздвигали половинки эндосперма и вынимали зародыш. У семени липы делался разрез со стороны корешка зародыша, снимались верхняя часть семенной кожуры и эндосперма, оставшийся эндосперм отделялся частями до полного освобождения зародыша.

Проращивание производилось в условиях дневного комнатного освещения в растительных аппаратах системы Якобсона, работающих на искусственном подогреве. Основной частью аппарата является резервуар с водой, над которым расположены металлические листы с отверстиями для фитилей салфеток. Ложем для проращивания служила салфетка-кружок из влагоемкой ткани (фланели), покрытая фильтровальной бумагой и соединенная фитилем с водой для поддержания постоянной влажности. Салфетка покрывалась стеклянным колпачком с небольшим отверстием сверху для воздухообмена. Температура ложа в результате подогрева воды была переменной: с 18—20° С утром повышалась до 34° С к середине дня и затем постепенно понижались до исходной. Опыты проводились в стерильных условиях.

При проращивании зародышей учет вели по двум группам: 1. С признаками роста — общее количество и в том числе давшие корешки. 2. Без признаков роста.

Учеты проводились через 1—2 дня. Для опыта бралось по 200 зародышей (две повторности по 100 шт.). Расхождения между повторностями обычно не превышали 5—7%. Опыты проведены в 1957 г. на



Рис. 1. Зародыши из зрелых семян липы мелколистной: внизу — до проращивания,верху — на 16-й день проращивания.

Центральной контрольной станции лесных семян (Московская обл.) с семенами местного сбора: В проведении опытов принимала участие М. Е. Власова.

Результаты опытов приведены в табл. 1. Проращение зародышей из незрелых семян (сбора 26.VIII) было растянуто и закончилось только на 28-й день. У зародышей из зрелых семян общий период проращивания не превышал 10 дней.

Таблица 1

Результаты проращивания зародышей липы мелколистной из семян различной зрелости

Дата сбора семян	Аб. сух. вес 100 шт. зародышей в г	Количество проросших зародышей (в %) по дням						
		3	4	5	6	10	15	30
26.VIII	0,19	—	54	—	67	78	88	100
9.IX	0,30	—	81	82	88	94	98	100
23.IX	0,27	30	80	83	93	97	97	98
9.X	0,28	67	90	97	98	99	99	99
21.X	0,27	99	—	100	100	100	100	100

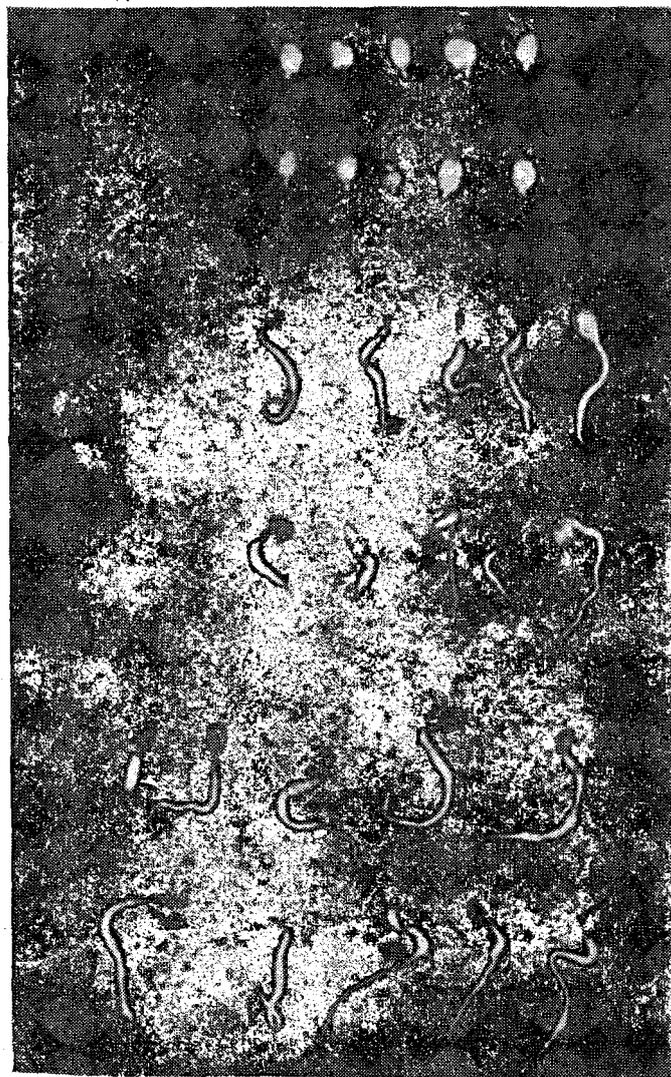


Рис. 2. Зародыши бересклета европейского из зрелых семян: вверху — с вросшей при проращивании нижней увлажненной семядолькой; внизу — с выросшим при проращивании корешком.

Большинство из зародышей начинает расти обычно на второй — третий день; сначала двигается в рост корешок, принимающий изогнутую форму, затем на нем появляются многочисленные корневые волоски, в это же время начинают увеличиваться и семядольки, приобретающие сначала светло-зеленый, а потом зеленый цвет. Роста эпикотильной почки не отмечено.

В наших опытах интенсивный рост зародышей наблюдался в первые 10—15 дней (рис. 1). В последующие 15—20 дней интенсивность их роста уменьшилась и на 30—40 день затухала. К этому времени общая длина проросшего зародыша достигала 20—40 мм, размеры семядолек от 7×8 до 14×9 мм. Прекратив рост, зародыши после некоторого пе-

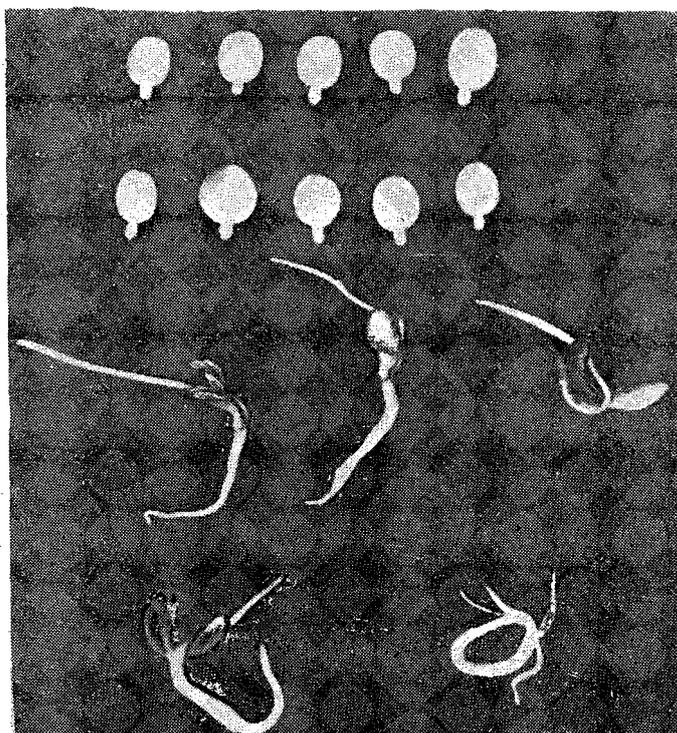


Рис. 3. Зародыши бересклета европейского из зрелых семян: (вверху — до проращивания, внизу — после проращивания) с выросшим при проращивании корешком и стебельком.

риода (5—10 дней) начали загнивать: сначала отмерли корневые волоски, потом кончики корешка и семядолей, в последующем загнил весь зародыш.

Зародыши бересклета европейского из семян различной зрелости прорастают плохо: лишь у незначительной части начинает расти корешок, у большинства же растет и принимает зеленую окраску только нижняя увлажненная семядолька; наблюдается расхождение семядолек (табл. 2).

Таблица 2

Результаты проращивания зародышей бересклета европейского из семян различной зрелости.

Дата сбора семян	Абс. сух. вес 100 шт. зародышей в г	Количество зародышей (в %), обнаруживших признаки роста (по дням)								
		общее						в том числе давших корешки		
		5	10	15	30	60	90	30	60	90
19.VIII	0,17	—	20	27	36	56	70	0	0	0
2.IX	0,25	1	12	17	37	67	70	0	0	0
16.IX	0,34	12	26	31	43	64	73	0	1	1
30.IX	0,35	26	40	55	85	87	88	1	3	3
14.X	0,32	31	51	82	85	88	91	2	3	3
28.X	0,31	32	51	65	76	78	81	2	4	5
10.XI	0,32	14	45	61	69	78	84	3	24	24
25.XI	0,32	27	54	56	79	88	90	8	11	13

Из таблицы видно, что прорастание зародышей из недостаточно зрелых семян (сбора конца августа и начала сентября) было замедленным: за 90 дней только 70% обнаружили признаки слабого (25%) роста в длину нижней увлажненной семядольки. Дальнейшего роста за весь период их прорастания, а также изменения цвета не было отмечено. По истечении 90 дней с начала проращивания зародыши сморщились, начали подсыхать и загнивать.

У семян сбора 16.IX рост нижней увлажненной семядольки был уже значительно сильнее (до 50—75%); часть из них дала корешки (1%). У семян последующих сборов резко увеличилась энергия роста и повысилось количество зародышей с признаками роста. Нижняя увлажненная семядолька у них увеличилась на 50—100% (рис. 2,верху), несколько увеличилось и количество проросших зародышей, корешок их был слабым, изогнутым; подсемядольное колено не выросло (рис. 2,внизу). У зародышей из семян, висевших некоторое время на кустах, после достижения ими полной зрелости (сбора 28.X, 10 и 25.XI), всхожесть уже не увеличилась, зато несколько возросло количество проросших зародышей; при этом у некоторой части из них, помимо развития корешка, начал развиваться и стебелек, достигая 1—2 см (рис. 3). Таким образом, в процессе созревания семян, уже по прекращении накопления в них сухого вещества, в зародышах происходят еще какие-то изменения, в связи с чем меняется их поведение при проращивании.

Отмечено, что зародыши из свежесобранных зрелых семян обнаруживают большую стойкость к гниению — большинство из них не загнивают в течение 90 и более дней.

Результаты наших опытов по проращиванию зрелых зародышей бересклета европейского согласуются с данными М. Г. Николаевой [1], которая сообщает, что зародыши из свежесобранных зрелых семян прорастают очень медленно и в небольшом количестве.

Выводы

1. Способность к росту у зародышей липы мелколистной увеличивается по мере созревания семян. Зародыши из зрелых семян прорастают достаточно хорошо, при этом значительно вырастает корешок и семядольки.

2. У зародышей бересклета европейского по мере созревания семян способность к росту возрастает незначительно. Зародыши из зрелых семян при проращивании растут в основном нижней увлажненной семядолкой. Рост корешка отмечен у небольшой части зародышей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Г. Николаева. О прорастании зародышей семян бересклета европейского. Доклады АН СССР, т. LXXI, № 1, 1950. [2]. Н. В. Туркевич. Прорастание неспелых семян некоторых древесных и кустарниковых пород. «Труды Бот. саду им. акад. О. В. Фомина», № 22 1952. [3]. H. Jahnke. Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut. Angewandte Botanik. Bd. 31; H. 5, 1957.

Поступила в редакцию
2 октября 1958 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАЛКИ ДЕРЕВЬЕВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СТУПЕНЧАТОГО ПРОПИЛА**В. Г. КОЧЕГАРОВ**

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

Л. Г. ФЕДЯЕВ

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

До настоящего времени уровень механизации валки деревьев остается низким. Применение переносных инструментов обеспечивает лишь механизацию спиливания и некоторых трудоемких подготовительных работ (расчистка лесосеки, снятие опасных деревьев и т. п.).

Как у нас, так и за рубежом производились работы по созданию и были созданы опытные образцы пильно-валочных машин. В них в качестве режущего органа в большинстве случаев применялись дисковые пилы и фрезы. Эти конструкции были применимы лишь при спиливании деревьев ограниченного диаметра, они не предотвращали зажима при пилении, и, следовательно, не устраняли возможности аварий режущих органов.

Из-за больших затрат мощности и дефектов, получающихся при валке, не нашли применения пильно-валочные устройства типа «ножницы», а также машины, использующие цилиндрическую фрезу.

Пильно-валочная машина (ПВМ) должна обеспечивать:

1. Беззажимное спиливание стоящих деревьев, причем пропила должен быть сквозным.
2. Спиливание деревьев любого диаметра.
3. Надежную временную устойчивость дерева в период от окончания пропила до валки (особенно при ветре).
4. Возможность оставления низких пней.
5. Надежность в работе.
6. Бездефектную валку деревьев.

Этим требованиям отвечает пильный механизм, разработанный кафедрой механизации лесоразработок Ленинградской лесотехнической академии им. С. М. Кирова (ЛТА).

Конструкция предлагаемого пильного механизма обеспечивает беззажимный сквозной ступенчатый пропила стоящего дерева в двух плоскостях, расположенных на некотором расстоянии друг от друга (рис. 1). Такой пропила обеспечивает наличие двух зон непропиленных волокон древесины («перемычек»), и дерево может быть свалено только принудительно, с помощью специального валочного устройства.

В момент валки происходит скалывание древесины между плоскостями пропилов и разрыв непропиленных волокон, если таковые имеют-

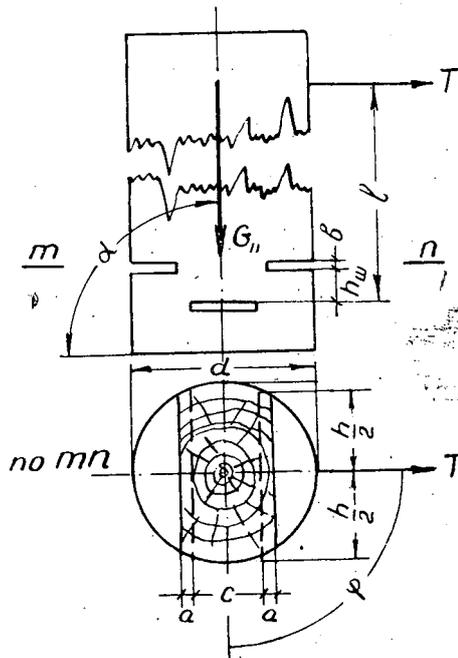


Рис. 1.

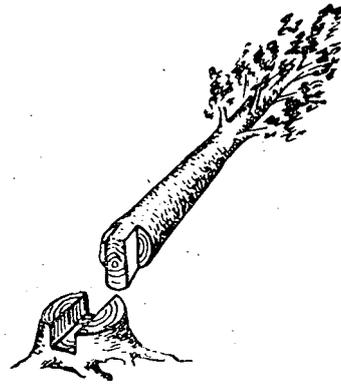


Рис. 2.

ся. После валки дерева на его комлевой части остается «шип» (рис. 2), который при раскряжевке хлыста отпиливается. Тонкомерные деревья подпиливаются двумя шинами (средней и одной боковой) пильного механизма (рис. 3).

Описываемый способ спиливания деревьев не требует применения специальных устройств для предотвращения зажима режущих органов пильного механизма и дает возможность создания пильного механизма несложной конструкции.

Чтобы установить возможность применения цепных пил, работающих в условиях «тарана» — именно такой способ необходим для образования сквозного ступенчатого пропила в двух плоскостях, — установить области применения предлагаемого способа спиливания и определить параметры ступенчатого пропила, — были проведены лабораторные экспериментальные исследования, которые в дальнейшем были проверены в производственных условиях.

Опыты включали валку деревьев хвойных и лиственных пород, подпиленных ступенчатым пропилом, без перемычек, причем отклонение оси деревьев от вертикали доходило до 6° , валку деревьев, имеющих пороки (гнили, ройки); валку деревьев, имеющих поверхностную корневую систему и для выявления технических дефектов валки, валку деревьев хвойных и лиственных пород, подпиленных с оставлением перемычек до 2 см. Опыты проводились на лесосеке мастерского участка валочно-трелевочных машин «ЛТА — Ленлес» в Волосовском ЛПХ треста «Ленлес».

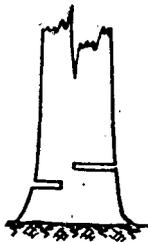


Рис. 3.

Характеристика лесосеки следующая: состав насаждения: 50С3Е2Б + С; бонитет — III; средний объем хлыста — $0,29 \text{ м}^3$, макрорельеф: пологое понижение к сфагновому болоту; микрорельеф: хорошо выраженный.

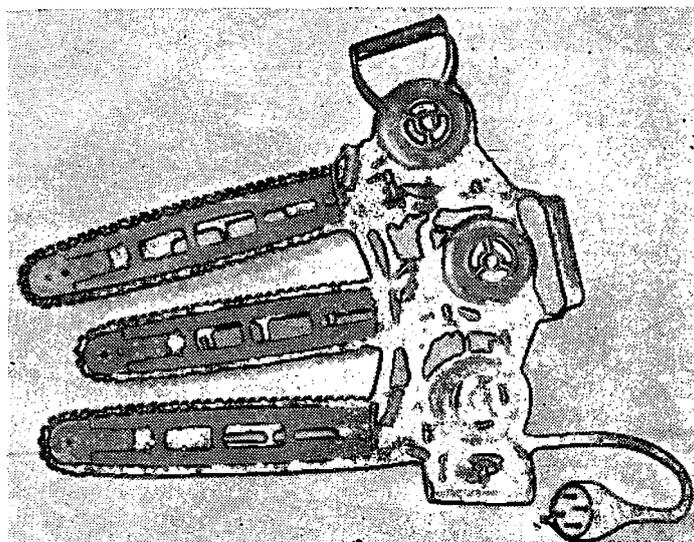


Рис. 4. Переносный трехшинный пильный механизм.

Валка деревьев проводилась следующим образом. С помощью переносного трехшинного пильного механизма (рис. 4) производился пропил стоящего дерева, затем ствол на высоте 1,6 м зачаливался тросом лебедки ВТМ, после чего включался барабан лебедки и производилась валка подпиленного дерева на ферму ВТМ. Замеры усилий в тяговом тросе при валке производились с помощью пружинного динамометра. Случаев зажима пильных шин в пропилах и «посадки» дерева на лень не было.

Результаты экспериментального исследования показали, что при поперечном пилении древесины трехшинным пильным механизмом с увеличением размеров пропила увеличивается расход энергии на пиление всеми пилами механизма. При этом расход энергии увеличивается быстрее, чем растут площади пропила, что объясняется изменением удельного сопротивления резанию.

При поперечном пилении сосновой древесины цепными пилами способом «тарана» удельное сопротивление резанию с увеличением подачи на зуб понижается. Однако это снижение происходит менее интенсивно, чем при пилении цепными пилами обычным методом (см. табл. 1).

Таблица

Величина подачи на зуб в мм . . .	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Относительное значение удельного сопротивления резанию $K_{иz} = \frac{K_T^*}{K}$	1,28	1,29	1,31	1,34	1,37	1,42	1,47

* K_T и K — удельные сопротивления резанию при пилении способом «тарана» и обычным способом, соответственно.

Удельное сопротивление резанию при пилении древесины трехшинным пильным механизмом повышается также с увеличением диаметра пропила d (см. табл. 2).

Таблица 2

Диаметр пропила в см	20	25	30	35	40	45
Относительное значение удельного сопротивления резанию K_d^*	1,04	1,12	1,18	1,25	1,32	1,39

* За единицу принята величина удельного сопротивления резанию K_r , полученного при диаметре пропила $d = 17$ см.

Данные табл. 1 и 2 получены в результате опытов, проведенных на специальной установке, позволяющей производить поперечное пиление образцов древесины как прямоугольного, так и круглого сечения: 1) методом, при котором продольная ось пильной шины перпендикулярна направлению подачи и 2) методом, при котором направление продольной оси пильной шины совпадает с направлением подачи («тарана»).

При обработке результатов опытов пиления записанные самопишущим ваттметром диаграммы планиметрировались. При этом учитывалась только энергия, израсходованная на резание, транспортирование опилок и трение пильной цепи о стенки пропила.

В опытах была использована пильная цепь ПЦ-15М, шаг режущих зубьев t которой составлял 60 мм, ширина развода режущих зубьев — 7,5 мм, снижение скалывающих зубьев относительно режущих $h = 0,6$ мм и угол заточки боковой режущей кромки $\epsilon = 60^\circ$.

Высота пропила l в опытах составляла 116 мм.

Образцы для опытов заготавливались из комлевых кражей диаметром 35 см. Размеры образцов, предназначенных для экспериментов, в которых определялись K_r и K , были: 170×116 мм при пилении первым методом и 170×146 мм при пилении вторым методом. Опытные образцы изготовлялись из древесины сосны и ели. Показатели физико-механических свойств этих пород были следующими: влажность (W) сосны — 75%, ели — 91,9%; объемный вес сосны — $0,760$ г/см³; ели — $0,716$ г/см³; пределы прочности (в кг/см²): при сжатии вдоль волокон для сосны — 462,0 (при $W = 15\%$), для ели — 440,0 (при $W = 15\%$); при скалывании вдоль волокон для сосны — 60,0 (при $W = 75\%$) и 83,1 (при $W = 15\%$), для ели — 56,0 (при $W = 91,9\%$) и 80,6 (при $W = 15\%$); при статическом изгибе для сосны — 673,0. Торцовая твердость образцов сосны составляла $250,0$ кг/см² *.

Несмотря на то, что при пилении «тараном» увеличивается расход мощности, при проведении опытов не наблюдалось случаев разрыва пильных цепей, выхода из строя амортизаторов пильных шин и т. п. Повышенный расход мощности, безусловно, ограничивает возможности применения этого способа при работе ручными инструментами. Однако, если установить механизмы на машину, располагающую запасом мощности, то повышение значения K_r не может служить препятствием в применении метода сквозного ступенчатого пропила.

Влияние параметров ступенчатого пропила и внешних факторов на устойчивость пропиленного дерева

Анализом влияния параметров ступенчатого пропила на величину опрокидывающего момента выявлено, что опрокидывающий момент $M_{\text{опр}}$ (при $\varphi = 0^\circ$, $a = 0$; рис. 1) является функцией диаметра дерева

* Для образцов ели предел прочности при статическом изгибе и торцовая твердость не определялись.

на уровне пропила — d , расчетной высоты шипа — $h_{ш}$ и высоты нижнего пропила c :

$$M_{\text{опр}} = \frac{h_{ш}(d^2 - c^2)}{3} \tau_{\text{max}}, \quad (1)$$

где: τ_{max} — наибольшее касательное напряжение в плоскости скалывания в кг/см^2 .

Формула (1) не учитывает влияния на величину максимальных напряжений собственного веса надземной части дерева и других нагрузок, действующих вдоль оси дерева (атмосферные осадки). Напряжения скалывания от этих осевых нагрузок могут быть определены выражением:

$$\tau = \frac{N}{F},$$

или, принимая во внимание конкретные условия нашей задачи (рис. 1),

$$\tau = \frac{G_{\parallel}}{2h_{ш}\sqrt{d^2 - c^2}}, \quad (2)$$

где G_{\parallel} — нагрузка, действующая вдоль оси ствола.

Так как касательные напряжения, определенные по выражениям (1) и (2), возникают в одних и тех же плоскостях скалывания, то условие прочности конструкции ступенчатого пропила без перемычек ($a = 0$) может быть выражено уравнением:

$$\tau_{\text{max}} = \frac{3M_{\text{опр}}}{h_{ш}(d^2 - c^2)} + \frac{G_{\parallel}}{2h_{ш}\sqrt{d^2 - c^2}} \leq [\tau], \quad (3)$$

где $[\tau]$ — допускаемое напряжение при скалывании вдоль волокон, кг/см^2 ;

При известных значениях $M_{\text{опр}}$ и G_{\parallel} и выбранном допускаемом напряжении можно определить необходимые параметры $h_{ш}$ или c .

При выводе выражения (1) были приняты следующие допущения:

а) напряжения τ в плоскости скалывания распределены равномерно по высоте $h_{ш}$;

б) закон распределения касательных напряжений в плоскости скалывания по длине h — прямолинейный, то есть наибольшего значения достигают в точках, лежащих у самого края сечения, и обращаются в нуль в центре.

Для установления зависимостей $M_{\text{опр}} = f(d)$, $M_{\text{опр}} = f(h_{ш})$ и $M_{\text{опр}} = f(c)$ нами были проведены тщательные экспериментальные исследования в лабораторных условиях.

Для этих опытов бралась древесина сосны и ели натуральной формы диаметром от 17 до 35 см. Прочие параметры: $a = 0$; $\varphi = 0^\circ$.

Замеры усилий при валке производились динамографом и электро-тензометрическим динамометром с записью показаний осциллографом МПО-2.

Результаты опытов подтверждают теоретические положения. Для сосны среднее отклонение теоретического $M_{\text{опр}}^{\text{max}}$, определенного по выражению (1), от вычисленного по корреляционному уравнению составляет 2,2%; максимальное — 4,0%; для ели: среднее отклонение — 4,57% и максимальное — 7,2%. Следовательно, формулы (1) и (3) вполне пригодны для расчетов.

Опыты также показали, что с уменьшением высоты шипа (при $h_{ш} < 5,0$ см) сопротивление дерева валке при действии горизонтальных

нагрузок под углом $\varphi = 90^\circ$ уменьшается быстрее, чем при $\varphi = 0^\circ$. При $h_{ш} = 5$ см конструкция ступенчатого пропила имеет ослабленное направление при $\varphi = 0^\circ$. Поэтому высота шипа $h_{ш} = 5$ см может быть принята минимально допустимой.

Валка деревьев, подпиленных без оставления перемычек, не сопровождается повреждением комлевой части ствола. Скалывание древесины происходит преимущественно по плоскостям, проходящим через дно нижнего и верхнего пропилов.

Конструкция пропила в двух плоскостях с оставлением перемычек значительно повышает сопротивляемость подпиленного дерева действию внешних сил (по сравнению с конструкцией без перемычек). Так, для сосновой древесины при $h_{ш} = 5$ см, $c = 11$ см и $\varphi = 0^\circ$, $M_{опр}^{max}$ и a в зависимости от диаметра дерева находятся в следующей связи:

$$\begin{array}{ll} \text{для } d = 20 \text{ см} & M_{опр}^{max} = 292,6 + 423,6a \\ \text{для } d = 26 \text{ „} & M_{опр}^{max} = 553 + 988a \\ \text{для } d = 32 \text{ „} & M_{опр}^{max} = 874 + 1824a \end{array}$$

При валке под углом $\varphi = 90^\circ$ (поперек шипа) $M_{опр}^{max}$ значительно превышают соответствующие значения $M_{опр}^{max}$ при $\varphi = 0^\circ$.

Анализ условий валки деревьев показывает, что основными факторами, оказывающими влияние на валку деревьев, являются: характер и размеры комлевой части ствола, собственный вес надземной части дерева (вес ствола с кроной) и естественное тяготение дерева (отклонение дерева от вертикали с учетом эксцентricности кроны), снег, ветер. Опытами установлено, что кратковременная устойчивость подпиленных деревьев (без ветровой нагрузки) обеспечивается при $h_{ш}$ в пределах от 5 до 8 см и зависит от породы, диаметра ствола у пня и сезона лесозаготовок.

Как показали опыты в производственных условиях, $h_{ш}$ не превышает примерно 5,5 см. Так как применение переменной высоты шипа вызывает усложнение конструкции пильного механизма, а увеличение высоты шипа приводит к повышению потерь ценной комлевой древесины и ухудшает проходимость машин из-за оставления высоких пней, то целесообразно применять шип постоянной высоты, близкой к минимально допустимой. При этом необходимая устойчивость подпиленных деревьев должна достигаться оставлением перемычек.

На основании опытов можно сделать следующие выводы:

- 1) При производстве пропила в двух плоскостях без перемычки обеспечивается достаточная временная устойчивость дерева.
- 2) При оставлении перемычек толщиной до 1,5 см значительно повышается сопротивляемость подпиленного дерева действию внешних сил и обеспечивается бездефектная валка деревьев как хвойных, так и лиственных пород (отщепов нет, «хвосты» и волокна остаются на сваленных деревьях).
- 3) Пороки деревьев (гниль до $\frac{1}{3}$ диаметра, закомелистость, ройки) не оказывают существенного влияния на качество валки. При расположении гнилей в пределах поперечного сечения шипа устойчивость дерева не снижается.
- 4) Поверхностное расположение корней системы и естественный наклон деревьев не препятствуют применению предлагаемого способа спиливания деревьев.
- 5) Максимальный опрокидывающий момент, равный 3200 кгм, наблюдался при валке ели, диаметр которой в месте пропила был 65 см (при $a = 0$).

На основании проведенных исследований установлены следующие параметры пильного механизма:

1) Типовые размеры пильных механизмов (по свободной длине средней пильной шины) — 600, 800 и 1000 мм в зависимости от специфики района лесозаготовок.

2) Необходимая потребляемая при пилении мощность — 10 квт.

3) Толщина пильной шины — 10 мм.

4) Ширина пропила — 12 мм.

5) Скорость резания — 10 м/сек.

6) Производительность чистого пиления = 240 см²/сек.

7) Надвигание — гидравлическое, величина усилия надвигания постоянна.

8) Смазка пильной цепи — периодическая, принудительная.

Кафедрой механизации лесоразработок Лесотехнической академии им. С. М. Кирова разработаны рабочие чертежи пильного механизма, по которым на одном из заводов Ленсовнархоза изготавливается опытный образец.

В настоящее время ведется разработка пильно-валочной машины (ПВМ) на базе трактора ГДТ-40. Для этого трактор оборудуется генератором для питания электродвигателя пильного механизма и гидросистемой для управления пильным и валочным механизмами. Рабочее место водителя защищено от случайно падающих деревьев и сучьев.

Предполагается согласовать работу ПВМ и трелевочно-перегрузочной машины (ТПМ), имеющей приемную ферму.

Конструкция ТПМ в настоящее время разрабатывается сотрудниками ЛТА, трестом «Ленлес» и ЦНИИМЭ.

Расчетная производительность ПВМ составляет 200—300 м³ в смену в зависимости от среднего объема хлыста.

Разрабатываемая система машин предполагает полную механизацию лесосечных работ, исключает необходимость производства подготовительных работ (за исключением транспортной подготовки), исключает травматизм при работе на лесосеках и дает возможность значительного повышения производительности труда на лесосечных работах.

Поступила в редакцию
26 ноября 1958 г

СБОРНОЕ КОЛЕЙНОЕ ПОКРЫТИЕ ИЗ РЕШЕТЧАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ НА УСАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Н. И. СЕРПОВ

Кандидат технических наук

Л. Е. САВИН

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

Для усов, являющихся составной частью общей транспортной сети лесного массива, характерна кратковременность работы, малый грузооборот и одновременно — наибольшая суммарная протяженность. На автомобильных дорогах нагрузка на поезд остается неизменной как при движении по магистральным путям, так и по усам. Последнее требует устройства такого дорожного покрытия на усах, которое позволяло бы вывозить лес с максимальным использованием грузоподъемности автомобильного поезда. Наряду с этим дорожная одежда на усах должна быть экономичной, допускающей возможность механизировать все работы по устройству и содержанию.

В настоящее время принято считать, что для строительства автомобильных дорог наиболее целесообразно применять грунтовое, улучшенное или гравированное покрытие. Но на севере Европейской части СССР природные запасы гравийных материалов весьма ограничены, а почвенно-грунтовые и гидрологические условия для создания дорог такого типа неблагоприятны. Поэтому наибольшее распространение в этих районах получило колейное деревянно-лежневое покрытие, применяющееся как на магистрали, так и на усах. Такая дорожная одежда в ряде случаев оказалась почти единственно возможной.

В леспромхозах Вологодского совнархоза в порядке широкого производственного опыта с 1957 г. началось применение на усах автомобильных дорог сборного колейного покрытия из типовых решетчатых железобетонных плит. По таким усам лес вывозится автомобилями ЗИЛ-151 и МАЗ-501.

Технология строительства сборного колейного покрытия на разных предприятиях примерно одинакова, но имеется существенная разница в подготовке основания плит. В Митинском ЛПХ (комбинат «Вологодлес») укладке плит предшествует корчевка пней, удаление корней и растительного слоя на ширине дорожного полотна и планировка основания плит. Работы производятся бульдозером, а тщательность их выполнения зависит от требовательности дорожного мастера и опытности бульдозериста. Водоотводные канавы не проводятся. В Ломатовском ЛПХ (ком-

бинат «Устюглес») * ограничиваются только корчевкой крупных пней, корни, как правило, оставляют на месте, моховой покров и мелкие пни не удаляют. Работы производятся без всякой планировки дорожного полотна. При такой подготовке основания плита опирается на имеющиеся неровности отдельными точками, а не всей опорной поверхностью, как это предусматривается расчетной схемой.

Укладка плит обычно выполняется автокраном К-32. Кран поднимает плиту, зацепленную стропами за две монтажные петли, расположенные по диагонали на боковых вертикальных гранях (рис. 1) и поворотом стрелы подает ее к месту укладки. Рабочие подхватывают плиту, придают ей нужное положение, после чего кран опускает плиту на место. Стропы отцепляются, стрела крана отводится обратно, операция повторяется вновь.

Бригада по укладке плит состоит из четырех рабочих и крановщика. Эти же рабочие при необходимости частично выравнивают основание грунтом или выстилкой из хвороста. По нашим наблюдениям, на выравнивании занят один рабочий в течение всей смены. Плиты подвозятся бортовыми автомобилями или лесовозами. В последнем случае отцепляется прицеп-роспуск и на раму автомобиля привязывается поперечный брус на уровне нижнего бруса коника. Плиты грузятся автокраном. Звено в составе двух рабочих и крановщика обеспечивает погрузку до 190 плит в смену.

Для выявления фактических затрат времени, необходимого для укладки плит, были проведены фотохронометражные наблюдения при строительстве уса № 2 в Митинском ЛПХ. Средние затраты времени по отдельным операциям приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операций	Затраты времени		
	на погрузку* шести плит в мин	на погрузку одной плиты в мин	в % от общих затрат
Зацепка и подъем плиты	4,40	0,73	10,1
Перемещение плиты	3,00	0,51	7,1
Опускание и отцепка плиты	3,80	0,63	8,7
Обратный ход стрелы	4,90	0,82	11,4
Передвижение крана	2,90	0,49	6,8
Всего полезно затраченного времени . .	19,00	3,20	44,1
Простой из-за неисправностей крана	1,40	0,24	3,3
Простой крана в ожидании подвоза плит . .	22,8	3,82	52,6
Всего простоев	24,2	4,06	55,9

* Одна автомашинна вмещает шесть плит.

Фотохронометражные наблюдения показывают, что полезные затраты времени на укладку одной плиты составляют в среднем 3,2 мин. При-

* Типовые решетчатые железобетонные плиты размером $2,50 \times 1,00 \times 0,16$ м были изготовлены Череповецким заводом железобетонных конструкций. В Митинский и Ломатовский леспромхозы они поступали по железной дороге. Попутно укажем, что стоимость одной плиты (с учетом транспортных расходов) — 190,6 руб., а стоимость плит, необходимых для устройства одного километра сборного покрытия — 152,5 тыс. руб.

нимая коэффициент использования рабочего времени крана равным 0,70, получим, что бригада укладывает около 100 плит или 125 м колеяного покрытия за смену. Такая производительность без особых трудностей достигается при нормальной работе.

Фактическая производительность бригады на укладке в значительной степени зависит от своевременного подвоза плит. Количество автомобилей, необходимое для этого, можно определить, пользуясь следующим выражением:

$$n = \frac{N(120l + t_1 v_{\text{ср}})}{(480 - t_{\text{п.з}}) v_{\text{ср}} q},$$

- где N — число плит, укладываемых в смену,
 l — среднее расстояние перевозки в км,
 $v_{\text{ср}}$ — средняя техническая скорость движения в км/час,
 t_1 — суммарные затраты времени на стоянки автомобиля на месте укладки и на месте погрузки плит в мин,
 $t_{\text{п.з}}$ — подготовительно-заключительное время в мин,
 q — число плит, перевозимое автомобилем за рейс.

Среднее время стоянки автомобиля на месте укладки плит, включающее подъезд к укладочному крану и выезд после укладки плит, по указанным выше фотохронометражным наблюдениям можно принять равным 3,50 q мин. Такое же время было зафиксировано и по наблюдениям в 1957 г. Стоянка автомобиля на пункте погрузки зависит от количества времени, затрачиваемого на погрузку одной плиты. По фотохронометражным наблюдениям в Митинском ЛПХ (1958 г.) средняя продолжительность погрузки одной плиты составляет 1,35 мин, а по аналогичным наблюдениям на Хайнозерской дороге (1957 г.) — 1,40 мин. Учитывая время, необходимое для подъезда к месту погрузки, стоянку автомобиля можно принять равной 2,0 q мин. Тогда затраты времени t_1 выразятся суммой $t_1 = (3,50 + 2,00)q$.

На основании фактических наблюдений, проведенных в 1956—1958 гг. на строительстве Хайнозерской дороги и уса в Митинском ЛПХ, средние технические скорости движения автомобилей можно принимать равными при езде по грунтовым дорогам 14—15 км/час, по лежневым — 18—20 км/час и по колеяным покрытиям из железобетонных плит — 22—25 км/час.

Разборка колеяного покрытия после окончания эксплуатации уса выполняется также автокраном К-32. Наиболее трудоемкой операцией при этом является отрыв плит. В общем случае возможна зацепка плиты двумя стропами либо с одного конца, либо с одной стороны, либо по диагонали. Как показали опыты, величина усилия при отрыве плиты зависит от типа грунтового основания и его состояния, степени погружения плиты в грунт и способа зацепки. Наибольшее усилие требуется для отрыва плиты, эксплуатировавшейся на суглинистых грунтах, меньшая — на растительных почво-грунтах. Чем больше осела плита в грунт, тем большее усилие необходимо приложить, но в общем разница в зависимости от осадки не превышает 200—300 кг. Легче отделяются плиты, зацепленные двумя стропами с одного конца или с одной стороны.

Усилия, необходимые для отрыва плиты от основания, были определены с помощью самопишущего пружинного динамометра. Изменение величины этого усилия в процессе отрыва плиты записывалось на восковую бумажную ленту. Всего было сделано 38 измерений, средние значения из которых приводятся в табл. 2.

Максимальные значения усилий отрыва плит соответствуют границе

Таблица 2

Схема зацепки	Число замеров	Средние усилия отрыва в кг		Максимальные усилия отрыва в кг
		грунт суглинистый	грунт растительный	
Двумя стропами с одного конца	12	987	770	1210
" " с одной стороны	10	950	810	1200
" " по диагонали	16	1335	1070	1520

поля рассеивания, которая принята равной трем среднеквадратичным отклонениям. Опытные плиты были взяты в разных местах уса № 1 Митинского ЛПХ. Влажность грунта в основании плит была от 23 до 54%.

Установлено, что краном К-32 с одной стоянки можно оторвать четыре плиты и погрузить их на автомобиль, установленный впереди крана.

Процесс разборки дорожного покрытия весьма прост. Кран и порожний автомобиль устанавливаются на колеином покрытии точно так же, как при укладке плит (рис. 1). Бригада по разборке состоит из двух рабочих и крановщика. Рабочие готовят и зацепляют стропами плиты, лежащие на основании, а в кузове автомобиля их укладывает водитель. Все плиты, непригодные для дальнейшего использования, оставляются на месте, а плиты с трещинами, допускающими повторную укладку, грузятся на автомобиль наравне с остальными. В процессе постройки новых дорог они используются на второстепенных участках (разворотные площадки, въезды и т. п.).

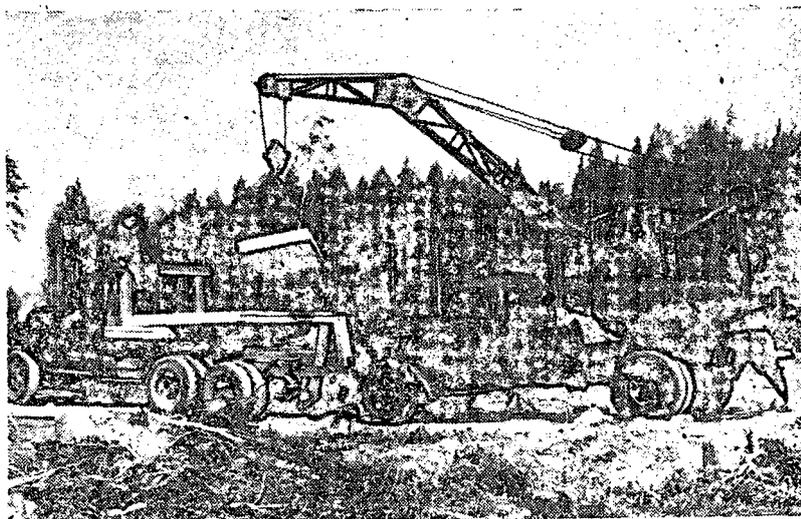


Рис. 1. Расположение автокрана и груженого автомобиля при укладке плит.

Как показывают фотохронометражные наблюдения, затраты времени при разборке и укладке плит можно принять одинаковыми. Поэтому производительность бригады и крана на разборке будет такой же, как и на укладке.

При предварительной оценке работы и целесообразности примене-

ния сборного покрытия на усах автомобильных дорог необходимо учитывать прочность и устойчивость плит и их стыков в зависимости от качества подготовки основания, затраты на устройство основания и дорожной одежды и отход плит при различных основаниях, интенсивности движения и числе перекладок. Величина отхода является решающим фактором для определения себестоимости устройства одного километра уса.

Влияние основания на устойчивость* и прочность плит и их стыков может быть выявлено путем специальных наблюдений на различных участках эксплуатируемых усов. При этом можно установить и степень накопления дефектов плит в зависимости от времени их эксплуатации и интенсивности движения по данному пути. Результаты таких наблюдений, проведенных на усах Митинского и Ломатовского леспромхозов, излагаются ниже.

Примыкающий к магистрали автомобильной дороги ус № 2 Ломатовского ЛПХ протяжением 990 м имеет покрытие из новых железобетонных решетчатых плит. Эксплуатация уса началась в сентябре 1957 г. В течение осени и весны следующего года (до июля 1958 г.) производилась хлыстовая вывозка леса автомобилями МАЗ-501. В зимнее время ус не использовался. Всего вывезено около 250 автопоездов леса при средней нагрузке на автопоезд 16 м³.

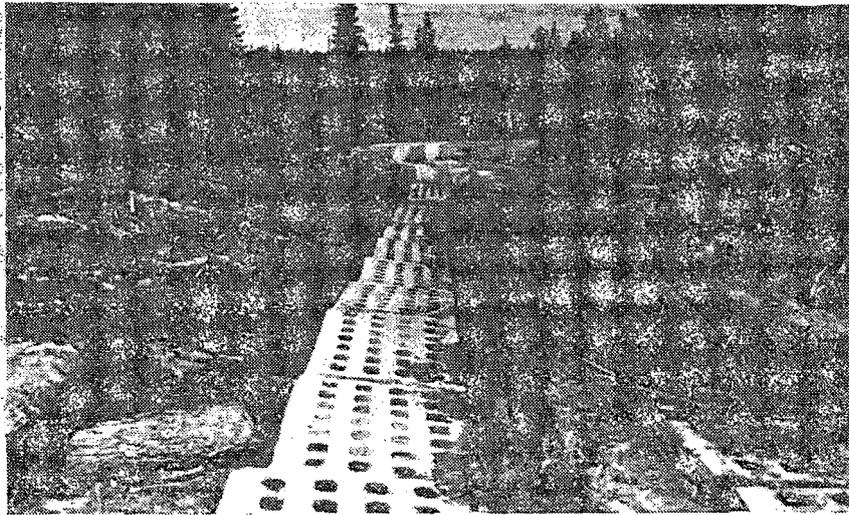


Рис. 2. Ус № 2 Ломатовского леспромхоза.

По характеру устройства основания плит весь ус можно разбить на четыре участка. На первом участке (длиной около 55 м) плиты уложены на мохровой покров в сравнительно сухом месте. Второй участок протяжением около 85 м аналогичен с первым, но местность сырая. На третьем участке (640 м) плиты уложены в сыром месте по выстилке из хвороста. Четвертый участок (210 м) проходит по сырой местности, плиты лежат на поперечном настиле. В целом состояние покрытия неудовлетворительное (рис. 2). Стыковые зазоры между плитами большие, бруски не забиты, в стыках встречаются обрезки бревен. Кроме того, почти все смежные концы плит имеют большие уступы, иногда

* Устойчивость плит и их стыков будет рассмотрена в специальной статье.

превышающие 5 см. Наблюдается большое число неравномерно осевших плит, особенно в зоне стыков.

Характеристику состояния покрытия дает табл. 3, в которой зафиксированы дефекты плит и покрытия в целом.

Таблица 3

Характер дефектов	Количество дефектов в шт.			
	В % от общего числа плит			
	1-й участок	2-й участок	3-й участок	4-й участок
Плиты разрушены и непригодны для дальнейшей эксплуатации	—	2	23	23
Поперечные трещины в плите	2	3,0	4,5	13,2
Выборы по середине плиты (диаметр выбоины не больше 10 см)	4,8	7	71	45
Выборы по краям плит	—	4	13,9	26,2
Изломы стыковых концов плит	4	0,1	30	20
в том числе у краев	9,6	7	5,9	11,6
Посадка стыков	19	10,6	10,9	15,7
Неравномерная осадка плит	45,2	30	229	94
Утонувшие плиты	8	45,5	116	44
	19,1	15	22,7	25,6
	8	19	116	48
	9,1	28,8	22,7	27,9
	3	13	129	51
	7,2	19,7	25,3	29,7
	—	4	19	4
	—	0,1	3,7	2,3

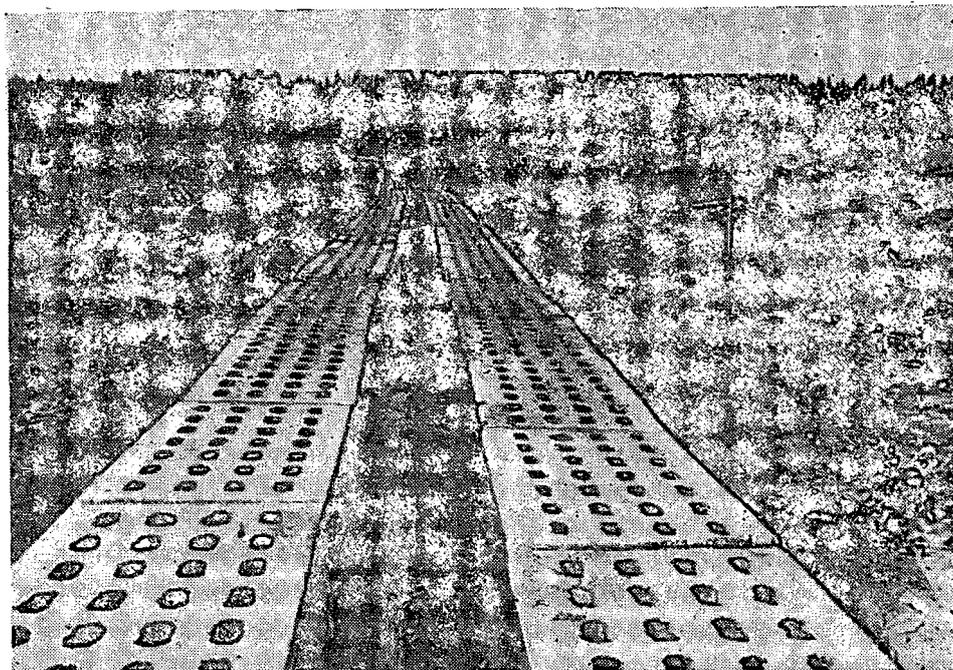


Рис. 3. Ус № 1 Митинского леспромхоза.

Ус № 1 Кадниковской автомобильной дороги Митинского ЛПХ протяженностью около 900 м уложен новыми плитами и примыкает к магистрали на десятом километре. Вывозка леса в хлыстах на автомобилях ЗИЛ-151 началась в октябре 1957 года и продолжалась до начала зимы. За это время прошло по усю около 220 автопоездов. В зимнее время и весной ус не работал.

По характеру устройства основания плит, на протяжении уса можно выделить два участка. В начале и конце ус проходит по местам с суглинистыми грунтами и легким спуском к ручью, протекающему по сырой низине. В этой низине плиты уложены по выстилке из хвороста, по сплошному поперечному настилу и по редкому настилу из жердей (6—7 поперечин на длине плиты). На остальном протяжении уса плиты лежат на грунтовом основании (рис. 3).

Состояние покрытия можно считать удовлетворительным на всей длине уса за исключением участка, на котором плиты уложены по поперечному настилу. В осеннее и весеннее время местность сильно увлажняется, во многих местах дорожного полотна наблюдается скопление воды, которая стекает между колесопроводами и вдоль наружных краев плит. Большинство стыковых концов плит находятся на разном уровне и образуют уступы высотой до 5 см. Состояние плит и покрытия в момент осмотра характеризует табл. 4.

Таблица 4

Характер дефектов	Количество дефектов в шт. В % от общего числа плит
Поперечные трещины в плитах	36
Выбоины по середине плиты диаметром более 10 см	5,50
	5
	0,80
Изломы стыковых концов плит	106
	16,29
в том числе у краев	78
	11,90
Просадки стыков плит	105
	16,00

Как видно из приведенных данных, в процессе эксплуатации наблюдаются следующие дефекты плит: полное разрушение, поперечные трещины (рис. 4), выбоины по середине и краям плит и изломы стыковых концов. В колеином покрытии в целом появляются неравномерные осадки плит и просадки стыков, резко ухудшающие качество покрытия. При этом на различных участках пути число дефектных плит оказалось разным, хотя интенсивность движения по ним была одинакова. Меньше всего дефектов обнаружено на участках, где плиты уложены на грунтовое основание. Наибольшее число дефектов наблюдается на тех участках, где плиты уложены на поперечном настиле. Практически на таких участках все плиты имеют те или иные повреждения (рис. 5). На участках, где основание выстлано хворостом, также отмечено большое число повреждений, но число их меньше, чем при поперечном настиле.

Осмотр разрушившихся плит и наблюдения показывают, что появление сквозных поперечных трещин следует считать началом разрушения.

Особо большое число разрушившихся плит (13,3%) оказалось на четвертом участке уса № 2 Ломатовской автодороги (поперечный настил). Такое интенсивное разрушение следует объяснить несоответст-

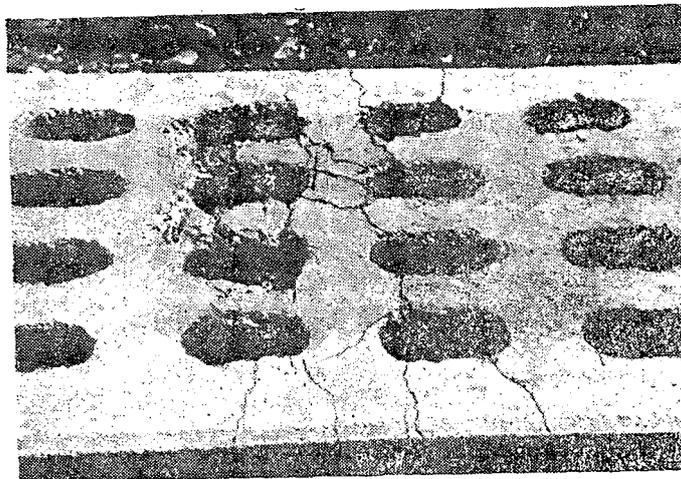


Рис. 4. Поперечные трещины. Ус Кадниковской автомобильной дороги.

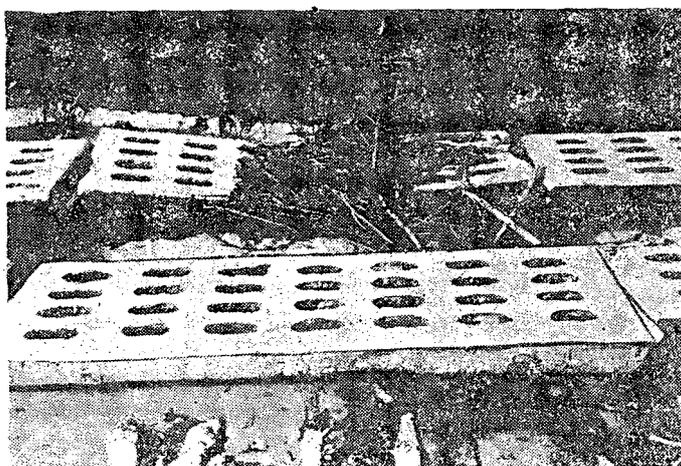


Рис. 5. Плита на сплошном поперечном настиле. Ус Ломатовской автомобильной дороги.

вием условий фактической эксплуатации плиты условиям, принятым в расчете.

Началом разрушения также следует считать выбоины по середине плит (рис. 6), которые появляются вследствие разрушения бетона вокруг отверстий и постепенного распространения зоны выкрашивания по всему пространству между отверстиями. По мере развития выбоины плита начинает быстро разрушаться. Это явление можно объяснить ударным воздействием колес автомобиля на незаполненные отверстия плит.

Приблизительно около половины плит уса Ломатовской дороги имеют изломы стыковых концов со стороны верхней рабочей плоскости (рис. 7). Это объясняется плохой подготовкой основания и отсутствием стыковых брусков или их неплотным прилеганием, вследствие чего плиты опираются неравномерно по своей площади и «играют» при дви-

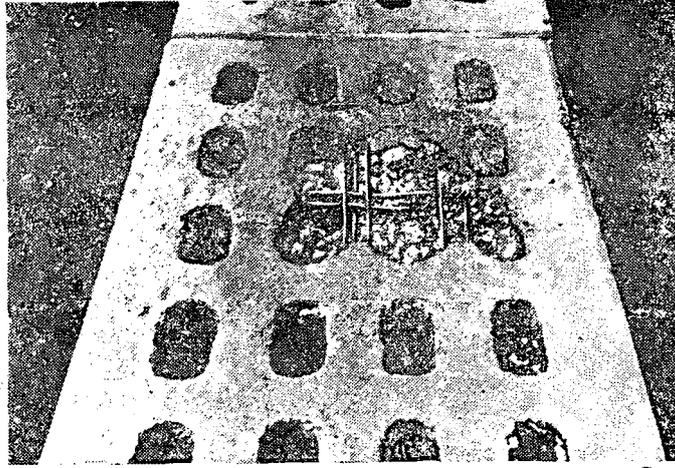


Рис. 6. Выбоина по середине плиты. Ус Кадниковской автомобильной дороги.

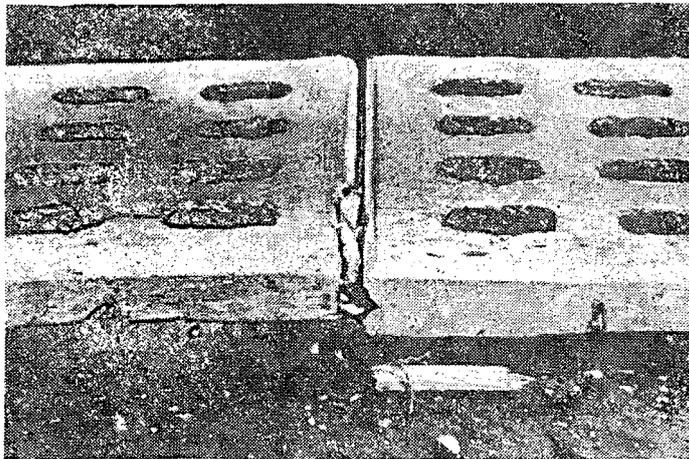


Рис. 7. Излом стыкового конца плиты. Ус Кадниковской автомобильной дороги.

жении автомобиля, а смежные концы на стыках работают самостоятельно. Взаимные удары смежных концов плит приводят к разрушению торцов и возникновению поперечных трещин. Как показали наши наблюдения на усах Ломатовской дороги, отрывы концов плит от основания достигали 20—30 см. Кроме разрушения плит возникают остаточные осадки грунта в зоне стыка плит (лунки). Осенью в этих лунках скапливается вода и грунт сильно увлажняется, а зимой промерзание плит, содержащих в порах много влаги, приводит к появлению дополнительных напряжений в них.

Часто наблюдается неравномерная осадка плит и их стыков, особенно на усах Ломатовской дороги. Этот дефект, резко снижающий качество покрытия, вызывается неудовлетворительной подготовкой осно-

вания, отсутствием или неплотным прилеганием стыковых брусков и небрежностью укладки плит.

Для выявления фактических затрат на постройку усов со сборным покрытием из железобетонных плит были сделаны необходимые выборки из отчетных данных по Митинскому и Ломатовскому ЛПХ (Вологодская область).

Фактические затраты на строительство одного километра уса № 1 Кадниковской автомобильной дороги Митинского ЛПХ приведены в табл. 5.

Таблица 5.

Виды работ	Затрачено		Начислено в руб.
	машинно-смен	человеко-дней	
Подготовка трассы бульдозером (корчевка пней, планировка)	8	8	2419
Погрузка плит краном К-32 на автомобили	13	26	2973
Подвозка плит на автомобилях к месту укладки на расстояние 10 км	60	60	9007
Укладка плит краном К-32 с подготовкой основания	13	117	7396
Прочие вспомогательные работы	—	5	146
Всего	94	216	21941

В сумму затрат включена заработная плата трактористов, крановщиков и водителей автомобилей. Затраты на укладку плит сравнительно велики, но это объясняется тем, что подобные работы выполнялись впервые и не были должным образом организованы. Как показывает опыт постройки уса № 2, они не будут превышать 50—60 человеко-дней. Поэтому трудозатраты на постройку одного километра уса уменьшаются до 150—160 человеко-дней. Затраты средств на транспортирование определяются расстоянием перевозки плит (в нашем случае оно составляет 12 км). Трудозатраты на разборку уса мало отличаются от затрат на погрузку плит, поэтому мы не рассматриваем их отдельно.

Работы по подготовке трассы при строительстве уса Ломатовской автомобильной дороги (уборка валежника, корчевка пней, устройство выстилки из хвороста и поперечного настила) выполнялись вручную без какой-либо механизации, поэтому трудовые затраты на строительство уса в целом не характерны. Затраты же на погрузку, перевозку и укладку плит мало отличаются от аналогичных затрат по Митинскому ЛПХ. Дополнительные затраты на устройство выстилки из хвороста в сырых местах составляют в среднем около 80 человеко-дней на один километр пути, если допустить, что сырых мест по длине уса не менее 50%.

Кратковременный опыт эксплуатации сборного покрытия на усах лесовозных дорог приводит к следующим выводам:

1. При существующих почвенно-грунтовых условиях севера Европейской части СССР сборные колеиные покрытия из типовых решетчатых железобетонных плит на усах автомобильных дорог можно укладывать непосредственно на грунтовое основание без устройства водоотвода, что позволяет эксплуатировать на таких дорогах тяжелые автомобили МАЗ-501. Покрытия такого типа могут заменить деревянно-лежневые.

2. От качества подготовки основания во многом зависит прочность и устойчивость сборного колеиного покрытия. Минимально необходимая:

подготовка включает корчевку пней, уборку корней и растительного покрова на ширине 4 м, выравнивание ям и бугров бульдозером. На сырых участках со слабыми тунтами основание может быть усилено выстилкой из хвороста или редким поперечным настилом (6—7 штук на длину плиты) из жердей. Следует избегать прокладки дорог через болота с торфяными залежами, так как при этом возникает необходимость устраивать сплошные поперечные стлани, а это приводит к быстрому разрушению плит и сравнительно большим затратам.

3. Строительство усов со сборным покрытием легко может быть полностью механизировано имеющимися в каждом леспромхозе средствами, а сами элементы покрытия могут быть изготовлены промышленными методами. Это обеспечит быстрое строительство и перекладку усов.

4. Трудовые затраты на устройство одного километра уса со сборным колейным покрытием несколько меньше принятых по нормативам. По мере совершенствования организации работ эти затраты должны еще сократиться.

Поступила в редакцию
7 января 1959 г.

УЧЕТ ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЛЕЖНЕВОЕ ПОКРЫТИЕ

И. И. ЛЕОНОВИЧ

Ассистент

(Белорусский лесотехнический институт)

При расчете лежневого покрытия автомобильных лесовозных дорог, кроме статических внешних сил, всегда приходится учитывать динамическое воздействие. Обычно его учитывают с помощью динамического коэффициента, равного отношению максимальной силы, сообщаемой дорожному покрытию колесами движущегося автомобиля, к статическому их давлению.

Принимаемая в настоящее время при расчетах лежневых покрытий величина динамического коэффициента, равная 1,2—1,6 [1], не является достаточно обоснованной. Не установлена также зависимость коэффициента динамичности от типа подвижного состава, скорости его движения и величины неровностей дорожного покрытия. Это обстоятельство в известной мере отрицательно сказывается на выборе рациональных размеров элементов лежневого покрытия. Так, если динамический коэффициент завышен, то покрытие будет иметь излишний запас прочности, а изготовление его сопровождается перерасходом дорогостоящего строительного материала и, наоборот, при заниженном динамическом коэффициенте конструкция будет недостаточно прочной и в процессе эксплуатации быстро выйдет из строя. Поэтому необходимо уточнить величину динамического коэффициента и установить зависимость его от главных факторов, таких, как тип автомобиля, рейсовая нагрузка и скорость движения.

Решение этих вопросов в первом приближении * может быть найдено путем учета динамического воздействия, возникающего в результате колебаний частей движущегося экипажа и ударов колес подвижного состава о дорожные неровности.

Колебания подвижного состава являются следствием действия на него внешних возмущающих сил, появление которых обусловлено наличием неуравновешенных вращающихся масс автомобиля и прохождением подвижного состава по различным дорожным неровностям.

Проведенные нами при помощи вибрографа ВР-1 экспериментальные наблюдения за колебаниями автомобилей МАЗ, вызванными неуравновешенностью вращающихся масс, показали, что величина амплитуды колебаний незначительна (рис. 1), а поэтому и сила, возни-

* При дальнейшей разработке этого вопроса необходимо учитывать также собственные колебания дорожного покрытия.

кающая вследствие этих колебаний, также невелика. При максимальной амплитуде колебаний, отмеченной на виброграмме, дополнительная сила составляет около 50 кг, что не превышает 2% от общего веса автомобиля. Поэтому можно сделать вывод, что при определении динамического воздействия на лежневое покрытие можно пренебречь колебаниями, вызванными работой двигателя.

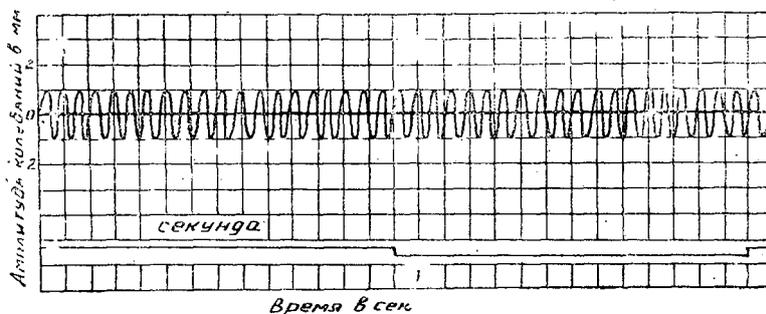


Рис. 1. Виброграмма колебаний автомобиля, обусловленных воздействием неуравновешенных вращающихся масс.

Однако амплитуда колебаний отдельных частей подвижного состава, возникающих при проходе колеса по дорожным неровностям, может достигать значительной величины, а это, в свою очередь, вызывает значительное динамическое воздействие на дорожное покрытие.

По своему характеру колебания автомобиля подразделяются на свободные и вынужденные.

Свободные колебания автомобильного поезда выражаются системой однородных дифференциальных уравнений, решение которых освещено в работах многих авторов [2, 3, 4].

Вынужденные колебания происходят под воздействием внешних возмущающих сил, зависящих в основном от величины и характера неровностей дорожного покрытия.

Для определения неровностей лежневого покрытия были проведены специальные экспериментальные исследования (на опытном участке Мостовской лесовозной дороги Оленинского ЛПХ ЦНИИМЭ). Для записи просадок лежневого покрытия использовался достаточно совершенный и весьма удобный при массовых измерениях способ, который базируется на применении электрических датчиков и тензометрической установки ОТ-24-51. Датчики, преобразующие механическое перемещение в электрическую величину, представляют собой (рис. 2) реохорды, по которым перемещаются контакты, входящие в схему измерительного моста и связанные с элементами лежневого покрытия. Просадка лежневого покрытия вызывает перемещение контакта, что приводит к разбалансу моста, пропорциональному величине перемещения.

Величина разбаланса записывается на ленту шлейфом осциллографа. Так как исследуемый щит состоял из пяти брусьев, то для определения просадок в одном сечении использовалось пять датчиков. Реохордные датчики монтировались на переносной панели (рис. 2). Панель устанавливалась под щитом на сваях. Схема установки панелей под щитом с прямоугольным стыком на девяти, пяти и трех шпалах приведена на рис. 3.

В качестве внешней нагрузки был использован автомобильный поезд (МАЗ-501 и I-P-8), груженный хлыстами. Заезды автомобиля при одной и той же скорости повторялись четыре раза.

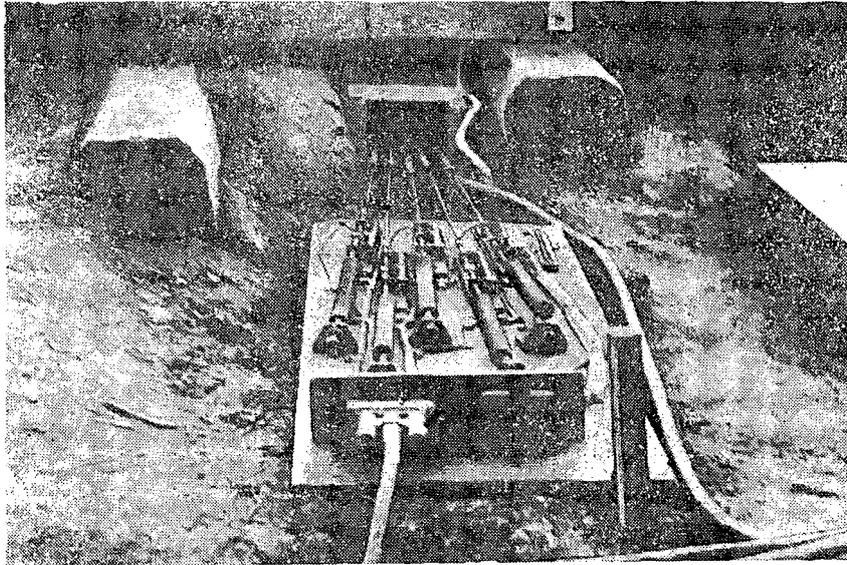


Рис. 2. Панель с реохордными датчиками прогибов.

Среднее значение просадок (в мм), полученных при обработке осциллограмм, приведено в табл. 1, из которой видно, что просадки лежней зависят от скорости движения поезда и достигают максимального значения при скорости, близкой к 16 км/час. При одной и той же скорости просадки лежней меняются как по ширине, так и по длине. Наибольший интерес в данном случае представляют просадки лежней по длине, так как последние обуславливают микропрофиль лежневого покрытия. Просадки в сечении I (конец лежней) вызывают пороговые неровности. Зафиксированное в ходе опытов максимальное значение пороговых неровностей достигает 25 мм. Сравнивая же просадки одного и того же лежня в различных сечениях, нетрудно убедиться, что лежни имеют относительные просадки между опорами, величина которых обычно незначительна. Однако с увеличением расстояния между шпалами (схема В) значение их возрастает.

Таблица 1

Схема укладки шпал*	Средняя скорость движения поезда в км/час	Номера датчиков														
		в сечении I					в сечении II			в сечении III			в сечении IV			
		11	12	13	14	15	17	18	19	2	3	4	6	7	8	10
А	2,08	7,2	7,7	13,2	13,5	7,7	6,1	10,7	7,7	2,2	6,8	4,6	1,7	3,6	4,6	1,4
	7,98	10,0	12,3	15,5	12,8	7,8	8,1	12,6	10,5	4,1	9,6	8,4	2,1	4,9	5,2	2,0
	16,70	7,7	11,8	16,8	13,2	9,3	9,4	10,3	9,3	5,5	9,0	8,8	4,2	6,1	8,3	2,9
	21,60	6,5	11,7	13,6	12,3	8,1	7,4	10,0	8,6	7,2	7,8	7,4	2,2	4,0	5,4	1,8
Б	2,08	5,3	6,5	10,0	6,9	5,4	6,7	9,6	7,6	5,6	9,9	9,9	3,9	4,5	5,9	2,4
	16,40	2,3	5,6	8,0	6,4	4,5	6,9	10,1	8,1	4,3	9,5	9,7	1,0	4,0	6,5	2,2
В	2,04	1,8	4,3	8,7	5,9	4,7	8,8	12,3	13,2	14,5	20,0	22,0	0,9	6,6	5,2	2,2

* См. рис. 3.

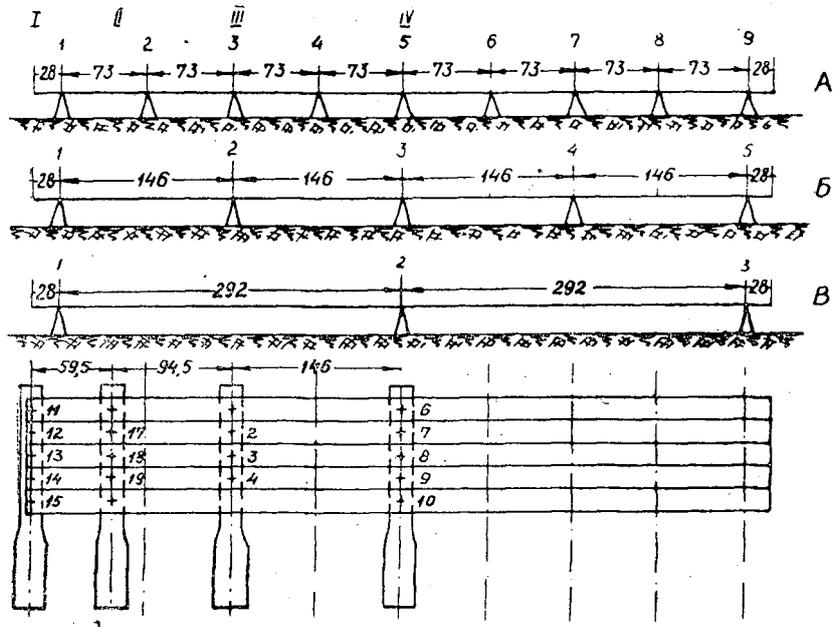


Рис. 3. Схема установки панели под экспериментальным щитом.

Кроме того, имеют место просадки покрытия, обусловленные различной упругостью опор (схема А, сечение III, IV).

Такого рода просадки позволяют судить о характере неровностей лежневого покрытия, а следовательно и о внешней возмущающей силе. С некоторым приближением внешние возмущающие силы могут быть аппроксимированы:

а) Импульсом силы

$$I = \int_0^T f(t) dt. \quad (1)$$

Импульс силы применим для случая кратковременного воздействия внешней силы. Таким кратковременным воздействием на лежневых покрытиях являются пороговые неровности на стыках.

б) Параболической функцией

$$H(t) = h_0 c \left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right). \quad (2)$$

Выражение (2) охватывает случаи одиночных просадок, вызванных различной упругостью опор.

в) Синусоидой

$$H(t) = h_0 c \left(1 - \cos 2\pi \frac{x}{S}\right). \quad (3)$$

Синусоида применима тогда, когда имеют место значительные относительные просадки лежней между опорами.

Определим величину динамического воздействия в зависимости от принятого характера возмущающей силы, принимая при этом колебания подвесок автомобильного поезда взаимонезависимыми.

Возможность такого допущения оправдывается тем, что вычисленные нами коэффициенты связи (2) по своему значению близки к нулю. Кроме того, внутренними сопротивлениями в колеблющейся системе будем пренебрегать, как не оказывающими существенного влияния на величину максимальной амплитуды в начальный период колебания.

Возмущающая сила типа импульса

При проходе колеса подвижного состава по стыкам (пороговым неровностям) возникают местные возмущающие силы в виде импульса. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний с одной степенью свободы при этом будет иметь вид:

$$M \frac{d^2z}{dt^2} + cz = \int_0^T f(t) dt, \tag{4}$$

где M — поддресоренная масса наиболее тяжелой оси в $кгсм^{-1}сек^2$;
 z — амплитуда в $см$;
 c — приведенная жесткость подвески в $кгсм^{-1}$;
 $f(t)$ — внешняя возмущающая сила в виде импульса, которая изменяется от нуля до максимума и обратно за очень короткий промежуток времени.

Решением левой части уравнения (4), как известно, будет:

$$z_1 = z_0 \cos \omega t + \frac{z'_0}{\omega} \sin \omega t. \tag{5}$$

Частным решением неоднородного дифференциального уравнения (4) является:

$$z_2 = \frac{1}{\omega M} \sin \omega t \int_0^T f(t) dt. \tag{6}$$

Общее решение уравнения (4) в таком случае равно:

$$z = z_0 \cos \omega t + \frac{z'_0}{\omega} \sin \omega t + \frac{1}{M\omega} I \sin \omega t. \tag{7}$$

Для определения импульса силы рассмотрим рис. 4, имея в виду при этом, что импульс силы представляет собой изменение количества движения в течение весьма короткого промежутка времени. Величину импульса силы можно выразить следующим образом:

$$I = M_0 V_{к. верт} - M_0 V_{н. верт}, \tag{8}$$

где $V_{к. верт}$ и $V_{н. верт}$ — начальная и конечная скорости движения частей автомобиля в вертикальном направлении;
 M_0 — масса.

До встречи с порогом количество движения в вертикальном направлении было равно нулю, ибо $V_{верт} = 0$, а в момент удара:

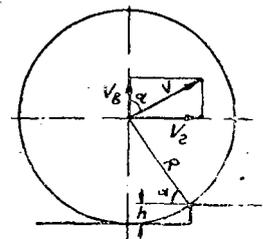


Рис. 4. Схема встречи колеса с пороговой неровностью.

$$I = M_0 V_{\text{к.верт}} = M_0 V \operatorname{tg} \alpha, \quad (9)$$

где v — скорость движения автомобиля;
 α — угол, образованный радиусом колеса в точке касания и опорной плоскостью.

Подставляя в (7) значение (9) получим:

$$z = z_0 \cos \omega t + \frac{z'_0}{\omega} \sin \omega t + \frac{M_0}{M} \frac{V}{\omega} \operatorname{tg} \alpha \sin \omega t. \quad (10)$$

Исследуем выражение (10), условившись, что при $t = 0$, $z = 0$, тогда z_0 и z'_0 равны нулю.

Решение в таком случае будет иметь вид:

$$z = \frac{M_0}{M} \frac{v}{\omega} \operatorname{tg} \alpha \sin \omega t. \quad (11)$$

При определении динамического воздействия на стыках в выражении (11) вместо M_0 нужно подставлять значение неподрессоренных масс, так как поддрессоренные массы в силу большой инертности и благодаря упругости рессор не успевают выйти из равновесия при мгновенном приложении внешнего импульса.

Динамическую силу на стыке можно определить, зная величину ускорения, которое можно найти, дважды продифференцировав выражение (11). В итоге будем иметь:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = - \frac{M_0}{M} \omega V \operatorname{tg} \alpha \sin \omega t. \quad (12)$$

Сила в таком случае определяется выражением

$$F = M_0 \omega V \operatorname{tg} \alpha \sin \omega t \quad (13)$$

и достигает максимального значения при $\sin \omega t = 1$:

$$F_{\max} = M_0 \omega V \operatorname{tg} \alpha \quad (14)$$

или, выражая $\operatorname{tg} \alpha$ через радиусы колеса и высоту препятствия, получим:

$$F_{\max} = M_0 \omega V \sqrt{\frac{R^2 - (R_k - h_0)^2}{(R_k - h_0)^2}}, \quad (15)$$

где R — радиус недеформированного колеса;
 R_k — радиус качения колеса;
 h_0 — высота пороговой неровности.

Определив максимальную динамическую силу, можем найти динамический коэффициент.

Возмущающая сила типа параболы

Для случая параболической возмущающей силы уравнение колебаний будет иметь вид:

$$M \frac{d^2 z}{dt^2} + cz = h_0 c \left(1 - \frac{x^2}{l^2} \right) \quad (16)$$

или, введя замену $x = vt$ и обозначив $\frac{v}{l} = \gamma$, получим

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + \omega^2 z = h_0 \omega^2 (1 - \gamma^2 t^2), \quad (17)$$

Естественно предположить, что частное решение неоднородного дифференциального уравнения имеет вид:

$$z_2 = A + Bt + Ct^2. \quad (18)$$

Для определения постоянных коэффициентов вычислим производные, подставим их значения в (17) и, произведя преобразования, получим, что

$$A = h_0 + \frac{2h_0v^2}{\omega^2}; \quad B = 0; \quad C = -h_0v^2.$$

При этом уравнение (18) примет вид:

$$z_2 = h_0 + \frac{2h_0v^2}{\omega^2} - h_0v^2t^2. \quad (19)$$

Общее решение уравнения (16) запишется следующим образом:

$$z = z_0 \cos \omega t + \frac{z'_0}{\omega} \sin \omega t + h_0 + \frac{2h_0v^2}{\omega^2} - h_0v^2t^2. \quad (20)$$

Динамическое воздействие на дорожное покрытие в этом случае равно:

$$F = M(z_0\omega^2 \cos \omega t + z'_0\omega \sin \omega t - 2h_0v^2). \quad (21)$$

Исследуем выражение (20), задавшись начальным условием: при $t = 0$ амплитуда $z = 0$, тогда

$$z_0 = -h_0 \left(1 + \frac{2v^2}{\omega^2}\right) \text{ и } z'_0 = 0.$$

Уравнение (20) при этом принимает вид:

$$z = -h_0 \left(1 + \frac{2v^2}{\omega^2}\right) \cos \omega t + h_0 + \frac{2h_0v^2}{\omega^2} - h_0v^2t^2. \quad (22)$$

Ускорение соответственно будет равно:

$$\frac{d^2z}{dt^2} = h_0\omega^2 \left(1 + \frac{2v^2}{\omega^2}\right) \cos \omega t - 2h_0v^2 \quad (23)$$

и достигает максимального значения при $\cos \omega t = -1$, а динамическое воздействие автомобиля на покрытие при этом запишется следующим образом:

$$F_{max} = Mh_0(\omega^2 + 4v^2). \quad (24)$$

Вычислив его, найдем динамический коэффициент.

Возмущающая сила типа синусоиды

При синусоидальном законе возмущающей силы уравнение колебаний имеет вид:

$$M \frac{d^2z}{dt^2} + cz = h_0c \left(1 - \cos 2\pi \frac{x}{S}\right). \quad (25)$$

Производя замену x через vt и выражая частоту возмущающей силы в виде:

$$v = \frac{2\pi V}{3,6S}, \quad (26)$$

получим:

$$\frac{dz^2}{dt^2} + \omega^2 z = h_0 \omega (1 - \cos \nu t). \quad (27)$$

Частное решение неоднородного уравнения (27) будем искать в виде:

$$z_2 = Q_1 + Q_2 \sin \nu t + Q_3 \cos \nu t. \quad (28)$$

Найдем постоянные коэффициенты. Для этого дважды дифференцируем (28). Вторую производную и (28) подставляем в (27) и, произведя преобразование, получим:

$$Q_1 = h_0; \quad Q_2 = 0 \quad \text{и} \quad Q_3 = \frac{h_0 \omega^2}{\nu^2 - \omega^2}.$$

Таким образом, частное решение неоднородного уравнения (27) имеет вид

$$z_2 = h_0 + \frac{h_0 \omega^2}{\nu^2 - \omega^2} \cos \nu t, \quad (29)$$

а общее решение

$$z = z_0 \cos \omega t + \frac{z_0'}{\omega} \sin \omega t + h_0 + \frac{h_0 \omega^2}{\nu^2 - \omega^2} \cos \nu t. \quad (30)$$

Динамическое воздействие подвижного состава на дорожное покрытие тогда определяется выражением

$$F = M \left(z_0 \nu^2 \cos \omega t + z_0' \omega \sin \omega t + \frac{h_0 \omega^2 \nu^2}{\nu^2 - \omega^2} \cos \nu t \right). \quad (31)$$

Максимальное значение динамического воздействия определится по максимальному значению ускорения. Для определения последнего зададим начальное условие: при $t = 0$, $z_0 = 0$ и $z_0' = 0$. Уравнение (30) тогда принимает вид:

$$z = h_0 + \frac{h_0 \omega^2}{\nu^2 - \omega^2} \cos \nu t. \quad (32)$$

Ускорение при этом будет равно:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \frac{h_0 \omega^2 \nu^2}{\nu^2 - \omega^2} \cos \nu t \quad (33)$$

и достигает максимального значения при $\cos \nu t = 1$, то есть

$$\left(\frac{d^2 z}{dt^2} \right)_{max} = \frac{h_0 \omega^2 \nu^2}{\nu^2 - \omega^2}. \quad (34)$$

Соответствующая этому ускорению максимальная динамическая добавка будет равна:

$$F_{max} = \frac{M h_0 \omega^2 \nu^2}{\omega^2 - \nu^2}. \quad (35)$$

Подставив в (35) исходные данные и проделав необходимые преобразования, получим:

$$F_{max} = \frac{3.1 P h_0 \omega^2 V^2}{S^2 \omega^2 - 3 V^2}, \quad (36)$$

где P — вес подрессоренных масс в m ;
 h_0 — амплитуда синусоиды в $см$;

- ω — частота собственных колебаний в сек^{-1} ;
- s — длина неровностей в м;
- v — скорость движения автомобиля в км/час.

Зная величину максимального динамического воздействия, коэффициент динамичности можно вычислить по формуле:

$$K_d = \frac{P_{ст} + F_{max}}{P_{ст}}, \quad (37)$$

где $P_{ст}$ — вес, приходящийся на расчетную ось поезда.

Вычислим величину динамического коэффициента для рассмотренных видов неровностей.

Необходимые расчетные данные автомобилей МАЗ приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Тип автомобиля	Приведенная жесткость в кг/см		Распределение веса грузового автомобиля в кг		Вес неподрессоренных масс в кг		Вес поддрессоренных масс в кг		Собственная частота колебаний в сек ⁻¹	R в см	R _к в см
	передней подвески c ₁	задней подвески c ₂	передний мост	задний мост	передний мост	задний мост	передний мост	задний мост			
МАЗ-200	193	342	3565	10060	700	1520	2865	8540	5,78	56,9	53,5
МАЗ-501	207	391	4450	8350	1110	1520	3340	6830	6,79	56,9	52,9

При возмущающей силе типа импульса величина динамического воздействия определяется по формуле (15). Изменение величины коэффициента динамичности в зависимости от скорости движения и высоты пороговой неровности приведено в табл. 3.

Таблица 3

Скорость движения в км/час	Высота пороговой неровности в см	Динамический коэффициент от воздействия задней оси автомобилей	
		МАЗ-200	МАЗ-501
15	1	1,16	1,21
	2	1,17	1,22
	3	1,19	1,23
	4	1,20	1,24
	5	1,21	1,26
20	1	1,21	1,27
	2	1,23	1,28
	3	1,25	1,30
	4	1,27	1,32
	5	1,28	1,34

При параболическом характере неровности коэффициент динамичности определяется при помощи формул (24) и (37). Так, при длине неровности $l = 2$ м (что соответствует величине двух шпальных пролетов), высоте $h_0 = 2$ см, скорости 15 км/час (которая имела место при проведении испытаний), коэффициент динамичности для автомобилей МАЗ равен 1,09, а при скорости 20 км/час — 1,10.

В случае синусоидального характера неровностей максимальная динамическая добавка определяется по формуле (36), а коэффициент

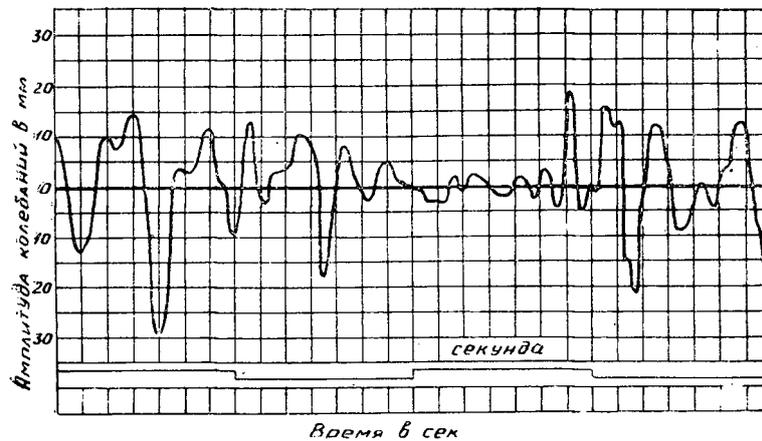


Рис. 5. Виброграмма колебаний заднего моста порожнего автомобиля МАЗ-200.

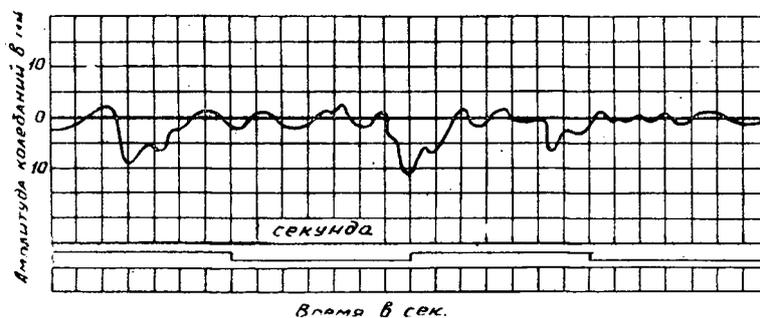


Рис. 6. Виброграмма колебаний заднего моста груженого автомобиля МАЗ-200.

динамичности по формуле (37). Произведенные по этим формулам расчеты показывают, что при относительных прогибах лежней между шпалами 10—20 мм и расстоянии между шпалами до 2 м коэффициент динамичности для рассматриваемых автомобилей не превышает 1,08 при скорости их движения более 10 км/час, то есть значительно меньше коэффициента динамичности, полученного при импульсной возмущающей силе от пороговой неровности на стыке.

Для уточнения теоретических выкладок были проведены экспериментальные исследования по определению колебаний подвижного состава в порожнем и груженом состояниях. Эксперименты проводились в производственных условиях. Колебания автомобиля МАЗ-200 исследовались на Шекменской автолежневой дороге Шарьинского леспромхоза, а колебания автомобиля МАЗ-501 на Мостовской лесовозной дороге Оленинского ЛПХ ЦНИИМЭ. Для записи колебаний были использованы вибрографы ВР-1 со специальными приспособлениями. Запись производилась на меловую бумагу.

На рис. 5 показана виброграмма колебаний заднего моста порожнего автомобиля МАЗ-200 при движении его со скоростью 20 км/час по дороге, неровности которой имеют синусоидальный характер. Длина неровностей в среднем была равна 1 м, а высота 4 см. Согласно этой

виброграмме, динамический коэффициент равен 1,3, а вычисленный по формулам для данных условий коэффициент динамичности — 1,38.

Колебания груженого автомобиля (рис. 6) записаны при скорости движения 15 км/час на участке дороги, имеющем сравнительно ровную поверхность с неровностями синусоидального характера, длиной — 1 м и высотой 1 см. Динамический коэффициент в этом случае составил 1,04, а подсчитанный по формуле (36) — 1,036.

Аналогичное соответствие теоретических и экспериментальных данных получено для автомобиля МАЗ-501.

Таким образом, данные экспериментов подтверждают теоретические выкладки, а следовательно, ими можно пользоваться при определении динамического коэффициента.

Выводы

1. Полученные расчетные формулы позволяют определять для автомобилей различных марок коэффициент динамичности в зависимости от рейсовой нагрузки, скорости движения и характера дорожных неровностей.

2. Наибольшее значение динамический коэффициент имеет при прохождении колеса по пороговым неровностям, а поэтому их необходимо рассматривать как основной вид неровностей на лежневых покрытиях. Расчетной формулой для определения динамического воздействия автомобиля на лежневое покрытие в таком случае является выражение (15).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Буверт, Б. Д. Ионов и др. Сухопутный транспорт леса. Гослесбумиздат, 1951. [2]. Б. Г. Гастев. Свободные колебания связанной системы. Научно-техническая информация № 5, Львов, 1957. [3]. Г. В. Зимелев. Теория автомобиля. Воениздат, 1957. [4]. Н. К. Снитко. Динамика транспортных сооружений. Учебный отдел ВТА ВС, 1949.

Поступила в редакцию
24 марта 1959 г.

К ВОПРОСУ О ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ В ШЕЙКАХ УЗКОКОЛЕЙНЫХ РЕЛЬСОВ В ЗОНЕ СТЫКА

Л. П. БИРИЧЕВСКИЙ

Инженер

(Архангельский лесотехнический институт)

В настоящей статье * рассматриваются не освещенные в работе [1] вопросы, касающиеся вертикальных напряжений в рельсовой шейке зоны стыка.

Головка рельса по-прежнему рассматривается как балка, лежащая на сплошном упругом основании, роль которого выполняет шейка рельса. Расчет балки выполняется с использованием гипотезы Винклера.

Вертикальные напряжения, возникающие в торцовом сечении шейки под головкой при изгибе целого рельса

Рельс подвергался изгибу на специально сконструированном рычажном прессе. Короткий отрезок рельса (длиной около 1 м) опирался на две жестких опоры (рис. 1). К консольной части рельса на некотором удалении от его торца прикладывалась одиночная сосредоточенная сила $P = 1 \text{ т}$. На торец рельса наклеивалось семь проволочных датчиков с пятимиллиметровой базой.

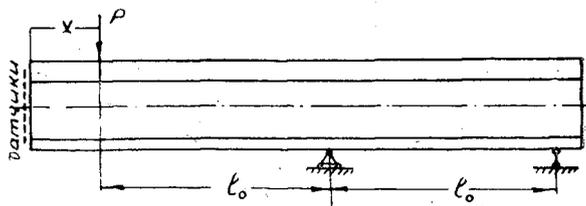


Рис. 1.

Мы уже упомянули, что головка рельса рассматривается нами как полубесконечно длинная балка, лежащая на упругом основании — шейке рельса.

* Статья содержит материалы работ, осуществлявшихся под руководством кандидата технических наук доцента В. В. Щелкунова. В подготовке и проведении опытов участвовал кандидат технических наук доцент Н. Н. Буторин.

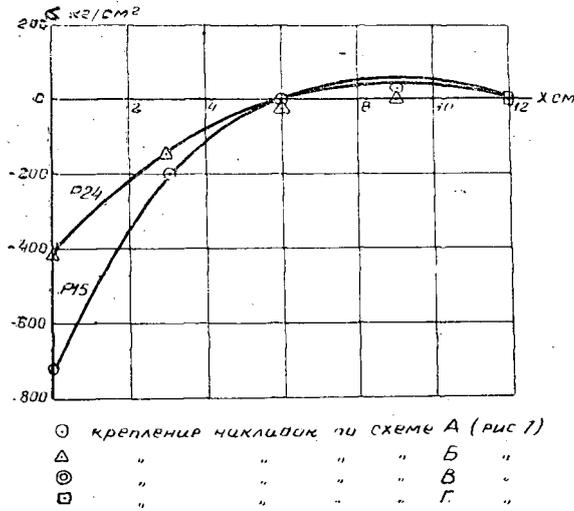


Рис. 2.

Начальный прогиб такой балки определяется формулой (2):

$$y_{02} = \frac{P}{2EI_r k_r^3} z_2(k_r x),$$

где

$$Z_1(k_r x) = e^{-k_r x} (\cos k_r x - \sin k_r x),$$

$$Z_2(k_r x) = e^{-k_r x} \cos k_r x,$$

$$Z_3(k_r x) = e^{-k_r x} (\sin k_r x + \cos k_r x),$$

$$Z_4(k_r x) = e^{-k_r x} \sin k_r x^*,$$

$$k_r = \sqrt{\frac{u_r}{4EI_r}},$$

I_r — момент инерции площади поперечного сечения головки рельса.

Реакция упругого основания в начале координат:

$$p = u_r y_{0r}.$$

Обозначим толщину шейки под головкой через b_{0r} , тогда напряжение под головкой рельса:

$$\sigma_r = \frac{u_r y_{0r}}{b_{0r}}.$$

Подставляем в последнюю формулу значение y_{0r}

$$\sigma_r = \frac{u_r P}{2EI_r b_{0r} k_r^3} Z_2(k_r x),$$

* Мы приводим здесь Z_1 , Z_3 и Z_4 , не встречающиеся в выражении y_{0r} , однако, они будут использованы нами в будущем.

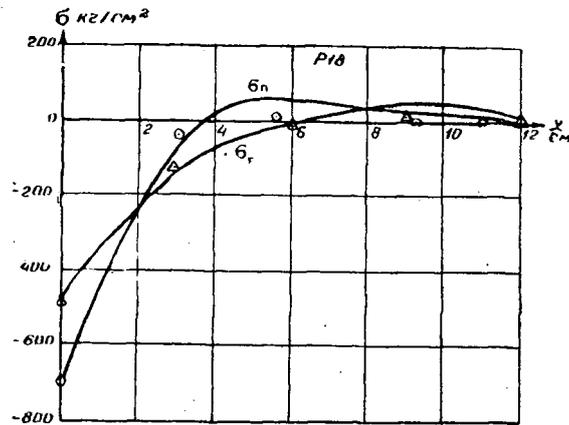


Рис. 3.

и так как $u_r = 4EI_r k_r^3$, то:

$$\sigma_r = \frac{2Pk_r}{b_{ор}} Z_2(k_r x). \quad (1)$$

Совершенно аналогично, рассматривая подошву рельса как полу-бесконечно длинную балку, лежащую на сплошном упругом основании, роль которого выполняет шейка рельса, получим:

$$\sigma_{п} = \frac{2Pk_{п}}{b_{оп}} Z_2(k_{п} x). \quad (2)$$

В табл. 1 даны вычисленные по формулам (1) и (2) значения вертикальных напряжений в торцовом сечении шейки под головкой для рельсов P15, P18 и P24 и напряжения в торцовом сечении шейки у подошвы P18 в зависимости от величины расстояния x .

Таблица 1

x см	P15		P18				P24	
	$k_r x$	σ_r кг/см ²	$k_r x$	σ_r кг/см ²	$k_{п} x$	$\sigma_{п}$ кг/см ²	$k_r x$	σ_r кг/см ²
0	0	-710	0	-490	0	-690	0	-420
1	0,273	-520	0,27	-360	0,397	-428	0,256	-315
2	0,546	-351	0,54	-245	0,794	-219	0,512	-219
3	0,819	-218	0,81	-150	1,191	-78	0,768	-140
4	1,092	-110	1,08	-78	1,588	+2	1,024	-78
5	1,365	-37	1,35	-28	1,985	+38	1,280	-34
6	1,638	+9	1,62	+5	2,382	+46	1,536	-3
7	1,911	+35	1,89	+23	2,779	+40	1,792	+16
8	2,184	+46	2,16	+31	3,176	+29	2,048	+25
9	2,457	+47	2,43	+33	3,573	+18	2,304	+28
10	2,730	+42	2,70	+30	3,970	+9	2,560	+27
11	3,003	+35	2,97	+25	4,367	+3	2,816	+24
12	3,276	+27	3,24	+19	4,764	0	3,072	+19

На рис. 2 и 3 для сравнения показаны величины напряжений, полученные из опыта и подсчитанные по формулам (1) и (2). Как видно, результаты опытов почти полностью совпадают с теоретическим расчетом.

2. Напряжение в торцовом сечении шейки под головкой при неплотном прилегании накладок к головке рельса

В ходе испытаний стыка установлено, что в наиболее напряженном состоянии находится место контакта накладок и головки рельса. Здесь возникает постепенно растущая пластическая деформация (рис. 4). В процессе опытного исследования работы стыка применялось шесть ступеней различных длин накладок каждого типа. Накладки подвергались разнообразным и многократным силовым воздействиям, которые

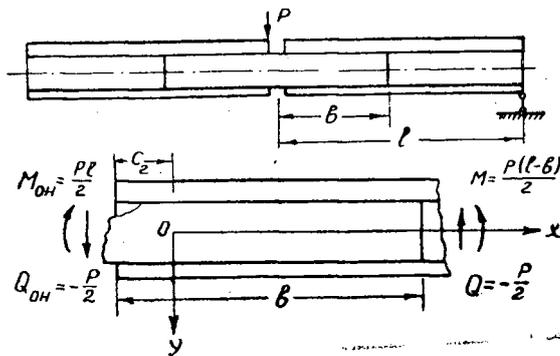


Рис. 4.

вызывали возникновение отчетливо видимой остаточной деформации, представляющей собой вмятину, обусловленную не только большими давлениями, но и износом, являющимся следствием приработки накладок к рельсовым концам. В результате прогибов стыка происходит взаимное скольжение накладок и рельсов относительно друг друга. При этом наибольшее истирание происходит в местах наибольшего давления. Наличие приработки накладок к рельсовым концам подтверждается тем, что в большинстве случаев в ходе испытания наблюдалась тенденция к уменьшению напряжений при каждом последующем нагружении стыка. Для иллюстрации этого явления в табл. 2 приводятся измеренные с помощью датчиков значения напряжений, возникающих в торце рельса Р24, подвергнутого изгибу в вертикальной плоскости нагрузкой $P = 2 \text{ т}$ (накладки плоские, длиной $2b = 250 \text{ мм}$, стыковой пролет $2l = 1400 \text{ мм}$, натяжение в каждом стыковом болте $T = 800 \text{ кг}$).

Таблица 2

Номер опыта	Номер датчика*				
	8	9	10	11	12
1	338	983	1256	1083	302
2	342	961	1240	1068	322
3	324	975	1157	998	304
4	297	827	1130	956	288
5	288	818	1116	964	275
6	293	812	1106	957	270

* Положение датчиков на торце рельса показано на рис. 12 статьи [1].

Остаточные деформации оказывают значительное влияние на величину вертикальных напряжений в рельсовой шейке, поэтому целесообразно в теоретических расчетах хотя бы приблизительно учесть их.

Найдем давление накладок на правый рельс стыка в том случае, когда изгибающая нагрузка P приложена к левому рельсу стыка (рис. 4). Для упрощения расчета будем полагать, что при загрузке стыка в зоне остаточных деформаций c_2 нет контакта между накладками и головкой рельса.

Начальные параметры в этом случае имеют вид:

$$y_{\text{он}} \neq 0, \quad \varphi_{\text{он}} \neq 0, \quad M_{\text{он}} = \frac{P(l-c_2)}{2} \quad \text{и} \quad Q_{\text{он}} = \frac{P}{2},$$

а уравнение изогнутой оси накладки (3):

$$y_{\text{н}} = y_{\text{он}} Y_1(kx) + \frac{\varphi_{\text{он}}}{k} Y_2(kx) - \frac{P(l-c_2)}{2EI_{\text{н}} k^2} Y_3(kx) + \frac{P}{2EI_{\text{н}} k^3} Y_4(kx), \quad (3)$$

где:

$$Y_1(kx) = \operatorname{ch} kx \cos kx,$$

$$Y_2(kx) = \frac{1}{2} (\operatorname{ch} kx \sin kx + \operatorname{sh} kx \cos kx),$$

$$Y_3(kx) = \frac{1}{2} \operatorname{sh} kx \sin kx,$$

$$Y_4(kx) = \frac{1}{4} (\operatorname{ch} kx \sin kx - \operatorname{sh} kx \cos kx),$$

$$k = \sqrt[4]{\frac{u}{4EI_{\text{н}}}},$$

$I_{\text{н}}$ — момент инерции площади поперечного сечения пары накладок относительно горизонтальной центральной оси.

Граничные условия накладки:

при $x = b - c_2$, $M_{\text{н}} = 0$ и $Q_{\text{он}} = 0$.

Вычислив производные от (3) и подставив значения граничных условий, получим прогиб и угол поворота накладок в начале координат:

$$y_{\text{он}} = \frac{\frac{P(l-c_2)}{2EI_{\text{н}} k^2} (Y_1 Y_3 + 4Y_4^2) + \frac{P}{2EI_{\text{н}} k^3} (Y_1 Y_4 - Y_2 Y_3)}{4(Y_2 Y_4 - Y_3^2)}. \quad (4)$$

$$\varphi_{\text{он}} = \frac{-\frac{P(l-c_2)}{2EI_{\text{н}} k} (Y_1 Y_2 - 4Y_3 Y_4) + \frac{P}{2EI_{\text{н}} k^2} (Y_2^2 - Y_1 Y_3)}{4(Y_2 Y_4 - Y_3^2)}. \quad (5)$$

В формулах (4) и (5) значения аргументов $k(b - c_2)$ при Y_1, Y_2, Y_3 и Y_4 для краткости опущены.

Давление накладок на рельс:

$$q_x = u y_{\text{н}}.$$

Подставляя значение $y_{\text{н}}$ из (3), получим:

$$q_x = u \left[y_{\text{он}} Y_1(kx) + \frac{\varphi_{\text{он}}}{k} Y_2(kx) - \frac{P(l-c_2)}{2EI_{\text{н}} k^2} Y_3(kx) + \frac{P}{2EI_{\text{н}} k^3} Y_4(kx) \right]. \quad (6)$$

В последнем выражении $y_{он}$ и $\varphi_{он}$ определяются по формулам (4) и (5).

Далее определим напряжения в торцовом сечении шейки под головкой правого рельса стыка. Расчетная схема имеет вид, показанный на рис. 5. Начальный прогиб головки рельса, в этом случае определяется формулой (2):

$$y_{ор} = \frac{1}{2EI_{\Gamma} k_{\Gamma}^2} \int_{c_2}^{c'_3} Z_2(k_{\Gamma} t) q(t) dt.$$

Распределенное на длине от c_2 до c'_3 давление накладок на головку рельса заменим равновеликой по площади нагрузкой, определяемой выражением

$$q(t) = q_0 \frac{c_3 - t}{c_3 - c_2}.$$

Подставляя в формулу для $y_{ор}$ значения $q(t)$, после интегрирования в пределах от c_2 до c'_3 и вычислений получим:

$$\sigma_{\Gamma} = \frac{q_0}{b_{ор}} \left\{ Z_1(k_{\Gamma} c_{\Gamma}) - \frac{1}{k_{\Gamma} (c_3 - c_2)} [Z_4(k_{\Gamma} c_3) - Z_4(k_{\Gamma} c_2)] \right\} \quad (7)$$

Здесь q_0 и c_3 определяются графически по спрямленному графику давления накладок на головку рельса (рис. 5), построенному по формуле (6).

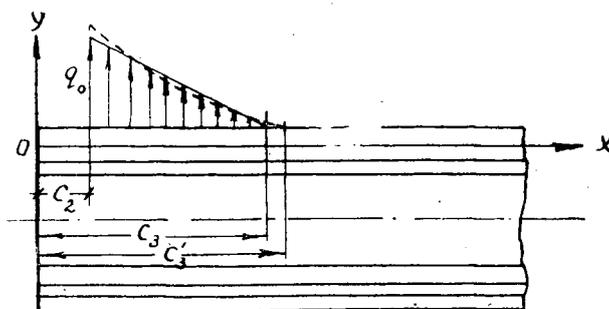


Рис. 5.

В работе [1] отмечалось, что графики теоретических и опытных зависимостей напряжений в торцовом сечении шейки под головкой от длины и момента инерции накладок имеют одинаковый вид. Однако величина напряжений, вычисленных теоретически, значительно больше величины напряжений, полученных опытным путем. Причиной такого несовпадения величин теоретических и опытных напряжений является взаимный износ накладок и головки рельса в наиболее напряженном месте их контакта.

На рис. 6 графически показано давление накладок на правый рельс стыка в зависимости от длины накладок при расположении изгибающей нагрузки на левом и правом рельсе стыка (рис. 4). Из рис. 6 видно, что давление накладок на головку правого рельса при расположении изгибающей нагрузки на правом рельсе стыка значительно больше давления, возникающего вследствие загрузки левого рельса. В ходе испытаний каждой ступени длины накладок нагрузка прикла-

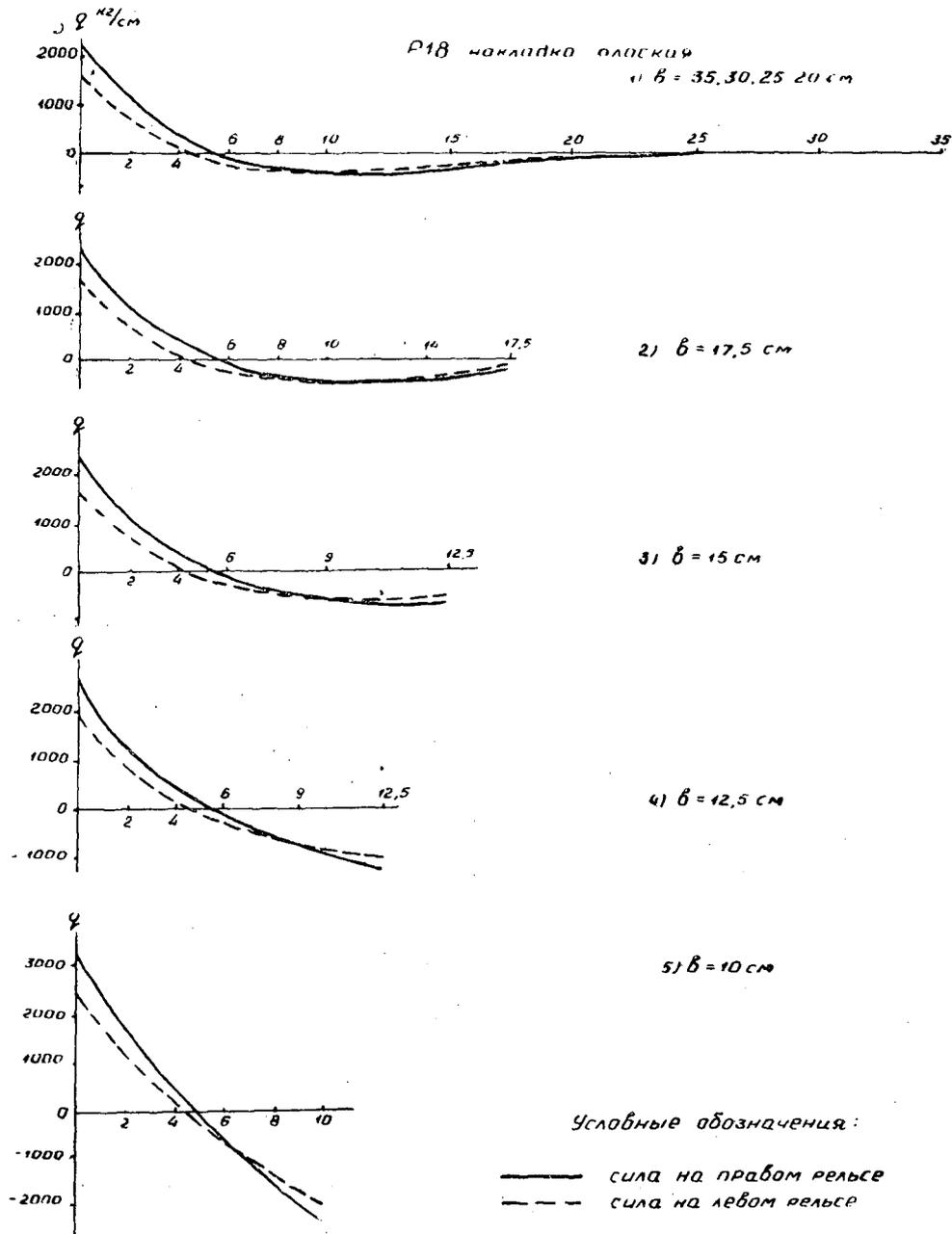


Рис. 6.

дывалась к обоим рельсам стыка. Давление между накладками и головкой рельса, при испытании следующей уменьшенной ступени длины накладок, всегда оказывалось меньше, чем в предыдущем опыте.

Отсюда можно заключить, что в результате действия больших предшествующих давлений в конце головки рельса вполне могла образоваться столь большая вмятина на накладке, что она полностью не выбиралась при тех величинах давлений, при которых осуществлялся

замер напряжений. В этом случае можно предполагать существование на некоторой небольшой длине зазора между головкой и накладками (рис. 4). Давление накладок на рельс при замере напряжений по датчикам, таким образом, может передаваться на головку рельса в некотором удалении c_2 от ее конца (рис. 5). Следовательно, применение расчетной схемы, предложенной в начале этого параграфа, представляется вполне целесообразным.

Полученная величина напряжения (630 кг/см^2), вычисленная теоретически по формуле (7) для стыка рельсов Р18 с плоской накладкой длиной $2b = 650 \text{ мм}$ и $c_2 = 10 \text{ мм}$ (примерно такая длина вмятины наблюдалась на опытных образцах накладок), почти совпадает с величиной напряжения, определенного опытным путем (600 кг/см^2).

С целью дополнительной проверки изложенных выше рассуждений был проведен следующий опыт, описанный в работе [1]. На торцы новых (не бывших в употреблении) отрезков рельсов Р18 наклеивалось по три датчика. Для сборки стыка была изготовлена пара плоских накладок длиной $2b = 480 \text{ мм}$. Стык подвергался изгибу в вертикальной плоскости на том же прессе, что и в других опытах с тем же пролетом, равным $2l = 800 \text{ мм}$. Изгибающая нагрузка $P = 2t$ прикладывалась только к левому рельсу стыка. Замерялись напряжения в торцах шеек под головкой правого и левого рельсов стыка при различной длине накладок (накладки укорачивались обрезкой).

Давление накладок на головку рельса по мере укорочения накладок растет (рис. 6). Так как нагрузка прикладывалась только к левому рельсу стыка, а давление на головку рельса по мере укорочения накладок растет, то образующийся зазор между накладкой и головкой рельса должен на каждой испытываемой ступени длины накладок полностью выбираться. Таким образом, остаточная деформация не должна оказывать влияния на величину опытных напряжений.

Результаты опыта, приведенные на рис. 23 и 24 в статье [1], полностью подтвердили изложенные выше соображения.

Кроме того, из рис. 24 (статья [1]) видно, что при длине накладок $2b = 480, 430, 372, 330$ и 200 мм совпадение величины напряжений, определенных теоретически и опытным путем, является почти точным. При длинах же накладок $2b = 290$ и 250 мм напряжения, измеренные в опыте, оказались значительно больше теоретических. Причиной этого является неудовлетворительное крепление накладок длиной $2b = 290$ и 250 мм . Накладки, имеющие длину $2b = 480, 430, 372$ и 330 мм , закреп-

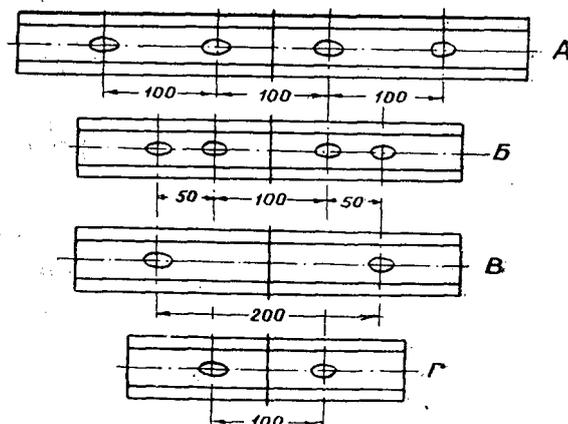


Рис. 7.

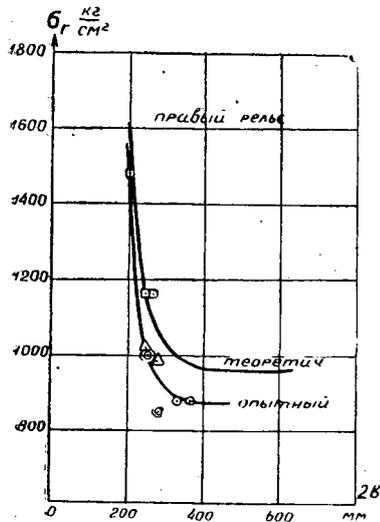


Рис. 8.

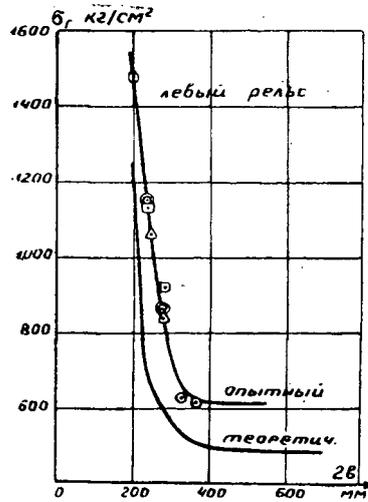


Рис. 9.

лялись четырьмя болтами (рис. 7, а), а накладки длиной $2b = 290, 250$ и 200 мм — двумя болтами (рис. 7, г). Закрепление накладок длиной $2b = 200$ мм (рис. 7, г) можно считать удовлетворительным, так как расстояние от конца накладки до оси болта невелико (50 мм). Закрепление же накладок длиной $2b = 290$ и 250 мм (рис. 7, г) является неудовлетворительным, так как в этом случае расстояние от конца накладок до оси болта весьма значительно (95 и 75 мм, соответственно). Длинные свободные концы накладок в этом случае отгибаются вследствие воздействия на них горизонтальной составляющей реакции рельса и не участвуют в работе накладок.

Необходимо иметь в виду, что при закреплении накладок длиной $2b = 480$ мм так, как показано на рис. 7, а, их свободные концы очень велики (90 мм). Это обстоятельство, однако, не может рассматриваться как дефект крепления накладок, так как при длине накладок $2b > 400$ мм их концы вообще не работают (рис. 6).

Для проверки изложенных соображений поставлен специальный опыт. Вновь изготовлены плоские накладки длиной $2b = 372$ мм. Опыт осуществлялся при тех же условиях, что и предыдущий, с той лишь разницей, что накладки длиной $2b = 290$ и 250 мм крепились в трех вариантах, соответствующих рис. 7, б, в, г.

Результаты опыта показаны на рис. 8 и 9. Из рассмотрения этих рисунков можно заключить, что изложенные выше соображения являются справедливыми.

3. Распределение вертикальных напряжений по длине шейки под головкой рельса

Найдем распределение вертикальных напряжений по длине шейки под головкой правого рельса в том случае, когда изгибающая нагрузка P приложена к левому рельсу стыка. Для этого рассмотрим случай, когда между накладками и головкой рельса на длине s_2 (рис. 4) нет контакта. Давление накладок на головку, определяемое по формуле (6), показано на рис. 5.

Начальные параметры головки: $y_{02} \neq 0$, $\varphi_{02} \neq 0$, $M_{or} = 0$, и $Q_{or} = 0$.
Уравнение изогнутой оси головки:

при $0 \leq x \leq c_2$

$$y_r = y_{or} Y_1(k_r x) + \frac{\varphi_{or}}{k_r} Y_2(k_r x),$$

при $c_2 \leq x \leq c_3$

$$y_r = y_{or} Y_1(k_r x) + \frac{\varphi_{or}}{k_r} Y_2(k_r x) + \frac{1}{EI_r k_r^3} \int_{c_2}^x Y_4(k_r x - k_r t) q(t) dt$$

Здесь y_{or} и φ_{or} вычисляются по формулам:

$$y_{or} = \frac{1}{2EI_r k_r^3} \int_{c_2}^{c_3} Z_2(k_r t) q(t) dt$$

$$\varphi_{or} = \frac{1}{2EI_r k_r^3} \int_{c_2}^{c_3} Z_1(k_r t) q(t) dt$$

После интегрирования, подстановок и вычислений получим:

при $0 \leq x \leq c_2$

$$\sigma_r = \frac{q_0}{b_{or}} \left\{ Z_1(k_r c_2) - \frac{1}{k_r(c_3 - c_2)} \left[Z_4(k_r c_3) - Z_4(k_r c_2) \right] \right\} Y_1(k_r x) + \frac{q_0}{b_{or}} \left\{ 2Z_4(k_r c_2) + \frac{1}{k_r(c_3 - c_2)} \left[Z_3(k_r c_3) - Z_3(k_r c_2) \right] \right\} Y_2(k_r x) \quad (8)$$

а при $c_2 \leq x \leq c_3$

$$\sigma_r = \frac{q_0}{b_{or}} \left\{ Z_1(k_r c_2) - \frac{1}{k_r(c_3 - c_2)} \left[Z_4(k_r c_3) - Z_4(k_r c_2) \right] \right\} Y_2(k_r x) + \frac{q_0}{b_{or}} \left\{ 2Z_4(k_r c_2) + \frac{1}{k_r(c_3 - c_2)} \left[Z_3(k_r c_3) - Z_3(k_r c_2) \right] \right\} Y_2(k_r x) + \frac{q_0}{b_{or}} \left[\frac{c_3 - x}{c_3 - c_2} - Y_1(k_r x - k_r c_2) + \frac{1}{k_r(c_3 - c_2)} Y_2(k_r x - k_r c_2) \right] \quad (9)$$

Если в формуле (9) положить $c_2 = 0$, а $c_3 = c$, то получим распределение напряжений по длине головки в случае плотного прилегания накладок к головке рельса:

$$\sigma_r = \frac{q_0}{b_{or}} \left[1 - \frac{x}{c} - \frac{1}{k_r c} Z_4(k_r c) Y_1(k_r x) + \frac{1}{k_r c} Z_3(k_r c) Y_2(k_r x) \right]. \quad (10)$$

Полученная формула справедлива для первого участка, то есть при $0 \leq x \leq c$.

На рис. 10 показаны построенные по формулам (8), (9) и (10) графики распределения напряжений в шейке под головкой по длине рельса Р18 с плоской накладкой длиной $2b = 650$ мм. Подсчеты сделаны при пролете $2l = 800$ мм и изгибающей нагрузке $P = 2$ т.

Из рис. 10 видно, что в том случае, когда нагрузка приложена к левому рельсу, а прилегание накладок к головке рельса плотное ($c_2 = 0$), напряжения в шейке под головкой правого рельса резко падают по мере

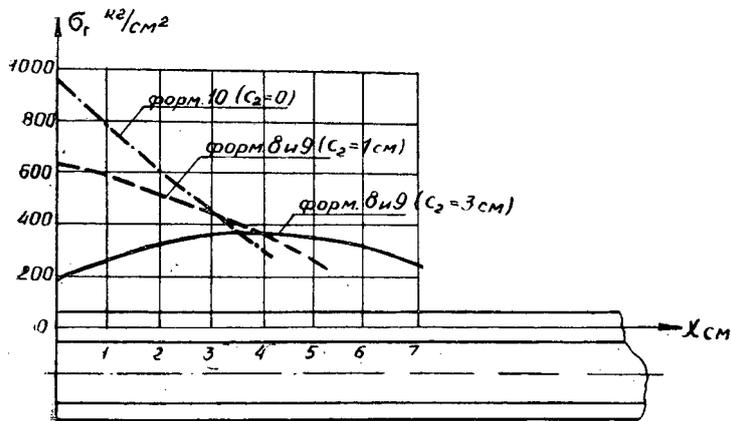


Рис. 10.

удаления от торца. При неплотном прилегании накладок к головке рельса ($c_2 = 10$ мм) напряжения по мере удаления от торца рельса падают медленнее. Если $c_2 = 30$ мм, что может быть при неточном изготовлении накладок и рельса, то напряжение в некотором удалении от торца рельса может быть даже больше напряжения в торцовом сечении рельса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. П. Биричевский. Вертикальные напряжения в торцах шеек узкоколейных рельсов. «Труды АЛТИ», вып. XVIII, Архангельск, 1957. [2]. А. А. Уманский. Специальный курс строительной механики, ч. 1, ОНТИ, 1935. [3]. М. М. Филоненко-Бородич, С. М. Изюмов, В. А. Олисов, И. Н. Кудрявцев и Л. И. Мальгин. Курс сопротивления материалов. Гостехиздат, 1937.

Поступила в редакцию
11 марта 1959 г.

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА РАМУ ТЕЛЕЖКИ ВАГОНА-СЦЕПА ПРИ ДВИЖЕНИИ

А. И. ЛОГИНОВ

Старший научный сотрудник

(Центральный научно-исследовательский институт
механизации и энергетики лесной промышленности)

При движении вагона-сцепы рамы тележек, как и весь вагон в целом, испытывают переменные по величине нагрузки, что обусловливается различным состоянием отдельных участков пути, различными скоростями движения, а также типом и состоянием ходовых частей вагона и рессорного подвешивания [1].

Эти нагрузки вызывают колебательные движения частей вагона-сцепы, оборудованных рессорами. Доктор технических наук М. Ф. Вериго, развивая идеи акад. Н. П. Петрова о вероятностном характере процессов взаимодействия пути и подвижного состава, приходит к выводу, что колебания наддресорного строения различных экипажей являются своеобразным отображением эффекта действия на систему рессорного подвешивания многочисленной совокупности непрерывных неровностей рельсовых путей [2].

К числу факторов, обуславливающих непрерывные неровности, М. Ф. Вериго относит упругие неровности, образующиеся вследствие неравномерной упругости рельсового основания при прохождении подвижной нагрузки, микронеровности поверхности головки рельса, по которой происходит прокат неровности, являющиеся следствием деформации рельса и неравномерного износа поверхности рельса.

С целью выявления зависимости колебаний лесовозных вагонов-сцепов от величины упругих неровностей рельсовых путей как наиболее характерного фактора, обуславливающего непрерывные неровности лесовозных железных дорог, в ходе динамических испытаний были измерены микропрофиль рельсовых ниток и упругие просадки пути, возникающие при прохождении по нему опытного поезда.

Динамические испытания лесовозных вагонов-сцепов проводились лабораторией рельсового транспорта ЦНИИМЭ на различных участках узкоколейной железной дороги Крестецкого леспромхоза ЦНИИМЭ*.

Опытный поезд состоял из локомотива (тепловоза ТУ³-4), следующего за ним вагона-лаборатории рельсового транспорта ЦНИИМЭ и вагона-сцепы, смонтированного на испытываемых тележках.

* Результаты упомянутых исследований содержатся в «Отчетах ЦНИИМЭ» по теме 10-а за 1956 г. и по теме 12-б за 1957 г.

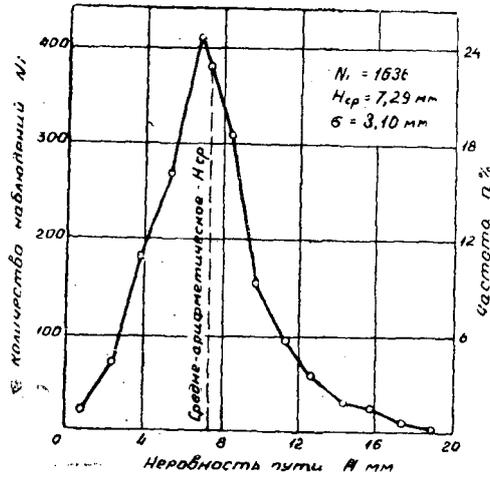


Рис. 1. Полигон распределения упругих просадок при движении опытного поезда на балластированном пути.

Упругие просадки рельсового пути замерялись и обрабатывались по методу, рекомендованному доктором технических наук М. Ф. Вериго. Результаты исследований распределения упругих просадок балластированного рельсового пути при движении по нему опытного поезда приведены на рис. 1.

Даже на основании сравнительно небольшого количества опытных данных можно утверждать, что распределение неровностей рельсовых путей лесовозных железных дорог близко к закону нормального распределения (закону Гаусса). Это подчеркивает случайный характер неровностей.

Исследования кандидата технических наук Б. И. Кувалдина* и Г. М. Васильева** также указывают на то, что величины просадок рельсового пути лесовозных железных дорог зависят от многих случайных причин, действующих независимо друг от друга.

Поэтому величины нагрузок, действующих на вагон-сцеп при его движении, могут быть определены с достаточной точностью только лишь экспериментальным путем.

Величина дополнительной динамической нагрузки, действующей на раму тележки в вертикальной плоскости, определяется по динамическим прогибам рессорных комплектов:

$$P_{\text{дин}} = f_{\text{дин}} \cdot Ж_3 (1 + \varphi) + Q\varphi,$$

где f — динамический прогиб рессорного комплекта в мм;
 φ — коэффициент относительного трения рессорного комплекта, полученный по результатам тарировки;
 Q — статическая нагрузка, приходящаяся на рессорный комплект, в кг;

* Сведения заимствованы из рукописи Б. И. Кувалдина «Экспериментальные исследования колебаний прицепного подвижного состава лесовозных узкоколейных железных дорог».

** Имеются в виду результаты научно-исследовательских работ УЛТИ по теме 13 за 1958 г.

J_3 — эксплуатационная жесткость рессорного комплекта в $кг/мм$, величина которого по рекомендации доктора технических наук М. Ф. Вериги определяется выражением $J_3 = 1,15J$ (здесь J — жесткость рессорного комплекта в $кг/мм$).

В качестве измерительной аппаратуры для замера прогибов рессор применялись электрические прогибомеры рѳостатного типа, которые устанавливались на боковой раме тележек таким образом, чтобы исключалось влияние дополнительных перемещений боковин тележки на показания прогибомера.

Определение статической нагрузки на рессорные комплекты и их тарировка производились при взвешивании вагонов-сцепов.

При этом выяснилось, что расчетные статические прогибы рессорных комплектов достаточно хорошо совпадают с прогибами, установленными при тарировке. Относительное трение рессорных комплектов, измеренное экспериментально, соответствовало теоретическому, вычисленному при коэффициенте трения между листами эллиптической рессоры $\mu = 0,7$ (табл. 1).

В данной работе приведены результаты динамических испытаний вагонов-сцепов типа ЭМ-51, смонтированных на поясных тележках с пружинным подвешиванием, на литых тележках с рессорным комплектом из одной двухрядной эллиптической рессоры и на литых тележках с комбинированным рессорным подвешиванием.

Характеристики рессорных комплектов испытываемых тележек, установленные по результатам тарировки и теоретического расчета, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика рессорных комплектов

Тип тележки	Жесткость J в $кг/мм$		Статический прогиб $f_{ст}$ в $мм$		Относительное трение φ	
	по тари- ровке	теорети- ческая	по тари- ровке	теорети- ческая	по тари- ровке	теорети- ческая
Поясная с пружинным рессорным подвешиванием	210	210	10,0	10,0	0,05	—
Литая с двухрядной эллиптической рессорой в комплекте	205	220	16,7	16,0	0,115	0,125
Литая с комбинированным рессорным подвешиванием	170	175	21,5	20,5	0,08	0,085

В результате обработки опытных осциллограмм динамических прогибов рессор различных тележек построены кривые распределения частоты повторения вертикальных динамических нагрузок на раму тележек для скоростей движения по балластированному пути, лежащих в пределах 20—35 $км/час$ (рис. 2).

Из этого графика видно, что с увеличением скорости движения величина динамической нагрузки на раму тележки увеличивается. Так, например, при движении по некоторым участкам пути со скоростью движения до 25 $км/час$ максимальная динамическая нагрузка на раму тележки с эллиптическими рессорами составляет — 1800 $кг$, а при скорости движения до 35 $км/час$ — 1900 $кг$; для тележки с пружинным рессор-

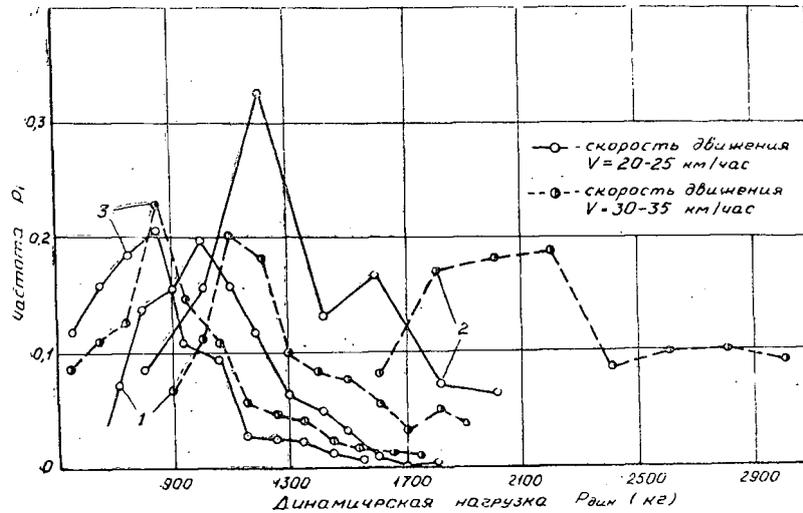


Рис. 2. Кривые распределения значений вертикальных динамических нагрузок на раму тележек при скорости движения 20—35 км/час по балластированному пути.

1—рессорное подвешивание из одной эллиптической рессоры в комплекте; 2—пружинное рессорное подвешивание; 3—комбинированное рессорное подвешивание.

ным подвешиванием соответственно — 2000 кг и 3000 кг. Величина максимальной динамической нагрузки при движении по участкам с различным состоянием пути — различна. При движении тележки с комбинированным рессорным подвешиванием по опытному участку балластированного пути максимальная величина динамической нагрузки равна 1500 кг.

Наибольшие значения динамическая нагрузка имеет при движении по временному безбалластному пути.

Если при движении вагона-сцепы по балластированному пути со скоростью 25—35 км/час на раму тележки с эллиптической рессорой действует нагрузка, равная 1900 кг, то при движении по усу со скоростью до 15 км/час эта нагрузка уже равна 2750 кг, для тележки с комбинированным рессорным подвешиванием соответственно — 1750 кг и 2500 кг.

Следовательно, на величину динамической нагрузки существенное влияние оказывает состояние рельсового пути. С увеличением скорости движения динамическая нагрузка на раму тележки увеличивается и величина ее тем больше, чем хуже состояние пути.

Величину динамической нагрузки, приходящейся на раму тележки при движении вагона-сцепы с различными скоростями, на определенном участке пути можно выразить одним (средним) суммарным полигоном распределения частоты повторения нагрузок.

На рис. 3 приведен суммарный полигон распределения частоты повторения нагрузок на раму тележек с различным рессорным подвешиванием при ее движении по балластированному пути.

Как видно из графика рис. 3, суммарный полигон распределения частоты повторения нагрузок на тележку узкоколейных лесовозных вагонов-сцепов близок к закону Гаусса.

Основные параметры, приведенные в табл. 2 и характеризующие данное распределение вертикальных динамических нагрузок, были определены методами математической статистики.

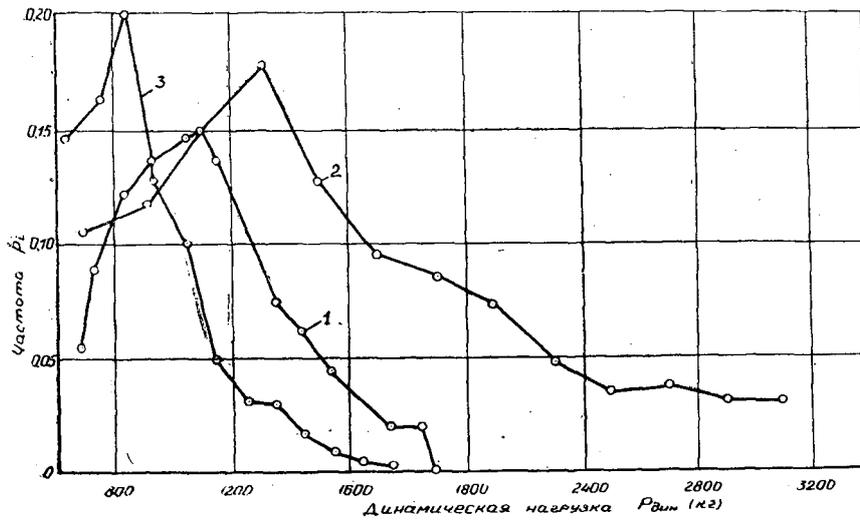


Рис. 3. Суммарный полигон распределения частоты повторения динамических нагрузок при движении по балластированному пути.
 1 — рессорное подвешивание из одной эллиптической рессоры в комплекте;
 2 — пружинное рессорное подвешивание; 3 — комбинированное рессорное подвешивание.

Анализ вертикальных динамических нагрузок показывает, что рамы тележек узкоколейных лесовозных вагонов-сцепов во время движения находятся в режиме неустановившегося нагружения. Этот режим может быть охарактеризован суммарным полигоном частоты повторения нагрузок.

Т а б л и ц а 2

Величина вертикальной динамической нагрузки в кг и ее статистические параметры

Тип тележки и пути	x_{cp} кг	σ кг	A	e
С пружинным рессорным подвешиванием при движении по балластированному пути	$1470 \pm 21,5$	$600 \pm 15,0$	$0,43 \pm 0,0875$	$-0,5 \pm 0,175$
С эллиптическими рессорами при движении по балластированному пути	$1060 \pm 7,1$	$280 \pm 5,05$	$0,58 \pm 0,063$	$0,15 \pm 0,126$
С эллиптическими рессорами при движении по временному безбалластному пути	$1475 \pm 21,5$	$450 \pm 15,0$	$0,65 \pm 0,116$	$-0,15 \pm 0,232$
С комбинированным рессорным подвешиванием при движении по балластированному пути	$851,5 \pm 5,19$	$240 \pm 3,64$	$0,3 \pm 0,053$	$-2,61 \pm 0,106$

Наиболее часто повторяющаяся нагрузка для тележек со значительной величиной относительного трения и малым статическим прогибом (двухрядная эллиптическая рессора) при движении по балластированному пути равна 1060 кг, а максимальная — 1900 кг. При движении по временному безбалластному пути наиболее часто повторяющаяся нагрузка равна 1475 кг и максимальная — 2650 кг. Для тележки с пружинным подвешиванием наиболее часто повторяющаяся нагрузка

при движении по балластированному пути равна 1470 кг и максимальная 3000 кг. Действие таких значительных по величине нагрузок на существующие конструкции поясных тележек с чистопружинным подвешиванием приводит к ослаблению крепления колоночных болтов, вследствие чего происходит дополнительное нагружение одних элементов и разгрузка других, что, в свою очередь, способствует излому поясов и других частей поясных тележек.

По данным статистического анализа действия нагрузок видно, что на рамы тележек с комбинированным рессорным подвешиванием действуют меньшие по величине динамические нагрузки. Наиболее часто повторяющаяся нагрузка при движении по балластированному пути равна 851,5 кг и максимальная — 1750 кг.

Из кривых распределений частоты повторения динамических нагрузок следует, что вагоны-сцепы в процессе эксплуатации подвергаются действию комбинаций повторных нагрузок с переменной амплитудой.

Вертикальная динамическая нагрузка может быть также определена как произведение статической нагрузки на коэффициент вертикальной динамики K_d .

Коэффициентом вертикальной динамики при колебаниях вагона-сцепы называется отношение дополнительной динамической нагрузки на элемент конструкции вагона-сцепы, обусловленной возникающими при колебаниях силами, к статической нагрузке на этот элемент в момент покоя вагона-сцепы:

$$K_d = \frac{f_{\text{дин}}}{f_{\text{ст}}} (1 + \varphi) + \varphi.$$

В результате динамических испытаний лесовозных вагонов-сцепов на тележках с различным типом рессорного подвешивания получены следующие величины коэффициентов вертикальной динамики при движении по балластированному пути (магистрала) и усу (табл. 3):

Таблица 3

Пределы изменения максимальных коэффициентов вертикальной динамики различных тележек

Тип тележки	Движение по балластированному пути при скорости до				Движение по усу при скорости	
	10 км/сек	10—12 км/сек	20—30 км/сек	40 км/сек	10 км/сек	10—15 км/сек
Литая с эллиптическими рессорами	0,24	0,24—0,38	0,28—0,42	0,32—0,47	0,39	0,64
Поясная с пружинным рессорным подвешиванием .	0,30	0,20—0,70	0,40—1,18	0,55—1,18	0,75	—
Литая с комбинированным рессорным подвешиванием	0,20	0,12—0,32	0,15—0,40	0,20—0,43	0,44	0,78

Из таблицы видно, что наибольший коэффициент динамики имеют вагоны-сцепы на поясных тележках с пружинным подвешиванием, что объясняется малым статическим прогибом рессорного комплекта при незначительном коэффициенте относительного трения.

Имея в виду, что разгрузка колесной пары в нормальных условиях эксплуатации не должна превосходить 70%, приходим к выводу, что вагоны-сцепы на тележках с пружинным подвешиванием ($f_{\text{ст}} = 10,0 \div 13,5$ мм; $\varphi = 3 \div 5\%$) не следует использовать при дви-

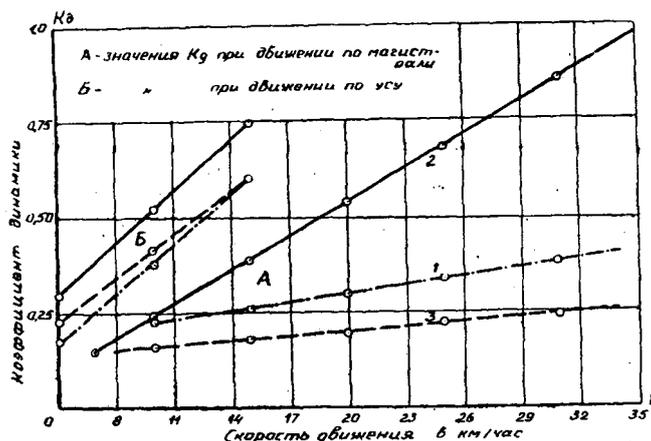


Рис. 4. Зависимость величины максимальных вероятных коэффициентов вертикальной динамики от скорости движения.

1 — рессорное подвешивание из одной эллиптической рессоры в комплекте; 2 — пружинное рессорное подвешивание; 3 — комбинированное рессорное подвешивание.

жении со скоростями, превосходящими 25 км/час, на путях удовлетворительного качества.

Лучшими ходовыми качествами обладают вагоны-сцепы на литых тележках с комбинированным рессорным подвешиванием ($f_{ст} = 20-22$ мм; $\varphi \geq 8\%$).

На основании экспериментальных данных, полученных при динамических испытаниях лесовозных вагонов-сцепов на различных тележках методом математической статистики, были построены кривые зависимости максимальных вероятных коэффициентов динамики от скорости движения (рис. 4).

Анализ материалов испытаний и графиков позволил сделать вывод о том, что зависимость максимальных вероятных значений коэффициентов вертикальной динамики от скорости движения в диапазоне 5—35 км/час имеет прямолинейный характер, достаточно точно описываемой эмпирической формулой вида:

$$K_d^{max} = a + bv,$$

где v — скорость движения в км/час;

a, b — эмпирические величины.

Коэффициенты корреляции в этом случае находились в пределах

$$r = 0,71 \div 0,88.$$

Основываясь на полученных экспериментальных результатах многочисленных исследований ходовых качеств лесовозных вагонов-сцепов на тележках с различным рессорным подвешиванием, проведенных лабораторией рельсового транспорта ЦНИИМЭ, автор рекомендует в качестве первого приближения следующие эмпирические формулы зависимости коэффициентов вертикальной динамики от скорости движения (табл. 4).

Результаты проведенных исследований показывают, что величина динамических нагрузок на раму тележек и качество хода вагона-сцепы

Таблица 4.

Эмпирические формулы коэффициентов вертикальной динамики

Тип тележки	Характеристика пути	
	балластированный (магистраль)	временный безбалластный (ус)
Поясная с пружинным рессорным подвешиванием	$K_{дин}^{max} = 0,01 + 0,021v + 0,00022v^2$	$K_{дин}^{max} = 0,08 + 0,045v$
Литая с эллиптическими рессорами	$K_{дин}^{max} = 0,115 + 0,0074v$	$K_{дин}^{max} = 0,0426v - 0,04$
Литая с комбинированными рессорами	$K_{дин}^{max} = 0,12 + 0,004v$	$K_{дин}^{max} = 0,055 + 0,0361v$

с теми или другими параметрами рессорного подвешивания в значительной степени определяются вероятностной природой распределения динамических неровностей рельсового пути.

Динамические неровности пути являются основным, преобладающим фактором, вызывающим вертикальные колебания надрессорного строения лесовозных вагонов-сцепов.

Это указывает на то обстоятельство, что при движении поезда по сравнительно слабому пути лесовозных узкоколейных железных дорог на элементы вагона-сцепы действуют значительные по величине динамические усилия, распределение вероятностей действия которых подчиняется закону Гаусса.

Поэтому улучшение ходовых качеств вагонов-сцепов, выбор рациональной конструкции тележки и рессорного подвешивания имеют важное значение для обеспечения безопасности движения поездов на узкоколейных лесовозных железных дорогах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Ф. Вериго. Взаимодействие пути и подвижного состава. «Труды ВНИИЖТ», 97, 1955. [2]. М. В. Винокуров. Вагоны. Трансжелдориздат, 1953.

Поступила в редакцию
27 февраля 1958 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗАНИЯ
НА УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ И ЧИСТОТУ ОБРАБОТКИ
ПРИ ОСЕВОМ ТОЧЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ*

А. А. ПИЖУРИН

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Резание древесины точением обеспечивает получение из заготовок определенных размеров и форм изделий, представляющих собой тела вращения или их части с заранее заданными простыми или сложными профилями.

В зависимости от принятой схемы обработки изготовление изделия точением может происходить путем срезания оставленного в качестве припуска слоя древесины в виде стружки постоянного или изменяющегося сечения и форм.

Схемы (приемы) обработки, применяющиеся в настоящее время в токарных деревообрабатывающих производствах, представлены на рис. 1. Все девять приемов точения могут быть разделены на четыре основных группы:

I. Продольное (осевое) (рис. 1; I,а, I,б), при котором режущая кромка лезвия находится на уровне оси центров токарного станка, а резец в процессе точения перемещается вдоль оси вращения детали.

II. Тангенциальное точение (рис. 1, II,а, II,б, II,в, II,г):

а) с продольной подачей, при котором часть режущей кромки лезвия, формирующая поверхность обработки, перемещается параллельно оси вращения детали в плоскости, касательной к окружности радиуса r_0 , являющегося радиусом детали;

б) с продольной подачей изделия и вращением резцов вокруг изделия по окружности радиуса r_0 ;

в) с поперечной подачей, при котором режущая кромка расположена параллельно оси вращения детали и перемещается в плоскости, касательной к окружности радиуса r_0 , в направлении, перпендикулярном оси вращения детали;

г) с поперечной подачей, при которой режущее лезвие расположено под углом к оси вращения детали и перемещается в плоскости, касательной к окружности радиуса r_0 , в направлении, перпендикулярном оси вращения детали.

III. Радиальное (в том числе и лобовое) (рис. 1, III,а, III,б), при котором режущее лезвие резца находится на уровне оси центров

* Работа проводилась под руководством доктора технических наук, проф. Ф. М. Манжоса.

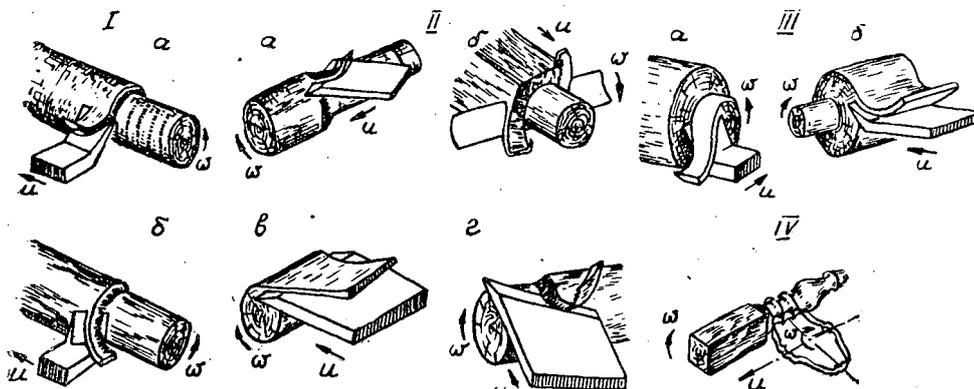


Рис. 1. Схемы механической обработки древесины точением.

I — продольное точение с расположением реза на уровне оси центров: а — черновое; б — чистовое. II — тангенциальное точение: а — с продольной подачей резца; б — с продольной подачей изделия; а — с поперечной подачей резца при $\varepsilon = 0^\circ$; б — с поперечной подачей резца при $\varepsilon \neq 0^\circ$. III — радиальное точение (в том числе и лобовое); а — лобовое; б — радиальное. IV — точение методом обкатки.

токарного станка и резец перемещается по прямой, перпендикулярной оси вращения детали.

IV. Точение методом обкатки (рис. 1, IV), при котором резцу, имеющему сложный фигурный контур, сообщают вращательное движение в горизонтальной или вертикальной плоскости, или одновременно то и другое, и поступательное движение вдоль оси вращения детали.

В нашей работе исследовались зависимости составляющих усилия резания и чистоты обработки при продольном (рис. 1, I) и тангенциальном (рис. 1, II) способах точения в связи с тем, что именно эти приемы имеют наибольшее распространение в промышленности.

Исследования проводились в лаборатории кафедры станков и инструментов Московского лесотехнического института на экспериментальной установке, описание которой опубликовано автором [3].

Режущие инструменты изготовлялись из стали X12Ф1, твердость которой по Роквеллу составляла 56.

Все опыты проводились острыми резцами. Контроль остроты и тщательности доводки производился при помощи двойного микроскопа МИС-11.

Составляющие усилия резания записывались на пленку осциллографа МПО-2.

Образцы для испытаний выполнялись из сухой древесины березы (именно береза чаще всего подвергается токарной обработке), продолжительное время выдержанной в лаборатории.

Влажность образцов в процессе резания проверялась по влажности срезаемой стружки весовым методом.

Чистота обработки контролировалась с помощью микроскопа МИС-11, если неровности обработки не превышали 70 мк и микроскопа ТСП-2 конструкции доктора технических наук Б. М. Буглая при измерении неровностей, больших 70 мк.

Критерием для оценки чистоты обработки служила максимальная высота неровностей разрушения.

На каждом образце производилось по десять замеров. Опыты подвергались десятикратному повторению.

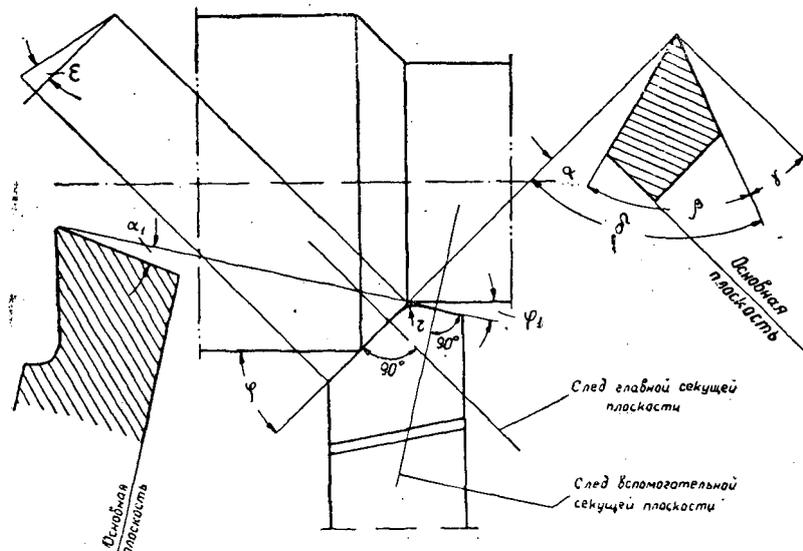


Рис. 2. Геометрические параметры резца для осевого точения.

В настоящей статье рассматриваются полученные зависимости составляющих усилия резания и чистоты обработки от геометрических параметров резца и режимов точения.

Геометрические параметры резца представлены на рис. 2.

Влияние подачи

Нами изучалась зависимость силовых характеристик процесса резания от величины подачи u_n , являющейся важнейшим технологическим фактором, влияющим на производительность, расход энергии и качество обработки.

При исследовании задавались следующие значения величины подачи $u_n = 0,2; 0,4; 0,6$ и $0,8$ мм. Глубина резания t составляла 0,5; 1,0; 2,0 и 3,0 мм. Геометрические параметры резца: $\alpha = 12^\circ; \delta = 45^\circ; \varphi = 45^\circ; \epsilon = 0^\circ$ и радиус затупления $\rho = 4$ мк. Среди прочих параметров обработки $d_{ср} = 45$ мм; влажность древесины $W = 10\%$ и скорости резания $V = 10$ м/сек.

Полученные зависимости составляющих усилия резания P_z, P_y и P_x удельного сопротивления резанию K и чистоты обработки от величины подачи и глубины резания представлены на графиках (рис. 3 и 4) и в табл. 1.

Таблица 1

Удельное сопротивление K в зависимости от величины подачи при разной глубине резания в кг/мм²

Глубина резания в мм	Величина подачи в мм/об			
	0,2	0,4	0,6	0,8
0,5	4,36	2,6	2,10	1,6
1,0	3,0	2,56	2,0	1,666
2,0	3,4	2,28	2,02	1,62
3,0	3,98	2,66	1,98	1,73

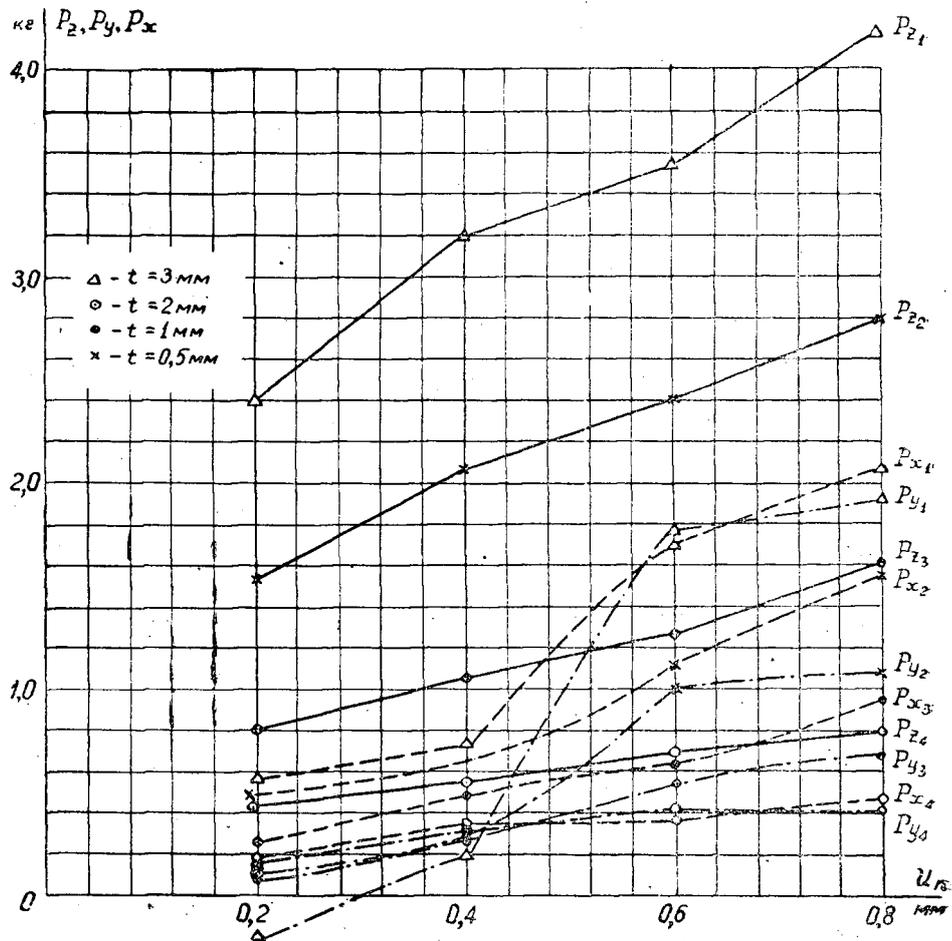


Рис. 3. Зависимость составляющих P_z , P_y и P_x усилия резания от подачи u_n (осевое точение).

Анализируя данные опытов, видим, что изменение подачи в пределах от 0,2 до 0,8 мм/об приводит к непрерывному возрастанию составляющей P_z усилия резания, причем зависимость близка к линейной.

Составляющие P_y и P_x при глубине резания $t = 0,5$; 1,0 и 2,0 мм также монотонно возрастают, но при $t = 3,0$ мм имеет место значительный скачок в росте составляющих P_y и P_x .

Это явление может быть объяснено тем, что при увеличении глубины резания ширина и толщина стружки становятся соизмеримыми с радиусом закругления вершины резца. Таким образом, лезвие резца делается практически острым, а так как резец имеет небольшой угол заострения ($\beta = 33^\circ$), то он начинает периодически срывать стружку. Даже при глубине резания $t = 2$ мм наблюдались вырывы на поверхности изделия, что лишний раз подтверждает наши предположения. Как следует из графика (рис. 3), на изменение процесса стружкообразования в большей степени реагирует нормальная составляющая P_y .

Если пренебречь естественным разбросом некоторых значений удельного сопротивления резанию K для различных глубин резания, то

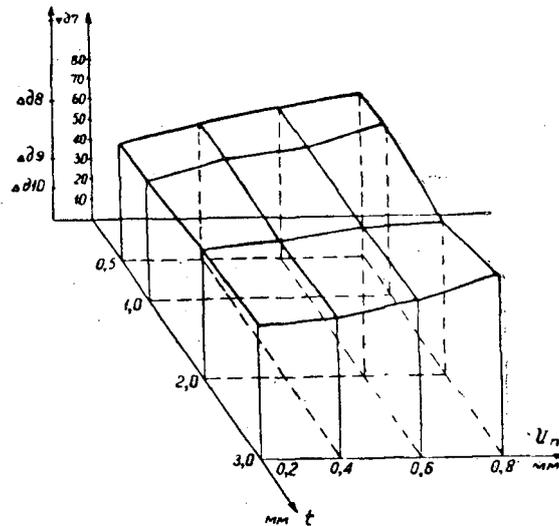


Рис. 4. Зависимость H_{max} от подачи u_n и глубины t резания (осевое точение).

можно утверждать (табл. 1), что с увеличением подачи K уменьшается по некоторой нелинейной зависимости. Наиболее интенсивное снижение величины K имеет место в пределах изменения подачи от 0,2 до 0,4 мм/об и более плавное при увеличении подачи от 0,4 мм/об.

Исследованные зависимости чистоты обработки H_{max} от u_n и t (рис. 4) показывают, что глубина резания не влияет на величину H_{max} . При увеличении подачи от 0,2 до 0,8 мм/об высота H_{max} возрастает на 30—45%. Дальнейшее увеличение подачи (свыше 0,8 мм/об) приводит к появлению мшистости на обработанной поверхности.

Таким образом, чистовую обточку надо производить при подачах, не превосходящих 0,8 мм/об.

Влияние скорости резания

Скорость резания является важнейшим режимным фактором. Одним из путей повышения производительности труда при токарной обработке является увеличение скорости резания.

Влияние скорости резания на чистоту обработки было исследовано в пределах изменения от 5 до 30 м/сек через каждые 5 м/сек.

Изменение скорости резания производилось регулированием числа оборотов гидродвигателя шпинделя резания. При каждой ступени скорости производились измерения усилий и чистоты обработки для четырех значений величины подачи на оборот (0,2; 0,4; 0,6 и 0,8 мм/об). Резание производилось резцом со следующими геометрическими параметрами: $\alpha = 12^\circ$; $\delta = 45^\circ$; $\varphi = 10^\circ$; $\varepsilon = 0^\circ$; $r = 2$ мм и $\rho = 6,0$ мк.

Полученные данные свидетельствуют, что скорость резания при разных значениях подачи не влияет на величину неровностей разрушения.

Очевидно, влияние скорости на чистоту обработки относительно невелико и может быть обнаружено лишь при ее изменении в более широких пределах. Так как в настоящее время точение производят при

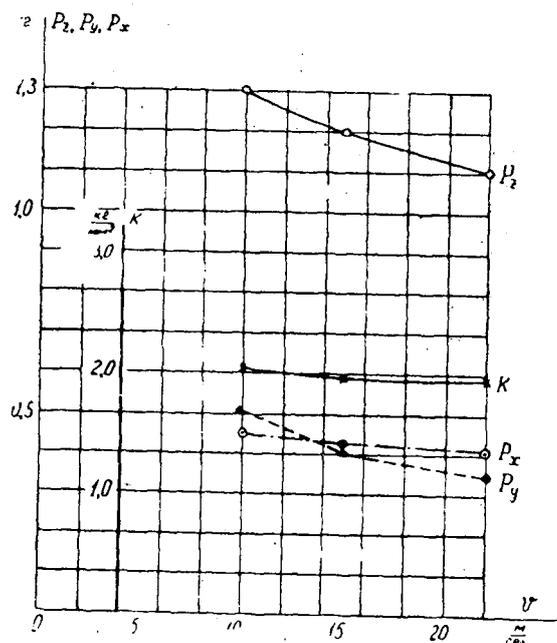


Рис. 5. Зависимость P_z , P_y , P_x и K от скорости резания V (осевое точение).

скоростях резания, не превышающих 30 м/сек, то мы не ставили целью изучать зависимости, о которых идет речь, при больших скоростях.

Зависимость величины составляющих P_z , P_y , P_x и K от скорости резания была исследована для значений $V = 10, 15$ и 22 м/сек. Резание при $u_n = 0,6$ мм/об и $t = 1$ мм производилось острым резцом ($\rho = 6$ мм) со следующими геометрическими параметрами: $\alpha = 12^\circ$; $\delta = 50^\circ$; $\epsilon = 0^\circ$ и $\varphi = 45^\circ$.

Результаты опытов представлены на графиках (рис. 5).

Рассматривая полученные зависимости, можно заключить, что изменение V в пределах от 10 до 22 м/сек не оказывает значительного влияния на величину составляющих P_z , P_y и P_x . Уменьшение P_z в указанных пределах изменения V составило 15,6%, P_y — 33,3% и P_x — 9,09%.

По утверждению проф. А. Л. Бершадского [1], скорость резания влияет на величину удельной работы резания. Это обусловлено изменением разрушения и уменьшением деформаций при увеличении скорости.

Очевидно, не менее важным фактором, влияющим на уменьшение усилия резания и удельного сопротивления резанию при увеличении скорости является величина сил трения, возникающих на передней и задней гранях резца, а при продольном точении и на вспомогательном режущем лезвии. С увеличением V последние уменьшаются. Уменьшение величины составляющей P_y в значительной степени подтверждает эти соображения. Изменение скорости резания в указанных выше пределах оказывает незначительное влияние на величину удельного сопротивления резанию K . В опытах K уменьшалось при изменении V от 10 до 11 м/сек всего на 15%.

Полученные данные говорят о том, что требовать увеличения скорости резания можно исключительно с целью повышения производительности токарных станков.

Влияние влажности древесины

Известно, что влажность древесины существенно влияет на ее физико-механические свойства. При увеличении W до точки насыщения волокон (30%) механическая прочность древесины снижается независимо от окружающей температуры. Дальнейшее увеличение W практически не отражается на прочности. Так, по данным Ф. П. Белянкина* изменение W от 0 до 60% при температуре 25°С приводит к снижению предела прочности дуба при сжатии вдоль волокон примерно на 66%.

Подобные зависимости были получены Н. Л. Леонтьевым** для древесины сосны при сжатии вдоль и поперек волокон.

Так, при температуре 20°С и изменении влажности от 0 до 30% предел прочности при сжатии вдоль волокон уменьшился с 740 до 201 кг/см², а при увеличении от 30 до 100% снизился до 200 кг/см², то есть на 1 кг/см². Приведенные примеры показывают, что прочность древесины наиболее интенсивно убывает при увеличении W до точки насыщения волокон. Прочность древесины в значительной степени отражается на величине усилий, необходимых для снятия стружки.

Таким образом, влажность древесины является одним из важнейших факторов, влияющих на процесс стружкообразования.

Исследования влияния влажности на величину составляющих усилий резания P_z , P_y и P_x , удельное сопротивление резанию K и высоту микронеровностей H_{max} производились при изменении W от 4 до 40%. Опыты проводились при двух значениях подачи $u_n = 0,2$ и $0,8$ мм/об при $V = 10$ м/сек. Резание производилось резцом ($\rho = 4$ мк) со следующими геометрическими параметрами:

$$\alpha = 12^\circ; \delta = 45^\circ; \varphi = 45^\circ; \epsilon = 0^\circ.$$

Для достижения необходимой величины W образцы увлажнялись в резервуаре с водой. Измерения на образцах производились немедленно после опыта. Полученные зависимости P_z , P_y , P_x , K и H_{max} от W представлены на рис. 6, 7 и в табл. 2.

Таблица 2

Удельное сопротивление резанию K в зависимости от влажности при различной величине подачи в кг/мм²

Величина подачи в мм	Влажность в %							
	4	10	20	24	27	28	37	40
0,2	4,2	4,5	4,0	3,7	3,5	3,45	3,0	2,9
0,8	1,57	1,66	1,56	1,45	1,37	1,32	1,15	1,16

Как следует из табл. 2, изменение влажности от 10 до 40% при $u_n = 0,2$ мм/об приводит к тому, что удельное сопротивление резанию уменьшается на 31%.

Из графиков (рис. 6) видно, что при изменении влажности от 4 до 10% усилие резания P_z возрастает на 6%. Увеличение W до точки насыщения волокна (30—34%) ведет к более интенсивному уменьшению. При увеличении влажности от 34 до 40% скорость убывания усилия P_z заметно уменьшается, то есть кривая становится почти параллельной оси абсцисс ($W\%$).

* Данные взяты из книги Л. М. Дерелыгина. Древесиноведение, изд. «Советская наука», М., 1957.

** См. там же.

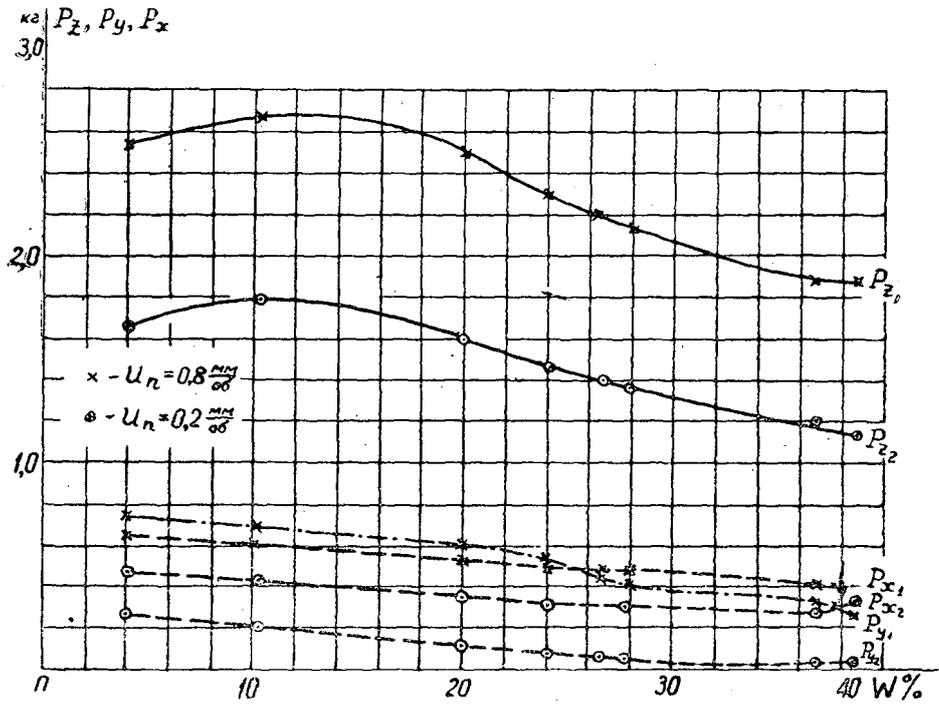


Рис. 6. Зависимость составляющих P_z , P_y и P_x усилия резания от влажности древесины $W\%$ (осевое точение).

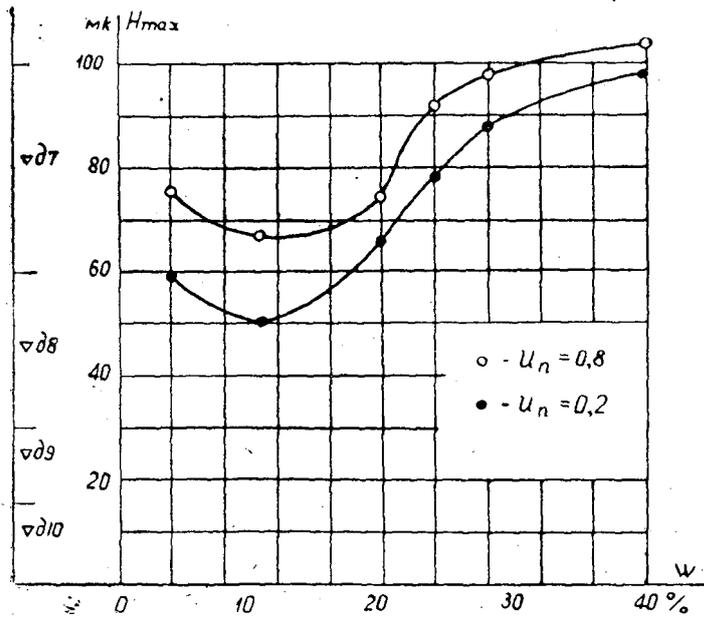


Рис. 7. Зависимость чистоты обработки от влажности древесины.

Увеличение влажности от 4 до 40% приводит к непрерывному уменьшению нормального усилия P_y и усилия подачи P_x , причем при $W \geq 28\%$ составляющие P_y и P_x практически остаются неизменными.

Полученные зависимости позволяют утверждать, что при влажности ниже 10% древесина становится хрупкой и поэтому для снятия стружки требуется меньшее усилие. Когда влажность достигает 10%, древесина становится более вязкой и для резания необходимы большие усилия. Если влажность превосходит 10%, то древесина становится более мягкой (слабой), предел прочности уменьшается, а это приводит к снижению усилия резания, что и подтверждается нашими опытами. Увеличение влажности свыше точки насыщения, как уже отмечалось, не влияет на механические свойства древесины (на предел прочности). Но благодаря наличию свободной влаги, последняя выполняет роль смазки между резцом и стружкой, что способствует снижению коэффициента трения, тем не менее, интенсивность уменьшения усилия резания P_z при $W \geq 30\%$ значительно меньше. Подобная тенденция изменения усилия резания была обнаружена Кивимаа [3] при исследовании им элементарного резания (фрезерования).

Из графиков (рис. 7) видно, что уменьшение влажности от 10 до 4% ведет к снижению чистоты обработки, что еще раз подтверждает наши соображения об увеличении хрупкости древесины. Увеличение влажности свыше 10% ведет к ухудшению чистоты поверхности, интенсивному до тех пор, пока влажность не достигает точки насыщения волокон. При $W \geq 30\%$ возрастание H_{max} происходит менее интенсивно.

Следовательно, наилучшей чистоты обработки можно достичь при обточке древесины, влажность которой составляет 8—12%.

Влияние диаметра изделия

В этой серии опытов исследовались образцы диаметром 20, 46 и 86 мм. Остальные параметры обработки были: $\alpha = 11^\circ$; $\delta = 50^\circ$; $\varphi = 10^\circ$; $r = 7$ мк; $W = 9\%$; $V = 10$ м/сек и $u_n = 0,5$ мм/об.

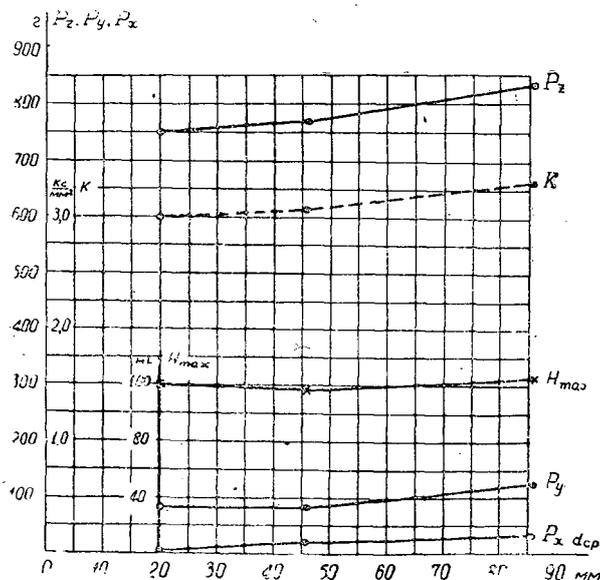


Рис. 8. Влияние диаметра изделия на составляющие P_z , P_y и P_x усилия резания, удельное сопротивление резанию K и чистоту обработки H_{max} (осевое точение).

Экспериментальные зависимости усилия резания P_z , удельного сопротивления резанию K и величины микронеровностей от среднего диаметра изделия представлены на рис. 8.

Из графиков видно, что удельное сопротивление резанию K при увеличении $d_{ср}$ от 20 до 86 м возрастает на 11%. Возрастание P_z и K можно объяснить тем, что практически никогда не удается установить резец (режущую кромку) на уровне оси центров станка.

При больших диаметрах изделия $d_{ср}$ велики неравномерности отдельных участков в прочности древесины, что обуславливает появление биений при вращении обрабатываемого изделия, а это, в свою очередь, ведет к ухудшению чистоты резания силовых факторов K и P_z . Однако это увеличение настолько незначительно, что в практике его можно не учитывать.

Влияние заднего угла α

В процессе резания древесина оказывает некоторое давление на заднюю грань резца.

В зависимости от формы и состояния поверхности задней грани, величины угла α , а также направления резания, давление и коэффициент трения между древесиной и задней гранью резца могут быть различными. Если резец установлен так, что угол мал, то в процессе резания возникает нагрев, приводящий к обугливанию древесины. Это заставляет устанавливать задние углы резцов по возможности большими. Однако чрезмерное увеличение их ведет к ослаблению угла заострения резцов или к увеличению углов резания до нежелательных размеров.

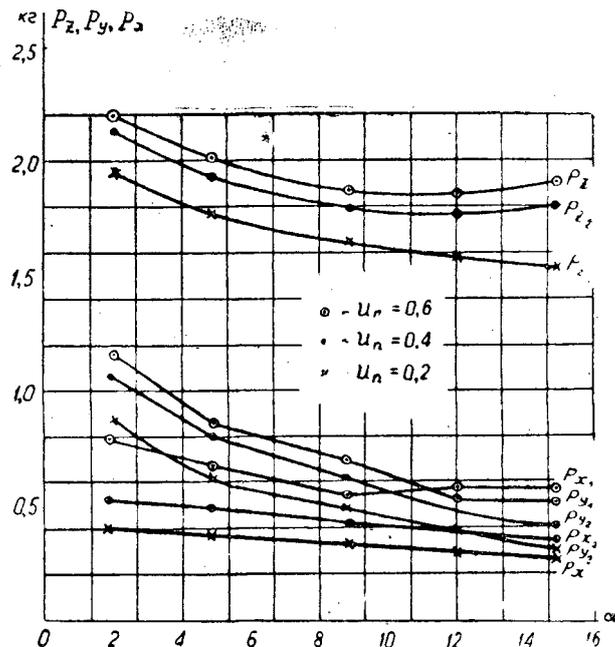


Рис. 9. Зависимость составляющих P_z , P_y и P_x усилия резания от заднего угла α (осевое точение).

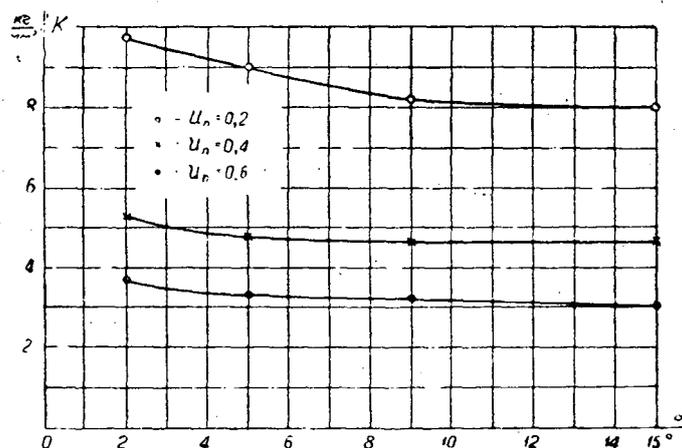


Рис. 10. Влияние заднего угла α на удельное сопротивление K резанию (осевое точение).

Таким образом, правильный выбор заднего угла для конкретных видов резания является исключительно важной задачей.

Влияние заднего угла исследовалось при $\alpha = 2, 5, 9$ и 15° . Резание осуществлялось острым резцом ($\rho = 10$ мк) при $\delta = 45^\circ$; $\varphi = 10^\circ$ и $\epsilon = 0^\circ$. Прочие параметры обработки были: $u_n = 0,2; 0,4; 0,6$ мм/об; $V = 10$ м/сек и $W = 10\%$.

Результаты экспериментов представлены на рис. 9 и 10. Анализируя зависимость от величины угла составляющих усилия резания P_z , P_y и P_x , можно утверждать, что более интенсивно уменьшается P_y , однако уже при $\alpha = 15^\circ$ наблюдается тенденция к возрастанию P_z . При увеличении α от 2 до 15° P_y уменьшилось на 58% , а P_z — на 16% . Изменение α в тех же пределах приводит к снижению K для всех значений величины подачи (рис. 10). Проведенные опыты показали, что увеличение α от 2 до 15° не влияет на чистоту обработки.

Рассматривая полученные зависимости, можно утверждать, что наиболее целесообразно устанавливать резец так, чтобы величина угла равнялась $10-12^\circ$.

Влияние угла резания

Угол резания δ является одним из важнейших геометрических параметров, влияющих на процесс точения древесины. Изменение угла резания приводит к изменению формы стружкообразования. Увеличение угла δ сопровождается ростом коэффициента трения между передней гранью резца и стружкой, а также между стружкой и древесиной. Увеличение трения приводит к выделению большого количества тепла, что связано с затратами механической работы.

Уменьшение угла резания приводит к уменьшению коэффициента трения и к образованию сливной стружки. Именно при таком стружкообразовании качество обработки обычно бывает наиболее высоким.

На участке формирования поверхности обработки, где продольное точение протекает с преобладанием поперечного резания, необходимо стремиться выбирать наименьшие углы резания.

С целью установления оптимального угла резания нами были проведены опыты при значениях угла резания, равных $25; 35; 45; 55$ и

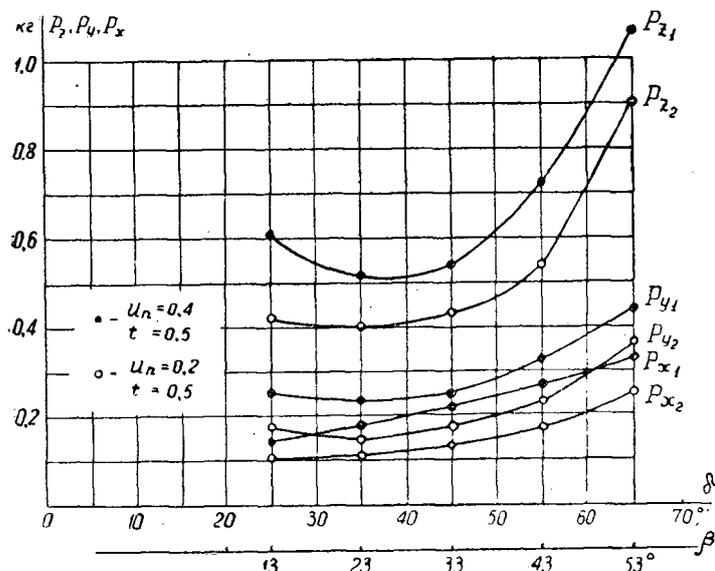


Рис. 11. Зависимость составляющих P_z , P_y и P_x усилия резания от угла резания δ (осевое точение).

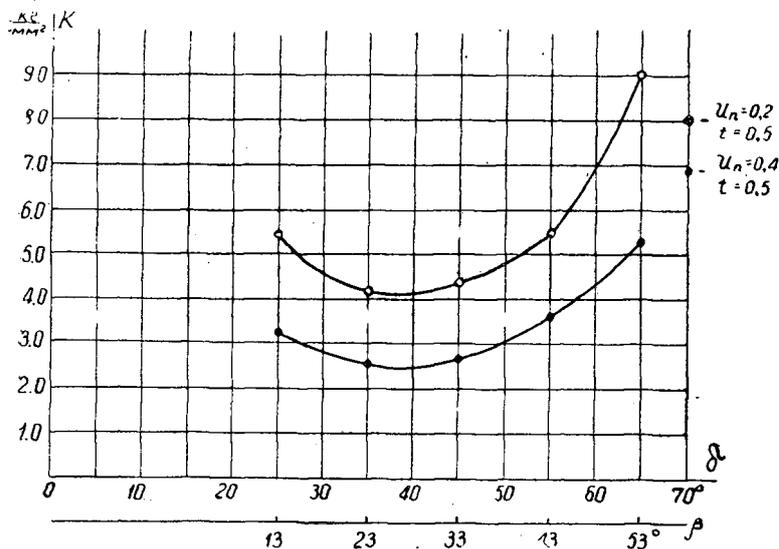


Рис. 12. Зависимость удельного сопротивления K резанию от угла резания δ (осевое точение).

65°. Резание производилось при $t = 0,5$ мм, $u_n = 0,2; 0,4$ мм/об; $W = 10\%$; $V = 10$ м/сек. Геометрические параметры резца были $\alpha = 12^\circ$; $\varphi = 45^\circ$ и $\rho = 3,6$ мк.

Изменение угла резания от 25 до 65° привело к увеличению угла заострения резца с 13 до 53°.

Полученные экспериментальные зависимости представлены на рис. 11, 12 и 13. Производя анализ зависимостей P_z , P_y , P_x , K и H_{max} от δ , мы видим, что при изменении угла δ от 35 до 45° P_z и K возрастают не-

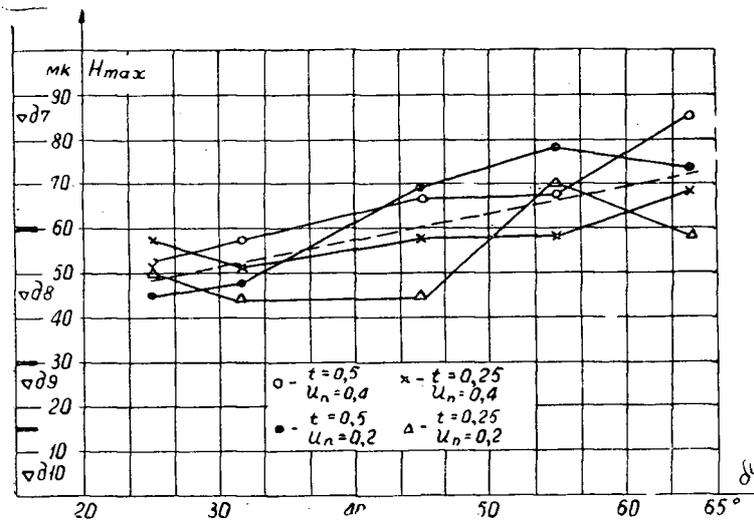


Рис. 13. Зависимость чистоты обработки поверхности от угла резания δ° (осевое точение).

значительно. На участке от 55 до 65° происходит резкое возрастание кривых P_z и K . На участке от 35 до 25° также P_z и K возрастают, что вызвано снижением жесткости режущего лезвия при малых углах заострения (угол достигает здесь 13°). Лезвие изгибается, и резание происходит фактически при большем угле δ .

Анализируя полученные опытные зависимости, можно утверждать, что с точки зрения расхода мощности нецелесообразно задавать угол резания при продольном точении больше 50°, так как при изменении угла резания от 55 до 65° усилие P_z увеличивается на 67%. Произведенные замеры высоты микронеровностей H_{max} (рис. 13) показывают, что при увеличении угла δ чистота обработки возрастает. Так, при увеличении δ от 25 до 65° среднее значение H_{max} увеличилось на 44%. Кроме того, при $\delta = 65^\circ$ на обработанной поверхности, даже при $u_n = 0,4$ мм/об, появлялись выколы глубиной до 200—400 мк.

Из изложенного следует, что наиболее благоприятным углом резания следует считать $\delta = 35\text{—}45^\circ$.

Влияние угла встречи в плане φ

Изменение угла встречи в плане при продольном точении ведет к переходу от поперечного резания (при $\varphi = 0^\circ$) к торцовому (при $\varphi = 90^\circ$). Выявление наиболее благоприятного угла встречи при осевом точении дает возможность более рационально вести процесс точения.

С этой целью были проведены две серии опытов: первая при следующих значениях угла φ : 0°; 5°; 12°; 26°; 45° и 90°. Опыты проводились для четырех значений толщины стружки: $h = 0,1414$; 0,2828; 0,4242 и 0,5656 мм.

Постоянство толщины стружки для каждого опыта достигалось за счет изменения подачи u_n . Подача каретки изменялась в широких пределах (от 0,3225 до 6,489 мм/об) плавным регулированием дросселя управления механизма привода каретки. Все прочие параметры были постоянными: $\alpha = 12^\circ$; $\delta = 45^\circ$; $\rho = 4,8$ мк; $V = 7$ м/сек и $W = 10\text{—}11\%$.

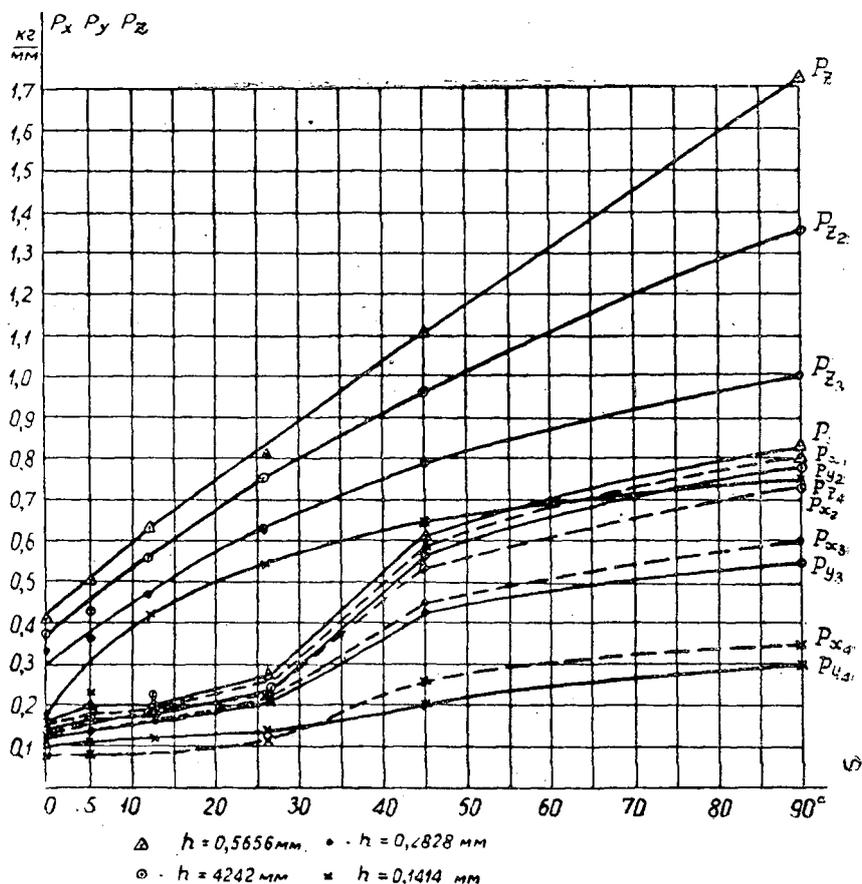


Рис. 14. Зависимость составляющих P_z , P_y и P_x усилия резания от угла встречи в плане φ (осевое точение).

Вторая серия опытов проводилась при постоянной величине подачи ($u_n = 0,2 \text{ мм/об}$). Угол φ равнялся 5° ; 12° ; 26° и 45° . Остальные параметры были: $\alpha = 12^\circ$; $\delta = 45^\circ$; $\rho = 7,4 \text{ мк}$; $V = 10 \text{ м/сек}$ и $W = 11\%$.

Полученные экспериментальные зависимости первой серии опытов представлены на рис. 14, 15 и 16. Анализируя зависимости P_z , P_y и P_x от угла φ (рис. 14), видим, что более крутое возрастание кривых P_z наблюдается при изменении φ от 0 до 45° , если при этом стружка тонка ($0,1414$ и $0,2828 \text{ мм}$).

Когда толщина стружки велика, эти зависимости имеют примерно линейный характер. Составляющие P_y и P_x при изменении φ от 0 до 26° возрастают плавно и зависимость их от угла φ имеет линейный характер. На участке от 26 до 45° происходит более крутой подъем этих составляющих, особенно в тех случаях, когда срезается толстая стружка.

Очевидно, что с увеличением φ до 45° вершина резца становится более острой и происходит врезание резца в древесину, сопровождающееся периодическими срывами стружки.

При всех значениях h происходит возрастание удельного сопротивления резанию (рис. 15), причем зависимость K от φ несколько напоминает синусоиду, особенно при срезании толстых стружек.

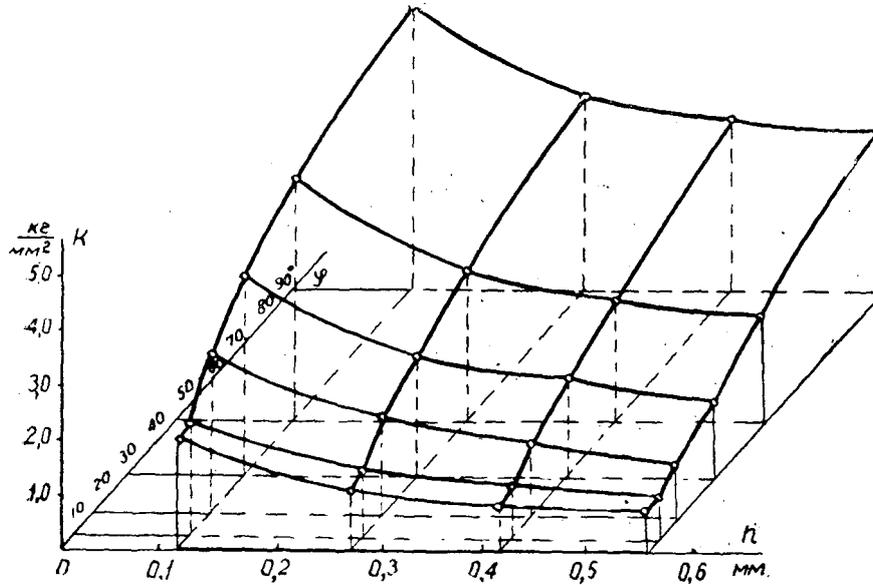


Рис. 15. Зависимость удельного сопротивления K резанию от толщины стружки h и угла встречи φ (осевое точение).

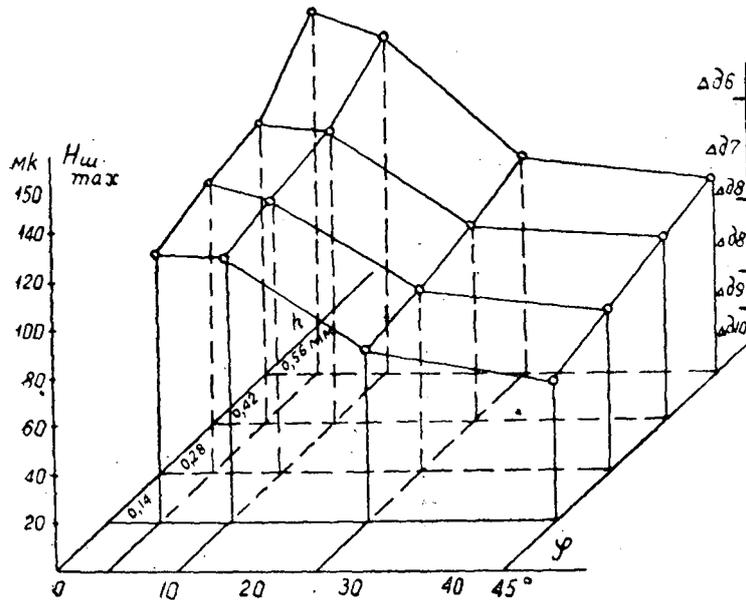


Рис. 16. Зависимость высоты неровностей обработки H_{max} от угла встречи φ и подачи u_n .

Во всех опытах при увеличении толщины стружки наблюдается плавное снижение K по вогнутой кривой (гиперболе).

Так как K является показателем эффективности процесса точения, то, казалось бы, наиболее целесообразно, с точки зрения расхода энергии, выбирать такие режимы, при которых величина угла φ незначительна, а толщина стружки достаточно велика.

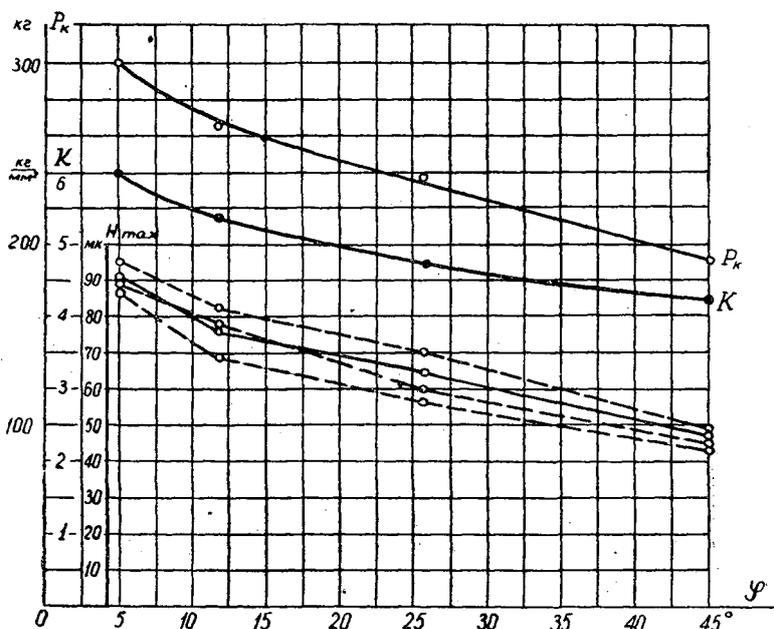


Рис. 17. Зависимость касательной силы P_k , удельного сопротивления K резанию и величины микронеровностей H_{max} от угла встречи φ при $u_n = \text{const}$ (осевое точение).

Однако при точении древесины расход энергии не является главным технико-экономическим показателем. Важнейшим фактором, определяющим эффективность процесса, является чистота обработки, так как именно величина микронеровностей определяет количество энергии, расходуемой в последующих операциях, величину припуска и связанный с ней расход сырья на единицу продукции.

Из рис. 16 видно, что при изменении угла φ от 5 до 45° для различных h наблюдается общая тенденция снижения высоты микронеровностей. Так, в указанных пределах изменения φ при $h = 0,14 H_{max}$ уменьшилась в два раза. При $h = 0,14$ и $\varphi = 45^\circ$ чистота обработки удовлетворяет требованиям восьмого класса чистоты (по ГОСТу 7016—54); в то же время при $\varphi = 5^\circ$ и той же толщине она соответствует лишь шестому классу.

Полученные зависимости P_k , K и H_{max} от φ при $u_n = \text{const}$ представлены на рис. 17. Как видно из графиков, интересующие нас величины с ростом φ убывают.

Снижение P_k и K объясняется тем, что при увеличении φ ширина стружки непрерывно уменьшается.

Таким образом, даже при постоянной величине подачи чистота обработки на 50% при $\varphi = 45^\circ$ лучше, чем при $\varphi = 5^\circ$, а удельное сопротивление резанию снижается на 31% при изменении φ в тех же пределах.

Следовательно, дополнительные опыты, проведенные по установлению влияния угла φ при $u_n = \text{const}$, дают все основания утверждать, что доминирующее влияние оказывает на чистоту обработки угол встречи в плане. Исходя из изложенного, можно утверждать, что при продольном точении величина этого угла должна быть больше 35—45°.

Влияние угла скоса главного режущего лезвия резца

Если вершина резца расположена на уровне оси центров, то увеличение угла скоса ϵ приводит к переходу от поперечно-торцового к поперечно-торцово-продольному резанию, а следовательно и к изменению процесса стружкообразования.

Для определения зависимости величин P_z, P_y, P_x, K и H_{max} от угла ϵ были поставлены опыты при $\epsilon = -5^\circ; 0^\circ; 15^\circ$ и 30° . Прочие параметры резания были: $\alpha = 12^\circ; \delta = 45^\circ; \varphi = 45^\circ; \rho = 4,5 \text{ мк}; V = 10 \text{ м/сек}; t = 3 \text{ мм}; d_{ср} = 42 \text{ мм}; W = 10\%$ и $u_n = 0,2; 0,4$ и $0,6 \text{ мм/об}$.

Полученные зависимости показывают, что удельное сопротивление резанию при изменении ϵ от 0 до 30° и $u_n = 0,6 \text{ мм/об}$ увеличивается на 1,57%, а при $u_n = 0,2 \text{ мм/об}$ — на 12,5% (см. табл. 3).

Таблица 3

Зависимость удельного сопротивления резанию от величины угла скоса при различных подачах

Величина подачи в мм/об	Угол скоса в градусах				
	-5	0	5	15	30
0,2	3,03	3,0	3,03	3,15	3,43
0,4	2,016	2,016	2,05	2,10	2,22
0,6	1,88	1,87	1,87	1,89	1,90

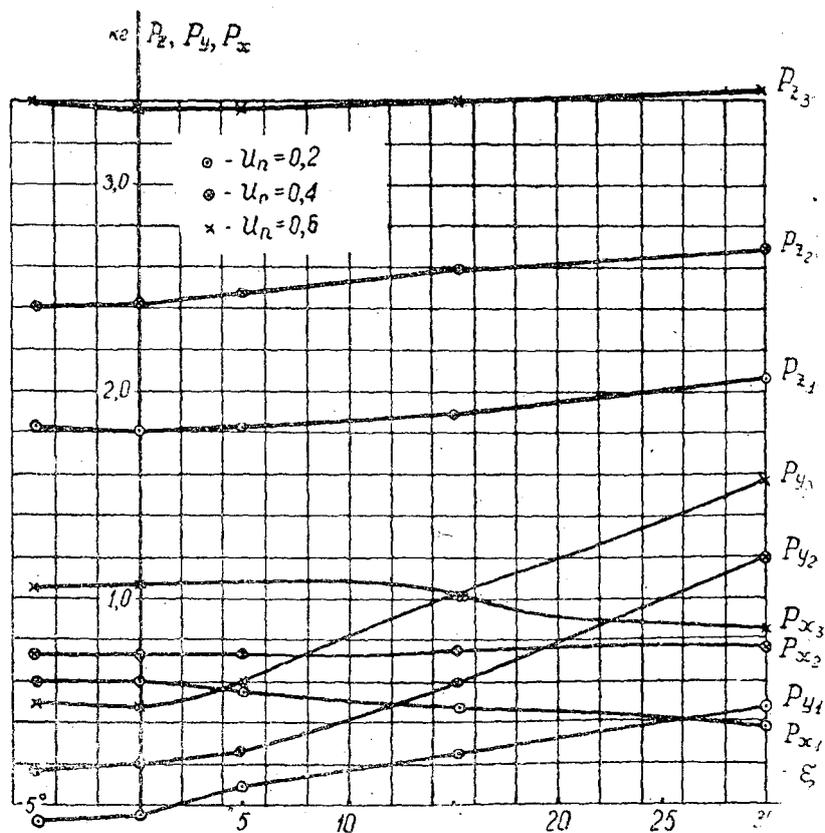


Рис. 18. Зависимость составляющих P_z, P_y и P_x усилия резания от угла скоса ϵ (осевое точение).

Возрастание K как раз и подтверждает справедливость вышеизложенного предположения о том, что при изменении угла ε от 0 до 30° поперечное резание переходит частично в продольное, а, как известно, прочность древесины в продольном направлении больше, чем в поперечном.

При увеличении угла ε (рис. 18) наиболее интенсивно возрастают значения нормальной составляющей P_y .

Измерения показали, что угол ε не оказывает существенного влияния на чистоту обработки. Увеличение ε до 30° нежелательно, так как выше этого значения угла скоса процесс резания нарушается, резец начинает дрожать, периодически врезаясь в древесину и вырывая пучки волокон.

Выводы

1. Подача оказывает существенное влияние на величину удельного сопротивления резания и чистоту обработки. Увеличение подачи от 0,2 до 0,4 мм/об приводит к снижению K на 40,5%. Однако главным технико-экономическим показателем при точении является чистота обработки, а не удельное сопротивление резанию, поэтому при чистовом точении нежелательно увеличивать подачу выше 0,8 мм/об, так как на обработанной поверхности появляется мшистость, покрывающая свыше 50% поверхности изделия.

2. Глубина резания при изменении ее от 0,5 до 3 мм не влияет на удельное сопротивление резанию и высоту неровностей разрушения.

3. Скорость резания оказывает незначительное влияние на удельное сопротивление резанию при изменении ее от 10 до 22 м/сек (в указанных пределах всего на 15%).

Изменение скорости от 5 до 30 м/сек не влияет на чистоту обработки.

4. Влажность древесины влияет на процесс стружкообразования, а следовательно, на усилия резания и чистоту обработки.

С точки зрения чистоты обработки продольное точение необходимо производить при $W = 8-12\%$.

5. При изменении диаметра изделия от 20 до 86 мм существенного изменения удельного сопротивления резанию не происходит (в указанных пределах изменения диаметра значение K возросло только на 11%).

Диаметр резания не влияет на чистоту обработки при изменении его в тех же пределах.

6. Задний угол оказывает существенное влияние на K и значительно больше на P_y . Так, изменение α от 2 до 15° привело к снижению P_y на 58%.

Наиболее благоприятным задним углом при продольном точении следует считать $\alpha = 10-12^\circ$.

7. Угол резания является важнейшим геометрическим параметром, влияющим на процесс стружкообразования.

Применение $\delta \cong 25^\circ$ при $\alpha = 12^\circ$ недопустимо, так как при этих условиях трудно обеспечить необходимую жесткость режущего лезвия.

Наиболее благоприятным, с точки зрения расхода энергии и чистоты обработки, является угол $\delta = 35-45^\circ$.

8. Главнейшим геометрическим параметром, влияющим на чистоту обработки, является угол встречи в плане φ главного режущего лезвия резца. При изменении φ от 5 до 45° H_{max} уменьшается примерно в два

раза. С увеличением φ от 0 до 90° удельное сопротивление резанию возросло в три раза (при $h = 0,14$ мм).

Увеличение толщины стружки h в восемь раз (от 0,01744 до 0,1414 мм) за счет увеличения φ от 5° до 45° не приводит к ухудшению чистоты обработки. Наоборот, при $\varphi = 45^\circ$ и $h = 0,1414$ мм H_{max} ниже на 50% по сравнению с H_{max} при $\varphi = 5^\circ$ и $h = 0,01744$ мм.

Таким образом, независимо от подачи, наиболее благоприятным следует считать угол $\varphi = 45^\circ$.

9. Угол скоса главного режущего лезвия не оказывает существенного влияния на K и H_{max} .

Однако увеличивать угол ε выше 5° нежелательно, так как процесс точения при этом протекает менее спокойно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Бершадский. Резание древесины. ГЛБИ, М., 1956. [2]. А. А. Пижурин. Экспериментальная гидрофицированная установка для исследования процессов точения древесины. «Известия высших учебных заведений», «Лесной журнал» № 1, 1959. [3]. E e g o K i v i m a a. Cutting force in Woodworking. Helsinki, 1950.

Поступила в редакцию
27 января 1959 г.

ВЕЛИЧИНА ПОСЫЛКИ И КЛАССЫ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ СОСНОВЫХ И ЕЛОВЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПРИ РАСПИЛОВКЕ НА ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМАХ

М. Х. КАМАЛЮТДИНОВА

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

Величина посылки является одним из факторов, оказывающих наибольшее влияние на чистоту поверхности пиломатериалов при рамной распиловке.

Результаты проведенных нами исследований * влияния посылки на чистоту поверхности сосновых и еловых пиломатериалов позволили вывести общее корреляционное уравнение зависимости чистоты поверхности (глубины рисок и вырывов — H_{max}) от посылки (Δ), которое имеет следующий вид:

$$H_{max} = 29\Delta + 252 \text{ мк}$$

с ошибкой уравнения $m_H(\Delta) = \pm 70 \text{ мк}$.

Для того, чтобы проверить практическую пригодность выведенного уравнения, нами были проведены контрольные измерения чистоты поверхности пиломатериалов на ряде лесопильных заводов. Для замеров отбиралось по 10 досок, распиленных с определенной посылкой. Замеры глубины неровностей (рисок или вырывов) — H_{max} — производились индикаторным глубиномером. На поверхности каждой доски производилось по десять замеров.

Усредненные значения результатов измерений H_{max} для каждой партии досок, распиленных с определенной посылкой, а также теоретические значения H_{max} , подсчитанные по вышеприведенному уравнению, приводятся в табл. 1.

Результаты контрольных проверок, приведенные в табл. 1, дали возможность заключить, что чистота поверхности пиломатериалов, обеспечиваемая в производственных условиях, не выходит за пределы значений H_{max} , подсчитанных по вышеприведенным уравнениям, что позволило связать величину подачи на зуб с классами чистоты поверхности по ГОСТу 7016—54.

* Исследования производились при распиловке пилами с плющеными зубьями, шаг зубьев пил равнялся 22 мм.

Таблица 1

№ п/п партий досок	Место распиловки	Место расположения досок в поставе	Посылка в мм	Значение H_{max} в микронах	
				теоретическое	опытное
Осенне-летняя распиловка					
1	Лесозавод № 3 г. Архангельск	Сердцовые	12,5	542—682	666
2	"	"	29,0	1022—1162	1060
3	Лесозавод № 25 г. Архангельск	Центральные	34,0	1172—1312	1300
4	"	Боковые	34,0	781—875	820
5	"	Центральные	29,0	1022—1162	1075
6	"	"	24,0	882—1022	925
7	Лесозавод № 32 г. Онега	"	24,0	882—1022	900
8	"	Боковые	24,0	588—681	590
9	Лесокombинат им. 1-й пятилетки г. Саратов	Сердцовые	37,0	1255—1395	1150
10	"	Боковые	37,0	836—930	870
11	"	Центральные	15,0	617—757	700
12	"	"	11,5	501—641	620
13	"	"	8,0	414—554	550

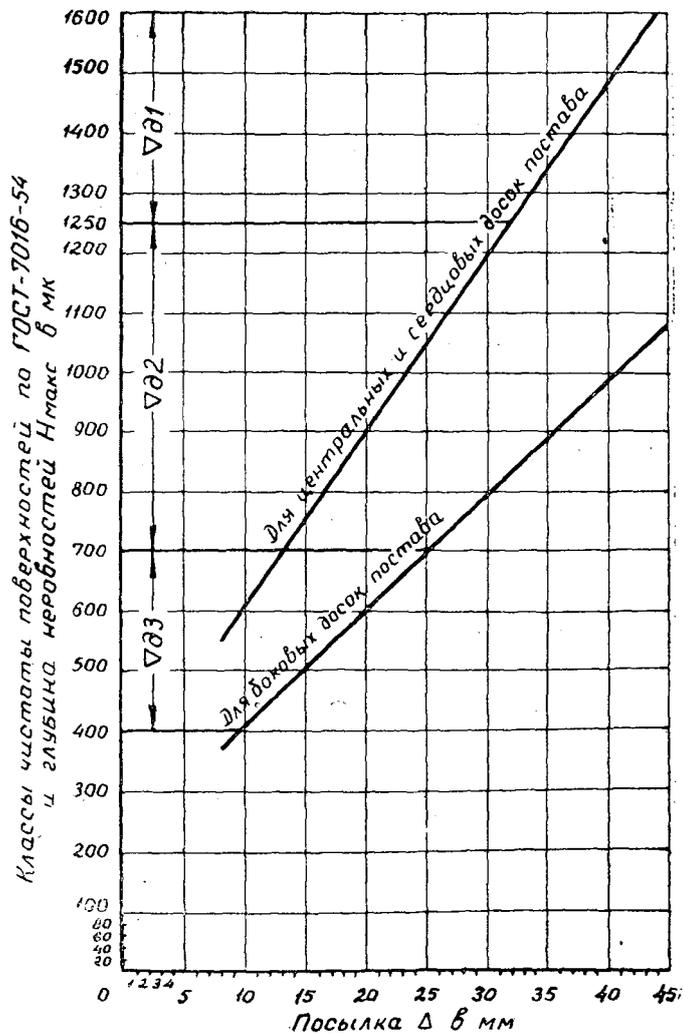


Рис. 1.

Для определения оптимальных значений величин посылок, соответствующих значениям H_{max} , не выходящим за пределы данного класса, принимаем зону колебаний равной основной ошибке корреляционного уравнения $\pm m_{H(\Delta)}$. При этом величина подачи на зуб для получения пиломатериалов того или иного класса чистоты по ГОСТу 7016—54 определится значениями, приведенными в табл. 2.

Таблица 2

Класс чистоты по ГОСТу 7016—54	Обозначение	Величина подачи на зуб в мм
1	$\nabla\partial 1$	Свыше 1,4 до 1,9
2	$\nabla\partial 2$	0,7 до 1,4
3	$\nabla\partial 3$	До 0,7

Результаты проведенных исследований и контрольных проверок дали возможность построить график для приближенного определения глубины неровностей H_{max} и класса чистоты поверхности пиломатериалов, получаемых при рамной распиловке, в зависимости от величины посылки, приведенный на рис. 1.

При построении вышеуказанного графика были использованы результаты проведенных нами исследований* чистоты поверхности пиломатериалов, получаемых при распиловке на лесопильной раме в зависимости от месторасположения досок в поставе, которые позволили установить, что чистота поверхности досок, выпиленных из центральной зоны бревна (или бруса), в 1,5 раза хуже чистоты поверхности досок, выпиленных из боковой зоны бревна (или бруса).

Приведенным на рис. 1 графиком практически можно пользоваться как номограммой: по величине посылки, с которой производится распиловка на лесопильных рамах, приближенно определять класс чистоты поверхности по ГОСТу 7016—54 боковых, центральных и сердцевых досок поставы.

* См. журнал «Деревообрабатывающая промышленность» № 9, 1959.

О СИЛАХ «ОТЖИМА» ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

В. П. БУХТИЯРОВ

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Процесс резания древесины сопровождается сложными явлениями, связанными с силовым взаимодействием между древесиной и резцом. Весь комплекс сил, возникающих при этом на передней и задней гранях резца, а также на лезвии его, можно свести к одной равнодействующей сосредоточенной силе S , приложенной к резцу (рис. 1). Равнодействующая S в зависимости от условий резания может быть направлена различно по отношению к оси $x-x$ (поверхности резания). Для определения величины и направления равнодействующей удобнее всего оперировать с двумя ее составляющими P и R , действующими по направлению поверхности резания и по нормали к ней. Первую из них принято называть касательной силой резания, вторую — нормальной силой резания. Вторая, в зависимости от направления, может быть либо силой отжима, либо силой затягивания.

Касательная сила резания характеризует расход мощности, затрачиваемой при резании древесины. К настоящему времени проведено много экспериментальных работ, на основании которых можно считать этот вопрос достаточно изученным.

Что касается второй составляющей — нормальной силы, то закономерности ее не установлены, а исследования, проводимые в этой области, носили чисто разведывательный характер. Тем не менее выявление этих закономерностей безусловно необходимо, так как сила R является одним из факторов, определяющих усилие подачи и прижима, степень деформации обрабатываемой заготовки и вибрацию ее в зоне резания, вызываемую вращающимися ножевыми головками. Составляющие P и R (рис. 2) являются основными компонентами и приложены в месте прикосновения резца со срезаемой стружкой. Проекция этих сил на направление подачи P' и R' в сумме дают результирующую силу, противодействующую подаче — S_1 , а сумма проекций сил на нормаль к направлению подачи дает нормальную к подаче силу — S_2 . Эта сила может быть отжимающей, когда $R'' > P''$, и затягивающей при $R'' < P''$. Таким образом, устанавливаются понятия о нормальной силе резания — R и нормальной к подаче силе S_2 . Очевидно, что $P'' = P \sin \frac{\alpha}{2}$, $R'' = R \cos \frac{\alpha}{2}$,

где $\alpha = \arccos \left(1 - \frac{H}{R} \right)$, а сумма этих сил равна $P'' + R'' = S_2$.

Законы изменения радиальной компоненты R не изучены, вследствие чего не представляется возможным вычислить слагаемое R'' , а стало

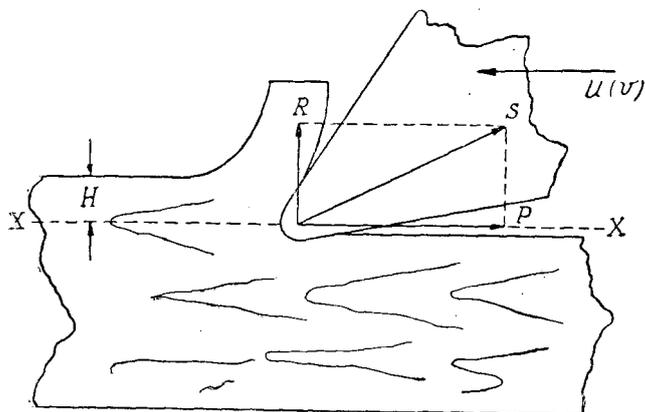


Рис. 1. Схема разложения силы резания, возникающей при срезе стружки.

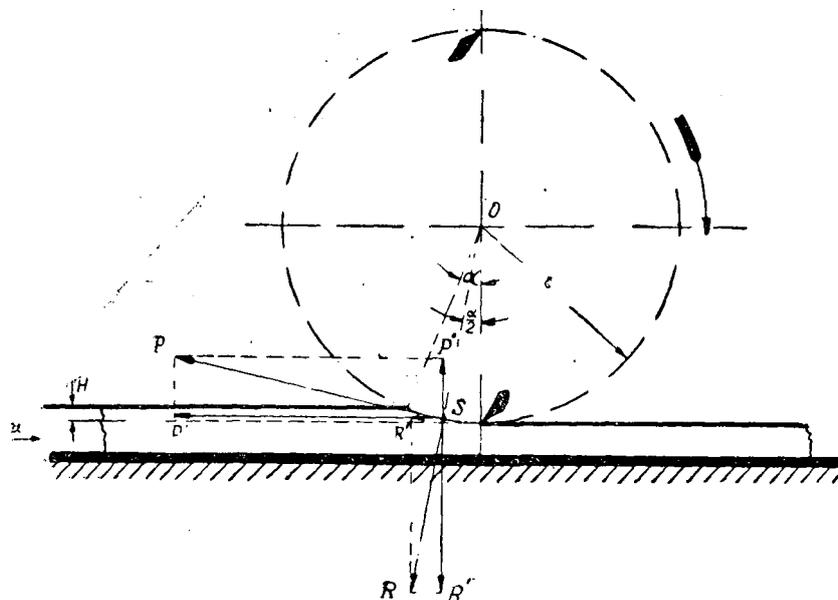


Рис. 2. Схема сил, возникающих при фрезеровании.

быть и нормальной к подаче силу S_2 . В связи с изложенным в центральном научно-исследовательском институте механической обработки древесины (ЦНИИМОДе) автором статьи проведена работа, цель которой заключалась в выяснении характера изменения усилий S_2 в зависимости от основных производственных факторов, а именно: породы древесины, степени затупления резца, подачи на резец и толщины снимаемого слоя.

Опыты проводились на специально построенной экспериментальной установке, представляющей собой четырехсторонний строгальный станок легкого типа, одна из фрезерных головок которого приспособлена для измерения силы S_2 . Принципиальная схема установки изображена на рис. 3. Заготовка 2 (рис. 3, а), перемещаясь по столу установки 1, встречается с вращающейся ножевой головкой 3. Резец ножевой голов-

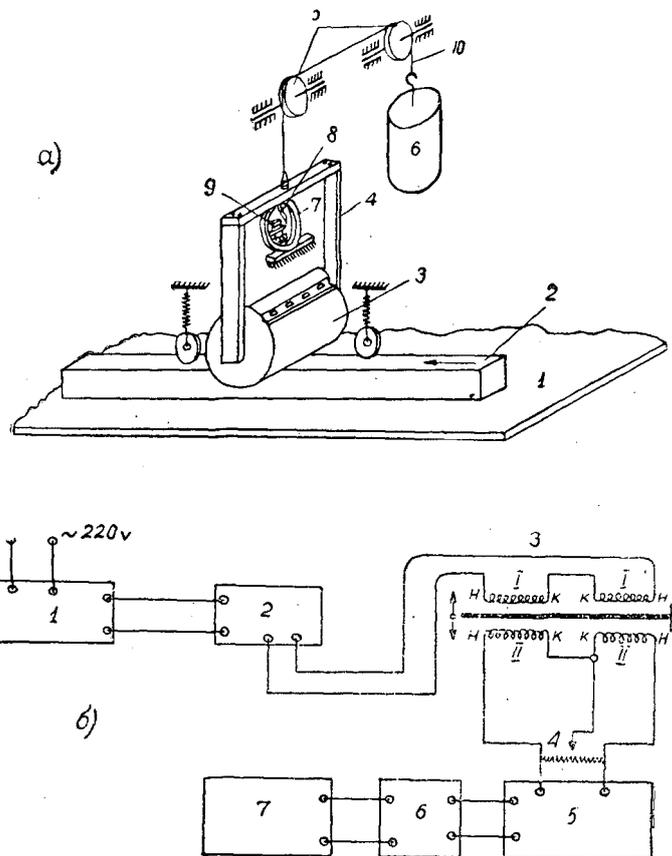


Рис. 3. Установка для измерения нормальной к подаче составляющей сил резания.
 а — принципиальная схема установки; б — схема включения индуктивного датчика.

1 — стабилизатор напряжения; 2 — генератор звуковой частоты ЗГ-10; 3 — индуктивный датчик;
 4 — потенциометр; 5 — демодулятор; 6 — магазин шунтов и сопротивлений Р-1;
 7 — регистрирующий прибор.

ки, взаимодействуя с древесиной, подвергается воздействию либо отжимающей фрезой силой ($+S_2$), либо затягивающей силой ($-S_2$). Эти усилия воспринимает рамка 4, которая деформирует кольцо 7, жестко закрепленное в диаметрально противоположных точках с рамкой и станиной. Деформацию кольца воспринимает якорь 8 индуктивного датчика 9, который, в свою очередь, жестко связан со станиной. Рамка 4 вместе с головкой 3 могут перемещаться только вертикально; они уравновешены грузом 6, вынесенным в сторону при помощи троса 10 и двух блоков 5. Индуктивный датчик 9 (рис. 3, б) состоит из двух катушек и металлического якоря, помещенного между ними. Питание датчика осуществлялось переменным током, частота которого равна 2000 гц, а напряжение 50 в. Ток создавался генератором звуковой частоты ЗГ-10. В качестве регистрирующего прибора применялся милливольт-миллиамперметр типа М-82, в котором была использована шкала с ценой деления 0,0002 в. Для контроля за работой последнего периодически производилась регистрация процесса осциллографом типа МПО-2. Было выяснено, что в обоих случаях фиксировались средние значения нормальных к подаче усилий за один оборот ножевой головки.

1. Влияние степени затупления режущего инструмента на усилие S_2

Опыты проводились при следующих условиях:

Материал режущего инструмента — сталь У10-А. Диаметр резания $D = 156$ мм, число оборотов $n = 2350$ об/мин, число резцов на фрезе $z = 1$, скорость резания $V = 18,7$ м/сек, задний угол резца $\alpha = 20^\circ$, угол заострения $\beta = 40^\circ$, передний угол $\gamma = 30^\circ$, подача на резец $u_z = 1,27$ мм, глубина фрезерования $H = 2,0$ мм, средняя толщина стружки $h_{cp} = 0,142$ мм. Лезвие тщательно выточенного на ножеточильном автомате ножа притиралось и доводилось до зеркальной чистоты. На задней грани его с помощью алмаза, укрепленного в суппорте микроскопа, приспособленного для измерения износа лезвия ножа, наносились две продольных и три поперечных линии. Первые из них служили базой, а последние — ориентиром места для замеров величины износа резца А. Подготовленный таким образом нож устанавливался на ножевой головке установки.

В качестве опытного материала были использованы сосна и дуб.

В первом опыте наблюдалось резание острым резцом, еще не участвовавшим в работе. В дальнейшем наблюдения повторялись через время t , равное 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 и 6,0 часов работы ножа с фиксацией величины износа лезвия ножа по задней грани. В процессе затупления резца не допускались заедания обрабатываемой детали (прерывание подачи) и межторцовые разрывы, то есть коэффициент использования машинного времени был равен единице. Одновременно с этим проводились наблюдения за расходом мощности на резание древесины с помощью самопишущего ваттметра. Последние необходимы для определения P , фигурирующего в формуле $P'' = P \sin \frac{\alpha}{2}$. Результаты опытов представлены на графике рис. 4.

Как видно из графика, нормальное к подаче усилие S_2 изменяется в зависимости от степени затупления резца от некоторого отрицательного (затягивание) до положительного (отжим) значения величины усилий. График показывает, что при резании сосны острым ножом ($t = 0$) имеет место затягивание, причем затягивающее усилие равно -40 г/см (г на 1 см ширины лезвия). По мере затупления резца начинает проявляться тенденция к отжиму. При $t = 1,7$ часа $S_2 = 0$, а при $t = 6$ часам значения усилий достигают величины $+100$ г/см. Для дуба закономерность остается такой же, что и для сосны, но величина усилий несколько выше. Усилия S_2 изменяются в зависимости от степени затупления резца по закону прямой линии, а абсолютные значения их могут быть определены по формулам:

$$S_2 = C_p P \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} C_p &= 0,2(t - 2) && \text{для сосны} \\ C_p &= 0,175(t - 0,9) && \text{для дуба} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Полученное при вычислении отрицательное значение усилия означает затягивание, а положительное — отжим. Формулы (1) и (2) дают приближенные значения S_2 , так как числовые параметры в формуле (2) различны для разных марок стали и угловых параметров режущего инструмента; кроме того, при работе на режимах, отличающихся от режимов, выбранных при опытах, износ резцов, а стало быть и абсолютные значения усилий будут несколько иными.

Что касается радиальной компоненты, то она может быть определена по формуле:

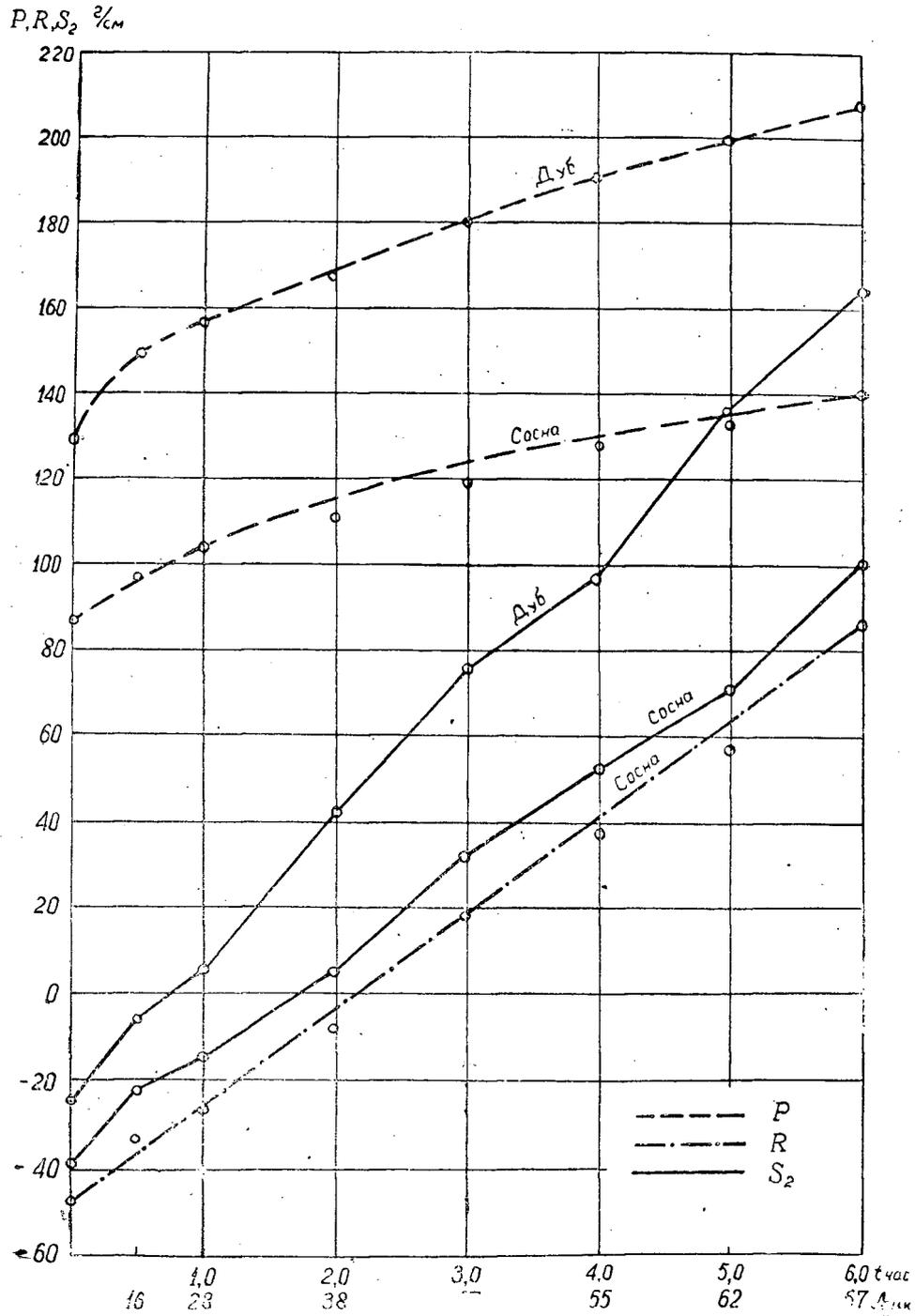


Рис. 4. График влияния степени заточки на величину составляющих сил резания (радиальной — R, тангентальной — P и нормальной к подаче S₂).

$$R = P \left(C_p - \sin \frac{\alpha}{2} \right) \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (3)$$

где

$$P = K \frac{bHu}{60V} a_p.$$

В этих формулах:

- α — угол контакта резца с древесиной в град.;
- K — удельное сопротивление резания в кг/мм²;
- u — скорость подачи в м/мин;
- a_p — поправочный коэффициент на затупление;
- b — ширина обработки в мм.

Вычисленные таким образом значения усилий R , возникающих при резании сосны, представлены на графике (рис. 4) в виде функции $R = f(t)$, характер изменения которой аналогичен зависимости $S_2 = f(t)$.

Обратимся, наконец, к сопоставлению радиальной R и средней окружной силы резания P . Существует мнение, что отношение $\frac{R}{P} = m$ колеблется в следующих пределах: $m = 0,1$ для острых резцов, $m = 0,4 \div 0,5$ для резцов средней остроты, $m = 0,6 \div 0,7$ для затупленных и $m = 1,0$ для тупых.

Проведенные опыты показали, что указанные соотношения справедливы лишь по истечении $t = 2,1$ часа работы резца при обработке сосны и $t = 1,3$ часа — при обработке дуба.

Ниже этих пределов имеет место затягивание, и коэффициент m принимает отрицательное значение.

2. Влияние подачи на резец на нормальную к подаче составляющую силы резания

Опыты проводились при тех же условиях, что и предыдущая серия. Переменным фактором являлась величина подачи на резец — u_z . При этом ножи имели разную степень затупления, а именно: при одной серии опытов нож был острым ($t = 0$), а при второй серии — тупой ($t = 6$ час).

Результаты этой группы опытов представлены на рис. 5 в виде графической зависимости S_2 от средней толщины стружки или от соответствующей ей величины u_z , связанных формулой:

$$h_{cp} = u_z \sqrt{\frac{H}{D}}.$$

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением h_{cp} или (u_z) во всех случаях проявляется тенденция к росту затягивающих усилий, причем при резании острым резцом это явление носит характер равномерного спада как для сосны, так и для дуба. При резании тупым ножом в пределах толщин стружек от 0,07 до 0,14 мм имеет место более интенсивный спад. При дальнейшем увеличении толщины стружки тенденция к снижению сил отжима носит такой же характер, как и при резании острыми резцами.

Значительный рост усилий отжима с уменьшением толщины стружек в пределах от 0,14 до 0,07 мм может быть объяснен, по-видимому, тем, что на этом участке с уменьшением h_{cp} наблюдается заметный спад усилия резания. Такая непропорциональность изменения усилий P

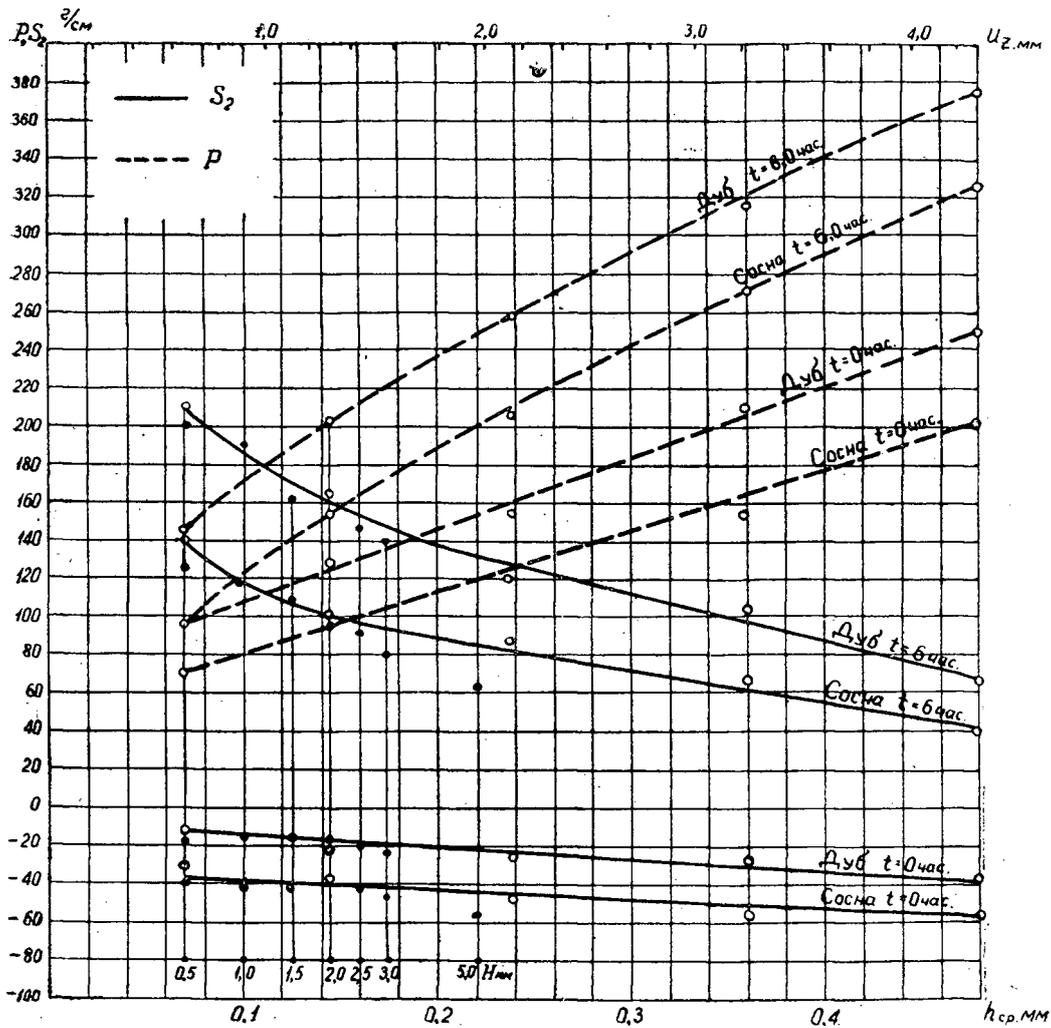
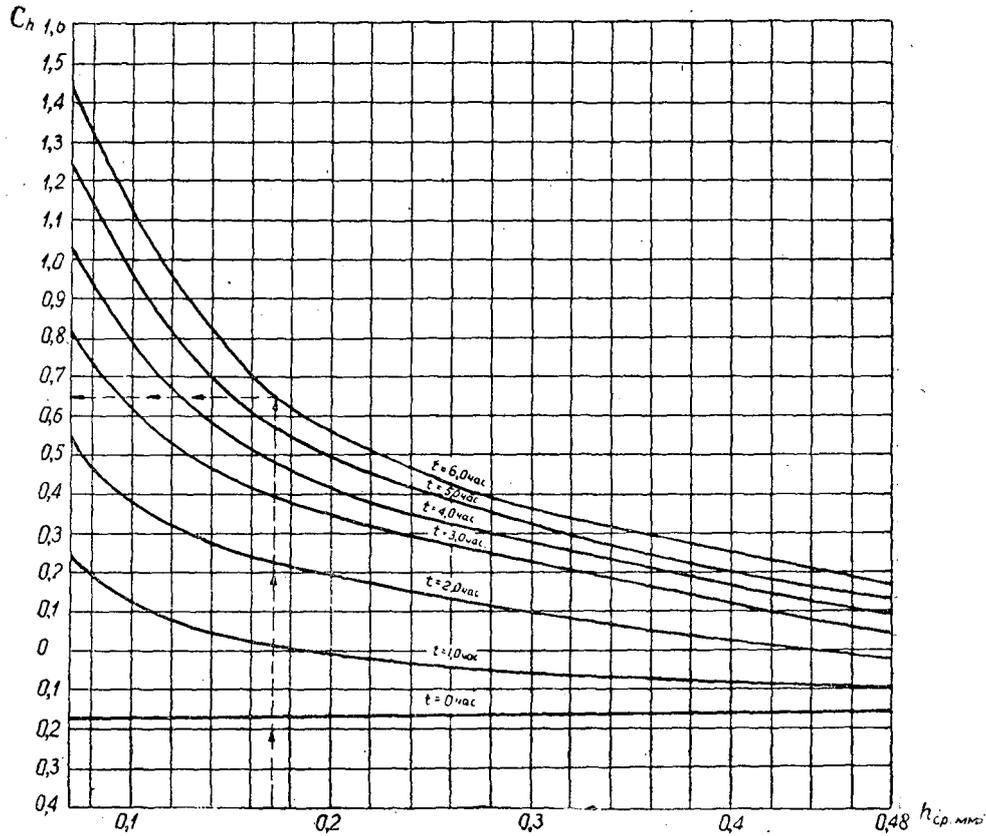


Рис. 5. График влияния толщины стружки (подачи на резец) на касательную силу резания P и нормальную к подаче силу S_2 для резцов с разной степенью заточки.

безусловно приведет к тому, что в выражении для нормального усилия $S_2 = R'' + P''$ составляющая P'' при $h_{cp} < 0,14$ мм будет изменяться интенсивнее, чем при $h_{cp} > 0,14$ мм. Ввиду этого сила S_2 должна изменяться на этом участке более интенсивно, что в действительности и наблюдается.

Вторая серия опытов показывает, что величина нормального усилия S_2 зависит также и от толщины срезаемого слоя (h_{cp}).

Представленные ранее формулы (1), (2) справедливы только в том случае, когда толщина стружек $h_{cp} = 0,143$ мм. Для вычисления усилий S_2 и R с учетом изменений степени затупления резцов и толщины стружки рекомендовать единую формулу нет смысла потому, что она получается чрезмерно громоздкой и неудобной для практических целей. При расчете усилий прижимов, усилий подач и т. д. надо пользоваться не промежуточными значениями нормальных усилий отжима (затягива-

Рис. 6. Номограмма определения C_h при резании сосны.

ния), а максимальными значениями величин, соответствующих состояниям острого и тупого ножа.

Последние могут быть определены по формуле

$$S_2 = C_h P,$$

где

$$C_h = \left(\frac{0,1}{h_{cp}} - 0,1 h_{cp} \right) \quad (4)$$

для тупых ножей ($t \geq 6$ час.) при обработке сосны и дуба.

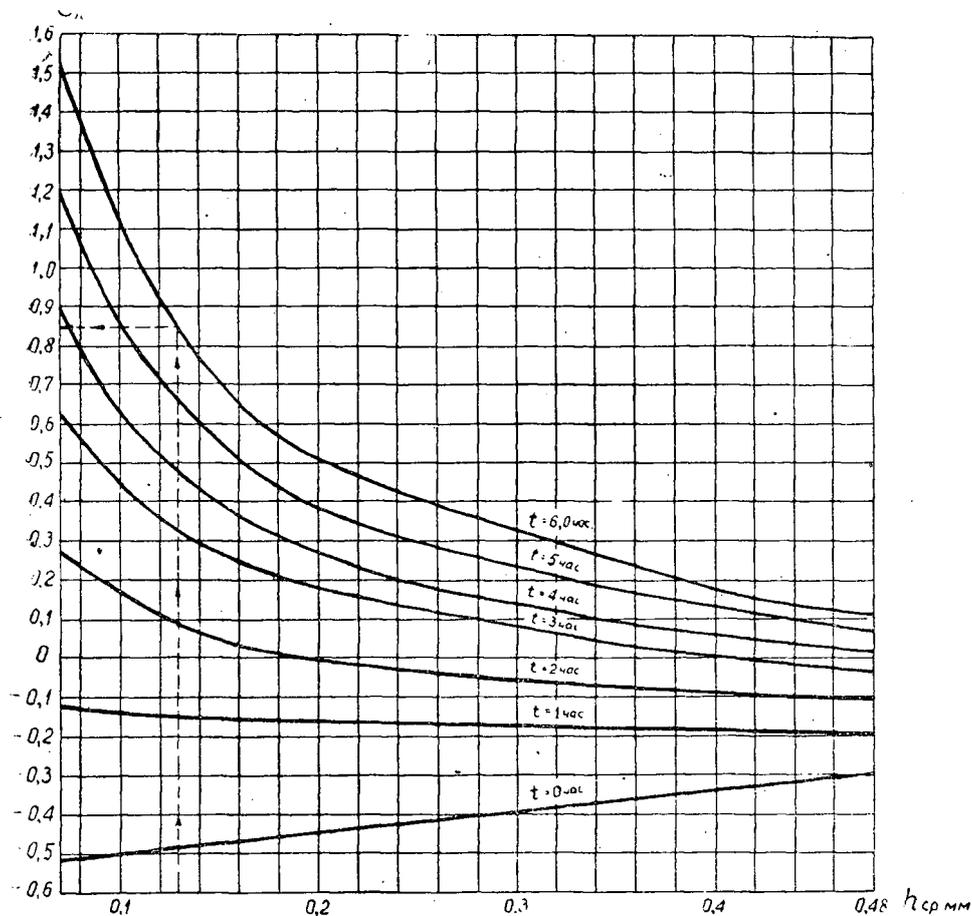
$$C_h = - (0,52 - 0,4 h_{cp}) \quad (5)$$

для острых ножей ($t = 0$ час.) при обработке сосны;

$$C_h = - 0,15 \quad (6)$$

для острых ножей ($t = 0$ час.) при обработке дуба.

Формула (3) остается справедливой и после замены коэффициента C_p коэффициентом C_h . Для определения нормальной к подаче составляющей усилия резания S_2 , соответствующей любому состоянию режущего инструмента и любой толщине стружки, могут быть рекомендованы номограммы, представленные на рис. 6 и 7.

Рис. 7. Номограмма для определения C_h при резании дуба.

Пользоваться номограммами надо следующим образом: найдя соответствующее значение толщины стружки h_{cp} , например 0,124 мм для сосны (рис. 6), восстанавливаем ординату до встречи с кривой, соответствующей определенному значению времени работы резца в часах. Проведя абсциссу из точки пересечения до оси ординат, найдем значение коэффициента пропорциональности C_h .

Зная среднее окружное усилие резания P и коэффициент C_h , находим усилие S_2 .

3. Зависимость усилий S_2 от глубины фрезерования H

При проведении этой серии опытов ставилась цель определить зависимость усилия S_2 от глубины фрезерования H в пределах встречающихся на практике и технологически обоснованных припусков. Такой глубиной фрезерования можно считать $H = 3$ мм, если принимать во внимание только обработку плоских поверхностей. Условия опыта сохранены те же, что и в предыдущих опытах. Переменным фактором являлась величина H , значения которой в опытах составляли: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 мм.

Полученная в результате опытов зависимость S_2 от средних толщин стружек, соответствующих определенным значениям H (на рис. 5 — сплошные черные точки), оказалась в диапазоне одних и тех же толщин стружек, практически аналогичной зависимости $S_2 = f(h_{\text{ср}})$, полученной во второй серии опытов. Полагать, что такое совпадение произойдет и при дальнейшем увеличении H , маловероятно. Есть основания считать, что с увеличением глубины фрезерования, то есть с увеличением угла встречи, кривая $S_2 = f(h_{\text{ср}})$ пойдет несколько круче, тенденция к росту сил затягивания будет проявляться резче. Подтверждением сказанного может служить значение S_2 при $H = 3,0$ мм и контрольной точки для сосны $H = 5,0$ мм. Спад усилий отжима (для тупого ножа) и рост усилий затягивания (для острого ножа) в этих точках более интенсивный, чем у кривой $S_2 = f(h_{\text{ср}})$.

Выводы

В процессе фрезерования обрабатываемая деталь воспринимает не среднее усилие на дуге резания, а среднее усилие на окружности резания.

Нормальные к подаче составляющие усилия резания S_2 при производственных режимах фрезерования зависят от свойств древесины, степени затупления режущего инструмента и толщины снимаемого слоя (при постоянном угле резания $\delta = 55-65^\circ$). С увеличением твердости древесины и степени затупления резца проявляется тенденция к росту сил отжима.

При резании острыми резцами имеет место затягивание, при резании тупыми — отжим. С увеличением толщины стружки во всех случаях усилия отжима уменьшаются. Абсолютные значения величин усилий незначительны и могут быть при определенных условиях равными нулю. Наличие таких режимов говорит о целесообразности замены существующих мощных прижимов в строгальных станках легкими пружинами, что даст возможность осуществлять прифуговку даже тонких дощечек при условии замены существующих механизмов подачи механизмами, не деформирующими транспортируемые заготовки.

Поступила в редакцию
1 марта 1958 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГНИЛОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫХ И ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Ф. И. КОПЕРИН

Доцент, кандидат технических наук

Ю. В. АДО

Доцент, кандидат биологических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

В Советском Союзе и за рубежом древесно-волокнистые и древесно-стружечные плиты находят все большее и большее применение.

Основным сырьем для производства волокнистых и стружечных плит служат хвойные и некоторые длинно-волокнистые лиственные породы.

При изготовлении волокнистых плит здоровую древесину этих пород механическим, термомеханическим или химико-механическим путем сначала превращают в волокнистую массу, которую затем путем прессования превращают в волокнистые плиты.

Как видно, технологическая схема производства древесно-волокнистых плит весьма сложна и громоздка, а производство стружечных плит, помимо сложности технологии, требует еще применения значительных количеств дефицитных и дорогостоящих связующих.

Отмеченное обстоятельство весьма затрудняет использование в качестве сырья для производства плит лесосечных отходов и еще в большей степени осложняет применение для этой цели дровяной (гнилой) древесины.

Кафедра древесиноведения и кафедра фитопатологии Архангельского лесотехнического института поставили перед собой задачу: использовать для производства плит древесину, поврежденную гнилями (коррозионными и деструктивными).

Лесопатологические обследования, проводимые АЛТИ, показали, что в лесах Севера сердцевинные (коррозионные) гнили сосны и ели встречаются повсеместно, причем чем выше возраст древостоев, тем больше процент зараженности стволов гнилью.

При перебазировании лесозаготовок в перестойные леса Севера и Сибири проблема использования стволов, пораженных гнилями, приобретает огромное значение.

В древесине, поврежденной дереворазрушающими грибами, наблюдаются весьма существенные химические изменения. При коррозионном типе гнилей в древесине происходит уменьшение лигнина, а целлюлоза остается почти неизменной; наблюдается также резкое увеличение экстрагируемых веществ, в состав которых входят, например, фурфу-

роиды, органические кислоты. Основываясь на химических анализах гнилей, проведенных Фальком, Комаровым и др., можно предположить, что в гнилой древесине находятся также различные остатки распада лигнина и гемицеллюлоз в виде фенольных, энольных, карбоксильных, альдегидных и амидных групп.

Волокнистая структура и некоторая вязкость ситовидных гнилей дают все основания для использования их при производстве волокнистых материалов.

В древесине, поврежденной деструктивными гнилями, идет ферментативный гидролиз клетчатки, в результате которого количество целлюлозы резко падает, а количество лигнина возрастает. Б. Д. Богомоловым и другими учеными установлено, что щелочной сульфатный лигнин может служить исходным сырьем для получения клеевых смол.

Как показали наши исследования, щелочной раствор бурых гнилей обладает значительными вяжущими свойствами. Нам удалось получить путем холодного прессования древесно-стружечные брикеты, в которых в качестве связующего использовались бурые гнили, разведенные в 20% водном растворе NaOH. Это дает основание предполагать, что бурые гнили могут быть также использованы для получения связующих веществ и различных пластических масс.

При постановке исследования по промышленному использованию гнилей авторы задались целью испробовать, не произойдет ли полимеризация некоторых органических веществ, находящихся в гнилой древесине, при горячем прессовании ее ($t = 200\text{—}230^\circ$ и давление 180—200 атм), а также выяснить, нельзя ли в результате такой пьезотермической обработки древесины получить древесно-стружечные плиты без посторонних связующих.

Для подтверждения теоретических предположений в лабораторных условиях были проведены следующие опыты:

1. Из сосновой древесины, разрушенной грибом *Trametes pini* (коррозионная гниль) во второй — третьей стадии гниения, с влажностью 8—10% от абс. сухого веса и объемным весом 0,28—0,30, размельченной в стружку (вдоль волокон) и сосновой трухлявой (деструктивной) гнили в последней стадии разрушения, превращенной в порошок, при разном их соотношении составлялся стружечный слой (ковер). Он поступал в пресс-формы, где прессовался под давлением 180 кг/см² и одновременно прогревался в течение 10 мин при $t = 210^\circ\text{C}$.

В результате получился монолитный материал волокнистой структуры, прочно связанный веществами самой древесины, пригодный для приготовления изоляционных плит.

Для определения гигроскопичности плит, их в течение трех суток выдерживали в эксикаторе, на дно которого была налита вода.

2. Еловая древесина, разрушенная грибом *Trametes abietis* во второй — третьей стадии разрушения, с влажностью 9—12% и объемным весом 0,28—0,26 также размельчалась в стружку, перемешивалась с порошкообразной бурой гнилью и подвергалась пьезотермической обработке по вышеописанному режиму.

Получился также хороший волокнистый материал.

Физико-механические показатели плит приведены в табл. 1.

Плиты, приготовленные из еловых гнилей, имеют ровный светло-соломенный цвет, резко отличаясь от плит из сосновых гнилей, которые имеют неровную окраску и темные масляные пятна.

Проведенный опыт дает положительный ответ на вопрос о возможности использования гнилой древесины для производства древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит без применения связующих.

Таблица 1

Наименование плит	Содержание гнили в весовых частях		Объемный вес в г/см ³	Влажность в %	Предел прочности в кг/см ²		Твердость по Брюнелю в кг/мм ²	Влажность в % после выдерживания в эксикаторе в течение		
	ситовидной	грухлявой			при растяжении	при статическом изгибе		1 суток	2 суток	3 суток
Сосновые гнили										
С-5	4	—	1,03	3,4	68	110	10,78	7,6	10,2	11,7
С-4	4	1	1,07	3,6	90	203	10,75	10,0	11,9	14,0
С-3	3	1	0,96	2,8	65	207	7,44	8,7	11,0	12,4
С-2	2	1	1,10	3,0	68	187	9,21	9,0	10,4	11,6
Еловые гнили										
Е-5	4	—	0,88	3,1	12	85	10,7	10,3	11,9	13,4
Е-4	4	1	0,97	3,4	54	83	11,83	10,1	12,6	14,4
Е-3	3	1	1,05	2,9	53	92	14,38	10,4	12,5	14,2
Е-2	2	1	1,08	3,2	48	112	11,40	9,4	11,3	12,8

Исследование дает также возможность сделать следующие предварительные выводы:

1. При температурах, близких к 210° С, и давлении в пределах 170—190 атм, существенно изменяются формы связи веществ, входящих в состав гнилой древесины. Сравнительно равномерно распределенные среди целлюлозной массы фенолы, фурфурольные группы и их производные (а возможно и другие органические соединения) при указанных температурах претерпевают процесс полимеризации и превращаются в клеящие вещества, надежно стабилизирующие форму и размеры получающихся плит. Этот вывод в какой-то мере может быть распространен и на здоровую древесину.

2. Ферментативный лигнин (бурые гнили) оказывает положительное влияние на механическую прочность плит, приготовленных из гнилой древесины. Это можно объяснить вяжущей способностью лигнина, который плавится при $t = 175^{\circ}\text{C}$.

3. Пока еще трудно говорить об оптимальных параметрах производства плит без связующих, а также о возможных разновидностях волокнистых и пластических материалов, которые можно получить из гнилой и здоровой древесины, так как наши исследования находятся в начальной форме. Однако уже сейчас ясно, что всякая древесина, в том числе и гнилая, может быть эффективно использована в народном хозяйстве, и нам необходимо отказаться от употребления в качестве дров гнилой древесины и всевозможных древесных отходов.

Поступила в редакцию
3 апреля 1959 г.

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ СТРУКТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ РЕНТГЕНОВСКИМ МЕТОДОМ

К. Ф. ГУБА

Кандидат физико-математических наук

(Львовский лесотехнический институт)

Описываемая в настоящей статье работа предпринята в связи с открытием акад. А. В. Шубниковым пьезоэлектрического эффекта в древесине [3]. Это говорит о принадлежности, если не всей одревесненной клетки, то хотя бы некоторых ее составных частей к твердым телам кристаллической структуры. Последнее обстоятельство подтверждается рентгеновскими снимками, сделанными нами по методу Дебая—Шеррера. Как известно, кристаллическое вещество, подверженное рентгеноструктурному анализу по этому методу, дает рентгенограммы с интерференционными кольцами, аморфное же таких колец не дает.

Теоретические предпосылки. Методика и аппаратура

Учитывая то обстоятельство, что метод Дебая—Шеррера в древесиноведческой литературе освещен слабо, коснемся его в нашей статье.

Известно, что кристаллическое вещество, состоящее из закономерно расположенных атомов, может быть представлено в виде комплекса плоскостей, образованных этими атомами. Параллельные плоскости образуют одно семейство, а совокупность семейств плоскостей — пространственную решетку.

Пусть пучок параллельных рентгеновских лучей 1, 2 и т. д. падает под некоторым углом на поверхность кристаллической пластинки. Материальные частицы (атомы), составляющие кристалл, под действием этих первичных лучей приходят в состояние колебания и испускают вторичные лучи с той же длиной волн. Вторичные лучи, испускаемые материальными частицами (атомами), лежащими в плоскости I, могут интерферировать с вторичными лучами, испускаемыми материальными частицами плоскости II, как это видно на рис. 1. Точка A и B колеблются в одинаковых фазах, AB представляет волновую поверхность падающих рентгеновских лучей. Между лучами 1 и 2 имеет место разность хода — Δl , равная AC—BC.

$$BC = AC \cdot \cos 2\theta;$$

$$\Delta l = AC - BC = AC(1 - \cos 2\theta) = AC \cdot 2 \sin^2 \theta;$$

$$\frac{CD}{AC} = \sin \theta; \quad AC = \frac{CD}{\sin \theta} = \frac{d}{\sin \theta}.$$

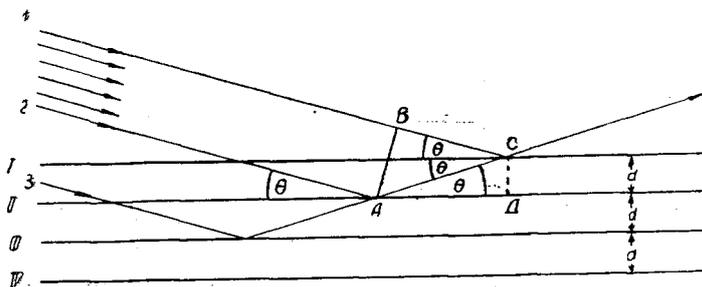


Рис. 1. Схема к выводу формулы Вульфа—Брегга.

Тогда $\Delta l = 2d \sin \theta$;

d — расстояние между плоскостями;

θ — угол скольжения.

В том случае, если разность хода представляет целое число длин волн, наблюдается явление интерференции, то есть отражение от пластинки происходит при разности хода Δl , равной $n\lambda$.

Следовательно, при интерференции рентгеновских лучей должно соблюдаться условие:

$$n\lambda = 2d \sin \theta, \quad (1)$$

где $n = 1, 2, 3, \dots$

Полученное соотношение называют формулой Вульфа—Брегга.

В формуле Вульфа—Брегга n — целое число, которое называется порядком отражения. Так как n представляет число, могущее принимать только целочисленные значения, то отражение от кристаллической пластинки может иметь место только при вполне определенных значениях угла θ , зависящих от λ — длины волны и d — межплоскостного расстояния.

Итак, для получения интерференционной картины с помощью отраженных от кристаллической пластинки рентгеновских лучей следует направлять эти лучи на исследуемую пластинку под вполне определенным углом отражения θ , удовлетворяющем условию Вульфа—Брегга. Дебай и Шеррер предложили не варьировать угол скольжения, а использовать порошок исследуемого вещества, в котором кристаллики ориентированы во всевозможных направлениях, вследствие чего монохроматический луч сам «находит» достаточное количество плоскостей, удовлетворяющих формуле Вульфа—Брегга.

В методе Дебая—Шеррера рентгеновские лучи поступают в цилиндрическую камеру через диафрагму f , падают на столбик C измельченного в порошок исследуемого вещества, стоящего перпендикулярно к плоскости чертежа; и выходят через отверстие O (рис. 2).

Среди огромного количества кусочков исследуемого вещества найдутся такие, у которых плоскости ориентированы как раз так, что угол θ и расстояние d будут удовлетворять формуле $n\lambda = 2d \sin \theta$.

Такие кристаллики дадут отраженные рентгеновские лучи. В столбике кристалликов много, причем ориентация их в пространстве будет различна, в результате отраженные лучи S_2 образуют конус с углом раствора 4θ вокруг проходящего луча S (рис. 2).

Совокупность других отражающих плоскостей даст свой конус отраженных лучей с углом раствора $4\theta_1$. На рентгенпленке после про-



Рис. 2. Горизонтальный разрез камеры Дебая—Шеррера и ход лучей в ней.

явления можно будет обнаружить части колец—дужки. Измеряя на развернутой пленке расстояние между дужками одного и того же конуса, легко найти углы скольжения.

Действительно, из рис. 2 видно, что расстояние l между двумя дужками одного и того же конуса равно удвоенной длине дуги $S_1 S_2$. Тогда длина дуги l против угла 4θ равна:

$$l = \frac{2\pi R}{360^\circ} \cdot 4\theta^\circ, \quad (2)$$

здесь: R — радиус камеры Дебая—Шеррера.

Из последнего соотношения нетрудно определить угол скольжения:

$$\theta = \frac{45^\circ}{\pi R} \cdot l. \quad (3)$$

Так как длина волны рентгенового монохроматического излучения известна, то по формуле Вульфа—Брегга можно вычислить межплоскостное расстояние.

Для получения рентгеновских лучей мы пользовались электронной трубкой БСВ-4 с железным антикатодом. Исследования проводились при неотфильтрованном излучении ($\lambda_{K\alpha} = 1,934 \text{ \AA}$) при напряжении

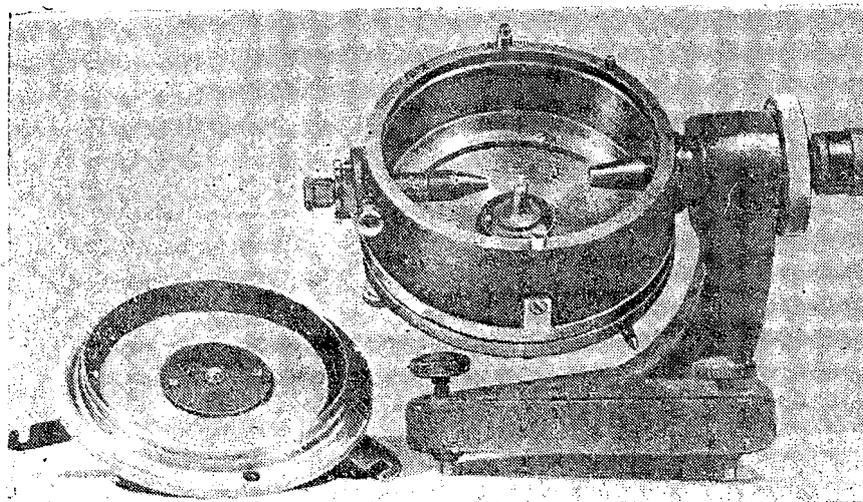


Рис. 3. Общий вид камеры для рентгеноструктурного анализа методом Дебая—Шеррера.

30 кв и силе тока 8 ма; время экспозиции — 12 час. Исследуемая древесина измельчалась, в яшмовой ступке растиралась в порошок, из которого затем готовились образцы в виде столбиков цилиндрической формы диаметром 0,9 мм. Изготовленный образец укреплялся с помощью пластилина в центре камеры. Снимки получены в камере с диаметром 86 мм, сконструированной в рентгеновской лаборатории Львовского университета Я. Л. Гиллером и В. А. Макаровым (рис. 3), которая изготовлена мастерскими Института математики и механики Ленинградского университета [1]. В этой камере пленка, вставленная в паз, находящийся у дна камеры, и зажатая крышкой, плотно прилегает к внутренней стенке камеры. Никаких других приспособлений, в том числе и обычной кассеты, для укрепления пленки не требуется. Такая конструкция дает возможность наблюдать дебаевские линии при малых и больших углах отблеска.

Результаты эксперимента

Известно, что по расположению линий на дебаеграммах и по их интенсивности удается идентифицировать различные кристаллические вещества, если предварительно построить таблицу межплоскостных расстояний $\frac{d}{n}$, где $\frac{d}{n} = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}$.

В связи с вышеизложенным мы решили сделать попытку с помощью метода Дебая—Шеррера провести идентификацию древесины ореха, явора и украинского бука (заболонь).

Для каждого образца нами было сделано по пять дебаеграмм. Существенного различия в интерференционной картине обнаружить не удалось. Для каждого образца сделано несколько снимков, чтобы исключить возможное влияние на интерференционную картину различных посторонних примесей. Упомянутые нами таблицы межплоскостных расстояний позволяют при исследовании кристаллического вещества сравнивать полученные при рентгеноструктурном анализе интерференционные картины исследуемого вещества и других кристаллических веществ.

Поэтому представляло интерес сопоставить дебаеграммы наших образцов (явора, бука и ореха) с имеющимися в литературе данными, в частности, с данными Т. П. Хухрянской [2].

Как мы уже выше отметили, все образцы дали аналогичную рентгеновскую картину: при наличии общего диффузного рассеяния наблюдается две широкие полосы, причем вторая более четкая. Кроме указанных полос, наблюдается довольно четкая линия, соответствующая несколько большему, чем у второй полосы, углу отблеска. С целью определить положение интерференционных максимумов нами замерены расстояния l между центрами полос и линий. По этим



Рис. 4. Дебаеграмма древесины украинского бука.

расстояниям вычислены соответственно углы отблеска θ_1 , θ_2 и θ_3 по формуле (3). Но учитывая, что различное излучение, естественно, дает различные углы отблеска, мы фиксировали положение этих максимумов величинами межплоскостных расстояний, которые соответствовали бы указанным углам отблеска при излучении $\lambda_{K\alpha}$ железа. Первая полоса соответствует $\frac{d}{n} = 6,45 \text{ \AA}$, вторая полоса — $\frac{d}{n} = 4,25 \text{ \AA}$ и линия — $\frac{d}{n} = 2,62 \text{ \AA}$.

Расстояния между центрами интерференционных максимумов измерялись нами с помощью линейки с точностью до 0,2 мм. Поправки на диаметр образца не вводились. Следует отметить, что характер интерференционной картины наших дебаеграмм несколько напоминает дебаеграммы органических минералов.

На рис. 4 представлена полученная в наших экспериментах одна из рентгенограмм по методу Дебая—Шеррера, характерная для древесины явора, бука и ореха.

Заключение

В работе экспериментально показана возможность использования метода Дебая—Шеррера для рентгеноструктурного исследования древесины.

Отсутствие различия в интерференционной картине рентгеновских снимков древесных пород явора, ореха и украинского бука свидетельствует об идентичности структуры их кристаллической компоненты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Я. Л. Гиллер. О рентгеноструктурных методах диагностики минералов группы граната. Автореферат диссертации, изд. Львовского Государственного Университета, 1956. [2]. Т. П. Хухрянская. Влияние прессования на структуру древесины осины и сосны. «Труды института леса», т. IX, 1953. [3]. А. В. Шубников. Пьезоэлектрические текстуры. Изд. АН СССР, М., 1946.

Поступила в редакцию
19 сентября 1958 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

К ВОПРОСУ ОБ ОМЫЛЕНИИ ЭФИРОВ ИЗОБОРНЕОЛА
ВОДНОЙ ЩЕЛОЧЬЮ

Сообщение 2

ОМЫЛЕНИЕ ИЗОБОРНИЛ-ФОРМИАТА В ЖИДКОЙ ФАЗЕ

В. А. ВЫРОДОВ

Мл. научный сотрудник

С. Я. КОРОТОВ

Профессор, доктор технических наук

(Всесоюзный заочный лесотехнический институт)

Методика работы

Для проведения опытов был использован стальной автоклав диаметром 75 мм и емкостью 1,5 л, снабженный пропеллерной мешалкой; диаметр пропеллера 40 мм, расстояние от дна — 25 мм. В крышке автоклава имелось два загрузочных штуцера (для загрузки изоборнил-формиата и щелочи) и штуцер, на котором монтировался манометр; в днище — штуцер для выгрузки реакционной массы; штуцера закрывались игольчатыми клапанами. Обогрев автоклава производился муфельной печью; температура измерялась термометром. Изоборнил-формиат и щелочь загружались из мерников; между мерниками и автоклавом находились электрические подогреватели. Вся установка выдерживала избыточное давление до 100 кг/см², создаваемое азотом.

Изоборнил-формиат для опытов применялся технический, полученный с Нейво-Рудянского лесохимического завода. Содержание муравьиного эфира изоборнеола в нем было 84,3%, содержание изоборнеола (этерифицирующихся) 15,7%. Щелочь применялась ЧДА, ГОСТ 4328—48.

Схема позволяла проводить опыты двумя способами: или непрерывно пропускать изоборнил-формиат и щелочь через автоклав, или делать периодические загрузки и через определенные промежутки времени брать пробы. По первому способу (который оказался менее удобным) была проведена всего одна серия опытов. По второму способу в автоклав загружали определенные количества изоборнил-формиата и щелочи, нагревали до заданной температуры, пускали мешалку и через определенные промежутки времени производили отбор проб*.

Пробы отбирались в колбы с холодной водой и обрабатывались

* Чтобы избежать кипения и, следовательно, перемешивания до пуска мешалки в ход, в аппарате создавалось избыточное давление. Контроль показал надежность этой меры.

определенным количеством толуола или ксилола. По увеличению веса экстрагента определялся вес гидрофобной части пробы.

Определение изоборнил-формиата проводилось путем омыления анализируемого продукта спиртовой щелочью и оттитровывания избытка щелочи кислотой. Содержание изоборнеола определялось по измененному способу Буле [4].

Мы исследовали влияние на величину комплекса KF (K — коэффициент массопередачи, F — поверхность массообмена) избытка щелочи, концентрации щелочи и изоборнил-формиата, температуры и числа оборотов мешалки.

Обработка опытных данных

В том случае, когда опыты проводятся при непрерывном пропускании изоборнил-формиата и щелочи через автоклав, величину KF находят из формулы 10 [2]:

$$KF = \frac{G}{VC_{m\text{ ср}}} \quad (13)$$

В случае опытов периодического характера KF находится по формуле:

$$KF = \frac{\Delta G}{VC_{m\text{ ср}} \Delta \tau} \quad (14)$$

Здесь ΔG (в кг-молях) — количество вещества, прореагировавшего за время $\Delta \tau$ (в часах). Следовало решить, по какому реагенту считать ΔG и $C_{m\text{ ср}}$: по щелочи или по изоборнил-формиату. Исходя из тех соображений, что щелочь берется в избытке и, кроме того, величина коэффициента диффузии щелочи в воде больше, чем изоборнил-формиата в гидрофобной фазе (из-за меньших молекулярных весов), было принято, что определяющим является коэффициент массопередачи — K_g — изоборнил-формиата из объема к границе раздела фаз. Следовательно, ΔG и $C_{m\text{ ср}}$ считались для изоборнил-формиата.

Концентрации изоборнил-формиата определялись по формуле:

$$C_{m\text{ ср}} = \frac{\frac{a}{182}}{\frac{a}{182} + \frac{100-a}{154}} \quad (15)$$

где a — весовая доля изоборнил-формиата в гидрофобной фазе;

182 — молекулярный вес изоборнил-формиата;

154 — молекулярный вес изоборнеола;

$C_{m\text{ ср}}$ — определялось по формуле 11 [2].

$$\Delta G = \frac{A \left(a_n - a_k \frac{182 - 28a_n}{182 - 2a_k} \right)}{182} \quad (A)$$

где a_n — весовая доля изоборнил-формиата в начале процесса;

a_k — весовая доля изоборнил-формиата в конце процесса;

A — загрузка технического эфира в кг.

Пересчет концентрации изоборнил-формиата из раствора экстрагента на вес пробы производился по формуле:

$$a = b \frac{c}{\Pi} \quad (B)$$

где b — весовая доля изоборнил-формиата в экстракте;
 c — вес экстракта;
 Π — вес гидрофобной части пробы.

Обсуждение результатов

Результаты опытов представлены на графиках (рис. 1, 2, 3, 4, 5).

Из рис. 1 видно, что все точки легли на одну кривую вне зависимости от избытка щелочи. Из этого следует, что избыток щелочи, а следовательно и концентрация ее к концу опыта не оказывают влияния на скорость омыления эфира. Это возможно только в том случае, если процесс проходит в диффузионной области и если определяющей является скорость диффузии изоборнил-формиата к границе раздела фаз, а не

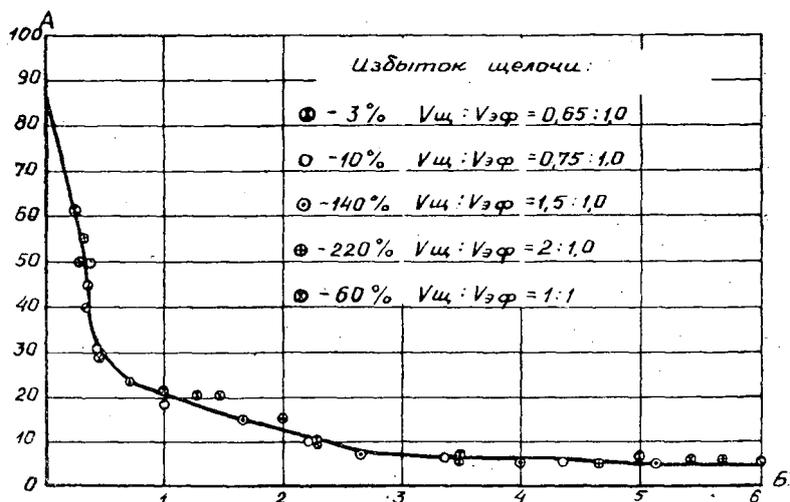


Рис. 1. Зависимость скорости омыления от соотношения объемов щелочи при омылении изоборнил-формиата в жидкой фазе.

А — количество изоборнил-формиата в гидрофобной фазе в %; Б — время омыления в мин. Концентрация NaOH — 25%; число оборотов мешалки 950 об/мин; температура 160—185°C.

скорость диффузии щелочи. Обращает на себя внимание тот факт, что соотношение объемов водной и гидрофобной фаз не влияет на скорость процесса. Очевидно во всех опытах дисперсной фазой, образующей поверхность раздела фаз, является гидрофобная фаза. Форма ее не выражается шариками, ибо в этом случае соотношение объемов фаз должно было бы быть таким:

$$\frac{\text{Объем водной фазы}}{\text{Объем гидрофобной фазы}} = \frac{1 - \frac{\pi}{6}}{\frac{\pi}{6}} = 0,93.$$

Между тем это соотношение в двух сериях опытов значительно меньше. Вероятно, форма дисперсной фазы выражается струями.

Кривая, изображенная на рис. 2, показывает, что ни концентрация щелочи в пределах 15—40%, ни концентрация изоборнил-формиата (при условии отсутствия кристаллов изоборнеола) не влияют на величину KF .

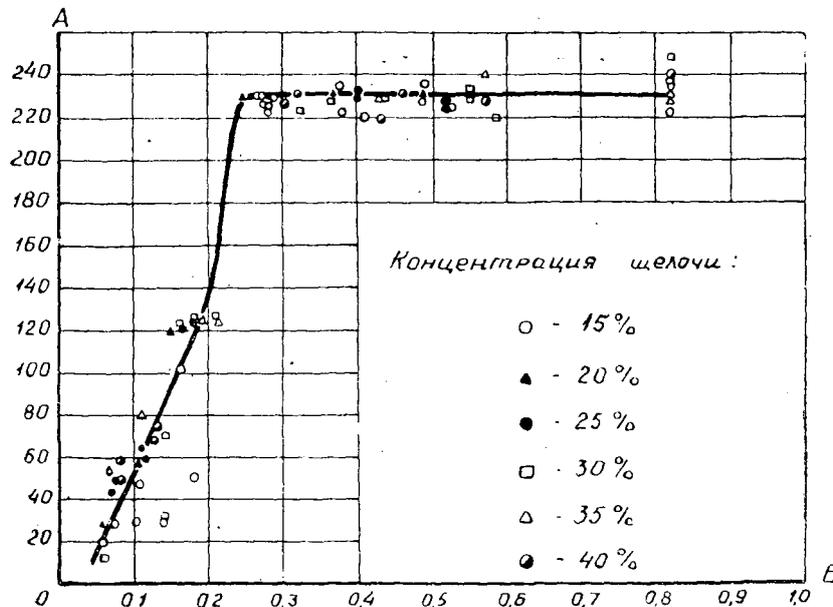


Рис. 2. Зависимость KF от концентрации изоборнил-формиата в гидрофобной фазе при различных концентрациях щелочи.

А — KF в $\frac{\text{кг-моль м}^2}{\text{м}^2 \text{ час единица разности концентраций м}^3}$; Б — концентрация изоборнил-формиата в $\frac{\text{кг-моль изоборнил-формиата}}{\text{кг-моль всех компонентов}}$. Избыток щелочи — 10%. Число оборотов мешалки — 950 об/мин. Температура — 180 — 185°C

Тот факт, что начальная концентрация щелочи не влияет на скорость процесса, еще раз подтверждает предыдущий вывод, что процесс происходит в диффузионной области и определяется скоростью диффузии изоборнил-формиата к границе раздела фаз, а не скоростью диффузии щелочи.

Отсутствие влияния концентрации изоборнил-формиата на скорость процесса показывает, что в условиях опытов физические свойства жидкости, меняющиеся с изменением концентрации гидрофобной фазы, не влияют на скорость процесса [2], [3], [1].

На рис. 3 нанесены кривые, показывающие зависимость величины KF от температуры процесса. До известного предела концентрации изоборнил-формиата температура никакого влияния на величину KF не оказывает. Это возможно, опять-таки, только в том случае, если процесс проходит в диффузионной области и на его скорость не влияют физические свойства жидкости, меняющиеся с температурой.

При некоторых концентрациях изоборнил-формиата начинается быстрое падение величины KF , причем, чем ниже температура, тем выше эта «критическая» концентрация изоборнил-формиата. Проще всего предположить, что причиной падения величины KF является образование кристаллов изоборнеола, затрудняющих конвективную диффузию изоборнил-формиата [2]. При температуре 195°—200° такого падения величины совсем не произошло. Это и предполагалось, так как при таких температурах трудно ожидать кристаллизации изоборнеола из раствора. Прямое определение температуры кристаллизации изоборнеола в

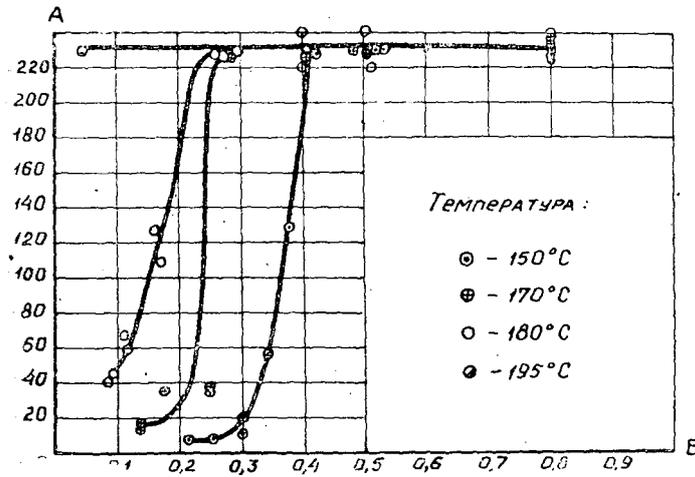


Рис. 3. Зависимость KF от концентрации изоборнил-формата при различных температурах. Число оборотов мешалки — 950 об/мин.

А — KF в $\frac{\text{кг-моль м}^2}{\text{м}^3 \text{ час единица концентраций м}^3}$; Б — концентрация изоборнил-формата в $\frac{\text{кг-моль изоборнил-формата}}{\text{кг-моль всех компонентов}}$. Концентрация NaOH — 25%. Избыток NaOH — 10%.

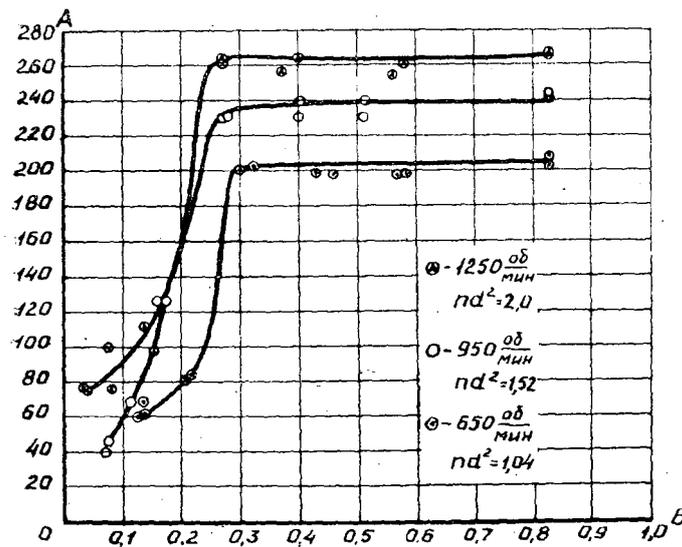


Рис. 4. Зависимость величины KF от концентрации изоборнил-формата при различных гидродинамических условиях.

А — KF в $\frac{\text{кг-моль м}^2}{\text{м}^2 \text{ час единица разности концентраций м}^3}$; Б — концентрация изоборнил-формата в $\frac{\text{кг-моль изоборнил-формата}}{\text{кг-моль всех компонентов}}$. Температура 180–185°. Концентрация щелочи — 25%. Избыток щелочи — 10%.

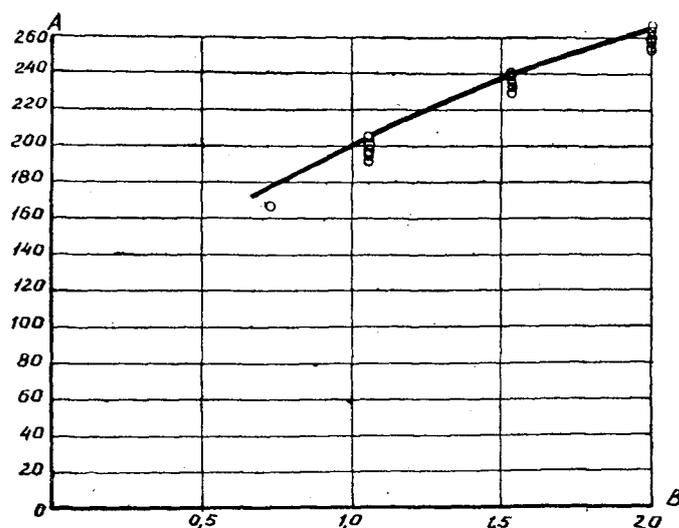


Рис. 5. Зависимость KF от nd^2 при $t^\circ = \text{const}$ (180—185° С).

A — KF в $\frac{\text{кг-моль м}^2}{\text{м}^2 \text{ час единица разности концентраций м}^3}$; B — nd^2 ; n — число оборотов мешалки в мин; d — диаметр мешалки. Концентрация щелочи — 25%. Избыток щелочи — 10%.

условиях опытов требует тонких физических методов. Нами такое определение не производилось, так как для практических целей оно не имеет значения. Ясно, что при любых обстоятельствах омыление надо вести при температуре выше 195° С.

Влияние числа оборотов мешалки на величину KF представлено на рис. 4.

Зависимость величины KF от числа оборотов мешалки определялась по формуле

$$KF = An^m. \quad (16)$$

Оказалось, что результаты опытов достаточно хорошо удовлетворяют значениям: $A = 40$ и $m = 0,4$.

Формула (16) для мешалок, подобных опытной, преобразуется в формулу

$$KF = C(nd^2)^m = 200 (nd^2)^{0,4}. \quad (16a)$$

Здесь n — число оборотов мешалки в мин;
 d — диаметр пропеллера в м.

На рис. 5 показано размещение экспериментальных точек относительно уравнения (16a).

Характерно, что опыты, проводившиеся по другой методике, а именно: путем непрерывного пропускания изоборнил-формиата и щелочи через автоклав при числе оборотов мешалки $n = 450$ об/мин, дали величину $KF = 167 \frac{\text{кг-моль м}^2}{\text{м}^2 \text{ час единица концентраций м}^3}$; по формуле же (16) для этого числа оборотов значение KF получается равным 177, то есть весьма близким. Это тем более замечательно, что приемы расчета KF при этой методике проведения опытов требуют учета дополнительных обстоятельств. Обычно процесс устанавливался очень быстро — за

2—5 мин, после чего состав продуктов омыления был достаточно устойчивым. Пробы анализировались по вышеописанной методике.

Для подсчета истинной концентрации изоборнил-формиата в автоклаве определялась мощность циркулирующего потока. Этот циркулирующий поток вычислялся по формуле:

$$V_{\text{ц}} = \pi r^2 2\pi n r t g \alpha, \quad (17)$$

где $V_{\text{ц}}$ — объем циркулирующего потока в $\text{м}^3/\text{сек}$;
 r — «радиус» пропеллера ($r = 0,02 \text{ м}$);
 n — число оборотов мешалки в секунду;
 α — угол наклона плоскости пропеллера (38°).
 Объем свежего потока вычислялся по формуле:

$$V_{\text{с}} = \frac{A_{\text{с}}}{\gamma_{\text{с}} 60\tau}, \quad (18)$$

где $A_{\text{с}}$ — количество технического изоборнил-формиата и щелочи, израсходованное за опыт в кг ;
 $\gamma_{\text{с}}$ — удельный вес эмульсии в $\text{кг}/\text{м}^3$;
 τ — продолжительность опыта в мин .

$$\frac{V_{\text{ц}}}{V_{\text{с}}} = Z. \quad (19)$$

Начальная концентрация суммарного потока вычислялась по формуле:

$$C'_{\text{ц}} = \frac{C_{\text{н}} + Z C_{\text{к}}}{1 + Z}, \quad (20)$$

где $C'_{\text{ц}}$ — начальная концентрация суммарного потока;
 $C_{\text{н}}$ — начальная концентрация свежего потока;
 $C_{\text{к}}$ — конечная концентрация гидрофобной фазы.

Все величины в $\frac{\text{кг-моль изоборнил-формиата}}{\text{кг-моль гидрофобной фазы}}$.

Средняя концентрация $C_{\text{м ср}}$ суммарного потока вычислялась по формуле:

$$C_{\text{м ср}} = \frac{C'_{\text{ц}} + C_{\text{к}}}{2}. \quad (21)$$

Полученные данные позволяют рассчитать производительность единицы объема аппарата. Так, например, если омылять технический эфир 95% концентрации на 0,995 при температуре 200° в прямом турбулентном потоке, гидродинамически подобном работе мешалки при $nd^2 = 2$, то в 1 л за один час можно омылить 9 кг эфира.

Трудность заключается в создании достаточной турбулентности в прямом потоке при малом его секундном объеме.

Непрерывное омыление в одиночном аппарате с мешалкой сопряжено с большим уменьшением $C_{\text{м ср}}$, что приводит к падению производительности единицы объема аппарата. Расчеты показывают, что в этом случае при $nd^2 = 2$ производительность 1 л объема аппарата будет в 40 с лишним раз меньше и равна 0,2 кг эфира в час. Следует, однако, сказать, что $nd^2 = 2$ для промышленных условий очень низко.

Экстраполируя формулу (16а) на производственные условия, получаем производительность 1 л объема автоклава $\sim 0,5$ кг эфира в час.

Удельную производительность единицы объема аппарата можно значительно увеличить, установив вместо одиночного аппарата батарею мешалок. Однако это связано с усложнением схемы.

Выводы

1. Показано, что процесс омыления изоборнил-формиата в жидкой среде водной щелочью при температурах выше 150° протекает в диффузионной области. Скорость его не зависит от концентрации и избытка щелочи, физических свойств жидкости и, до появления кристаллов изоборнеола, от температуры процесса.

2. При некоторых концентрациях изоборнил-формиата постоянная скорость процесса начинает быстро падать. Эта критическая концентрация тем больше, чем ниже температура процесса. Объясняется это появлением третьей (твердой) фазы — кристаллов изоборнеола и образованием на их поверхности ламинарной пленки. При $195\text{--}200^\circ$ этого не наблюдается.

3. Скорость процесса не зависит от удельного объема щелочи. Это указывает на то, что дисперсной фазой, образующей поверхность раздела фаз, является изоборнил-формиат. Некоторые соотношения объема фаз говорят за то, что дисперсная фаза имеет форму струй, а не шариков.

4. Скорость процесса зависит от гидродинамической обстановки. Опытные данные удовлетворяют уравнению $KF = 200(nd^2)^{0,4}$.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. В. Кафаров. Вопросы массопередачи. Госхимиздат, 1957. В. Н. Стабников. «Химическое машиностроение» № 2, 1937; № 1, 1938; № 2, 1940. D. W. Van Kleevelen, P. U. Hofstijzer. Chem. Eng. Progr. 46, 29, 1950. [2]. С. Я. Коротов, В. А. Выродов. «Известия высших учебных заведений», «Лесной журнал» № 2, 1959. [3]. М. Е. Позин, И. П. Мухленов, Е. С. Тумаркина, Э. Я. Тарат. Пенный способ обработки газов и жидкостей. Госхимиздат, 1955. [4]. Г. А. Рудakov. Исследования в области синтетической камфары и терпенов, связанные с организацией производства синтетической камфары в СССР. Докторская диссертация, 1945.

Поступила в редакцию
2 декабря 1958 г.

ДЕЙСТВИЕ ХЛОРИСТОГО СУЛЬФУРИЛА НА НЕКОТОРЫЕ ТЕРПЕНЫ

3. ХЛОРИРОВАНИЕ α -ПИНЕНА ХЛОРИСТЫМ СУЛЬФУРИЛОМ

В. Ф. ЯВОРОВСКАЯ

Ассистент

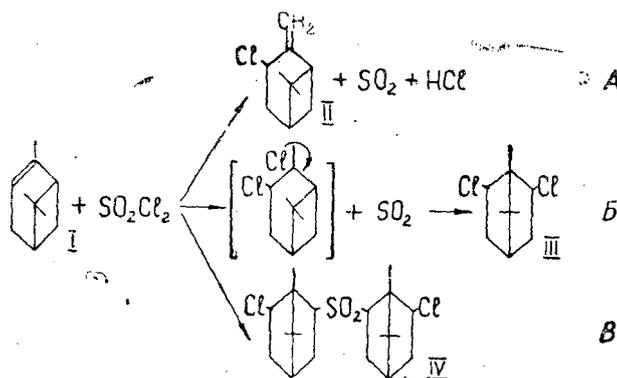
Д. М. ВИНОКУРОВ

Кандидат технических наук

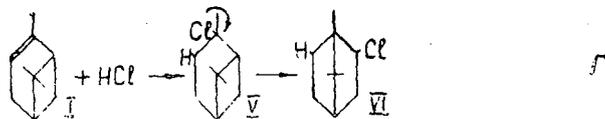
(Львовский лесотехнический институт)

α -пинен является главной составной частью наших живичных скипидаров. Его содержание в сосновом скипидаре доходит до 60—70% от веса последнего [1], [3].

С хлористым сульфурилом, как уже сообщалось [2], он взаимодействует одновременно в нескольких направлениях:



Основной реакцией является хлорирование по уравнению (А) с образованием хлорида пинокарвеола II (то есть взаимодействие протекает по схеме Д. В. Тищенко [5]). Выделяющийся хлористый водород присоединяется к α -пинену с образованием пиненхлоргидрата V. Пиненхлоргидрат является соединением непрочным [7] и при температурах выше -10° легко изомеризуется в ряд хлоргидратов моно- и бициклических терпенов, в основном в борнилхлорид VI (Г):



Эта побочная реакция резко снижает выход хлорида пинокарвеола и препятствует в дальнейшем выделению его в чистом виде, так как от борнилхлорида не удается освободиться ни многократной фракционной перегонкой, ни вымораживанием его сухим льдом (табл. 2).

Присоединение хлора по месту двойной связи (классическая реакция) с последующей изомеризацией приводит к образованию 2,6-дихлоркамфана, то есть дихлорида Аскана [8]. Эта реакция имеет второстепенное значение (Б).

Из продуктов реакции был выделен также хлорированный сульфон с т. пл. 192—193°, образующийся, вероятно, по схеме (В).

Получение хлорированных сульфонов в результате взаимодействия α -пинена с хлористым сульфурилом представляет определенный интерес: во-первых, эта реакция для терпенов не исследована, во-вторых, хлорированные сульфоны терпенового ряда вообще мало изучены. Наконец, известно, что хлорированный фенилборнилсульфон и хлорированный изоборнилсульфон обладают большей, чем ДДТ [7] биологической активностью.

Целью нашей работы явилось изучение влияния условий проведения реакции между α -пиненом и хлористым сульфурилом на направление ее и выход продуктов.

Экспериментальная часть

Опыты проводились в основном при температуре -10° и различном соотношении реагирующих компонентов в присутствии или отсутствии пиридина как катализатора, способствующего образованию серосодержащих соединений. Пиридин загружался из расчета 0,01 моля на моль α -пинена. Большинство опытов проводилось с удалением газообразных продуктов, выделяющихся в процессе реакции (табл. 1).

Свежеперегнанный α -пинен (т. кип. $154,5-155,5^\circ$; n_D^{20} 1,4658; d_4^{20} 0,8608; литературные данные: т. кип. $155-156^\circ$; n_D^{20} 1,4648; d_4^{20} 0,8598 [1]) и пиридин загружались в трехгорлую колбу, снабженную мешалкой, термометром, капельной воронкой и барботером для выдувания газообразных продуктов реакции и непрореагировавшего хлористого сульфурила; все соединения прибора на шлифах.

К охлажденной смеси по каплям приливалось рассчитанное количество хлористого сульфурила. Газообразные продукты удалялись продуванием через массу сухого углекислого газа. По окончании приливания продувание продолжалось до исчезновения запаха хлористого сульфурила с постепенным повышением температуры до комнатной.

Для удаления остатков хлористого сульфурила реакционная масса выдерживалась в вакууме порядка 10 мм рт. ст. в течение 1—2 часов, после чего подвергалась вакуумперегонке при 1 мм рт. ст.

Независимо от условий проведения опытов, после удаления непрореагировавшего α -пинена отгонялась монохлоридная фракция, содержащая 20,1—20,9% хлора (вычислено для хлорида пинокарвеола 20,83%). Для полного удаления монохлоридов к концу перегонки температура бани повышалась до 80° .

Из сырого монохлорида, отогнанного до температуры бани 70° , ректификацией выделяется хлорид пинокарвеола: т. кип. $40-42^\circ$ (1 мм); n_D^{20} 1,4969—1,4975; d_4^{20} 1,0158; MR_D 49,12; выч. 48,308 (по Фогелю).

Найдено %: Cl 20,72; 20,76. M 175,4 (крескопия).

$C_{10}H_{15}Cl$. Вычислено %: Cl 20,83. M 170,5.

Литературные данные [6]: т. кип. $45-47,5^\circ$ (2 мм); n_D^{20} 1,4984; d_4^{20} 1,016.

Найдено %: Cl 20,7; 20,65. *M* 167; 169.
 $C_{10}H_{15}Cl$. Вычислено %: Cl 20,83.

Из загустевшего после перегонки остатка через 2—3 часа (реже на вторые сутки) выпадали кристаллы, легко отделяемые от маточного раствора фильтрованием. Путем растворения в спирте и последующей перекристаллизации из кристаллической части отделялся дихлорид Аскана (2,6-дихлоркамфан). Т. пл. 173—174°.

Найдено %: C 58,06; H 7,79; Cl 34,2. *M* 404,3 (по Расту).
 $C_{10}H_{16}Cl$. Вычислено %: C 57,97; H 7,73; Cl 34,3. *M* 207.

По литературным данным, для 2,6-дихлоркамфана т. пл. 173—174° [8]. Нерастворившаяся часть твердого вещества перекристаллизовывалась из бензола до постоянной температуры плавления 192—193°.

Найдено %: Cl 16,83; S 7,98. *M* 400 (по Расту).
 $(C_{10}H_{16}Cl)_2SO_2$. Вычислено %: Cl 17,45; S 7,86. *M* 407.

Выделенное вещество, вероятно, является 2,2-дихлор-диборнилсульфоном — 6,6.

Таблица 1

№ опыта	Условия опыта			Количество α -пинена в г		Выход*					
	<i>t</i> °C	катализатор	SO ₂ Cl ₂ : : α -пинен	взято	вступило в реакцию	хлорида пинокарвеола		дихлорида Аскана		сульфона	
						в г	в %	в г	в %	в г	в %
1	-15	Без катализатора	1:3	136	55	25,6	36,5	8,5	10,15	3,0	1,82
2	-10	"	2:3	102	102	50,2	39,4	1,3	0,95	0,7	0,46
3	-10	"	1:1	102	102	71,0	55,9	1,6	1,16	0,9	0,6
4	-10	Пиридин	1:3	204	83,5	39,4	30,4	8,9	7,0	10,5	8,4
5	-10	"	2:3	204	120	52,3	34,1	11,32	6,2	28,0	7,8
6	-10	"	1:1	102	102	48,0	37,6	9,8	6,3	16,6	8,6

*Выход приведен в расчете на прореагировавший α -пинен.

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что увеличение количества хлористого сульфурила, добавляемого к α -пинену, до эквимолекулярного в отсутствие пиридина, увеличивает выход хлорида пинокарвеола с 36 до 55% (опыты 1, 2 и 3). Пиридин способствует образованию сульфонов, выход которых почти не зависит от соотношения реагирующих компонентов (опыты 4, 5 и 6).

Значение удаления хлористого водорода для получения более чистого хлорида пинокарвеола видно из данных, приведенных в табл. 2.

В опыте 7 не удалось выделить хлорид пинокарвеола, а при продувании реакционной массы при больших нагрузках не обеспечивается полное удаление хлористого водорода (опыт 8).

Для выяснения первичной схемы присоединения хлористого водорода к α -пинену было произведено отщепление HCl анилином как непосредственно после окончания реакции, так и после повышения температуры до комнатной.

А. Часть реакционной массы (35 г) еще при -15° отсасывалась пипеткой, снабженной вакуумной рубашкой, в колбу, содержащую 52 г анилина в 50 мл бензола. После окончания саморазогревания масса до-

Т а б л и ц а 2

№ опыта	Условия опыта		Количество α -пинена в г		Выход*				Характеристика монохлорида (хлорида пинокарвеола)
	t°С	SO ₂ Cl ₂ : α -пинен	взято	вступило в реакцию	борнилхлорида		хлорида пинокарвеола		
					в г	в %	в г	в %	
7	-15	1 : 2 (без удаления газообразных продуктов в процессе реакции).	612	261	33,5	10	Чистый не выделен		Т. кип. 40—43° (1 мм); n_D^{20} 1,4885— 1,4889
8	-15	1 : 3 (с удалением газообразных продуктов продуванием)	680	376,5	7,0	1,5	60,0	12,45 (не очень чистый)	Т. кип. 40—41° (1 мм) n_D^{20} 1,4940
9	-10	1 : 3 (с удалением газообразных продуктов продуванием)	204	83,5	нет		39,4	30,7	Т. кип. 40—41° (1 мм) n_D^{20} 1,4965— 1,4975

* Выход приведен в расчете на прореагировавший α -пинен.

полнительно подогревалась в течение 2 часов на кипящей водяной бане; остаток анилина удалялся раствором щавелевой кислоты. Органическая часть экстрагировалась бензолом и после сушки Na₂SO₄ и отгонки бензола перегонялась.

Фр. I. 18,5 г; т. кип. 155—156° (758 мм); n_D^{20} 1,4790. Литературные данные для α -пинена: т. кип. 155—156° (760 мм); n_D^{20} 1,4648 [1]; n_D^{20} 1,4684 [6].

Фр. II. 2,1 г; т. кип. 168—178° (нет постоянной т. кип.) n_D^{20} 1,4730. Борнилхлорид не обнаружен.

Б. Отщепление HCl, проведенное с реакционной массой (34 г), имеющей комнатную температуру, дало следующие результаты:

Фр. I. 12,3 г; т. кип. 150—160° (758 мм); n_D^{20} 1,4687.

Фр. II. 2,0 г; т. кип. 178—180° n_D^{20} 1,4800 (с лимонным запахом).

Фр. III. 1,3 г; т. кип. 200—203° (кристаллическое вещество); т. пл. 122—123°.

Найдено %: Cl 20,24; 20,3.
C₁₀H₁₇Cl. Вычислено %: Cl 20,58.

Для борнилхлорида т. пл. 125° [4].

Содержимое колбы при стоянии закристаллизовалось (борнилхлорид).

Как видно из приведенных данных, разница в количестве отогнанного α -пинена объясняется тем, что в первом случае, помимо непрореагировавшего α -пинена, отгоняется еще пинен, образующийся при отщеплении HCl от пиненхлоргидрата. При повышении же температуры до комнатной (второй случай), первоначально образовавшийся пиненхлоргидрат уже изомеризуется в борнилхлорид.

Выводы

1. Изучено действие хлористого сульфурита на α -пинен при различных соотношениях реагирующих компонентов.

2. Установлено, что основным направлением реакции, независимо от условий, является хлорирование по схеме Д. В. Тищенко; кроме того, имеет место присоединение хлора по этиленовой связи (классическая реакция) с образованием хлорида Аскана.

3. Борнилхлорид является продуктом ретрапинаколиновой перегруппировки пиненхлоргидрата.

4. Пиридин катализирует образование 2,2-дихлордикамфенсульфона, увеличивая его выход с 0,5 до 9%.

5. Низкий выход хлорированного сульфона, не изменяющийся в присутствии пиридина от соотношения реагирующих компонентов, объясняется, по-видимому, пространственными затруднениями, аналогичными тем, которые имеют место и при образовании дихлорида Аскана.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. И. Горяев. Характеристика химических соединений, входящих в состав эфирных масел. Изд. АН Казахской ССР, 1953, стр. 45, 42. [2]. М. С. Малиновский, В. Ф. Яворовская. Украинский химический журнал, 1, 1959. [3]. В. М. Никитин. Химия терпенов и смоляных кислот. Гослесбумиздат, М.—Л., 1952, стр. 75. [4]. Г. В. Пигулевский. Химия терпенов. Изд. Ленинградского университета, 1949, стр. 148. [5]. Д. В. Тищенко. ЖОХ, 4, 1950, 564. [6]. Д. В. Тищенко, Б. В. Матвеев. ЖОХ, 5, 1950, 896. [7]. O. Aschan. Finska Vet. Soc. F., 1914, 57, 1; C. 1921, III, 629. [8]. O. Aschan. Finska Vet. Soc. F., 1915, 57, 1455; C. 1918, II, 952. O. Aschan. Ber. 1928, 61, 38. [9]. C. N. Smith. Am. J. Trop. Med., 1951, 31, 252; C. A., 1952, 46, 2228.

Поступила в редакцию
2 марта 1959 г.

ОБ ОБЪЕМНОЙ НАГРУЗКЕ И КОЭФФИЦИЕНТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОДСОЧКЕ СОСНЫ

И. И. ОРЛОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

Одним из наиболее важных элементов подсочки является нагрузка дерева каррами, под которой понимается отношение подсачиваемой части окружности дерева ко всей ее длине, выраженное в процентах. От величины нагрузки зависит жизнедеятельность дерева, смолопродуктивность его и срок подсочки.

Чем больше нагрузка, тем выше валовая смолопродуктивность дерева, но меньше выход живицы на единицу площади карры, и наоборот.

Подсочка влияет на физиологические функции дерева; при увеличении шага и глубины подновки и уменьшении паузы между нанесением подновок, при той же нагрузке происходят **значительные** изменения водного режима дерева, что отражается на образовании живицы, механизме смоловыделения при подсочке и жизнедеятельности дерева в целом.

Как показали исследования А. Н. Шатерниковой [7] по изучению влияния глубоких и мелких подновок на водные токи в стволе дерева, важное значение имеет глубина подновки. В табл. 1 в сравнении показан объем заболонной древесины, вырезаемой при разной глубине подновки и нагрузке дерева. Диаметр дерева 32 см, число подновок 35, ширина карры 20 см, длина зеркала карры 30 см.

Т а б л и ц а 1

Глубина подновки в см	Объем вырезаемой древесины (в см ³) при нагрузке	
	40%	80%
0,5	600	1200
1,0	1200	2400

Возникает вопрос, какой же из двух равных (по 1200 см³) объемов заболонной древесины, извлекаемой при подсочке, является в большей степени нарушающим водный режим и, следовательно, вредно действующим на жизнь дерева? Основываясь на данных исследований А. Н. Шатерниковой, можно утверждать, что глубокие подновки в большей мере нарушают водные токи в дереве, чем мелкие. Это положение подтверждается и состоянием древостоев, подсоченных в свое время уральским, нисходящим и восходящим способами. В ряде пунктов Урала сохрани-

в 1931—1932 гг. в ленточных борах Алтайского края, даже в условиях засушливого климата [2], [1].

Давно установившееся представление об уральском способе подсочки, как слишком интенсивном, называемым иногда «варварским», является, как показывают нижеприведенные факты, неправильным, не соответствующим действительности; понадобилось времени более 25 лет, чтобы подтвердить наши данные [5] о меньшей вредности уральского способа по сравнению с нисходящим и восходящим способами.

Не вызывает удивления и высокопродуктивная подсочка в Польше, Австрии и ГДР с большой нагрузкой дерева по окружности, но при малом шаге и мелкой, ребристой подновке [6].

Приведенные расчеты и рассуждения дают основание для постановки вопроса об изменении давно принятого, но устаревшего понятия о нагрузке дерева при подсочке. Целесообразно в интересах биологического обоснования техники и технологии подсочки, а равно и в интересах лесного хозяйства, установить иное понятие о нагрузке дерева при подсочке, которое бы более полно отражало действительное вмешательство подсочки в жизнь дерева как живого организма. Это особенно важно теперь, когда все больше и больше внедряется в производство длительная подсочка (порядка 15 и более лет) без применения химических средств воздействия на дерево.

Исходя из важной роли водного режима дерева при подсочке, нарушение которого в той или иной степени отражается на жизнедеятельности и смолопродуктивности дерева и древостоя в целом, следует, по нашему мнению, под нагрузкой дерева понимать количество заболонной древесины, извлеченной из дерева и выраженной в объемной мере.

Для удобства последующего изложения назовем нагрузку в прежнем понимании — *линейной*, или нагрузкой по окружности ствола дерева; нагрузку в новом понимании — *объемной*. Главными элементами объемной нагрузки дерева являются глубина и частота подновок; они связаны с ранением заболонной части дерева в радиальном направлении, при котором происходит наибольшее нарушение водного тока по сравнению с линейным ранением по окружности и вертикали ствола.

Известно, что одним из признаков здорового состояния дерева при 10—15-летней подсочке является способность из года в год выделять живицу без значительного количественного уменьшения ее. Поэтому оптимальной или нормальной объемной нагрузкой в этом случае следует считать такую, при которой смолопродуктивность дерева во второй половине срока подсочки не должна понижаться. Систематическое же снижение смолопродуктивности при подсочке здоровых древостоев указывает на ненормальную объемную нагрузку. При широко распространенной до 1957 г. удлиненной 8—10-летней подсочке нисходящими и восходящими способами линейная нагрузка была в среднем 50%; при этой линейной нагрузке размер объемной нагрузки дерева диаметром 32 см равен 1344 см^3 заболонной древесины ($24 \times 2 \times 35 \times 0,8$, где 24 — ширина карры в см, 2 — число карр на дереве, 35 — высота карры в см и 0,8 — глубина подновки в см). В какой степени эта объемная нагрузка является оптимальной, обеспечивающей нормальное смоловыделение из года в год, сказать в настоящее время не представляется возможным, так как до сих пор в научной и технической литературе СССР отсутствуют данные о смолопродуктивности сосны за непрерывный 8—10-летний период подсочки при указанной объемной нагрузке.

Нам представляется, что такая нагрузка является завышенной и не может обеспечить более или менее устойчивые из года в год выходы

живицы, особенно в древостоях, в которых преобладают деревья с узкой заболонью. Это положение можно подтвердить результатом четырехлетних наблюдений за выделением живицы на участках с 6—8-летним сроком подсочки леса в возрасте 85—95 лет в Нейском химлесхозе треста «Центрохимлес» [4]. Деревья этого участка характеризуются узкой заболонью (2,5—3,0 см). Выходы живицы на карро-подновку выразились в следующих цифрах:

Годы	в г	в %
1950	15,6	100
1951	14,3	91,5
1952	12,0	82,5
1953	9,2	58,8

Как видно из этих данных, смолопродуктивность дерева с годами резко снизилась, что ясно указывает на чрезмерно большую объемную нагрузку. Заметное снижение смолопродуктивности объясняется усыханием карр, которое вызвано, по мнению Ю. Б. Оловеникова, применением среди основного количества подновок глубиной 0,8 см двух-трех глубоких подновок размером 1,2—1,5 см.

В целях сохранения более или менее нормальной посезонной смолопродуктивности, при которой, повторяем, во второй половине 10—15-летнего срока подсочки выходы живицы не должны быть меньше по сравнению с первой половиной этого срока, необходимо в интересах самой подсочки и лесного хозяйства понизить многие годы действующую объемную нагрузку при нисходящем и восходящем способах 8—10-летней подсочки за счет уменьшения глубины подновки до 0,4 см. Это позволит расширить 24-сантиметровую карру на 3 см, что, в свою очередь, обеспечит повышение смолопродуктивности дерева.

Для среднего дерева с диаметром на высоте груди 32 см объемная нагрузка при глубине подновки 0,4 см и при ширине карры 32 см будет равна 896 см³, то есть на 50% меньше, чем при обычной глубине подновки 0,8 см и при обычной ширине карры 24 см. Вычисления сделаны по формуле:

$$V = (SPZ)n,$$

где V — объем древесины, извлекаемой за сезон подсочки в см³;
 S — ширина карры в см;
 n — число карр на дереве;
 Z — длина зеркала карры за сезон в см;
 P — глубина подновки в см.

Чтобы иметь представление о возможном увеличении смолопродуктивности за счет повышения линейной нагрузки и снижения глубины подновки, обратимся к данным табл. 2. Они показывают, что, несмотря на значительную линейную нагрузку, наиболее высокая смолопродуктивность дерева имеет место при уральском способе подсочки, что объясняется мелкой подновкой. Поэтому надо признать вполне целесообразным переход при промышленной подсочке на повышенную линейную нагрузку с применением ребристых неглубоких (до 0,4 см) подновок, так как это повлечет за собой весьма существенное снижение объемной нагрузки; последнее же обуславливает более или менее нормальную посезонную смолопродуктивность дерева и сохранность насаждений от появления в них сухостоя.

Выше отмечалось, что объемная нагрузка дерева в большей степени отражает воздействие подсочки на жизнедеятельность дерева, чем линейная нагрузка. Однако, учитывая такую биологическую особенность

сосны, как различная величина заболони в разных древостоях, следует признать, что и объемная нагрузка полностью еще не показывает действительного воздействия подсочки на жизнь дерева и его смолопродуктивность. Одна и та же объемная нагрузка для деревьев с разной величиной заболони по-разному будет влиять на дерево и, следовательно, на его смолопродуктивность. Поэтому для более полного определения действительного воздействия подсочки на дерево необходимо делать поправку к объемной нагрузке на ширину заболони среднего дерева. Деля объемную нагрузку на ширину заболони, получаем выражение, которое мы назвали коэффициентом воздействия подсочки на дерево. Этим коэффициентом и следует пользоваться при расчетах, связанных с обоснованием техники и технологии подсочки применительно к биологическим особенностям сосновых древостоев. Для определения коэффициента воздействия мы предлагаем следующую формулу:

$$K = \frac{V}{N},$$

где K — коэффициент воздействия;
 V — объемная нагрузка в $см^3$;
 N — ширина заболони в $см$.

Как пример, иллюстрирующий важность названного коэффициента, приводим табл. 3, из которой следует, что для участков леса с одинаковым размером среднего дерева (по диаметру), но с разной величиной заболони объемная нагрузка при одинаковой технике подсочки не отражает действительного воздействия подсочки на жизнедеятельность дерева и насаждения в целом. Применение же коэффициента воздействия позволяет установить сравнительное, в данном случае, воздействие подсочки на жизнь дерева; на участке № 2 коэффициент воздействия подсочки значительно больше, чем на участке № 1. Если коэффициент воздействия участка № 1 условно принять за оптимальный, то, чтобы приблизить к нему коэффициент воздействия участка № 2, необходимо уменьшить глубину подновки на 1 мм и ширину карры на 2 см.

Таблица 3

Технические показатели подсочки	Участок № 1. Средний диаметр дерева 31,5 см, средняя ширина заболони 5,6 см	Участок № 2. Средний диаметр дерева 31,5 см, средняя ширина заболони 3,8 см
Ширина карры в см	30	30
Количество карр на дереве	2	2
Глубина подновки в см	0,4	0,4
Длина зеркала карры в см	35	35
Линейная нагрузка в %	60	60
Объемная нагрузка в $см^3$	840	840
Коэффициент воздействия	150	221

Таким образом, пользование объемной нагрузкой и коэффициентом воздействия позволяет более обоснованно (с учетом биологии сосны) производить расчеты по установлению глубины подновки, ширины и длины карры. Это особенно важно при длительных (10 и более лет) сроках подсочки.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

ВЫЕЗДНАЯ СЕССИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА

27—28 января 1959 г. в Архангельском лесотехническом институте состоялось заседание выездной сессии научно-технического Совета Министерства Высшего образования СССР (секция лесной промышленности и лесного хозяйства).

Основным в работе сессии был вопрос о состоянии и мерах по улучшению научно-исследовательской работы в Архангельском и Белорусском лесотехнических институтах (докладчики — директор АЛТИ Ф. И. Коперин и заместитель директора БЛТИ А. Ф. Тихонов).

За последние годы коллектив научных работников АЛТИ добился некоторых успехов в теоретических исследованиях, разработке прогрессивных технологических процессов, а также выполнил ряд работ по созданию новых конструкций машин и аппаратов. Объем научных исследований расширяется с каждым годом; тематика хозяйственных работ последних двух лет направлена на разработку наиболее актуальных вопросов, выдвигаемых предприятиями Архангельского Совнархоза. Наряду с этим институт выполняет ряд госбюджетных тем. На многих технических кафедрах исследовательская работа направлена непосредственно на оказание помощи промышленности. Так, коллективом научных сотрудников кафедры сухопутного транспорта леса (зав. кафедрой доц. В. В. Щелкунов) проведены исследования рельсового пути УЖД, изучаются вопросы проектирования автомобильных дорог на болотах (доц. А. А. Ткаченко); впервые на Севере исследованы типы покрытых автомобильных лесовозных дорог из сборных решетчатых железобетонных плит (доц. Н. И. Скрипов и Л. Е. Савин), проведено исследование вопроса об организации постоянно действующих лесозаготовительных предприятий (доц. С. К. Лебедев и доц. В. В. Щелкунов).

Кафедрой водного транспорта леса изучены и внедрены секционные плоты для транспортировки леса, разработана новая сортировочная система с перекрещивающимися потоками и способы механизации подъема топликов древесины.

Сотрудники кафедры тяговых машин совместно с работниками кафедры графики сконструировали легкие мотовозы и опытный магистральный тепловоз ТУМ-4.

Кафедрой станков и инструмента впервые на Севере проведены работы по обоснованию более интенсивных режимов работы на круглопильных станках. Доцентом, кандидатом технических наук П. И. Лапиным в содружестве с производственниками сконструирован и внедрен в производство плющильно-формовочный автомат.

В течение последних лет доц., кандидатом технических наук Н. Н. Суродейкиным совместно с производственниками проводятся работы по созданию конструкции счетных приборов для автоматического учета бревен и пиломатериалов. Кафедрой лесопильно-строгальных производств даны обоснования увеличения выходов и повышения качества пиломатериалов. Изучаются потери в различных технологических звеньях лесозаводов. Установлены наиболее рациональные схемы построения технологического процесса с учетом внедрения на лесопильных заводах механизации.

Кафедрой деревообработки изучаются вопросы по склеиванию древесины, исследованию чистоты поверхности материалов и по отделке материалов для мебельного производства.

Кафедрой древесиноведения проведены исследования по изучению физико-механических свойств древесины северных пород, сушке и хранению древесины, дано обоснование режимов сушки экспортной продукции в естественных условиях Архангельской области.

Кафедра электротехники разрабатывает новый способ питания асинхронных двигателей грузоподъемных машин, который позволяет заменить торможение трением электроторможением; при этом одна и та же асинхронная машина во время работы является двигателем, а во время остановок используется как тормоз.

На кафедре теплотехники исследова-

тельская работа проводится в области экономии топлива на морских судах. Исследования направлены на определение режимных характеристик паровых котлов, модернизацию котельных установок, разработку новых систем топок для сжигания отходов повышенной влажности.

Важные теоретические и экспериментальные работы ведутся на лесохозяйственном факультете. К их числу относится, прежде всего, комплексная тема по вопросам восстановления леса на концентрированных вырубках и повышения продуктивности лесов. Разработана типология вырубков (акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов), подготовлена монография о строении и развитии сосняков Архангельской области (доц. В. И. Левин), проведены большие работы по изучению грибов-микоризообразователей (доц. Ю. В. Адо); разрабатываются вопросы выращивания ценных древесных пород и постановки лесосеменного хозяйства в условиях Севера (доценты Ф. Б. Орлов, П. И. Войчал, А. С. Синников); исследуются вопросы формирования древесины в связи с различными условиями (доц. Т. А. Мелехова).

Большая исследовательская работа проводится на химико-технологическом факультете.

На кафедре органической химии, химии древесины и гидролизного производства (зав. кафедрой доц. Б. Д. Богомоллов) проведены большие работы по химизму делигнификации древесины при сульфатной варке целлюлозы и изучению комплекса побочных продуктов сульфатно-целлюлозного производства с целью использования их для получения синтетических и искусственных материалов.

Кафедра лесохимических производств провела ряд исследований по выявлению сырьевых источников для смоло-скипидарного производства на Севере, по вовлечению нового вида сырья для канифольно-экстракционного производства — отходов лесопильной промышленности в виде горбылей, просмолившихся при подсочке; улучшению коэффициента использования сырья за счет загрузки в экстракторы мелочи, образовавшейся при рубке осмола.

Кафедрой экономики и организации производства исследуются пути снижения себестоимости, повышения производительности труда и наиболее эффективного использования техники, а также вопросы рационального использования отходов производства.

На общих кафедрах также проводится научно-исследовательская работа. Так, кафедра общей химии занимается исследованием вопроса коррозии металлов, проводит физико-химические исследования фурфурол-амидных и фенол-

амидных соединений (доц. И. М. Боховкин). Изучением тройных металлических сплавов и электрохимических свойств полупроводников занимаются на кафедре физики (В. А. Юрков, В. В. Некрасов). На кафедре математики длительное время велись научные исследования по номографии и демографии (доц.

А. Н. Дьячков). На социально-экономических кафедрах изучается история развития промышленности, революционного движения и культурного строительства на Севере; вопросы земельной ренты при социализме, экономики колхозов, укрепления хозрасчета в лесозаготовительной промышленности.

Председатель комиссии по проверке научно-исследовательской работы института проф. А. Э. Грубе и члены — проф. М. В. Колликов, доц. В. А. Лямин и доц. И. И. Шейнов в целом дали положительную оценку, особо отметив кафедры: водного транспорта леса, типовых машин, станков и инструмента, лесных культур, теплотехники, лесоводства и сухопутного транспорта леса. За три последних года сотрудниками института защищен ряд диссертаций и опубликовано свыше 180 печатных работ, институт выпускает «Лесной журнал» МВО СССР. На химико-технологическом факультете организуется проблемная лаборатория; хоздоговорная тематика в течение ряда лет занимает от 20 до 40% общепитетской тематики. Институт активно участвует в работе Совнархоза, тесно связан с производством. Наряду с этим проф. А. Э. Грубе отметил, что на некоторых кафедрах недостаточно развита комплексность в исследованиях, в индивидуальных планах мало времени выделено на исследовательскую работу; часть преподавателей не ведут исследовательской работы, неудовлетворителен обмен опытом работы между институтами; недостаточно участие студентов в научных исследованиях. В выступлениях члены секции говорили, в частности, о необходимости комплексной переработки сырья, интенсификации лесопильного оборудования, усилении подготовки научных кадров и т. п.

Заместитель председателя Архангельского Совнархоза А. К. Бакланов и главный инженер управления лесной промышленности И. В. Воробьев отметили, что научные работники Архангельского лесотехнического института принимают большое участие в работе Совнархоза, проводя научные исследования по его заданию и помогая решать различные теоретические и практические вопросы.

Почти все выступавшие заявили, что большое внимание должно быть уделено автоматизации производства; в институте проводится очень важная работа по созданию учебно-научных лабораторий

то автоматизации производства; эти вопросы должны найти отражение в научных исследованиях.

Заместитель директора по научной работе доц. Н. В. Никитин сообщил, что в АЛТИ создается проблемная лаборатория на факультете ХТД и что следовало бы создать проблемные лаборатории по следующим направлениям: совершенствования техники и технологии лесопильно-деревообрабатывающих производств, совершенствования и строительства лесовозных дорог с использованием местных строительных материалов и др.

Сессия научно-технического Совета явилась большим стимулирующим фактором в жизни института. Она выявила, что институт ведет большую научно-исследовательскую работу, тематика которой является актуальной для севера; институт существенно влияет на развитие лесотехнической науки.

О состоянии научно-исследовательской работы в Белорусском лесотехническом институте рассказал заместитель директора института доц. А. Ф. Тихонов.

В области лесного хозяйства заслуживают упоминания следующие работы: разведение тополей (доц. К. Ф. Мирон), проведение лесных культур без подготовки почвы; изучение почвенных условий с целью повышения продуктивности лесов и сельскохозяйственных угодий (кафедра почвоведения и ботаники); исследование сравнительной продуктивности и товарности искусственных и естественных сосняков, установление возрастов рубки для сосновых лесов СССР, участие в составлении генерального плана развития лесного хозяйства БССР (кафедра лесной таксации и лесоустройства), повышение продуктивности и улучшение водоохранных и почвозащитных свойств лесов БССР, в частности междурядная культура многолетнего люпина (проф. Б. Д. Жилкин); технические свойства древесины главных пород республики, борьба с вредителями леса; экономическое обоснование основных лесохозяйственных мероприятий.

Из работ, выполняемых на факультете механической технологии древесины, следует назвать следующие: автоматизация деревообработки, теория резания древесины (проф. А. Л. Бершадский), рациональный раскрой сырья, использование отходов (доц. Н. А. Батин); технология гнутья древесины, режимы сушки и др.

В области лесозаготовки разработан комплекс гидротехнических мероприятий, обеспечивающий не только повышение продуктивности лесов Белоруссии, но и значительное улучшение условий сплава древесины (доц. С. Х. Будыка); установлены рациональные схемы организации производства при вывозке леса с кронами (кафедра механизации лесозаготовок); разработаны рациональные способы эксплуатации лесозаго-

товительного оборудования (кафедра тяговых машин).

Общетехнические и общеобразовательные кафедры также участвуют в научно-исследовательской работе.

На кафедре общей химии проведены исследования состава смоляных кислот живицы важнейших хвойных пород и состава скипидара (проф. И. И. Бардышев), проведены работы по использованию канифоли и скипидара ели, сосны крымской и др.

На кафедре физики и электротехники изучается электропроводность древесных пород; для определения объемного сопротивления различных древесных пород сконструирован электрометрический прибор. На кафедре математики и теоретической механики разрабатываются вопросы применения статистических методов к решению задач термодинамики и физической химии, применение дифференциальных уравнений к решению некоторых задач теплопроводности, исследование устойчивости торфяных грунтов под гидротехническими сооружениями.

На социально-экономических кафедрах заняты разработкой историко-экономических проблем Белоруссии послеоктябрьского периода, а также вопросами повышения производительности труда и использования основных фондов, экономической эффективности внедрения быстрорастущих древесных пород в лесах БССР и стоимостной оценки на корню (акад. В. И. Переход, доц. В. Т. Костюкович).

Проверяющий работу Белорусского лесотехнического института заместитель директора по научной работе Московского лесотехнического института А. Н. Пименов отметил значительную работу, проведенную Белорусским институтом: тематика научных исследований актуальна, направлена на решение практических вопросов лесохозяйственных проблем, развитие лесозаготовительного и лесообрабатывающего производства. Ряд научных работников написали диссертации, опубликовали много работ. К научной работе привлекаются студенты.

В то же время имеет место многопредметность тематики, отсутствие четко выраженной направленности исследовательских работ на некоторых кафедрах; научные работы порой не имеют отношения к профилю института и носят случайный характер.

Выездная сессия секции лесного хозяйства и лесной промышленности научно-технического Совета МВО СССР провела интересную и полезную работу. Члены Совета критически подошли к рассмотрению научно-исследовательской работы в Архангельском и Белорусском институтах, дали много хороших советов. По сделанным докладам приняты соответствующие решения.

Н. В. Никитин.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

«ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ С ОСНОВАМИ
МИКРОБИОЛОГИИ»*

Перед физиологами растений уже давно стоит задача создания учебника для лесохозяйственных вузов и лесохозяйственных факультетов лесотехнических институтов. Нельзя не отметить, что прекрасный учебник Н. А. Максимова, на котором воспитывались целые поколения советских агрономов, ботаников и физиологов растений и которым долгое время пользовались студенты лесных высших учебных заведений, предназначен для сельскохозяйственных институтов, а поэтому многие вопросы физиологии древесных пород по вполне понятным причинам в нем не излагаются или рассматриваются лишь частично. Кроме того, в лесных вузах, в отличие от сельскохозяйственных, физиология растений изучается с основами микробиологии, что, естественно, вносит существенное отличие в характер изложения курса. Поэтому выход в свет книги П. Б. Раскатова «Физиология растений с основами микробиологии» представляет несомненный интерес.

Ознакомление с содержанием учебника прежде всего показывает, что излагаемые в нем данные общей физиологии растений отвечают современному уровню ее изученности, а приводимые материалы по физиологии древесных пород отличаются оригинальностью и глубоким содержанием. В учебнике находят должное отражение решения партии и правительства, направленные на дальнейшее повышение продуктивности сельского и лесного хозяйства. Большое внимание уделено разработке научной основы приемов выращивания долговечных и высокопродуктивных древесных насаждений и обоснованию типов смешения древесных пород, рубок ухода и т. п. Убедительно показано значение разработки теоретических положений физиологии растений для оказания действенной помощи практике.

* П. Б. Раскатов. Физиология растений с основами микробиологии. Изд. 2-е переработанное, М., «Советская наука», 1958.

Несомненно, автору удалось написать учебник, отвечающий требованиям программы для лесных вузов, существенно отличающийся от всех предыдущих изданий по фактическому материалу и характеру изложения.

Во введении дан краткий обзор исторического развития физиологии растений, показано значение работ отечественных ученых и отображена роль зарубежных исследователей, внесших большой вклад в изучение важнейших физиологических процессов; в сжатой и доходчивой форме изложены элементы передового мичуринского учения. Автор считает необходимым подчеркнуть, что сельскохозяйственное производство пользуется современными достижениями физиологии растений в большей мере, чем лесное хозяйство (так как физиология древесных пород изучена значительно слабее физиологии сельскохозяйственных растений), а поэтому указывается на необходимость усиления физиологических исследований объектов лесного хозяйства.

Глава II посвящена водному режиму. В ней автор приводит данные по интенсивности транспирации, величине транспирационного коэффициента и количеству устьиц, а также график состояния устьиц в течение суток у ряда древесных и кустарниковых растений. Автор вносит ясность в решение весьма запутанного вопроса о том, какая растительность — лесная или травянистая — расходует воды больше, и, рассматривая его в тесной зависимости с климатическими условиями, показывает, что в северных районах лес транспирирует энергичнее, чем безлесная площадь, а в засушливой степной зоне транспирационные потери леса значительно ниже транспирации травянистой растительности. На убедительных примерах отмечается огромная роль леса в борьбе с засухой, подробно разбираются особенности водного тока по древесине деревьев.

В главе III, посвященной углеродному питанию, большое внимание уделено отношению древесных пород к свету, а

также вопросам повышения интенсивности фотосинтеза путем соответствующего воздействия внешней среды на организм древесного растения.

Существенным достоинством следующей главы является то, что, несмотря на небольшой объем, она в энциклопедической форме охватывает все важнейшие стороны микробиологии как науки. Должное место уделено и раскрытию роли микроорганизмов в жизни древесных и травянистых растений.

В главе V рассматриваются вопросы усвоения растением зольных веществ и азота. Изложение материала большей частью построено на результатах исследований автора и сопровождается значительным числом таблиц, иллюстрирующих избирательное поглощение ионов растением, периодичность поглощения минеральных веществ, вынос минеральных элементов из почвы древесной и травянистой растительностью. Приведены результаты опытов по применению удобрений при выращивании сеянцев древесных растений, отмечается необходимость дальнейшей разработки вопросов минерального питания древесных пород, указывается на роль микоризы в почвенном питании лесных древесных растений и т. д.

Вопросы превращения и передвижения органических веществ в растениях, составляющие предмет шестой главы, также рассматриваются, главным образом, на примерах древесных растений. С глубоким знанием материала излагаются процессы превращения питательных веществ при прорастании и созревании семян, процессы передвижения и отложения запасных веществ в вегетативных органах древесных пород и др. Содержание последующих глав, посвященных росту, развитию и устойчивости растений, характеризуется насыщенностью фактическим материалом из различных разделов физиологии древесных и кустарниковых растений.

Наряду с указанными выше достоинствами в учебнике имеются и некоторые неточности или упущения.

Так, на стр. 53 автор пишет, что кут-

кулярная транспирация всегда значительно меньше устьичной. Однако это не совсем так, ибо молодые листья, у которых кутикула еще недостаточно развита, зачастую имеют весьма высокую кутикулярную транспирацию, превышающую порой интенсивность устьичной транспирации. Поэтому следовало бы слово «всегда» заменить словом «обычно».

Автором не показано отличие в спектре поглощения хлорофилла *a* и хлорофилла *b*, хотя этому вопросу отведен специальный раздел «Спектр поглощения зеленых и желтых пигментов».

На стр. 403 написано, что углекислота, поглощаемая корнями, усваивается также в хлорофиллоносных органах растения; преимущественно в листьях. Следовало бы добавить, что сказанное относится, главным образом, к древесным и кустарниковым породам, поскольку у травянистых растений, имеющих зеленый стебель, поглощаемая корнями углекислота усваивается преимущественно в стеблях (исследования Л. А. Курсанова), что сокращает «транспортные расходы» растения на передвижение ассимилятов.

Автор не останавливается на методах закаливания растений, хотя этот прием, повышающий устойчивость растений к низким температурам при одновременном увеличении их урожайности, заслуживает большого внимания.

В целом учебник написан на высоком научном уровне, хорошим литературным языком, доходчиво и интересно. Текст иллюстрируется большим количеством оригинальных рисунков, таблиц и графиков. Книга хорошо оформлена издательством «Советская Наука». Кстати, первое издание книги было переведено на грузинский язык. Можно надеяться, что учебник будет переведен теперь и на языки других народов СССР.

Студенты лесохозяйственных факультетов получили ценный учебник; его можно с успехом использовать и как полезное учебное пособие для сельскохозяйственных вузов.

С. Ф. Негруцкий.

ПРОФЕССОР К. С. СЕМЕНОВ

24 февраля 1959 г. на 82-м году жизни скончался старейший лесовод Константин Сергеевич Семенов.

Поступив в 1896 г. в Петербургский Лесной институт, он окончил его экстерном со званием ученого лесовода первого разряда только в 1911 г., так как с 1899 по 1909 г. за участие в студенческой забастовке и «Союзе борьбы за освобождение рабочего класса» он шесть раз подвергался аресту, около двух лет сидел в тюрьме, три года был в эмиграции. Позднее, учась заочно, он работал лесоустроителем, землемером, а также занимался литературной деятельностью, сотрудничая у прогрессивного издателя Н. А. Рубакина.

Первая статья Константина Сергеевича по лесному делу «Правильное лесное хозяйство в крестьянских лесах» была напечатана в 1905 г. в Крестьянском календаре, издававшемся Нижегородским Земством. Накопив богатый жизненный опыт, в 1912 г. К. С. Семенов приехал на Урал, где работал в Алапаевском, Николае-Павдинском и Гороблагодатском горных округах главным лесничим. С организацией в 1921 г. Уральского Государственного университета и при нем инженерно-лесного факультета, он был избран профессором и в этом звании утвержден Государственным Ученым Советом. К. С. Семенов был одним из первых организаторов лесного образования на Урале. Он читал курсы: «Таксация леса», «Лесоустройство», «Организация эксплуатации леса».

С 1933 по 1939 г. К. С. Семенов заведовал кафедрой механизации лесоразработок в Архангельском лесотехническом институте, а затем перешел на научную работу в ЦНИИМЭ; во время Отечественной войны он был секретарем комиссии Академии наук по мобилизации оборонных ресурсов Урала. Позднее он работает старшим научным сотрудником и заведующим лесопарком в Музее-усадьбе Л. Н. Толстого в Ясной Поляне.

Только в 1957 г. в возрасте 80 лет он вышел на пенсию, но до конца своих дней продолжал заниматься литературной деятельностью. За несколько дней до смерти Константина Сергеевича вы-

шла из печати интересная его повесть «Зеленое золото», в которой в художественной форме показана жизнь и деятельность работников леса в период: 1905—1918 гг.

К. С. Семенов оставил более 100 работ по лесному хозяйству и лесозаготовке, по общественно-политическим, естественно-историческим и другим вопросам.

Работая лесничим на Урале, он опубликовал ряд статей по лесному хозяйству и лесозаготовке в журнале «Лесопромышленное дело» (1914—1915 гг.).

Следует отметить его работы «Леса Урала», «Лесное хозяйство Швеции», «Мастер на лесозаготовках и организация лесозаготовок на участке» и т. д.

В период работы в Музее-усадьбе Л. Н. Толстого он написал: «Историю лесов Ясной Поляны за сто лет и задача сохранения и восстановления их» (диссертацию, защищенную в Институте леса АН СССР в 1954 г.), «Отражение Ясной Поляны в произведениях Л. Н. Толстого» и другие работы.

Честность, прямота, настойчивость, отзывчивость, трудолюбие, огромный опыт и знания — вот основные черты, которые были присущи К. С. Семенову.

Его многочисленные труды в области лесного хозяйства и лесозаготовке и замечательная повесть «Зеленое золото» — большой вклад в дело развития высшего лесного и лесотехнического образования.

В сердцах всех знавших Константина Сергеевича надолго сохранится память об этом неутомимом большом Ученом — певце лесов Урала.

М. М. Коруннов, В. Н. Козлов, Н. А. Коновалов, А. Д. Мишин, М. С. Клер, Г. Ф. Рыжков, С. С. Петров, С. И. Мещеряков, Ф. М. Штраст, П. Н. Кочкин, А. В. Носырев, А. Н. Пономарев, В. И. Голиков, Н. И. Смольников, Г. Ф. Кулябин, И. И. Орлов, Г. Г. Каменский, Г. И. Демидов, Н. Ф. Алкеев, И. М. Гинзбург, И. М. Бекреев, Н. Н. Лебедев, В. И. Лебедев, Е. В. Щербакова, Е. В. Долганов, М. М. Пискунов, М. А. Крылов, М. В. Бурылов.

СОДЕРЖАНИЕ

За ускорение технического прогресса в лесном деле	3:
---	----

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

М. Л. Дворецкий. Определение текущего прироста древостоя по запасу без срубki деревьев	5.
Л. Б. Махатадзе. О применении лесной типологии в устройстве горных лесов	15.
В. П. Тимофеев. Структура урожаев семян в сосновых насаждениях	22.
М. Д. Данилов, В. И. Пчелин. Опыт прижизненного использования бересклета бородавчатого	29.
А. В. Хотянович. О характере влияния застойных почвенно-грунтовых вод на обмен веществ сосны	34.
Ю. И. Жиганов. Влияние изменения влажности, температуры и аэрации желудей на их жизнеспособность	40.
Г. П. Санников. Особенности хода роста сосновых культур в зависимости от географического происхождения семян в Собичском лесничестве Сумской области	46.
М. В. Пайбердин. О повышении продуктивности прирусловой поймы путем разведения шиповника	53.
В. М. Любченко. Прорастание зародышей липы мелколистной и бересклета европейского в зависимости от степени зрелости семян	58.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

В. Г. Кочегаров, Л. Г. Федяев. Исследование валки деревьев с применением ступенчатого пропила	63.
Н. И. Скрипов, Л. Е. Савин. Сборное колейное покрытие из решетчатых железобетонных плит на усах автомобильных лесовозных дорог	70.
И. И. Леонovich. Учет динамического воздействия автомобилей на лежневое покрытие	81.
Л. П. Биричевский. К вопросу о вертикальных напряжениях в шейках узкоколейных рельсов в зоне стыка	92.
А. И. Логинов. Вертикальные нагрузки, действующие на раму тележки вагона-сцепы при движении	103.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

А. А. Пижурич. Влияние основных параметров резания на усилия резания и чистоту обработки при осевом точении древесины	111.
М. Х. Камалютдинова. Величина посылки и классы чистоты поверхности сосновых и еловых пиломатериалов при распиловке на лесопильных рамах	130.
В. П. Бухтияров. О силах «отжима» при продольном фрезеровании	133.
Ф. И. Коперин, Ю. В. Адо. Использование гнилой древесины для изготовления древесно-волоконных и древесно-стружечных плит	143.
К. Ф. Губа. К вопросу об исследовании структуры древесины рентгеновским методом	146.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. А. Выродов, С. Я. Коротов. К вопросу об омылении эфиров изоборнеола водной щелочью	151
В. Ф. Яворовская, Д. М. Винокуров. Действие хлористого сульфурила на некоторые терпены. Хлорирование α -пинена хлористым сульфурилом	159
И. И. Орлов. Об объемной нагрузке и коэффициенте воздействия при подпочке сосны	164

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Н. В. Никитин. Выездная сессия научно-технического Совета	169
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

С. Ф. Негруцкий. «Физиология растений с основами микробиологии» . . .	172
<i>Некролог</i>	174

ПОПРАВКА

В «Лесном журнале» № 2 за 1959 г. на стр. 23 в тексте, относящемся к рис. 2, допущены неточности. Правильное положение изолиний дано на рис. 2.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3

(Год издания второй)

Сдано в набор 6/V 1959 г. Подписано к печати 21/VII 1959 г. Форм. бум. 70x108_{1/2}. Печ. л. 15,07+вклейка. Уч.-изд. л. 13,574. Тираж 1300. Сл. 03167. Заказ 856. Цена 10 руб.

Типография им. Скляпина, г. Архангельск, Набережная им. Сталина, 8С.

Вспомогательная таблица
 для определения процента прироста по запасу наличного древостоя
 через средний относительный диаметр r в формуле $p_v = \frac{k'}{r}$.

Отно- сительный диаметр $r = \frac{d}{z d}$	Процент текущего периодического прироста за t лет по группам роста					
	I	II	III	IV	V	VI
	при значениях коэффициента					
	240	280	295	310	330	350
2	120	140	147	155	165	175
2,5	96	112	118	124	132	140
3	80	94	98,5	103	110	116
3,5	69	80	84	89	94	108
4	60	70	74	78	82	88
4,5	53	62	66	69	73	78
5	48	56	59	62	66	70
5,5	43	50	54	56,5	59	62
6	40	47	49	52	55	58
6,5	38	44	45	48	51	55
7	34	40	42	44	47	50
7,5	32	37	39	41	44	47
8	30	35	37	39	41	44
8,5	28	33	35	37	39	41
9	27	31	33	35	37	39
9,5	25	29	31	33	35	37
10	24	28	29,5	31	33	35
10,5	23	27	28	29,5	30,5	33
11	22	25	27	28	30	32
12	20	23	25	26	27	29
13	18,5	21,5	23	24	25	27
14	17	20	21	22	24	25
15	16	19	20	21	22	23
16	15	17,5	18,5	19	21	22
17	14	16,5	17	18	19,5	21
18	13	15,5	16	17	18	19
19	12,6	15	15,5	16	17	18
20	12	14	15	15,5	16,5	17,5
22	11	13	13	14	15	16
24	10	12	12	13	14	14,5
26	9,2	11	11	12	13	13,5
28	8,6	10	10,5	11	12	12,5
30	8,0	9,4	10	10	11	12
32	7,5	8,8	9,2	9,7	10	11
34	7,1	8,2	8,7	9,1	9,7	10
36	6,7	7,8	8,2	8,7	9,2	9,7
38	6,3	7,4	7,8	8,2	8,7	9,3
40	6,0	7,0	7,4	7,8	8,3	8,8
45	5,3	6,2	6,6	6,9	7,3	7,8
50	4,8	5,6	5,9	6,2	6,6	7,0
55	4,4	5,1	5,4	5,6	6,0	6,4
60	4,0	4,7	4,9	5,2	5,5	5,8

Для определения по настоящей
таблице процента прироста при-
нимается группа роста:

I II III IV V VI

если в среднем прирост в высоту
за 10 лет составляет в м, соот-
ветственно:

до 0,5 1 2 3 4 5

при средней протяженности кроны
по длине стволов древостоя в пре-
делах от 25 до 50%.

Если относительная протяжен-
ность кроны по длине стволов
больше 50%, то с табличного ре-
зультата делается скидка, а если
меньше 25%, то накидка в раз-
мере 10—15% (10%—при слабом,
12%—при умеренном и 15% при
хорошем росте).

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, как правило, не должны превышать 12 страниц машинописного текста. Некоторые, наиболее ценные статьи, могут быть опубликованы по решению редакционной коллегии и при большем объеме — до 24 страниц. Статьи библиографического характера не должны быть более 6 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *g* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *u* и *a*, *l* и *J*, *z* и *z*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть подчеркнуты красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и матема-

тических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полные имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка простым карандашом должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 30 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

Цена 10 руб.

**Продолжается подписка
на журнал на 1959 год**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР»**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 60 рублей. Цена отдельного номера — 10 рублей.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплект журналов за 1958 г. и отдельные номера за 1958 и 1959 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная им. Сталина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».