

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ВОСЬМОЙ

3

1965

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ.

Проф. Ф. И. Коперин (отв. редактор), доц. П. И. Войчалъ (зам. отв. редактора), проф. С. Х. Будыка, доц. Г. А. Вильке, проф. И. В. Воронин, проф. А. Э. Грубе, проф. М. Л. Дворецкий, доц. Д. С. Добровольский, доц. Г. Л. Дранишников, проф. М. И. Зайчик, проф. С. Я. Коротов, акад. ВАСХНИЛ проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Н. Песоцкий, проф. 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 институтов.

Выходит 6 раз в год.

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

УДК 634.0.232.339

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

КУЛЬТУРА ЛИСТВЕННИЦЫ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Г. А. ХАРИТОНОВ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

А. Л. ВИДЯКОВА

Инженер

(Уральский лесотехнический институт)

На Урале лесокультурными работами начали заниматься более 150 лет назад, но лиственницу стали вводить в культуру сравнительно недавно — в конце XIX столетия.

Для изучения и обобщения имеющегося опыта выращивания лиственницы на Среднем Урале и разработки конкретных лесокультурных мероприятий работники кафедры лесных культур УЛТИ провели обследование лиственничных культур в восточном предгорье Среднего Урала (Камышловский и Талицкий леспромхозы); в восточной части Среднего Урала (Асбестовский леспромхоз и Сысертский лесхоз); на водораздельной части Среднего Урала (Билимбаевский лесхоз); в западной части Среднего Урала (Красноуфимский леспромхоз).

В естественных насаждениях на Урале произрастает в основном лиственница Сукачева, поэтому она и является основным компонентом лиственничных культур. В табл. 1 приведена характеристика обследованных участков, закультивированных лиственницей, и агротехника культур; показатели роста лиственницы даны в табл. 2. Из данных этих таблиц видно, что сравнительно слабый рост лиственницы отмечен в восточном предгорье Среднего Урала, где преобладают супесчаные и песчаные почвы. В культурах на восточной, западной и водораздельной частях Урала существенной разницы в росте лиственницы не наблюдается.

Из материалов табл. 2 видно, что в первые годы после посадки лиственница растет относительно медленно. В возрасте 8—51 года во всех районах Среднего Урала она растет успешно.

Лиственница Сукачева, произрастающая на свежих дерново-подзолистых суглинках и супесчаных почвах, на 20—50% превосходит сосну по среднему приросту в высоту. Однако на дерново-подзолистой супесчаной почве в возрасте 51 года обе породы растут примерно одинаково: средний прирост в высоту у них равен соответственно 37 и 39 см. Культуры лиственницы в возрасте 22—51 года на всех обследованных объектах относятся к I классу бонитета.

Лиственница в культурах очень рано реагирует на недостаток света; в затененных местах она значительно отстает в росте от основной массы деревьев. При редком размещении она отличается лучшими показателями роста.

№ пробных площадей	Местонахождение (лесхоз, леспромхоз, лесничество, квартал)	Площадь участка, га	Рельеф участка	Тип почвы (условия увлажнения)	Тип леса
Восточное предгорье					
6	Камышловский ЛПХ, Мостовское лесничество, квартал 67	11,0	Ровный	Дерново-слабоподзолистая суглинистая влажная	Сосняк злаково-разнотравный
3	Камышловский ЛПХ, Мостовское лесничество, квартал 18	22,0	"	Дерново-слабоподзолистая суглинистая влажная, местами сырая	Сосняк мелкотравно-злаковый
5	Камышловский ЛПХ, Мостовское лесничество, кварталы 58, 59	4,0	"	Дерново-луговая суглинистая свежая	Сосняк злаково-мелкотравный
2	Камышловский ЛПХ, Пышминское лесничество, квартал 1	9,1	"	Дерново-среднеподзолистая супесчаная	Сосняк злаково-разнотравный
1	Талицкий ЛПХ, Луговское лесничество, квартал 14	1,9	Слабовсхолмленный	Дерново-сильноподзолистая свежая	Сосняк черничниковый
Восточная часть					
7	Асбестовский ЛПХ, Асбестовское лесничество, квартал 25	4,1	Ровный	Дерново-среднеподзолистая супесчаная с примесью щебня, свежая	Сосняк ягодниковый
9	Сысертский лесхоз, Арамилское лесничество, квартал 15	1,4	"	Дерново-слабоподзолистая суглинистая с наличием щебня, свежая	Сосняк разнотравно-злаковый
10	Сысертский лесхоз, Черновское лесничество, кварталы 44, 50	7,4	"	Дерново-среднеподзолистая супесчаная свежая	Сосняк разнотравно-злаковый
Водораздельная часть					
14	Билимбаевский лесхоз, Билимбаевское лесничество, квартал 136	8,0	"	Дерново-слабоподзолистая суглинистая с наличием щебня, свежая	Сосняк разнотравный
Западная часть					
15	Красноуфимский ЛПХ, Красноуфимское лесничество, квартал 78	30,0	"	Дерново-слабоподзолистая суглинистая с наличием щебня, сухая	Сосняк разнотравный

Таблица 1

Категория площади до закультивирования	Способ подготовки почвы	Способы производства культур
Среднего Урала		
Свежая вырубка	Почва подготовлена клиновидным корчевателем системы УЛТИ-1. Ширина лент 1,3 м, расстояние между лентами — 3—4 м	Посадка под меч Колосова двухлетних сеянцев лиственницы по два ряда в ленте с размещением 1×0,6—0,8 м. Количество уходов—6
Старая вырубка	То же	Посадка однолетних сеянцев лиственницы и двухлетних сеянцев сосны по два ряда в ленте с размещением 1×0,5 м, смешение — два ряда Лц, четыре ряда С. Количество уходов — 7
Прогалина	Почва подготовлена конным плугом в виде борозд на расстоянии 2 м	Посадка однолетних сеянцев лиственницы в плужные борозды с размещением 2×1 м. Количество уходов — 7
Вырубка	Почва подготовлена конным плугом в виде борозд. Расстояние между лентами сдвоенных борозд 2,5 м; в пределах лент между бороздами — 1 м	Посадка сеянцев лиственницы, однолетнего клена ясенелистного и двухлетней сосны. Смешение — четыре ряда сосны и два ряда лиственницы с кленом; последние высаживали через восемь посадочных мест. Количество уходов — 8
	Почва подготовлена конным плугом в виде борозд через 2,5 м	Посадка сеянцев сосны и лиственницы. Смешение — ленточное.
Среднего Урала		
Старая вырубка	Почва подготовлена конным плугом в виде борозд через 3 м	Строчно-луночный посев семян лиственницы с размещением 3××0,7 м; норма высева семян — 1,3 кг/га. Количество уходов — 5
Заброшенная пашня	Расстояние между центрами борозд 2,5 м	Посадка двухлетних сеянцев лиственницы с размещением 2,5×0,6 м. Количество уходов — 6
Вырубка	То же	Посев семян лиственницы непрерывной строчкой по два ряда в борозде
Среднего Урала		
Заброшенная пашня	Почва подготовлена тракторным плугом в виде борозд через 2 м	Посадка одно-двухлетних сеянцев лиственницы в плужные борозды с размещением 2×0,7 м. Количество уходов — 5
Среднего Урала		
Заброшенная пашня	Почва подготовлена тракторным плугом в виде борозд через 2,5 м	Посадка одно-двухлетних сеянцев лиственницы с размещением 2,5×0,7 м. Количество уходов — 4

Таблица 2

№ пробной площади	Размер пробной площади, га	Состав насаждения	Порода	Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Прирост, см			
							средний		максимальный	
							по диаметру	по высоте	по диаметру	по высоте
Восточное предгорье Среднего Урала										
6	0,09	10Лц	Лц	4	0,6	0,35	0,15	9	6,25	21
3	0,10	3Лц5С2Б	Лц	8	2,1	1,80	0,26	22	0,70	47
			С	9	3,1	1,70	0,34	19	0,64	33
5	0,10	10Лц	Лц	9	3,0	2,40	0,33	27	0,60	47
2	0,10	4Лц5С1Б	Лц	10	2,8	2,90	0,28	29	0,32	50
			С	11	3,2	2,00	0,30	18	0,62	34
			Кя	10	0,6	0,90	0,06	9	0,20	26
1	0,45	4Лц3С3Б	Лц	51	14,0	18,80	0,27	37	0,70	46
			С	51	20,0	19,70	0,40	39	0,90	45
Восточная часть Среднего Урала										
7	0,13	5Лц3С2Б	Лц	9	2,5	2,60	0,28	29	0,60	48
9	0,08	8Лц2С	Лц	12	3,3	3,30	0,28	28	0,48	47
10	0,11	8Лц1С1Б	Лц	22	5,0	8,10	0,23	37	0,41	64
Водораздельная часть Среднего Урала										
14	0,06	10Лц	Лц	13	5,0	3,60	0,39	28	0,59	39
Западная часть Среднего Урала										
15	0,06	10Лц	Лц	5	0,7	0,36	0,14	7	0,40	21
			Лц	17	7,0	5,00	0,41	29	0,47	35*

Примечание. Показатели роста лиственницы в 17 лет приведены по данным Н. А. Коновалова.

Из табл. 1 и 2 видно, что для лиственницы во всех зонах наиболее пригодны свежие слабо- и среднеподзолистые суглинистые и супесчаные почвы на супесях и легких суглинках. Эта порода очень чувствительна к переувлажнению почвы; в сырых местах средний прирост в высоту у нее в 1,5—2 раза ниже, чем на свежих почвах (проба № 3). На переувлажненных почвах у лиственницы наблюдается большой отпад, достигающий 40%, а на свежих он не превышает 18%. Плохо растет лиственница и на сухих почвах; в этих условиях она не имеет существенного преимущества перед сосной.

Лучший рост лиственницы мы отмечали в сосняках разнотравных, ягодниковых, черничниковых. В естественных древостоях на Среднем Урале лучше всего лиственница растет в сосняках и ельниках кисличниковых, липняковых, разнотравных, поэтому в первую очередь необходимо ее культивировать в этих типах леса.

При создании лиственничных культур на Среднем Урале преобладала подготовка почвы плужными бороздами; этот метод может быть рекомендован и в дальнейшем; для этого можно использовать тракторные плуги ПКБ-56, ПКЛ-70 (ПЛ-70) и др.; расстояние между срединами борозд следует выдерживать равным 2—3 м. (выбор его зависит от состояния лесокультурной площади и наличия пней). На площадях с большим количеством пней и на захламленных вырубках лучшей является подготовка почвы в виде лент. Для этой цели следует использовать бульдозер Д-259 и корчеватель-собирающий Д-210В.

Основным методом создания культур лиственницы на Среднем Урале является посадка одно-двухлетних семян, что мы рекомендуем

и на будущее. Посев семян лиственницы также дает хорошие результаты (пробы № 7 и 10), но вследствие ограниченного количества семян и необходимости тщательного и трудоемкого ухода за всходами, посев лиственницы можно применять лишь в исключительных случаях.

До настоящего времени лиственница на Среднем Урале культивируется, главным образом, в виде чистых насаждений и частично с сосной. В раннем ее возрасте не наблюдается особых преимуществ роста лиственницы в чистых или смешанных с сосной культурах, но в первых, особенно если они созданы посевом, имеет место сильная дифференциация стволов, большая часть которых растет во втором ярусе.

Лиственница быстро растет и образует насаждения высокой продуктивности в тех случаях, когда крона ее хорошо освещается прямыми солнечными лучами, а стволы в нижней половине затенены подтоном. Следовательно, при культивировании лиственницы предпочтение следует отдавать смешанным культурам.

В условиях Среднего Урала лиственницу вполне успешно можно выращивать с елью, липой, рябиной и сосной. Применительно к условиям Урала мы рекомендуем следующие схемы смешения с участием лиственницы как главной породы:

- 1) Лц — 50%, Е — 50%:

Лц	Е	Лц	Е
Е	Лц	Е	Лц
- 2) Лц — 50%, Лп (или Рб) — 50%:

Лц	Лп	Лц	Лп
Лп	Лц	Лп	Лц
- 3) Лц — 25%, Лп — 25%, Е — 50%:

Лц	Лп	Лц	Лп
Е	Е	Е	Е
- 4) Лц — 50%, С — 50%: 3 ряда Лц
3 ряда С.

Лиственницу с елью, а также с елью и липой следует культивировать на почвах более богатых, свежих суглинистых, где подзолообразовательные процессы выражены слабо; на почвах с ясно выраженным подзолообразованием лиственницу следует выращивать с липой; лиственницу с сосной рекомендуется культивировать на более легких супесчаных почвах. Лиственницу в смешении с сосной, а также лиственницу с липой следует сажать, в основном, в восточном предгорье Среднего Урала. Лиственница в смешении с елью и липой рекомендуется для западных, восточных склонов и для водораздельной части Среднего Урала. Густота посадки — 5—8 тыс. сеянцев на 1 га.

Лиственница хорошо реагирует на проведение уходов (рыхление почвы) и внесение удобрений. Количество уходов в каждом конкретном случае будет определяться составом и характером развития травяной растительности.

УДК 634. 232. 1

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ

В. И. НОСКОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Воронежский лесотехнический институт)

Неотложными задачами лесохозяйственной науки и практики являются разработка и внедрение эффективных мероприятий, способствующих повышению продуктивности и качества лесонасаждений. В решении этой задачи большое значение имеет селекция.

Прямых опытов, подтверждающих значение отбора при лесоразведении, немного. Работы, посвященные изучению формового разнообразия и отбору ценных форм древесно-кустарниковых пород ([1], [9], [3], [12], [2], [6], [10] и др.) говорят о перспективности отбора в лесном хозяйстве.

Опыты М. Н. Лубяко [7], В. И. Носкова [8], Т. А. Леухиной [5] показали разнокачественность потомства отдельных деревьев. Однако они не позволяют пока сделать обоснованных и окончательных выводов о принципах и перспективах отбора ценных форм ввиду молодости опытных культур. В связи с этим большой интерес представляет старый опыт лесничего Цируса, создавшего ряд интересных культур сосны из семян лучших отборных деревьев в бывшей Чернышевской даче, ныне Морозовском лесничестве, Белинского лесхоза, Пензенской области.

Для изучения вопроса о значении отбора лучших деревьев в выращивании высокопродуктивных и высокотоварных насаждений нами были подобраны 65—85-летние культуры, которые по происхождению семенного материала разделены на две группы: 1 — культуры из семян лучших отборных деревьев (селекционные); 2 — культуры из обычных семян хозяйственного сбора.

Летом 1962 г. дипломант А. Н. Садонин провел обследование культур. В каждой группе он заложил по три пробные площади размером 0,25 га каждая, сделал сплошной пересчет и описал все деревья.

Для изучения хода роста на каждой пробной площади было взято по одному среднему модельному дереву. Общая характеристика культур приведена в табл. 1.

Исследованные культуры созданы на площадях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования. Ранее это были дубовые лесосеки, затем они были раскорчеваны и на два года сданы в аренду под сельскохозяйственные культуры. Обработка почвы под культуры — сплошная вспашка конным плугом на глубину 15—18 см. Высаживали чистую сосну, размещение 2,2 × 0,36 м. Густота посадки — 12500 шт. на 1 га. Посадочный материал — однолетние сеянцы.

Таблица 1

Квар-тал	Усло-вия произ-раста-ния	Почвы	Воз-раст куль-тур, лет	Пло-щадь, га	Число стволов				Поя-нота	Класс бони-тета	Сред-няя высо-та, м	Сред-ний диа-метр, см	Запас, м ³ /га
					об-щее, шт.	дело-вых, %	полу-дело-вых, %	дро-вя-ных, %					
Культуры из отборных семян													
16	C ₂	Темно-серая супесчаная	75	5,4	544	100	—	—	0,8	Ia	30,3	32,0	663,7
25	B ₂	Серая лесная супесь	83	26,0	464	100	—	—	0,8	Ia	31,0	34,4	705,3
36	"	"	85	18,0	516	100	—	—	0,8	Ia	33,5	34,6	780,5
Хозяйственные культуры													
43	A ₂	Светло-серая песчаная	65	13,0	620	98,0	2,0	—	0,8	I	24,8	25,0	327,0
42	B ₂	Серая лесная супесь	68	23,0	484	48,7	35,6	15,7	0,7	I	24,7	28,6	616,4
40	C ₂	Светло-серая лесная супесчаная	87	34,0	632	100	—	—	1,0	I	29,2	31,0	592,6

При посадке отдельные рядки закрепляли за исполнителями, что позволяло контролировать качество работы и добиваться высокой приживаемости. Посадочную щель делали при посредстве дубового кола (сходного с мечом Колесова), корни заделывали небольшим дубовым колышком. Культуры сосны создавали на темно-серых супесчаных дерново-подзолистых почвах в лесорастительных условиях свежих простых суборей и на серых супесях в условиях, соответствующих свежему бору. Таксационная характеристика культур приведена в табл. 1.

Культуры из селекционных семян в условиях B₂ в 85 лет имеют средний прирост по массе 9,2 м³ в год. Кроны деревьев занимают 1/5—1/4 часть ствола. Протяженность деловой части стволов — 20—25 м, или 64,0—80,3% высоты дерева. Культуры из семян хозяйственных заготовок в условиях C₂ в 87-летнем возрасте имеют средний прирост по массе 6,7 м³ в год, в условиях B₂ в 68 лет — 6,0 м³. Протяженность деловой части стволов достигает 16—22 м.

На рис. 1, 2 и 3 дан ход роста в высоту, по диаметру и по объему для культур сосны из отборных (модель № 1) и хозяйственных (модель № 6) семян в условиях C₂.

Анализ хода роста в высоту, по диаметру, массе, продуктивности и качеству культур, созданных из семян разного происхождения, показывает полное преимущество, высокую хозяйственную ценность и эффективность культур из семян, собранных с лучших деревьев на лесосеках естественного леса (отборных или селекционных).

Хозяйственные культуры из местных семян уступают по росту и качеству селекционным, однако с хозяйственной точки зрения они рентабельны и оправданы, так как создавать культуры из отборного семенного материала гораздо сложнее, и при больших масштабах лесокультурных работ это невыполнимо. Рост, состояние и продуктивность культур определяются не только происхождением семенного материала, но и условиями произрастания. Наиболее продуктивны культуры из отборных семян на плодородных почвах в условиях C₂. На качество культур из отборного семенного материала лесорастительные условия влияния не оказали. На всех участках качество культур отличное.

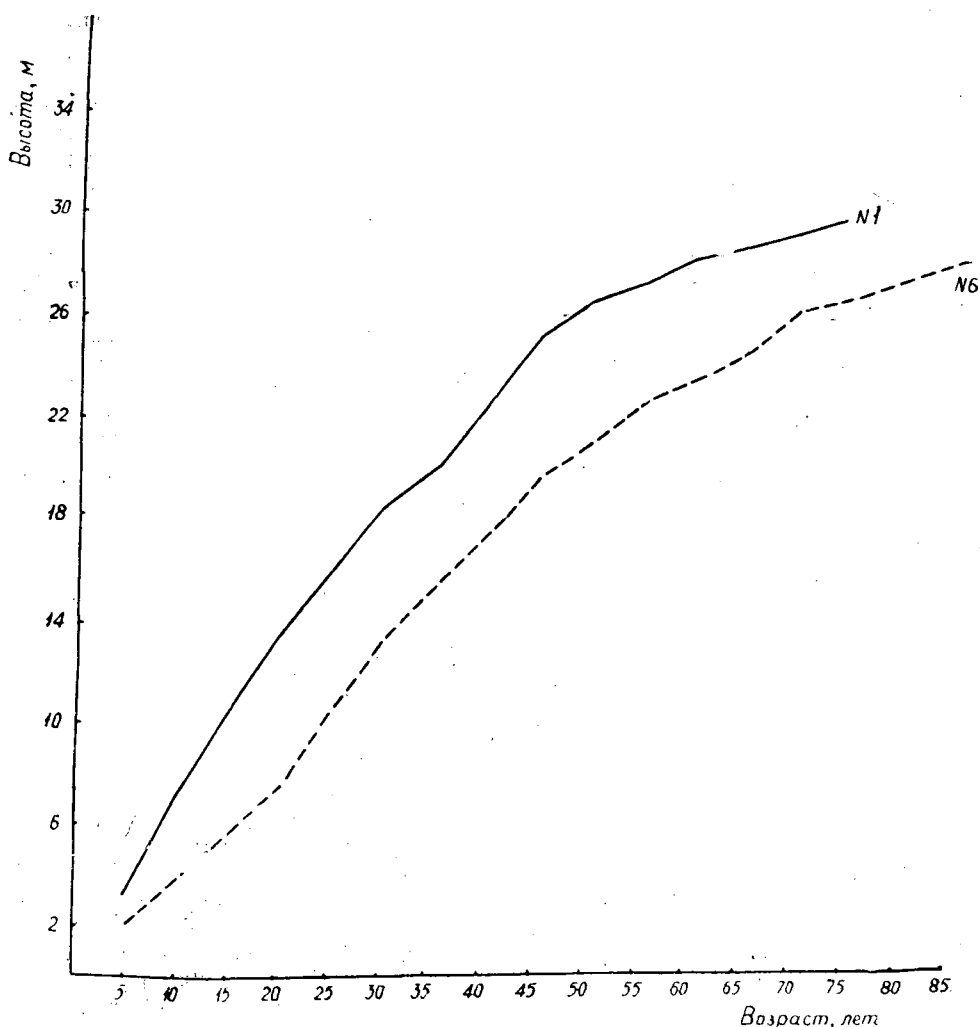


Рис. 1. Ход роста в высоту культур сосны из отборных и хозяйственных семян.

Экономическая эффективность и ценность селекционных культур может быть подтверждена простейшими качественными и количественными расчетами. Среднетаксовая цена обезличенного кубометра древесины культур, вычисленная по методу В. И. Перехода, для селекционных культур — 3,3 руб./м³; для хозяйственных — 2,9 руб./м³.

Коэффициенты качества насаждений культур разного происхождения, определенные по методу Е. Я. Судаčkова [11], равны: для селекционных культур — 5,06, для хозяйственных — 3,76. Эти показатели свидетельствуют о высокой экономической эффективности селекционных культур.

Научно-теоретическое значение опыта создания культур с применением отбора семян состоит в том, что он подтверждает положение о наследовании признаков и свойств материнских растений в семенном потомстве и показывает, что свойства высоких продуктивности и качества потомства устойчиво сохраняются и не сглаживаются с возрастом.

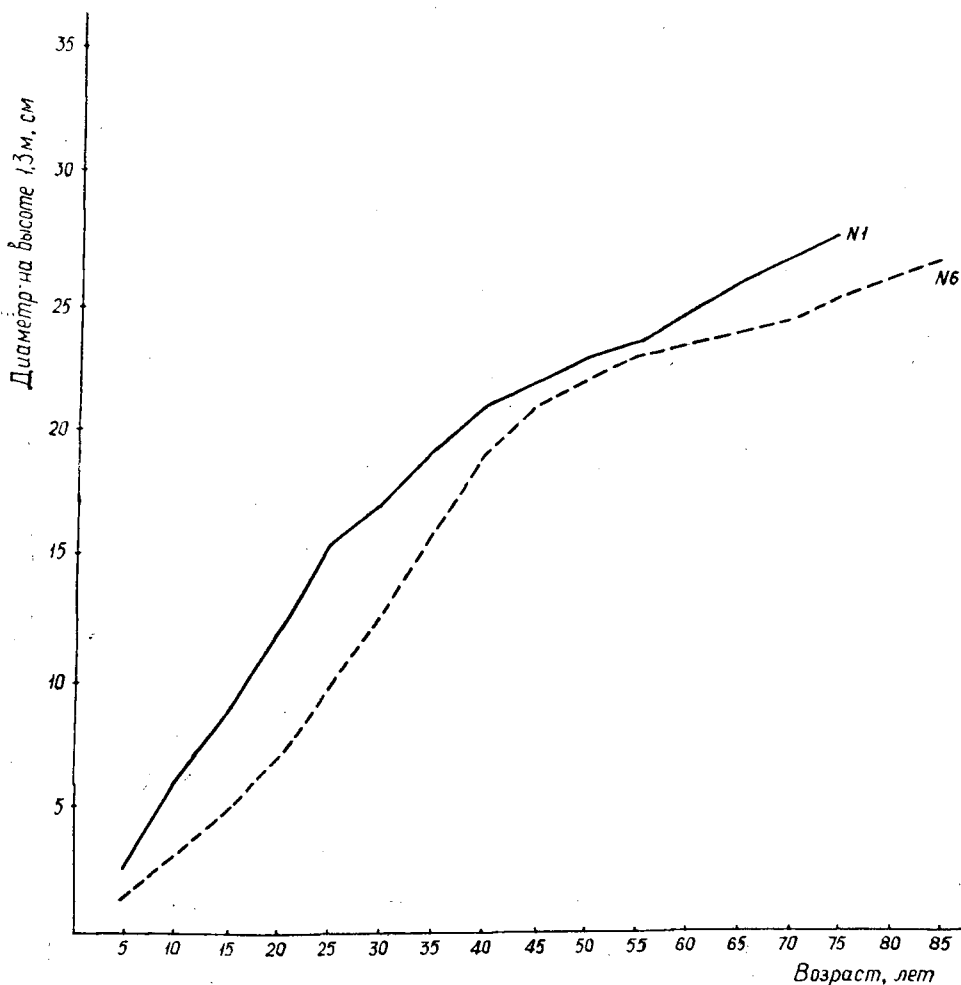


Рис. 2. Ход роста по диаметру культур сосны из отборных и хозяйственных семян.

Этот опыт опровергает данные некоторых зарубежных исследователей о том, что массовый отбор при лесоразведении малоэффективен. С практической стороны этот опыт показывает высокую хозяйственную и экономическую эффективность применения отбора семян с лучших деревьев для создания культур. Еще раз подтверждается необходимость широкого развертывания работ по созданию семенных хозяйств сосны путем прививок черенков с лучших элитных деревьев. Эти мероприятия являются эффективными средствами повышения продуктивности и качества искусственных лесонасаждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Альбенский. Селекция древесных пород и семеноводство. Гослесбумиздат, 1952. [2]. М. М. Вересин. Селекционный отбор быстрорастущих форм древесных пород при лесовыращивании. Научные записки ВЛХИ, т. IX, 1946. [3]. О. Г. Каппер. Изучение экотипов древесных пород. Научные записки ВЛХИ, т. IX, 1946. [4]. П. К. Кнорре. Возобновление и разведение леса в Чернышевской лесной даче. «Лесной журнал» № 6, 7, 1981. [5]. Т. А. Леухина. Влияние материнских деревьев

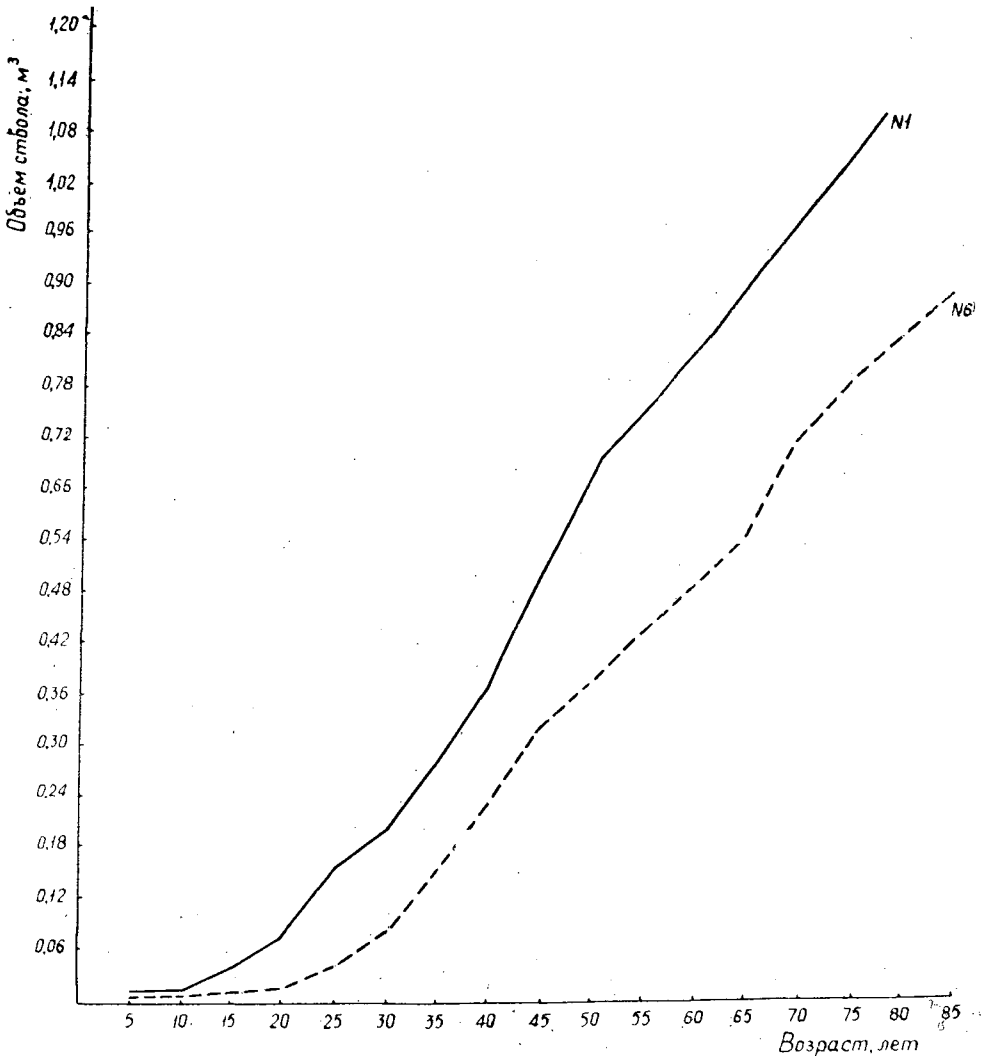


Рис. 3. Ход роста по объему стволов культур сосны из отборных и хозяйственных семян.

сосны на качество лесных культур. Автореферат диссертации, 1962. [6]. Б. Линдквист. Лесная генетика в шведской лесоводственной практике. Реферат Т. И. Некрасовой, Новосибирск, 1958. [7]. М. И. Лубяко. Отбор быстрорастущих форм у лесных древесных пород. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1941. [8]. В. И. Носков. Экологическая и индивидуальная изменчивость сосны и ее значение в лесном семеноводстве. Автореферат диссертации, 1954. [9]. Л. Ф. Правдин. Вопросы лесного семеноводства в связи с полезащитным лесоразведением. Труды комплексной научной экспедиции по вопросам полезащитного лесоразведения, т. I, изд. АН СССР, 1951. [10]. Ромедер, Шенбах. Генетика и селекция лесных пород. Гослесбуиздат, 1963. [11]. Е. Я. Судачков. Экономические показатели лесохозяйственного производства. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1956. [12]. А. С. Яблоков. Селекция древесных пород. Сельхозиздат, 1962.

УДК 581.192.7

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА САЖЕНЦЫ ДУБА В УСЛОВИЯХ ЮГА ГОРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. А. ГУЗЕЕВА

Аспирант

К. К. ПОЛУЯХТОВ

Профессор, доктор биологических наук

(Горьковский государственный университет)

В литературе имеются сведения о сильном влиянии стимуляторов (гиббереллина, НРВ, гетероауксина) на процессы роста и развития растений. Однако в полевых условиях проведено крайне мало опытов по исследованию ускорения роста лесных древесных видов.

В связи с разработкой мероприятий по восстановлению дубрав Горьковской области и изучением биологии дуба черешчатого мы поставили перед собой задачу отыскания способов ускорения роста дуба в раннем возрасте.

Работу проводили в Наруксовском лесничестве Разинского леспромпхоза (юг Горьковской области) на двух участках дубравы лещиновоснытьевой в питомнике и на вырубке. В опытах мы использовали общепринятую методику с некоторыми изменениями по рекомендации чл.-корр. АН Армянской ССР М. Х. Чайлахяна, старшего научного сотрудника ВНИИЛМ А. В. Савиной и доцента Горьковского университета А. В. Гусевой.

Характеристика опытных участков и методика работы

Площадь первого участка (в питомнике) составляет 136 м². Питомник окружен со всех сторон лещиново-снытьевой дубравой. Почва представляет собой серый средне оподзоленный тяжелый суглинок. Посадка саженцев на первом участке произведена рядами, направленными с запада на восток. Расстояние между рядами — 50 см, в ряду между дубками — 30 см. На участке в питомнике высажено 950 однолетних саженцев дуба.

Второй участок площадью 100 м² расположен в лесу на четырехлетней вырубке дубравы. Почва — серый, слабо оподзоленный суглинок со следами оглеения. Посадка произведена в метровые площадки — по 9 дубков в ряд. Расстояние между рядами и между дубками — 30 см.

И в питомнике и в лесу посадка произведена под меч Колесова. На участке в питомнике в почву перед посадкой вносили перегной из расчета 1 т на 1 га. Кроме того, по рекомендации старшего научного сотрудника ВНИИЛМ А. В. Савиной, опытные и контрольные дубки в период

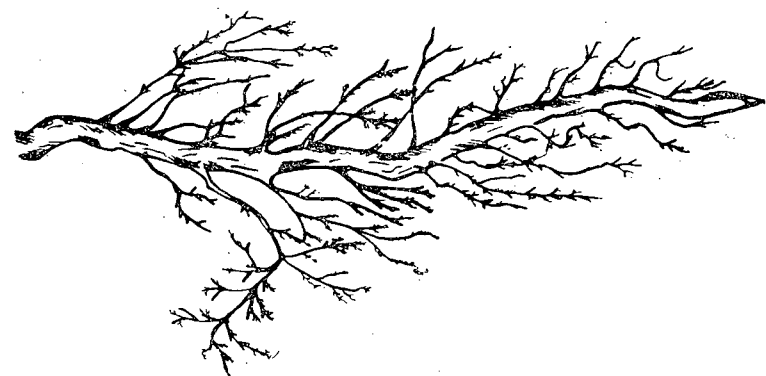


Рис. 1. Корень саженца дуба, не обработанный перед посадкой. Но-вообразованный нет. Зарисовка про-изведена спустя три недели после посадки.

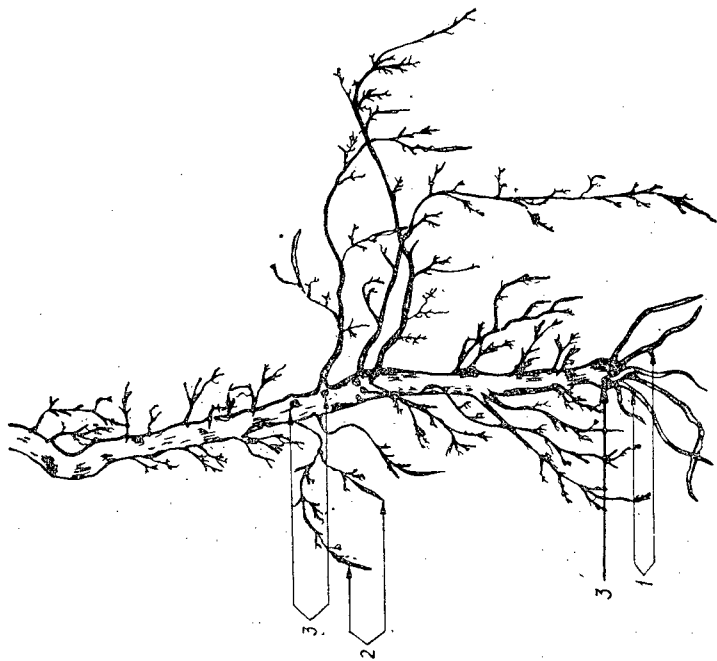


Рис. 2. Корень саженца дуба, обработанный перед посадкой гетероауксином. 1 — новые корни; 2 — новые окончания корней; 3 — зачатки новых корней.

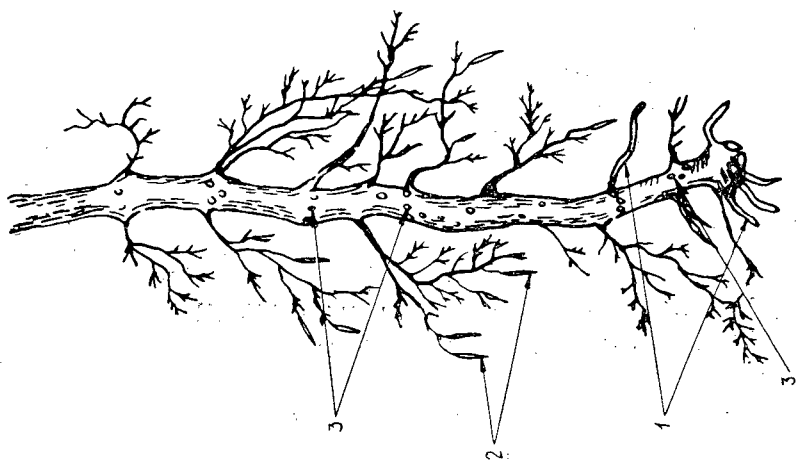


Рис. 3. Корень саженца дуба, обработанный перед посадкой НРВ. 1 — новые корни; 2 — новые окончания корней; 3 — зачатки новых корней.

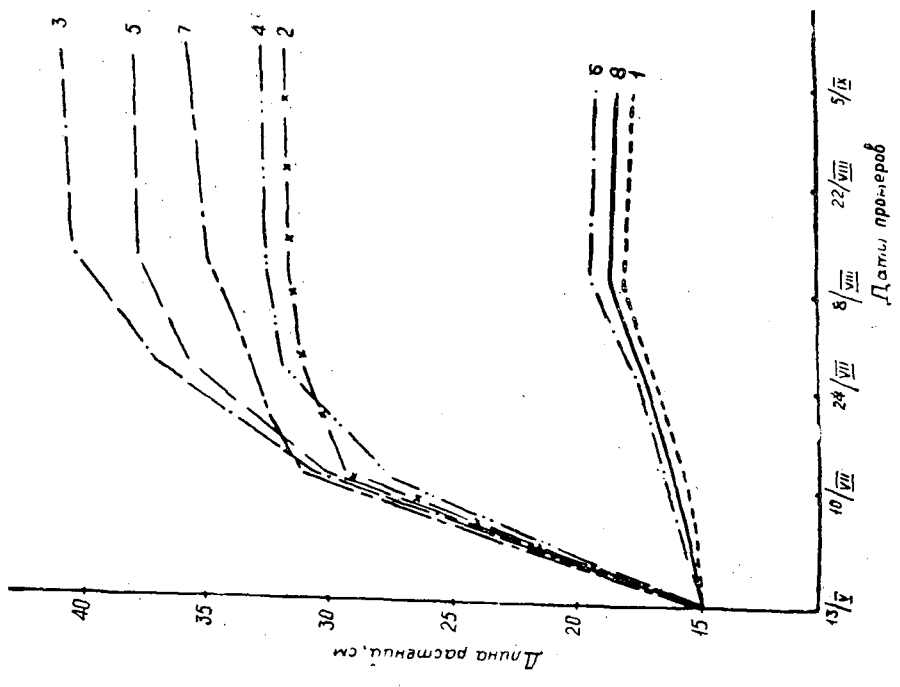


Рис. 5. Динамика роста саженцев дуба черешчатого под влиянием стимуляторов. Цифрами обозначены номера вариантов.



Рис. 4.

интенсивного роста получили две некорневые подкормки 5%-ным раствором суперфосфата*. Посадочный материал был однороден, взят из питомника лесхоза. Перед посадкой у саженцев дуба измеряли высоту стебля, диаметр корневой шейки, длину корня, диаметр корневой системы, количество листьев. Посадка в питомнике произведена 13 мая 1963 г., в лесу — 14 мая 1963 г. Опыт на двух участках включает 8 вариантов (табл. 1).

Варианты опыта	Число укоренившихся саженцев		Прирост в высоту		Прирост по диаметру	
	шт.	%	см	%	мм	%*
Обычная посадка дуба без воздействия стимуляторов	105	93,8	3,3	94,3	1,5	100,0
Опрыскивание гиббереллином в концентрации 50 мг/л	102	90,2	16,7	477,0	2,1	140,0
Опрыскивание гиббереллином в концентрации 100 мг/л	103	92,0	25,6	731,0	2,0	133,3
Опрыскивание гиббереллином в концентрации 50 мг/л, корни обработаны гетероауксином	111	99,1	13,2	377,0	2,2	146,6
Опрыскивание гиббереллином в концентрации 100 мг/л, корни обработаны гетероауксином	112	100,0	16,6	474,3	2,3	153,3
Опрыскивание НРВ, корни обработаны НРВ	112	100,0	5,3	151,4	2,5	166,6
Опрыскивание гиббереллином в концентрации 100 мг/л, корни обработаны НРВ	110	98,3	15,7	448,6	2,2	146,6
Контроль (опрыскивание водой)	104	92,5	3,5	100,0	1,5	100,0

Для обработки корней саженцев дуба раствор гетероауксина и НРВ предварительно смешивали с почвой. В полученную кашеобразную массу погружали саженцы и выдерживали в течение 6—24 час. Опрыскивание производили четыре раза — с 8 июня еженедельно. Общее количество обработанных растений составляет 746 шт., контрольных — свыше 200. В период вегетации вели систематические наблюдения за ростом и состоянием растений, а также за развитием корневых систем саженцев дуба и заложением верхушечных почек.

Результаты опытов

Применение стимуляторов роста для корневых систем (гетероауксин и НРВ) способствовало лучшей приживаемости, что видно из табл. 1.

Корневые системы дубков, обработанные гетероауксином и НРВ, спустя месяц после посадки имели новые корни, новые окончания и зачатки новых корней, в то время как в контроле они оставались почти без изменений (рис. 1, 2, 3).

В результате четырехкратной обработки раствором гиббереллина рост растений значительно усилился (табл. 1, рис. 4).

В течение вегетационного периода мы сделали пятикратные обмен

* А. В. Савина. Некорневая подкормка сеянцев и молодых лесных культур. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1962.

ры опытных растений. На рис. 5 показана динамика роста саженцев дуба. Наиболее интенсивный рост отмечен у дубков из 3,5 и 7 вариантов, где проводили обработку гиббереллином в концентрации 100 мг/л. В конце вегетационного периода в каждом варианте опыта был определен сухой вес саженцев дуба. У подопытных растений он превысил контроль на 5—10% в основном за счет увеличения веса надземной массы. Разница в весе корней в разных вариантах невелика (табл. 1).

Таблица 1

Увеличение числа листьев		Вес целого растения		Вес надземной массы		Вес корней		Диаметр кроны, см	Длина верхушечной почки, мм	Ширина верхушечной почки, мм	Длина листа, см	Ширина листа, см	Длина черешка, мм
шт.	%	г	%	г	%	г	%						
24	104,3	9,81	104,5	4,34	89,3	5,47	120,7	13,9	2,8	2,0	4,0	2,5	2,0
36	156,5	10,52	112,0	6,75	138,8	3,77	83,2	16,1	2,6	1,3	8,0	3,0	6,0
39	169,5	10,08	107,3	6,14	126,3	3,94	86,9	13,4	2,6	1,1	8,0	2,5	7,0
36	156,5	9,43	100,4	5,18	106,6	4,25	93,8	14,4	2,8	1,3	8,0	2,4	7,0
43	186,9	10,25	110,2	5,51	113,4	4,74	104,6	15,8	3,0	1,5	7,0	2,7	6,0
26	113,0	11,66	124,2	5,89	121,2	5,77	127,4	13,3	2,8	1,9	5,0	2,6	2,0
34	147,8	9,97	106,2	5,83	119,9	4,14	91,4	16,7	3,0	1,5	8,0	2,7	8,0
23	100,0	9,39	100,0	4,86	100,0	4,57	100,0	13,1	3,0	2,2	5,0	2,5	2,0

На основании наших опытов можно сделать следующие выводы.

1. Гиббереллин, НРВ, гетероауксин являются активными стимуляторами роста в первый год жизни однолетних саженцев дуба черешчатого.

2. Опрыскивание раствором гиббереллина саженцев дуба увеличивает прирост стебля в высоту в 1,5—2 и более раза и сухой вес на 5—10% по сравнению с контролем — главным образом за счет увеличения надземной массы.

3. Применение гиббереллина снижает вес корней на 15—17%.

4. После обработки гиббереллином, наряду с усиленным ростом стебля дуба, наблюдается изменение некоторых морфологических признаков (удлинение междоузлий, черешка листа, листовой пластинки, заложившихся верхушечных почек).

5. Обработка корней саженцев дуба гетероауксином и НРВ перед посадкой способствует более интенсивному развитию их и лучшему укоренению саженцев.

6. Опрыскивание листьев и обработка корней саженцев дуба раствором НРВ хотя и не вызывает значительного прироста растений в высоту, но способствует лучшему их развитию и увеличению сухого вещества, главным образом за счет увеличения веса корневой системы.

Поступила в редакцию
10 октября 1964 г.

УДК 634.232.1

К ВОПРОСУ О ПРИЖИВАЕМОСТИ И РОСТЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ИЗ ИНОРАЙОННЫХ СЕМЯН В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Я. ПОПОВ

Аспирант

П. И. ВОЙЧАЛЬ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

В связи с недостатком семенных фондов в течение ряда лет культуры сосны в Архангельской области частично создавали из инорайонных семян. По данным лесного отдела Северо-Западного совнархоза, в 19 леспромхозах насчитывается около 2860 га таких культур, созданных за последние 15 лет.

Семена были присланы из Алтайского и Красноярского краев, а также из Владимирской, Волынской, Ивановской, Иркутской, Калужской, Костромской, Московской, Новгородской, Псковской, Свердловской, Черниговской и Ярославской областей.

В 1962 г. мы провели исследование производственных инорайонных культур* в Северном, Савинском и Няндомском леспромхозах. Общая площадь обследования составляет 270 га. В целях сравнения культур, созданных из инорайонных и местных семян, подбирали попарно площади с одинаковыми лесорастительными условиями.

При рекогносцировочном обследовании лесокультурной площади общая характеристика условий местопроизрастания слагалась из описания рельефа, почвенных разрезов, естественной примеси других пород, подлеска, напочвенного покрова.

Учетные работы проводили путем закладки 100 статистических площадок, составляющих 5% обследуемой территории.

На каждой статистической площадке производили сплошной пере-чет сеянцев (деревцев) с разделением их на здоровые, сомнительные и сухие, а также глазомерно определяли средний и наибольший сеянцы (деревца), у которых измеряли высоту, прирост в высоту за несколько лет, диаметр у шейки корня. Высоту и прирост в высоту измеряли с точностью 1 см, а диаметр у шейки корня — 0,1 см. Выявляли также степень зараженности культур и ее причины. Данные исследования обрабатывали методом вариационной статистики.

В Няндомском лесничестве Няндомского леспромхоза в квартале 55 были обследованы культуры, созданные из иркутских семян в 1951 г.

* В работе принимали участие студенты-дипломанты З. А. Сытина и В. А. Бедрина.

на площади 4 га, и для сравнения — культуры 1950 г. из местных семян на площади 2 га, расположенные на одной вырубке. Рельеф ровный, положение возвышенное. Естественно произрастает береза I класса возраста, высотой 1 м — 1000 шт. на 1 га. Напочвенный покров расположен куртинами и представлен следующими видами: *Antennaria dioica* (L.) Gaertn., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Solidago virgaurea* L., единично *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.

Почва среднеподзолистая песчаная свежая. Посев производили в площадки размером 0,7 × 0,7 м в пять лунок — 1200 площадок на 1 га. Иркутские семена были II класса сортности, местные — III класса.

В квартале 3 обследованы расположенные рядом культуры 1959 г. из костромских семян и из семян местного сбора, созданные в 1960 г. Рельеф ровный, положение возвышенное. Почва среднеподзолистая супесчаная свежая. Ель 30 лет произрастает естественно в количестве 900 шт. на 1 га. Подлесок представлен рябиной. Доминирующее положение в напочвенном покрове занимают в I ярусе *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. (покрытие — 0,3), *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. — 0,3, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. — 0,1, во втором ярусе *Vaccinium vitis-idaea* L. — 0,2, *Vaccinium myrtillus* L. — 0,1.

Посев производили в площадки 0,7 × 0,7 м вразброс семенами II класса сортности — 2600 площадок на 1 га.

В квартале 80 Войборского лесничества Северного леспромхоза обследованы культуры, созданные из иркутских семян в 1951 г. на площади 8 га, и местные культуры 1953 г. также на площади 8 га. Естественно произрастают береза и осина I класса возраста — 1200 шт. на 1 га. Размещение их неравномерно. В напочвенном покрове доминируют *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Pleurozium Schreberi* (Willd.) Mitt., *Hylacomium proliferum* (L.) Lindb. Куртинами расположены *Vaccinium vitis-idaea* L., *Vaccinium uliginosum* L. Почва дерново-слабоподзолистая суглинистая. Посев иркутских семян производили вразброс в площадки 0,7 × 0,7 м — 1200 шт. на 1 га, местных семян в площадки 0,7 × 0,7 м — 2400 шт. на 1 га.

В квартале 67 Шелековского лесничества Савинского леспромхоза обследованы культуры, созданные в 1960 г. семенами из Черниговской области на площади 28 га, и упрощенные культуры, созданные из семян местного сбора в 1960 г. на площади 36 га. Рельеф ровный, положение возвышенное. Почва слабоподзолистая песчаная свежая. Естественно произрастает единичная береза I класса возраста. Напочвенный покров расположен куртинами и состоит в основном из *Vaccinium vitis-idaea* L. — 0,1, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. — 0,1, единично *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. и *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Семена высевали в полосы, приготовленные с помощью гусеничной бороны. У культур из черниговских семян расстояние между бороздами 3—4 м, у местных, упрощенных — 10—12 м, расстояние между посевными местами — 1—1,5 м.

В Шелековском лесничестве Савинского леспромхоза обследованы культуры, созданные в 1958 г. из волынских семян в квартале 37 и из местных — в квартале 46. Рельеф участков слегка всхолмленный. Почвы слабоподзолистые супесчаные. В подлеске встречается шиповник. Напочвенный покров представлен *Calluna vulgaris* (L.) Hill. — 0,3, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. — 0,1, единично *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Vaccinium vitis-idaea* L., в микропонижениях — *Polytrichum commune* L. Посев семян производили в пять лунок в площадки размером 0,7 × 0,7 м — 2000 шт. на 1 га.

На всех обследованных площадях дополнение культур не делали. Прополку и рыхление вокруг посевных мест проводили в первые два года. Результаты обследования культур даны в табл. 1. Основные климатические показатели представлены в табл. 2.

Леспромхоз, лесничество, квартал	Область заготовки семян	Год производства культур	Число семян (деревцев)		Процент заселенных учетных единиц	Средняя высота, см
			на учетной единице	на 1 га		
Няндомский ЛПХ, Няндомское лесничество, квартал 55	Иркутская . . .	1951	2,2	1600	65	180
	Архангельская .	1950	2,1	1600	67	186
Северный ЛПХ, Войборское лесничество, квартал 80	Иркутская . . .	1951	2,5	1100	37	102
	Архангельская .	1953	5,5	7600	58	104
Савинский ЛПХ, Шелеховское лесничество, квартал 67	Черниговская . .	1960	19,1	2200	46	14
	Архангельская .	1960	32,1	3200	79	14
Савинский ЛПХ, квартал 37	Волинская . . .	1958	13,0	10000	41	26
	Архангельская .	1958	15,7	18700	62	32
Няндомский ЛПХ, квартал 3	Костромская . . .	1959	3,5	5300	59	28
	Архангельская .	1960	6,5	12000	75	17

Высоты сосны по данным год включительно.

Таблица 2

Область	Средняя температура января, °С	Средняя продолжительность периода со снежным покровом, дн.	Средняя температура июля, °С	Продолжительность вегетационного периода, дн.	Среднегодовое количество осадков, мм
Архангельская	-12	165	15	105	515
Иркутская	-30	150	17	120	350
Костромская	-12	140	19	170	525
Черниговская	- 6	105	19	195	575
Волинская	- 4,8	95	19	220	575

Наибольший интерес представляет культура сосны обыкновенной, созданная из иркутских семян. В квартале 55 Няндомского леспромхоза нет существенного различия по высоте, приросту, количеству деревьев на 1 га между культурами из иркутских семян и местных, хотя и намечается тенденция увеличения высоты у последних.

В квартале 80 Войборского лесничества Северного леспромхоза рост культур из иркутских семян несколько замедлен, ниже приживаемость по сравнению с культурами, созданными из семян местного сбора.

По данным А. П. Шиманюка [5], большинство сосняков Иркутской области произрастает на легких почвах и по производительности относится к III—II классам бонитета. Несмотря на более высокие наследственные свойства иркутских семян по сравнению с местными, рост культур из первых несколько хуже.

Таким образом, при недостатке местных семян в Архангельской области на легких почвах можно использовать иркутские семена. Для

решения вопроса о посеве на более тяжелых почвах нужны дополнительные данные.

Из семян Черниговской области получено меньшее количество сеянцев сосны на 1 га, и приживаемость их хуже, чем местных. Рост

Таблица I

Прирост в высоту (см) по годам										
1962	1961	1960	1959	1958	1957	1956	1955	1954	1953	1952
17	23	19	20	22	17	17	16	14	8	7*
16	25	17	18	23	16	16	15	13	12	15*
16	22	12	10	13	7	22*	—	—	—	—
24	29	14	12	13	4	8*	—	—	—	—
9	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—
10	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—
9	10	5	1	1	—	—	—	—	—	—
10	12	6	3	1	—	—	—	—	—	—
12	12	2	2	—	—	—	—	—	—	—
11	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—

культур из черниговских семян в течение трех первых лет одинаков с ростом культур из местных семян.

В 1962 г. культуры из черниговских семян пострадали от раннеосеннего заморозка. Ослабленные более суровыми климатическими условиями, они подвергались заражению грибом *Lophodermium pinastri* Chev. гораздо сильнее, чем местные. Исследования В. Д. Огиевского [2], С. А. Самофала [3] и других авторов показали, что восприимчивость к этому грибку у северных сосен меньше, чем у южных. В. М. Обновленский [1] указывал, что на основании некоторых предварительных данных правильнее связывать разную восприимчивость сосен к грибку с различным развитием покровных тканей (эпидермиса и гиподермы). Как показали исследования П. Л. Соколова [4], мощность этих тканей у сосны возрастает по мере продвижения к северу.

Аналогичную картину действительного влияния климата на рост, развитие и приживаемость мы наблюдаем и у культур из волыньских семян. Рост и приживаемость их хуже, чем у местных, устойчивость к грибу *Lophodermium pinastri* Chev. меньше. При перемещении в более суровые климатические условия сосна проявляет тенденцию сохранять период вегетации, присущий ей на родине, поэтому культуры южного происхождения в условиях Архангельской области в значительной мере оказываются неподготовленными к зиме и страдают от морозов и заморозков.

При выходе сеянцев из-под снегового покрова влияние сурового климата на культуры южного происхождения будет, по-видимому, еще значительнее.

Культуры из костромских семян существенно отличаются от местных по количеству сохранившихся сеянцев на 1 га. Рост их почти одинаков, а устойчивость к грибу *Lophodermium pinastri* Chev. меньше.

Таким образом, целесообразность использования семян из Черниговской и Волынской областей в условиях Архангельской области сомнительна. Иркутские семена применять можно. Для суждения о пригодности семян из Костромской области данных пока недостаточно.

Исследования производственных культур инорайонного происхождения в Архангельской области нами будут продолжены.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. М. Обновленский. Климатипы сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) в культурах Европейской части СССР. Труды Брянского ЛХИ, т. IV, Воронеж, 1940. [2]. В. Д. Огиевский. К вопросу о влиянии происхождения семян на рост леса. Петроград, 1916. [3]. С. А. Самофал. Об итогах опытов Огиевского по географическим расам древесных пород. Труды по лесному опытному делу, вып. 1 (XV), изд-во «Новая деревня», М., 1925. [4]. П. Я. Соколов. К вопросу о географических расах *Pinus silvestris* L. Некоторые данные по анатомии хвои из разных районов СССР. Известия Главного ботанического сада, т. XXVII, вып. 5—6, 1928. [5]. А. П. Шиманюк. Сосновые леса Сибири и Дальнего Востока. Изд-во АН СССР, М., 1962.

Поступила в редакцию
16 октября 1964 г.

УДК 634.252.427

К СХЕМЕ ОБОРОТА ПЛАСТА ПРИ НАРЕЗКЕ БОРОЗД

М. Г. ВИЛЯЦЕР

Аспирант

(Всесоюзный НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства)

Сельскохозяйственные плуги по проходимости и характеру открываемой борозды не соответствуют специфическим условиям лесного хозяйства. Поэтому форма поверхности отвала и его параметры должны быть своеобразными.

При анализе схемы оборота пласта, а также обосновании формы и параметров лемешно-отвальной поверхности лесного плуга рассматривается работа одноотвального корпуса. Однако полученные выводы могут быть отнесены и к двухотвальному корпусу, так как его вторая половина является зеркальным отображением первой.

Анализ оборота пласта

При нарезке борозд пласт необходимо уложить дерниной вниз, рядом с образовавшейся бороздой. Изучая процесс бороздообразования, А. Г. Захаров [1], Н. А. Тихонравов [3] и В. П. Лисютин [2] полагают, что для выемки пласта из борозды его необходимо предварительно поднять на некоторую высоту, достаточную для беспрепятственного оборота. Оптимальными условиями беспрепятственного оборота считаются такие, при которых пласт поднимается на высоту, равную глубине пахоты.

Эта схема не может быть взята за основу при проектировании рабочей поверхности лесного плуга по следующим причинам.

1. А. Г. Захаров рассматривал оборот недеформируемого пласта, то есть такого, который в процессе оборота не меняет своей формы и размеров.

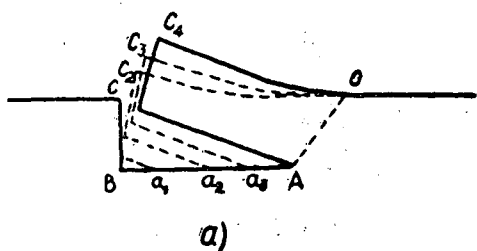
2. При данной схеме пласт не ложится рядом с бороздой, а отодвигается от края на расстояние, равное высоте предварительного подъема.

Рассмотрим этот вопрос подробнее. Lambruschini — Ridolphi разработали теорию винтового плуга, исходя из предположения, что при движении по отвалу прямоугольная форма поперечного сечения пласта не изменяется. В соответствии с этим они разработали схему оборота недеформируемого пласта и так называемую «теоретическую» винтовую поверхность, у которой лезвие расположено под углом $\gamma_0 = 90^\circ$ к стенке борозды.

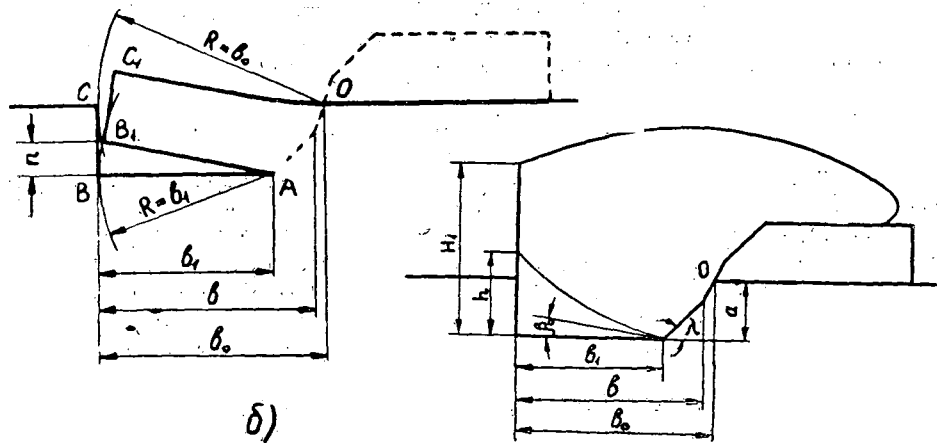
А. Г. Захаров рассматривает также оборот недеформируемого пласта, подрезаемого лезвием, которое расположено под углом $\gamma_0 = 90^\circ$ к стенке борозды. Однако применительно к лесному плугу следует учесть,

что пласт должен оборачиваться вокруг оси, расположенной на поверхности поля. Чтобы схема оборота пласта лесным плугом более соответствовала реальному процессу, необходимо принять во внимание то важное обстоятельство, что лезвие лемеха у существующих плугов расположено под углом $\gamma_0 < 90^\circ$ к направлению движения. Поэтому пласт начинает подрезаться не по всей ширине борозды, а начиная с ее левой грани по ходу плуга.

В процессе подрезания лемеха происходит сжатие и уплотнение почвы. Затем пласт начинает изгибаться (рис. 1, а). Это первая фаза движения пласта. В этой фазе подрезанный пласт должен быть доведен до положения AB_1 с мгновенным центром поворота в точке A , соответствующей моменту, когда пласт полностью подрезан лемехом (рис. 1, б).



а)



б)

Рис. 1. Схема подрезания и оборота деформируемого пласта. Рис. 2. Некоторые параметры лобовой проекции плужного корпуса.

Выясним величину необходимого подъема левой грани пласта, чтобы дальнейший поворот вокруг точки O осуществлялся без задиранья. Эта величина определяется как расстояние от дна борозды до точки, образованной пересечением дуг, проведенных из центров O и A (рис. 1, а и 1, б).

Теоретически необходимая величина подъема левой грани пласта равна $n = 0,5a$. Как видно из табл. 1, для существующих лесных плугов она значительно больше $0,5a$. Для сравнения в ней приведены данные для старых марок плугов. Из таблицы видно, что в момент полного подрезания лемехом левая грань пласта у существующих корпусов приподнимается на величину, значительно превышающую теоретически необходимую (исходя из условия оборота без задиранья).

Таблица 1

Показатели	КПС-16	ПЛ-35	ПЛ-70	ПЛН-126	ПКЛ-70
Наибольшая глубина нарезаемой борозды a_{max} , см	5	12	20	20	15
Минимальное отношение $\frac{b}{a_{min}}$	1,6	1,4	1,7	2,7	2,3
Высота h (рис. 2) кривой, проходящей через поперечное сечение конца лемеха, мм	78	105	195	$>H_1 = 510$ (рис. 2)	$>H_1 = 530$ (рис. 2)
Теоретически необходимая величина подъема левой грани пласта n , мм	25	60	100	100	75

Рассмотренный характер деформации наблюдается, пока пласт перемещается по лемеху и передней части к груди. Далее начинается вторая фаза движения пласта — перемещение по груди и крылу отвала. В этой фазе пласт должен оборачиваться вокруг точки O . В соответствии с рассмотренной схемой поверхность лесного плуга должна состоять из двух частей: передней — от носка лемеха до поперечной плоскости, проходящей через его конец, и задней — от поперечной плоскости, проходящей через конец лемеха и далее до крыла. Обе части поверхности должны, очевидно, образовываться по различным законам.

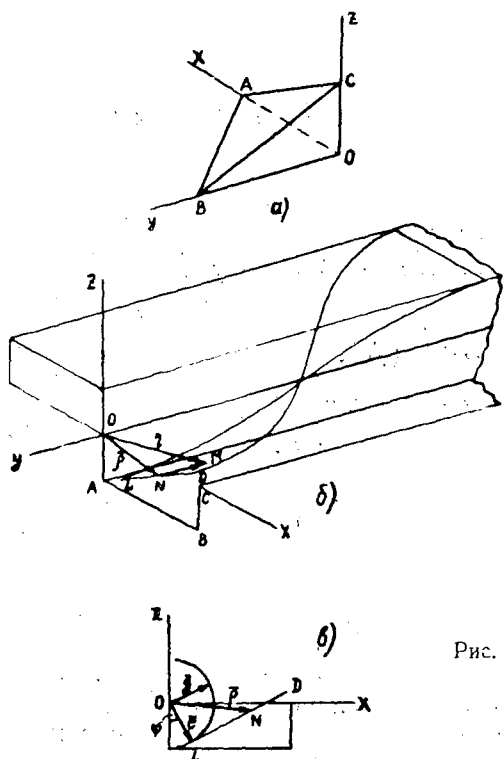


Рис. 3. К выводу уравнения отвальной поверхности лесного плуга.

Аналитическое выражение поверхности, которая удовлетворяла бы требованиям оборота пласта в соответствии с принятой схемой, имеет следующий вид. Передняя часть поверхности должна представлять собой косоу плоский клин (рис. 3, а).

Уравнение такой поверхности

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1. \quad (1)$$

Уравнение задней части поверхности может быть получено следующим образом. Если некоторую прямую AB перемещать вдоль оси O (рис. 3, б) и одновременно поворачивать вокруг этой же оси, то получим поверхность винтового цилиндрида с плоскостью параллелизма в поперечно-вертикальной плоскости. При движении по такой отвальной поверхности пласт будет поворачиваться вокруг оси O и укладываться рядом с бороздой. Рассмотрим уравнение этой поверхности.

Запишем радиус-вектор некоторой точки M в виде

$$\bar{r} = \bar{\rho} + \overline{MN}, \quad (2)$$

где $\bar{\rho}$ — радиус-вектор точки N ;

\overline{N} — проекция точки M на плоскость zOx .

Но из рис. 3, в следует, что

$$\overline{MN} = -p \cdot \varphi \cdot \bar{j}, \quad (3)$$

где p — параметр (шаг винтовой поверхности);

φ — угол поворота образующей;

\bar{j} — единичный вектор оси y .

Далее

$$\bar{\rho} = a\bar{e} + \overline{LN}, \quad (4)$$

где a — параметр высоты пласта;

\bar{e} — единичный круговой вектор, направленный из точки O перпендикулярно образующей,

и

$$\overline{LN} = b\bar{g}, \quad (5)$$

где b — параметр ширины борозды;

\bar{g} — единичный вектор, перпендикулярный вектору \bar{e} .

Тогда уравнение прямой LN

$$\bar{\rho} = a\bar{e}(\varphi) + \bar{g}(\varphi)b. \quad (6)$$

Уравнение винтовой поверхности в векторной форме

$$\bar{r} = a\bar{e}(\varphi) + b\bar{g}(\varphi) + (-p\varphi\bar{j}), \quad (7)$$

а в координатной форме

$$\left. \begin{aligned} x &= a \sin \varphi + b \cos \varphi; \\ y &= -p\varphi; \\ z &= -a \cos \varphi + b \sin \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Таким образом, нами получено уравнение «идеальной» винтовой поверхности лесного плуга. Пользуясь полученными уравнениями, можно определить кинематику любой точки почвенного пласта при движении по «идеальной» поверхности. При разработке формы и параметров отвальной поверхности лесного плуга кинематика пласта должна приближаться к «идеальной».

При обороте с предварительным подъемом обернутый пласт отодвигается от края борозды. Следует отметить, что рабочие поверхности лесных плугов спроектированы таким образом, что способствуют

подъему пласта перед его оборотом. Однако в действительности часто не наблюдается сдвига обернутого пласта от края борозды. Это происходит тогда, когда подрезной нож лемеха разрезает пласт не на всю толщину. Его верхняя часть остается связанной с полем и препятствует боковому сдвигу обернутого пласта. Но в этом случае правая (по ходу плуга) часть пласта сжимается под воздействием отвальной поверхности. Это приводит к увеличению давления на отвал и росту тягового сопротивления плуга.

Об отношении $\frac{b}{a}$ для лесного плуга

При изучении величины $K = \frac{b}{a}$ для плугов общего назначения, луговых и болотно-кустарниковых, предназначенных для сплошной вспашки, это выражение обычно связывается с оборачиванием пласта, в частности, с его устойчивым положением. Исходя из условия надежного оборота, для плугов общего назначения величина K составляет 1,4—1,6; для луговых и болотно-кустарниковых — 2,0—3,0.

Для лесных плугов отношение $\frac{b}{a}$ не установлено. В литературе, например, указывается влияние K на равновесие пласта при нарезке борозд. Этой точки зрения придерживается Н. А. Тихонравов [3]. В. П. Лисютин [2] также считает, что отношение $\frac{b}{a}$ «в значительной мере определяет... устойчивость отвального пласта». Между тем существенные отличия в схеме работы лесного плуга и плуга для сплошной вспашки позволяют считать, что величина $\frac{b}{a}$ для первого должна быть выбрана из других соображений. Таким образом, вопрос об отношении $\frac{b}{a}$ не получил достаточного обоснования.

Рассмотрим основания для выбора величины $\frac{b}{a}$. Прежде всего выясним, влияет ли эта величина на оборот и устойчивое положение пласта при нарезке борозд. Устойчивость пласта будем рассматривать под действием силы тяжести.

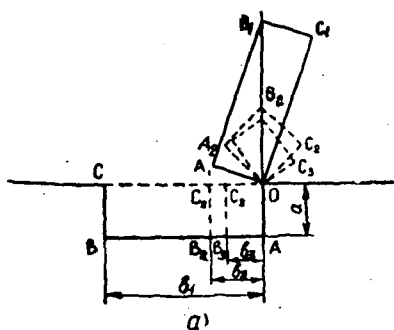
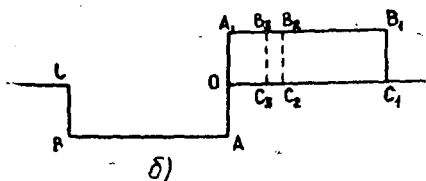


Рис. 4. Неустойчивое и устойчивое положение пласта при нарезке борозд.



Известно, что отличительной особенностью работы лесного плуга является необходимость поворота пласта на угол 180° . При этом обернутый пласт в конечном положении опирается на поверхность поля, а не на ранее отвальный пласт. Эта особенность позволяет установить, что теоретически устойчивое положение пласта может быть достигнуто для любого предела $1 < \frac{b}{a} < 1$. На рис. 4 представлена схема оборота пласта с различным соотношением сторон

$$K_1 = \frac{b_1}{a} > 1; \quad K_2 = \frac{b_2}{a} = 1; \quad K_3 = \frac{b_3}{a} < 1. \quad (9)$$

Из схемы видно, что положение безразличного равновесия пласта может быть достигнуто при любом соотношении сторон, так как в этом положении оборачиваемый пласт не имеет препятствий справа в виде ранее отвального пласта.

При работе сельскохозяйственного плуга устойчивое положение пласта после схода с отвала зависит от величины $\frac{b}{a}$. При работе лесного плуга для придания пласту устойчивого положения достаточно крылом отвала воздействовать на пласт таким образом, чтобы линия действия его веса отклонилась вправо от точки O . Так как препятствий справа нет, то пласт под действием опрокидывающего момента займет более устойчивое положение (рассматриваются идеальные условия оборота пласта, рис. 4).

Практически, если пласт подрезан ножом лемеха не на всю толщину, то под пружинящим действием дернины и корней он будет отбрасываться в борозду, и для плотного прижатия его к поверхности поля необходимо достаточное надрезание ножом лемеха, а также силовое воздействие крылом. Однако, в отличие от условия равновесия сельскохозяйственного плуга, применительно к лесному плугу это справедливо для любого отношения $\frac{b}{a}$. С этой точки зрения отношение $\frac{b}{a}$ не имеет принципиального значения при анализе устойчивости отвального пласта. Для любого отношения $\frac{b}{a}$ будет иметь место положение устойчивого равновесия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А. Г. Захаров. Проектирование рабочей поверхности корпуса лесного плуга. Журн. «Сельхозмашина» № 10, 1936. [2] В. П. Лисюгин. Исследование работы и обоснование основных конструктивных параметров подрезного ножа и крыла отвала лесного плуга. Диссертация, Пушкино, 1960. [3] Н. А. Тихонравов. О методах расчета, проектирования и исследования основных параметров некоторых лесных почвообрабатывающих машин и орудий. Труды ЛТА им. Кирова, вып. 78, 1957.

Поступила в редакцию
7 апреля 1964 г.

УДК 634. 0. 165. 6

О ВЗАИМООТНОШЕНИИ БЕРЕЗЫ БОРОДАВЧАТОЙ И ПУШИСТОЙ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИХ ОТДЕЛЬНЫХ ФОРМ В СВЯЗИ С ФЕНОЛОГИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ

А. К. МАХНЕВ

Аспирант

(Уральский лесотехнический институт)

Исследования внутривидовой изменчивости [9], [10], [3], [13], [14], [15], [16] показали, что береза пушистая и бородавчатая довольно полиморфны. Это позволило выделить ряд форм, отличающихся быстротой роста, определенным качеством древесины или устойчивостью к заболеваниям.

Выделенные нами в Припышминских борах Зауралья формы березы также неравноценны по хозяйственному значению. Так, деревья ромбовиднотрещиноватой, слоистокорой и малотрещиноватой березы отличаются хорошей производительностью и значительным выходом ценных деловых сортиментов, а грубокорой — красивой текстурой древесины. Установлено [8], что древесина этих различных форм неоднородна и по физико-механическим свойствам.

В настоящее время можно говорить о наличии связи между характерными внешними морфологическими признаками березы с определенными свойствами древесины и быстротой их роста. Однако работы в этом направлении еще далеко не закончены, и если в спелом возрасте деревьев морфологические особенности их выражены хорошо, то в более молодом этого не наблюдается. Поэтому в целях ранней диагностики наиболее перспективных форм березы целесообразно определить наличие зависимости скорости роста и других свойств отдельных форм от их фенологических особенностей.

Фенологические наблюдения и связанные с ними работы были проведены в 1961—1964 гг. на девяти постоянных пробных площадях общим размером 5,2 га; при этом были использованы методические указания по ведению фенологических наблюдений [5], [11]. Пробные площади заложены в насаждениях различных типов леса и классов возраста. При выделении типов леса были учтены работы Н. А. Конова-лова [6] и Р. С. Зубаревой [4].

В период начала облеснения выделяли рано-, промежуточно- и позднезаспасающиеся деревья березы. На некоторых пробных площадях эту работу проводили ежегодно в течение четырех лет, на остальных — один-два года. Проводили наблюдения и за другими фазами сезонного развития. Всего исследованиями было охвачено около 4 тыс. деревьев.

Результаты фенологических наблюдений в насаждениях I—III классов бонитета различных типов леса приведены в табл. 1, из которой видно, что отдельные фенофазы у березы весной 1962 г. наступали раньше, а весной 1964 г. — позже, чем среднегодовые.

Таблица 1

Название фенофаз	Сроки наблюдений фенофаз отдельных видов березы по годам				Средние многолетние данные для г. Свердловска и его окрестностей*
	1962		1964		
	бородавчатая	пушистая	бородавчатая	пушистая	
Начало сокодвижения	—	—	20.IV	22.IV	19.IV
Распускание почек	28.IV	3.V	9.V	15.V	—
Начало облиствения	3.V	10.V	17.V	23.V	14.V
Полное облиствение	13.V	18.V	24.V	29.V	—
Начало пожелтения	19.VIII	12.VIII	22.VIII	14.VIII	20.VIII
Полное пожелтение	5.X	28.IX	7.X	29.IX	30.IX
Начало опадения	22.VIII	17.VIII	24.VIII	18.VIII	30.VIII
Полное опадение	15.X	8.X	17.X	9.X	10.X
Начало цветения	5.V	9.V	16.V	20.V	12.V
Конец цветения	10.V	13.V	20.V	23.V	—
Начало созревания	1.VII	6.VII	9.VII	13.VII	—
Конец созревания	15.VIII	15.VIII	25.VIII	25.VIII	—
Начало опадения	4.VII	9.VII	10.VII	13.VII	5—19.VII

* Данные В. А. Батманова [1].

При распускании почек и облиствении разница в сроках между ранораспускающимися деревьями березы бородавчатой и позднораспускающимися деревьями березы пушистой составляет 5—7 дней. Разница в сроках начала сокодвижения незначительна.

Цветение березы начинается в момент перехода от распускания почек к началу облиствения и в пределах вида продолжается от 3 до 5 дней и около 8 дней в целом у березы. Позднораспускающиеся деревья березы пушистой вступают в фазу цветения только тогда, когда ранораспускающиеся деревья березы бородавчатой практически уже прекращают пыление. Таким образом, переопыление в естественных условиях непосредственно между крайними (типичными) особями березы бородавчатой и пушистой мало вероятно, но, по-видимому, возможно между промежуточными по срокам распускания деревьями этих видов и между промежуточными одного вида и крайними другого.

Начало созревания, полное созревание и начало опадения семян у березы бородавчатой наступает в среднем на 3—5 дней раньше, чем у пушистой.

Пожелтение и опадение листьев у березы пушистой происходит почти на неделю раньше, чем у бородавчатой, то есть наблюдается обратная, чем при прохождении весенних фенофаз, закономерность.

Этот вопрос мы рассматривали по материалам нескольких пробных площадей. По данным наблюдений вычислены коэффициенты корреляций ($r = -0,757 \pm 0,019$ для березняка III класса возраста, II класса бонитета и $r = -0,736 \pm 0,036$ для березняка VI класса возраста, II класса бонитета), которые свидетельствуют о наличии довольно тесной вполне достоверной обратной связи между «весенними» и «осенними» формами березы. Рано- и позднораспускающиеся деревья — это в большинстве своем деревья с соответственно поздно- и раножелтеющей и опадающей листвой.

Относительные сроки распускания для отдельных деревьев остаются постоянными на протяжении ряда лет. Из 100 деревьев, наблюде-

ные за которыми вели ежегодно в течение четырех лет, только 1—3 дерева меняли сроки распускания, переходя из категории поздно- и ранораспускающихся в категорию промежуточных или наоборот.

Распространение деревьев березы с различными сроками распускания зависит от условий произрастания. Наибольшее количество деревьев березы ранораспускающихся форм (около 20%) встречено в насаждениях с условиями произрастания, характерными для березняков бруснично-черничных и разнотравных, то есть в условиях, характерных для произрастания березы бородавчатой. Деревья березы позднораспускающихся форм распространены преимущественно в насаждениях с условиями произрастания, более благоприятными для березы пуши-

Таблица 2

Виды и формы березы	Процент деревьев со сроком облиствения			Число деревьев на пробе	Площадь сечения среднего дерева (см ²) со сроком облиствения			Площадь сечения среднего дерева на пробе, см ²
	ранним	промежуточным	поздним		ранним	промежуточным	поздним	
Бородавчатая	69	31	—	42	134	71	—	114
Грубокорая	67	33	—	3	735	314	—	595
Ромбовидно-трещиноватая	63	27	—	112	127	109	—	123
	94	6	—	16	514	452	—	511
Слоистокорая	69	31	—	121	118	96	—	111
	88	12	—	42	412	450	—	417
Серотрещиноватая	15	85	—	76	48	34	—	36
	11	89	—	18	201	298	—	288
Бородавчатая всех форм	59	41	—	351	120	68	—	99
	71	29	—	79	444	339	—	41
Пушистая	—	53	47	290	—	33	41	37
Белокорая	—	36	64	66	—	179	164	170
Щероховатокорая	—	64	36	138	—	40	49	43
	—	42	58	73	—	169	153	156
Волнистокорая	—	61	39	43	—	47	47	47
	—	37	63	11	—	185	145	160
Желтокорая	—	63	37	125	—	19	27	21
	—	36	64	11	—	154	77	105
Пушистая всех форм	—	58	42	596	—	33	41	36
	—	39	61	161	—	168	151	158
Малотрещиноватая	17	71	12	123	91	77	75	78
	—	77	23	30	—	287	388	311
Береза всех форм и видов	21	54	25	1070	117	48	42	62
	21	40	39	270	444	229	168	250

Примечание. В числителе — данные для пробной площади № 11, в знаменателе — для пробы № 2. Пробная площадь № 11 — березняк бруснично-черничный II класса бонитета, III класса возраста, полнота 1,0, состав 9Б1С, почвы — свежие средне оподзоленные супеси. Пробная площадь № 2 — березняк разнотравный I класса бонитета, VII класса возраста, полнота 0,9, состав 7Б2С10с, почвы — дерново-скрыто оподзоленные, свежие суглинки.

стой (30—40% всех деревьев) — в березняках разнотравно-злаковым и черничном с богатыми суглинистыми свежими или свежее-влажными почвами. Во всех типах леса, в которых береза бородавчатая и пушистая произрастают совместно, наиболее часто встречаются деревья промежуточные (более 50%).

Вопрос о соотношении различных групп деревьев березы с точки зрения их производительности и распространения в пределах видов и отдельных форм, отличающихся строением коры, рассматривали по данным трех пробных площадей, охватывающих около 1600 деревьев. Полученные результаты для двух проб приведены в табл. 2. Анализируя таблицу, можно отметить следующее.

1. Большинство деревьев березы бородавчатой грубокорой, ромбовиднотрещиноватой и слоистокорой форм относятся к ранораспускающимся. Деревья серотрещиноватой и гибридной малотрещиноватой форм — по большей части промежуточные. В целом для березы бородавчатой характерны деревья ранораспускающиеся.

2. У березы пушистой наибольший процент позднораспускающихся деревьев падает на белокорую форму. У всех форм березы пушистой в типах леса, свойственных ей, преобладают позднораспускающиеся деревья (пробная площадь № 2), а в типах леса, более подходящих для березы бородавчатой, встречается больше промежуточных деревьев (пробная площадь № 11).

3. У березы бородавчатой наибольшей производительностью отличаются ранораспускающиеся деревья, а наименьшая производительность у серотрещиноватой формы, представленной преимущественно промежуточными деревьями. В среднем площадь сечения на высоте груди ранораспускающихся деревьев в два раза больше, чем у промежуточных и позднораспускающихся.

4. У березы пушистой и отдельных ее форм не наблюдается какой-либо закономерности в соотношении между сроками распускания отдельных групп деревьев и их производительностью. Поэтому не представляется возможным отдать предпочтение той или иной группе позднораспускающихся или промежуточных деревьев.

5. При совместном произрастании березы пушистой и бородавчатой последняя, представленная преимущественно ранораспускающимися деревьями, отличается более высокой производительностью. Промежуточное положение между березой пушистой и бородавчатой занимает гибридная малотрещиноватая форма, большинство деревьев которой промежуточные и по срокам распускания.

Общая продолжительность вегетационного периода у березы бородавчатой в годы наблюдений была в среднем на две недели длиннее, чем у пушистой. Разница в продолжительности вегетационного периода и особенно во времени распускания листьев несомненно сказывается на взаимоотношениях березы бородавчатой и пушистой при их совместном произрастании.

Вопрос о взаимоотношениях между этими видами требует специального изучения, тем более, что Б. В. Гроздов [2] и другие относят березу пушистую к деревьям второй величины, а С. З. Курдиани [9] считает ее деревом первой величины. И. Д. Юркевич и В. С. Гельтман [12] также отмечают, что на хорошо увлажненных перегнойно-карбонатных почвах береза пушистая может иметь высокий класс бонитета. Поэтому ограничимся обсуждением кратких замечаний, вытекающих из наших наблюдений и связанных с фенологическими особенностями этих видов берез.

Во-первых, береза бородавчатая как ранораспускающаяся имеет более благоприятные условия роста в начале вегетационного периода

и постепенно ее деревья занимают господствующее положение в насаждении.

Во-вторых, береза бородавчатая может успешно произрастать совместно с березой пушистой в тех условиях, которые особенно благоприятны для последней в силу ее экологических и биологических особенностей (за исключением почв низших классов бонитета).

В-третьих, береза бородавчатая вытесняет пушистую в тех местах, где условия произрастания менее благоприятны для последней.

В свою очередь у березы пушистой также обнаруживаются особенности, обеспечивающие ей условия для совместного произрастания с березой бородавчатой. Крона у нее более компактна, листья имеют больший размер, чем у березы бородавчатой, что повышает возможности ассимиляции в условиях сильного затенения. Кроме того, береза пушистая, в отличие от бородавчатой, обладает способностью к обильному образованию придаточных почек и росту побегов из них, что также повышает ее жизнестойкость.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Батманов. Календарь природы Свердловска и его окрестностей. Свердловск, 1952. [2]. Б. В. Гроздов. Дендрология. Гослесбумиздат, М.-Л., 1952. [3]. Н. Б. Гроздова. Пособие для таксаторов, лесоводов и студентов при определении различных форм березы в смешанных лесах лесной зоны Европейской части СССР. Брянск, 1957. [4]. Р. С. Зубарева. Лесная растительность Припышминских боров Зауралья. Сб. «Природные условия и леса лесостепного Зауралья». Труды института биологии УФ АН СССР, вып. 19, Свердловск, 1960. [5]. Б. И. Иваненко. Фенология древесных и кустарниковых пород. Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, М., 1962. [6]. Н. А. Коновалов. Очерк типов леса Уральского учебно-опытного лесхоза. Сборник статей Уральского учебно-опытного лесхоза, Свердловск, 1950. [7]. С. З. Курдани. Дендрология. Тифлис, 1934. [8]. А. К. Махнев. Физико-механические свойства древесины некоторых форм березы Припышминских боров лесостепного Зауралья. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964. [9]. П. Н. Мегалинский. Выращивание фанерной березы. Диссертация, Л., 1950. [10]. Н. О. Соколов. Карельская береза, Петрозаводск, 1950. [11]. А. В. Тюрин. Сезонное развитие дуба и его спутников европейской части СССР. Гослесбумиздат, М.—Л., 1954. [12]. И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. Сезонное развитие березы бородавчатой и березы пушистой в лесах БССР. Географический сборник, т. XVI, АН СССР, М.—Л., 1963. [13]. A. S. Gardiner. Variation in bark characteristics in birch. Scot. Forestry. Vol. 12, № 4, 1958. [14]. B. Linquist. Genetics in Swedish Forestry Practice. Stockholm, 1948. [15]. O. Schföck und E. Schöiz. Einiges über Furnierbirken, insbesondere Flammbirken und deren Erkennen im Bestande — Wald, Jg. 3, H. 6, 1953. [16]. E. V a c l a v. VŠZ Praha. Vjuziti teknikjch forem drevin na prikladu brizj Lesnika práce. Rocnik 42,9. zari, 1963.

Поступила в редакцию
26 января 1965 г.

УДК 634.0.228.8

ВОЗРАСТНОЕ СТРОЕНИЕ ОСИННИКОВ КРАСНОЯРСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

М. А. ДАНИЛИН

Ассистент

(Сибирский технологический институт)

Возрастная структура осиновых древостоев до сих пор детально не изучена. Только В. З. Гулисашвили [2] по этому поводу отмечает, что корневые отпрыски на лесосеках появляются по мере разложения гумуса в продолжение 7—8 лет; такое постепенное формирование осинников в молодом возрасте видно из работы А. А. Козловского [3]. П. В. Воропанов [1] пишет, что возникшие на гарях и других оголенных площадях листовенные молодняки на Севере состоят из осины и березы, возраст которых колеблется от 6 до 20 лет.

Для изучения возрастной структуры осинников в период с 1960 по 1963 гг. заложено семь пробных площадей, на которых проведена сплошная валка деревьев (от 204 до 379 на пробе); четыре — с рубкой всех деревьев на половине пробы (от 82 до 149) и двенадцать — с рубкой каждого пятого дерева пропорционально числу стволов в ступенях толщины (от 41 до 100 моделей на пробе). Таким образом, на 23 пробах срублено и обмерено 2967 деревьев; у всех сосчитан возраст.

Пробные площади закладывали в чистых, наиболее сомкнутых осиновых древостоях с разным средним возрастом в пределах однородных участков леса. Осинники лесхоза оказались разновозрастными.

Для получения сводных рядов распределения числа стволов по относительным ступеням возраста предварительно была составлена табл. 1, где для пробных площадей указан ряд показателей, совокупность которых была принята за основу классификации возрастного строения.

Анализ данных этой таблицы показывает, что возрастное строение осиновых древостоев различно, причем пробные площади со сплошной рубкой (№ 1, 2, 3) характеризуются меньшими пределами колебаний возраста, чем проба № 12, на которой срубали каждое пятое дерево. Это позволило включить в обработку данные всех пробных площадей.

Все пробные площади были подразделены на три группы по среднему возрасту и пределам его изменчивости для всех деревьев древостоя. В первую включены пробные площади со средним возрастом до 18 лет, во вторую — от 22 до 37 лет, в третью — до 58 лет. Для этих групп были получены ряды распределения числа стволов в процентах по относительным ступеням возраста по аналогии с естественными ступенями толщины (по А. В. Тюрину).

Таблица 1.

№ пробы	Средний возраст древостоя, лет	Колебание возраста, лет		Коэффициент вариации возраста, %	Число срубленных деревьев
		пределы	амплитуда		
1	10	7—16	9	24,0	235
2	11	5—18	13	28,0	379
3	11	5—16	11	24,0	241
4	13	7—20	13	26,9	60
5	13	6—24	18	24,3	60
6	13	6—20	14	27,2	50
7	14	7—25	18	24,4	48
8	15	8—25	17	25,6	50
9	15	9—25	16	20,7	50
10	15	10—21	11	17,6	59
11	16	9—22	13	17,6	100
12	17	12—25	13	23,0	41
13	24	12—31	19	17,0	114
14	22	6—29	23	22,0	149
15	16	4—28	24	33,2	59
16	35	19—46	27	17,1	274
17	37	19—46	27	11,1	219
18	32	13—55	42	21,9	240
19	58	34—71	37	11,2	204
20	56	37—68	31	10,0	142
21	54	30—85	55	22,8	55
22	51	25—80	55	24,2	56
23	55	25—70	45	19,9	82

Вычисленные показатели существенности различия процента заселенности для центральных относительных ступеней возраста (1,0 и 1,1) оказались значительно меньше трех (соответственно 0,4 и 0,1). Поэтому из этих двух рядов получен один ряд распределения для осиновых древостоев со средним возрастом от 19 до 58 лет.

Коэффициенты различия для относительных ступеней возраста ряда распределения древостоев со средним возрастом до 18 лет и от 22 до 37 лет равны соответственно 3,2 и 3,5.

Таблица 2

Показатели	Распределение числа стволов (%) для групп древостоев со средним возрастом	
	до 18 лет	от 19 до 58 лет
Относительные ступени возраста		
0,5	1,0	2,6
0,6	5,5	3,4
0,7	11,8	5,5
0,8	11,9	9,0
0,9	12,8	12,8
1,0	13,8	21,4
1,1	14,7	24,5
1,2	12,5	13,3
1,3	7,5	4,8
1,4	4,5	1,5
1,5	2,7	0,8
1,6	1,3	0,4
Статистические показатели		
σ	0,25	0,19
m	0,025	0,020
v	25,0	19,5
p	2,5	1,9

Распределение числа деревьев по относительным ступеням возраста приведено в табл. 2.

Варьирование числа деревьев в наиболее заселенных ступенях возраста (0,9—1,1) колеблется от 24,2 до 46,4%, а показатель точности исследования в среднем равен 10%.

Из табл. 2 видно, что самое молодое дерево в обоих рядах имеет возраст, равный половине, а самое старое — 1,6 среднего.

Максимум числа стволов приходится на относительную ступень 1,1. Место среднего дерева в осинниках со средним возрастом до 18 лет находится на 49,9% от самого молодого, а для древостоев от 19 до 58 лет — на 44%.

Зная коэффициент варьирования в каждом типе возрастного строения, можно вычислить число моделей, необходимых для определения среднего возраста с заданной точностью.

Результаты статистической обработки приведены в табл. 3.

Таблица 3

Группа древостоев со средним возрастом	Число моделей, необходимых для определения среднего возраста с точностью (%)		
	10	5	3
До 18 лет	6	25	69
От 19 до 58 лет	4	15	42

Таким образом, установлено, что чистые осиновые древостои Красноярского учебно-опытного лесхоза разновозрастны; разновозрастность молодых осинников складывается в период их возникновения. Иначе говоря, появление корневых отпрысков осины на лесосеках и на гарях происходит в течение ряда лет. С повышением среднего возраста увеличивается и абсолютная разновозрастность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Воропанов. Ельники Севера. Гослесбумиздат, 1950. [2]. В. З. Гулисашвили. Вегетативное размножение осины. Записки лесной опытной станции Ленинградского сельскохозяйственного института, вып. IV, Сельхозиздат, 1923. [3]. А. А. Козловский. Особенности вегетативного распространения осины. Всесоюзный НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, 6, 1958.

Поступила в редакцию
23 марта 1964 г.

УДК 634. 0. 443

НЕКОТОРЫЕ ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ МОЛОДНЯКОВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБКАХ СЕВЕРА

Б. Н. НИКОЛИН

Младший научный сотрудник

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Возобновлению леса на концентрированных вырубках таежной зоны Европейского Севера препятствуют патологические факторы, к которым относятся грибные болезни деревьев. Интенсификация грибных заболеваний в молодняках нередко способствует возникновению эпидемии [5].

На основании данных пятилетних исследований патогенной флоры молодняков концентрированных вырубок в Плесецком, Квандозерском (Плесецкий ЛПХ) и Озерском (Северный ЛПХ) лесничествах Архангельской области мы описали наиболее распространенные грибные болезни древесных пород.

Обыкновенное шютте, вызываемое сумчатым грибом *Lophodermium pinastri* Chev., — опасное заболевание хвои сосны обыкновенной, имеющее широкое распространение в молодняках на концентрированных вырубках. Внешне болезнь проявляется полным или частичным пожелтением (покраснением) хвои с последующим ее засыханием и опадением. Распространяется болезнь от нижних ярусов ветвей к верхним. Наиболее интенсивно поражается хвоя на стволиках сосны. Нарастание болезни увеличивается с возрастом молодняка сосны. Известно [2], что особенно сильно сосна поражается шютте на вырубках. Ее отпад уже к концу первого вегетационного сезона составляет около 10% общего числа всходов, появившихся в данный сезон. На концентрированных вырубках Севера интенсивность поражения шютте однолетней сосны составляет 9,4% при отпаде 5,1%, трехлетней — 19,4% при отпаде 3,6%, четырехлетней — 41,5% при отпаде 23,1%.

Снежное шютте, вызываемое сумчатым грибом *Phacidium infestans* Karst., в условиях возобновляющихся концентрированных вырубок — довольно распространенное заболевание молодых сосен. Особенно сильно от этой болезни страдают молодняки сосны искусственного и значительно менее — естественного происхождения. Так, по данным Ю. В. Адо [1], пораженность культуры сосны снежным шютте в учебно-опытном лесхозе Архангельского лесотехнического института в 1956 г. составила 86,3—94,8%. И. И. Журавлев [3] отмечает, что гибель самосева сосны на вырубках от снежного шютте в двух-четырёхлетнем возрасте составляет 2%, а в семилетнем — 4%. Внешние признаки болезни — посерение и отмирание хвои на соснах в очагах инфекции. Пока-

затели интенсивности поражения молодняков сосны (искусственное возобновление) снежным шютте на концентрированных вырубках приведены в табл. 1.

Таблица 1

Возраст, лет	Средний процент поражения	Средний процент отпада
3	25,5	24,2
4	31,8	31,1
6	56,9	39,7
7	89,9	47,0
8	89,1	44,3
9	90,1	41,8

Из табл. 1 видно, что интенсивность поражения молодняков сосны в очагах болезни нарастает до семилетнего возраста, после чего сохраняется два-три года на одном уровне, а отпад восьми-девятилетней сосны даже несколько снижается. Е. Н. Мартынов [4] отмечает, что на свежих вырубках зараженность подроста сосны снежным шютте небольшая, на вырубках десятилетней давности она достигает 67%, а на более старых вновь снижается. Довольно частое явление на концентрированных вырубках — одновременное поражение сосны обыкновенным и снежным шютте.

Сосновый вертун, вызываемый грибом *Melampsora pinitorqua* Rostr., — опасное заболевание побегов сосны в молодняках на сплошных вырубках, имеющее очажное распространение. Признаки болезни — появление на молодых побегах сосны (особенно верхушечных) со второй половины июня ярко-оранжевых пятен (эцидиев), затем искривление или усыхание побегов. Промежуточным хозяином ржавчинного гриба — возбудителя этой болезни — является осинный подрост. На листьях осины с середины июля появляются уредоспоры, а в конце августа — телеитоспоры гриба. Интенсивность поражения сосны сосновым вертуном в очагах болезни на концентрированных вырубках доходит до 34% при отпаде 29,9%.

Пузырчатая ржавчина хвои сосны (*Coleosporium* sp.) имеет широкое распространение в молодняках на концентрированных вырубках Севера. Вопрос о видовой принадлежности гриба — возбудителя этой болезни — остается еще невыясненным, а следовательно, не является возможным и указание промежуточного хозяина. Внешние признаки болезни — пожелтение или засыхание хвои в результате образования на ней с начала июня ярко-оранжевых пузыревидных эцидиев. Сосна в культурах особенно предрасположена к этому заболеванию. Интенсивность поражения составляет 15—25%.

Ржавчина хвои лиственницы и листьев березы *Melampsorium betulae* Arth. или лиственнично-березовая ржавчина; — очень сильно распространенное заболевание на березовом подросте и особенно самосеве. Последний обычно в конце июля теряет листву и засыхает. Внешне болезнь проявляется образованием на листьях с начала июля желтых пятен, в результате чего листья преждевременно засыхают и опадают. Промежуточным хозяином гриба — возбудителя этой болезни — является лиственница, на хвое которой с середины июня развивается его эцидиальное спороношение. Страдает от гриба и лиственница.

Таким образом в условиях возобновившихся концентрированных вырубках Севера сосновые и березовые молодняки подвержены пораже-

нию следующими опасными болезнями: обыкновенным шютте, снежным шютте, сосновым вертуном, пузырчатой ржавчиной хвой и лиственнично-березовой ржавчиной березы; эти болезни отрицательно влияют на возобновление лесосек и часто способствуют значительному отпаду молодняков. Так, например, отпад сосны от обыкновенного шютте равен 5,1—23,1%, от снежного шютте — 24,2—41,8%, от соснового вертуна — 29,9%. Отпад самосева березы от ржавчины доходит до 100%.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ю. В. А до. Грибные болезни лесных культур в учебно-опытном лесхозе Архангельского лесотехнического института. Первая межвузовская конференция по защите леса. Тезисы докладов, т. I, М., 1958. [2]. И. И. Журавлев. Отпад самосева на вырубках от грибных заболеваний. Бюллетень научно-технической информации ЛенНИИЛХа, вып. 6, 1958. [3]. И. И. Журавлев. Ход естественного возобновления леса на вырубках и причины его отпада. Сборник научно-технической информации ЛенНИИЛХа, вып. I, Л., 1960. [4]. Е. Н. Мартынов. Снежное шютте препятствует возобновлению вырубок. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1959. [5]. И. С. Мелехов. Рубки и возобновление леса на Севере. Архангельское книжное изд-во, 1960.

Поступила в редакцию
6 июля 1963 г.

УДК 634. 0. 443

ЯЗВЕННЫЙ РАК — БОЛЕЗНЬ СОСНОВОГО ПОДРОСТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ

В. И. ЩЕДРОВА

Младший научный сотрудник

(Ленинградская лесотехническая академия)

При фитопатологическом обследовании лесов Карелии в 1955 г. мы встретились с весьма распространенным заболеванием сосны — язвенным раком [1]. В отечественной литературе нет описания этой болезни, поэтому следует считать, что у нас она мало известна, хотя встречается в сосновых лесах и других районах страны. Болезнь типа язвенного рака отмечена в Финляндии, где возбудителем ее считают гриб *Crumenula sororia* Karst., а также предположительно гриб *Biatorella difformis* (Fr.) Vain. [5]. Подобный тип болезни в 1936—1940 гг. был обнаружен в Америке [3], [6] на плантациях различных видов молодых сосен хорошего роста. Ее возбудителями там являются грибы родов *Atropellis* и *Tytranis*.

В КАССР рак сосны распространен в лесах как на юге, так и на севере республики; нами он обнаружен в Прионежском, Калевальском, Беломорском и Лоухском районах, где были выполнены специальные наблюдения, фитопатологическое обследование подростка в сосновых насаждениях, пораженных этой болезнью, учет и анализ причин распространения рака. Для этого заложено 25 специальных пробных площадей и проанализировано 481 модельное дерево. Болезненные язвы на модельных деревьях были подвергнуты микроскопическому, микологическому и анатомическому исследованиям. В данной статье изложены результаты этих наблюдений и исследований, выполненных нами в период 1955—1957 гг. и частично в 1961—1963 гг.

Язвенный рак, обнаруженный в Карелии, — это инфекционная болезнь ветвей и ствола угнетенных сосен в возрасте от 10 до 80 и более лет. Иногда эта болезнь поражает деревья нормального роста. Внешне болезнь представляет собой открытую язву опухолево-ступенчатого рака (рис. 1 и 2), увеличивающуюся из года в год по мере нарастания каллуса и отмирания по периферии язвы узких полосок камбия и коры. В центре язвы почти всегда имеется основание отмершего сучка. Язва имеет овальную форму, заостренные концы и слегка вытянута вдоль ствола. Часто на свежих язвах развивается грибница *Pullularia pullulans* (De Vary) Berkh. Старые язвы имеют пепельно-серый цвет (от времени) и хорошо заметную ступенчатость; нередко на них развиваются накипные лишайники и *Usnea barbata*, встречаются кладки яиц и куколки насекомых. Обычно на стволике бывает одна, реже две язвы, но встречаются сосны с десятью и большим их количеством.

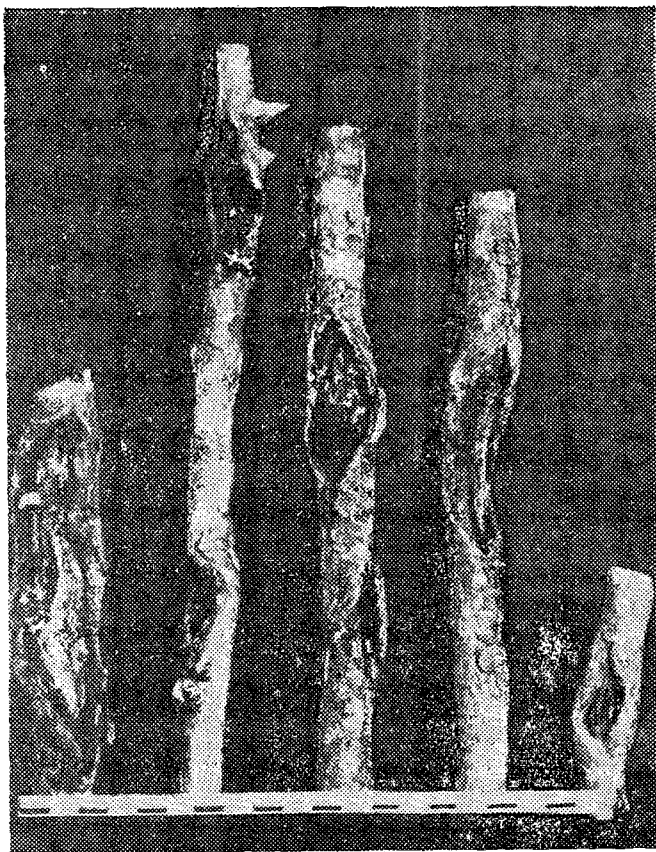


Рис. 1. Общий вид раковых язв на стволиках сосны обыкновенной (угнетенный подрост).

Особенностью расположения раковых язв является их приуроченность к северной и северо-восточной стороне ствола дерева; это наблюдается во всех обследованных участках. Например, 322 раковые язвы располагались на стволе относительно стран света следующим образом: с северной стороны — 46, восточной — 26, южной — 19, западной — 9%. Учитывая это, при рекогносцировочных обследованиях для выявления участков леса с наличием пораженного раком соснового подроста следует всегда идти по ходу в направлении с севера на юг.

В связи с тем, что рак поражает угнетенные (но не усыхающие) сосны, он встречается преимущественно в местах избыточного увлажнения, где зараженность достигает 80%, а также на сосновом подросте под пологом леса в перестойных низкополнотных древостоях сухих и свежих боров, где зараженность составляет 30—40% и более.

В молодых сосняках открытых незаболоченных пространств, например, на обширных концентрированных вырубках с последующим возобновлением, рак почти отсутствует — зараженность им не превышает 2%.

В отношении интенсивности развития болезни наблюдается та же картина. Так, количество язв, приходящееся на одно дерево в этих условиях, следующее: на болотах — 1,5 шт. (максимальное — 12), под поло-



Рис. 2. Раковая язва на стволике (образец от соснового подростка).

гом леса — 1,4 шт. (максимальное — 5), на молодняке последующего возобновления — 0,01 шт.; средние размеры язв соответственно: $4,3 \times 1,6$; $3,4 \times 1,6$; $1,5 \times 1$ см.

В связи с обилием в Карелии пониженных мест и болот (до 30% площади), а также значительным количеством низкополнотных насаждений с угнетенным сосновым подростом, особенно в северной части республики, рак сильно распространен и процент его в ряду заболелых соснового подростка довольно высок.

Раковой болезнью дерево болеет десятки лет. Болезнь начинает развиваться на молодых 10—15-летних сосенках и длится до конца их жизни, если условия для роста и развития деревьев не улучшаются, — например на заболоченных участках. Здесь сосны недолговечны, предел их жизни 120 лет. Во многих случаях сосны гибнут от раковой болезни в 30—40 лет. Нами лишь один раз была обнаружена огромная раковая язва на 148-летнем дереве с диаметром ствола 42 см.

Опасность рака для сосны заключается в том, что, развиваясь на ослабленных деревьях, болезнь понижает и без того пониженный тонус жизни растения, так как нарушен и частично прекращен ток питательных веществ по лубу, что, несомненно, усиливает голодание растительного организма. По нашим данным, прирост пораженных ра-

ком сосен ниже прироста здоровых, а именно: в условиях заболоченных участков — на 20, а под пологом леса — на 30%. Для жизни дерева опасны случаи полной окольцовки ствола язвами. Одна и даже несколько язв, расположенных друг над другом по прямой линии, для жизни дерева не опасны, если исключить возможность перелома такого ствола в пораженном месте, где расположена самая большая и старая язва.

Важно отметить, что раковые язвы могут заживать или зарастать, если условия жизни дерева улучшаются, причем снаружи остается только рубец. Обычно зарастание язв наблюдается на сосновом подросте после вырубki материнского полога. Так, на одном из участков 18-летней давности рубки (сосняк-беломошник) у двадцати сосен наблюдалось зарастание язв в поперечном направлении на 24, в продольном на 4% (показатели средние).

Многочисленные наблюдения позволяют утверждать, что в преобладающем большинстве случаев возможны два исхода: либо прогрессивный рост язв и гибель растения, либо зарастание язв и выздоровление больного растения (сосны). Поэтому в спелых древостоях рак встречается редко. На заболоченных участках преобладает гибель подростка, в низкополнотных насаждениях после удаления верхнего полога — зарастание раковых язв и выздоровление подростка. В последнем случае гибнет лишь неблагонадежный подрост, независимо от наличия рака.

Известно, что начальное развитие рака может протекать двумя путями — с предварительным повреждением покровных тканей и без него. Заражение раком сосен в США, как отмечают отдельные авторы [2], [3], [4], [6], происходит без предварительного повреждения покровных тканей, за исключением случаев, когда *Atropellis piniphilus* проникает через обломанные сучья.

Наши исследования происхождения и этиологии язвенного рака дают возможность сделать следующие выводы.

На основании многочисленных наблюдений мы считаем, что в Карелии образование рака связано с предварительными механическими повреждениями коры в основании ветвей. Прежде всего сюда относятся трещины, образующиеся в пазухах ветвей, и энтомологические повреждения (*Hylobius abietis*, *Pissodes* и особенно *Evetria*). Места повреждения коры насекомыми *Evetria* и *Hylobius* часто по форме сходны с язвенным раком. При микологических анализах образцов свежих повреждений от этих насекомых грибная инфекция в культуру не выделялась, при анализах же повреждений двухлетней давности в ряде случаев был выделен возбудитель рака.

Кроме энтомологических встречаются повреждения коры, ветвей и ствола, нанесенные человеком и животными. Наблюдались случаи образования раковых язв на молодых соснах в результате затесок. Возникновение рака, очевидно, имеет связь и с отмиранием сучьев. Микологический анализ древесины сучков, часто торчащих из центра раковых язв и дающих основание предполагать, что инфекция проникает через них, показал, что сучки, как правило, бывают просмоленными и очень прочными и не содержат инфекции. Вероятно грибок проникает у основания сучьев, утративших связь с древесиной ствола. Возможно образование рака может начаться и без механических повреждений, особенно на ослабленном подросте, у которого кора часто растрескивается и шелушится, а также через шрамы от хвои, как это происходит у американских видов сосен, но это пока предположение, тогда как путь проникновения инфекции через поранения очевиден.

В целях выявления причины инфекционного начала язвенного рака были проведены специальные исследования в полевых и лабораторных

условиях с применением искусственного заражения и сделано 117 микологических анализов. Результаты этих исследований позволяют сделать следующее заключение. Возбудителем язвенного рака на подросте сосны обыкновенной является гриб *Biatoridina pinastri* Golov. et Stzédér *, относящийся к новому виду и роду семейства *Exipulaceae* порядка *Sphaeropsidales* класса *Fungi imperfecti* и являющийся по предварительным данным конидиальной стадией сумчатого гриба *Biatorella difformis* (Fries) Rehm. Обильное конидиальное (*Biatoridina pinastri*) и немногочисленное сумчатое (*Biatorella difformis*) спороношение гриба образуются часто рядом на буром мицелиальном сплетении с групповым и одиночным расположением гиф на поверхности раковых язв. Роль сумкоспор *Biatorella difformis* в распространении язвенного рака выясняется.

Исследованием также установлено, что гриб поражает камбий и распространяется в клетках сердцевинных лучей и трахеидах на значительном расстоянии от поверхности раковой язвы в виде гиф и своеобразных утолщений грибницы (рис. 3). В древесине, прилегающей к раковой язве, нередко нарушается правильность строения сердцевинных лучей: они низкие (из 2—3 рядов), часто без оконцевых пор или с неправильным их распределением. В древесине много капелек смолы.

Рак причиняет вред сосне — ценной лесной породе. Он ослабляет деревца и способствует их поломке. Опасность поломки больного подроста при лесозаготовках повышается, что имеет большое отрицательное значение. Кроме того рак причиняет вред стволу — наиболее цен-

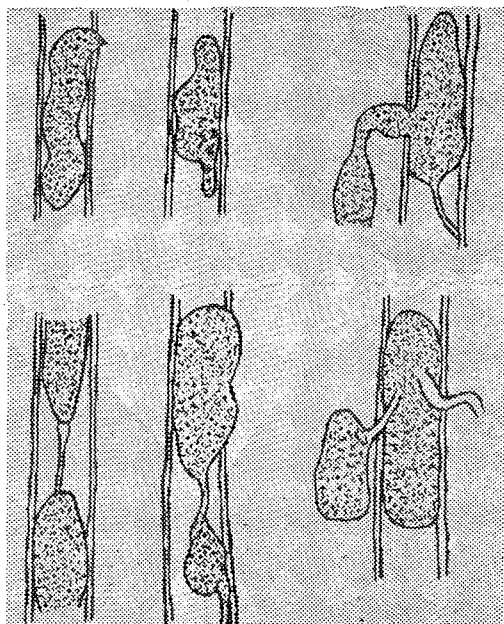


Рис. 3. Типы утолщений грибницы в анатомических элементах коры и древесины.

* Систематическое положение гриба установлено проф. П. Н. Головиным, совместно с автором статьи.

ной части дерева. Даже в случаях зарастания раковых язв остается прорость, понижающая качество сортиментов, получаемых из ствола.

Ввиду того, что рак — болезнь угнетенных сосен, мерой борьбы с ним является всемерное улучшение условий жизни подростка. Низкополотные насаждения большого возраста с наличием подростка нужно намечать к вырубке в первую очередь. В таких древостоях необходимо проводить рубку тогда, когда подрост еще не достиг возраста 10—15 лет, то есть возраста, при котором наблюдается заметное заражение сосны язвенным раком. Оставшийся после рубки материнского древостоя подрост, в случае большой густоты, следует прореживать. Вырубать нужно больные деревья. В результате такого ведения хозяйства своевременно будет вырублен спелый лес и улучшится жизнь подростка, что обеспечит более быстрое его излечивание и ускорит возобновление леса. В заболоченных участках может быть применена только мелiorация, которую следует проводить хотя бы там, где участки необходимо осушать и по каким-либо другим соображениям.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. И. Шедрова. Об язвенном раке соснового подростка в Карелии. Вопросы лесозащиты, т. II, материалы к 2-ой межвузовской конференции по защите леса, М., 1963. [2]. J. I. Вoусе. Forest pathology, 1961. [3]. J. R. Hansbrough. The Tympans canker of Red pine, 1936. [4]. J. C. Hopkins. The locus of entry of the canker fungus *Atropellis piniphila* into Lodgepole pine stems. Bi-m Progr. Rep. Div. For. Biol. Dep. Agric. Can., 16, 2, 1960. [5]. V. Kujala. Über die kleinpilze der Konifern in Finland. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja, 38:1—103, 1950. [6]. M. L. Lohman & E. V. Cash. *Atropellis* species from pine cankers in the United States. J. Wash. Acad. Sci. XXX, 6, 1940.

Поступила в редакцию
7 января 1964 г.

УДК 634. 0. 15

О ВЕЛИЧИНЕ ОХОТНИЧЬЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЛЕСА

Л. И. КРАСОВСКИЙ

К. Г. КОЛУПАЕВА

Научные сотрудники

(Всесоюзный НИИ животного сырья и пушнины, г. Киров)

Хотя пушнина относится к разряду «вторичных» лесопользований, она составляет огромную ценность, едва ли много меньшую, чем сама древесина. Так, в 1962 г. в одном из самых сильно вырубленных районов Архангельской области — Вельском — было добыто 97000 белок, а по всей области почти без всяких капиталовложений заготовлено свыше полумиллиона шкурок экспортной пушнины, которая дает государству доход, исчисляемый миллионами рублей. При этом опромышляется лишь малая часть таежных угодий [4], и запасы пушных богатств наших лесов остаются недостаточно использованными. До сих пор никто не знает, как велики эти запасы и какова степень их освоения. Между тем в настоящее время создалась возможность их определения хотя бы в первом приближении по лесотаксационным и особенно по лесотипологическим данным.

В последние годы усилилось изучение охотничьих угодий, и лесная типология В. Н. Сукачева [10], [11] оказалась в основе наиболее перспективной охотохозяйственной классификации лесных насаждений [2], [3]. Одно из главных положений этой классификации состоит в том, что кормовые, гнездовые и защитные свойства для основных видов промысловой фауны (для белки, куницы и соболя) в разных типах или группах типов старых сомкнутых насаждений настолько различны и эти отличия настолько постоянны, что обуславливают заметную разницу в составе и обилии животных и, в конечном счете, определяют хозяйственную ценность угодий. Д. Н. Данилов [3] отмечает биологическую производительность и хозяйственную продуктивность, или годовой выход пушной продукции с единицы площади угодий (обычно с 1000 га). Первая зависит только от биологических факторов, вторая — еще от опромышления.

Определение производительности угодий применительно к типологии Д. Н. Данилова имеет большой научный интерес и еще большее практическое значение для хозяйства. При таксации наших лесов знать охотничью производительность на 1 млрд. га лесной площади Союза в такой мере необходимо, а практических путей к ее познанию так мало, что вряд ли можно пренебрегать попытками характеристики ее через

продуктивность, несмотря на все кажущееся несовершенство этого подхода.

Многолетняя практика государственных заготовок пушнины в районах с законченным лесоустройством дает обильный материал для качественной оценки производительности угодий по величинам их продуктивности на основе того положения, что при растущем опромышлении повышается и продуктивность и что пределом ее роста служит производительность при отсутствии перепромысла. Последний же, как правило, исключается для лицензионных видов, например, для куницы. Если же его и можно предполагать в отдельные годы для таких скороспелых видов, как белка, то он полностью нивелируется при учете продуктивности за много лет. Поэтому в большинстве случаев продуктивность наиболее опромышляемого района будет наиболее близка к производительности господствующих в районе типов угодий. Безграничное богатство данных о заготовках за много лет и возможность постоянного их пополнения в будущем при огромном числе учетных пунктов по всей стране гарантирует принципиальную правильность такой постановки вопроса и обещает полное и наиболее быстрое его решение.

Известно, что кормовые достоинства хвойных угодий из года в год меняются в зависимости от урожая семян. В соответствии с урожаями колеблется численность многих видов грызунов [8] (в частности, белки), а равным образом и продуктивность беличьего промысла [6]. Поэтому продуктивность одного года не характеризует угодье; фаунистическим показателем типа или группы типов леса может быть только средняя многолетняя величина. Она же имеет наибольшую практическую ценность и для хозяйственной таксации угодий [3]. Для вычисления продуктивности надо знать годовой сбор пушнины, размер площади и типологический состав угодий, в которых добывали пушнину. Для определения средней продуктивности такие данные нужны за много лет. Последнее обстоятельство затрудняет применение экспериментального или рекомендуемого Д. Н. Даниловым [1] опросного метода определения средней продуктивности угодий, ибо при работе этими методами результаты можно получить только через много лет.

Опыт расчета продуктивности угодий в различных типах леса был сделан на материале лесоустройства и заготовок наиболее опромышляемых районов Кировской и Архангельской областей. В заготовительных организациях и охотничьей инспекции Кировской области сохранились сведения о районных заготовках за 10 лет (с 1951 по 1960 гг.).

Лесотипологические различия между районами значительны. В южных еловых районах (Яранском, Санчурском, Кильмезском, Малмыжском, Уржумском и др.) преобладают ельники-липняки и зеленомошники I и II классов бонитета; они занимают 50—80% площади хвойных формаций. В центральных районах (Слободском, Белохолуницком, Даровском и др.) доминируют ельники-черничники и брусничники III класса бонитета; они составляют свыше 50% лесопокрытой площади района; до 28% площади занимают долгомошники. В северо-западных районах (Подосиновском и Лальском) 50% площади покрыто ельниками-долгомошниками IV класса бонитета. В такой же географической последовательности сменяются типы леса и в сосняках. Но вятские леса в основном еловые с преобладанием ельников-зеленомошников III класса бонитета [12], [13], [9], [7].

В таких районах, как Яранском, Санчурском, Зуевском почти полностью отсутствуют сосновые насаждения и, наоборот, нет таких административных районов, в которых ельники занимали бы менее 20% площади хвойных формаций.

Урожайность семян, защитные и гнездовые условия для фауны могут быть более или менее близкими в районах со сходной растительностью, то есть в районах, составляющих одну группу по господствующему типу леса. То же самое относится и к охотничьей производительности или определяемой ею продуктивности. При этом трудно предсказать, в каком типе леса продуктивность должна быть больше, потому что только урожайность семян закономерно уменьшается с понижением класса бонитета [5], защитные же и гнездовые условия находятся в сложной связи с продуктивностью и сами зависят от многих элементарных экологических факторов, не всегда поддающихся учету. В этом смысле продуктивность при полном опромышлении является интегральной величиной, отражающей весь сложный комплекс условий обитания животных в угодьях.

К сожалению не все районы опромышляются полностью. Во многих из них население довольно редкое, промысловых охотников недостаточно, зверя берут очень мало и фактическая продуктивность промысла по таким районам не отражает биологических возможностей их угодий. Для расчета же продуктивности надо брать лишь районы с наиболее полным опромышлением угодий. В таких районах продуктивность наиболее близка к природной производительности.

К числу наиболее опромышляемых районов из группы ельников-липняков и зеленомошников I и II классов бонитета относятся Яранский и Санчурский; из группы ельников-зеленомошников III класса — Слободской и из группы ельников и сосняков-липняков и зеленомошников I и II классов Вятско-Полянский. В табл. 1 приведены расчеты продуктивности по этим районам за 1951—1960 гг.

Таблица 1

Районы	Господствующие типы хвойных насаждений	Площадь угодий, где обитает белка и куница, тыс. га	Средний выход шкурок в год, шт.		Продуктивность, шт. на 1000 га	
			белка	куница	белка	куница
Яранский и Санчурский	Ельники-липняки и зеленомошники I и II классов бонитета	80	4800	200	60	2,5
Слободской	Ельники - зеленомошники III класса бонитета	106	4240	85	40	0,8
Вятско-Полянский	Ельники и сосняки-липняки и зеленомошники I и II классов бонитета	12	480	36	40	3

В результате расчетов (табл. 1) получается, что в пятидесятых годах средний годовой выход белки в сложных ельниках Кировской области составлял 60 шкурок на 1000 га и в ельниках-зеленомошниках III класса бонитета — 40 шкурок на 1000 га.

Аналогичные данные по районам Архангельской области за этот же период показали, что продуктивность сфагновых ельников V класса бонитета в северо-таежной подзоне (Пинежский и Холмогорский районы) равна 6 белкам на 1000 га, ельников-долгомошников и черничников IV класса бонитета (Шенкурский район) — 16, средне-таежных ельников-черничников III—IV классов (Вельский и Котласский районы) — 30. Таким образом, получается последовательный ряд снижения продуктивности и характеризуемой ею производительности лесных угодий в направлении к северу.

Полученные цифры являются лишь средними многолетними и вместе с семенной продуктивностью ельников и численностью белки меняются по годам. Однако при этих колебаниях продуктивность наиболее производительных угодий остается выше, чем в низкопроизводительных типах леса. Так, в 1953 г. наблюдался максимум численности белки за все рассматриваемые 10 лет. В Кировской области заготовки достигли 370000 шт. против средних за десятилетие 97000. В этом же году в яранских ельниках-липняках I и II классов бонитета продуктивность достигла 200 белок на 1000 га, в слободских же зеленомошниках III класса — 150, а в долгомошных и черничниковых ельниках на южной границе среднетаежной подзоны — 70. Следовательно, не только средние многолетние данные продуктивности типов, но и крайние отклонения от средней являются вполне различимыми типологическими признаками.

Величины охотничьей продуктивности того же порядка полученным способом в угодьях Восточной Сибири [3]. Так, для лучших кедрачей продуктивность по белке была больше 120 и по соболу больше 5 на 1000 га, а для лиственничной тайги всего 30—70 белок и 1—2 соболя на 1000 га.

Показатели продуктивности типов леса могут быть использованы для охотничье-промысловой бонитировки угодий на участках любых размеров. Дальнейшие работы по измерению продуктивности на новых материалах будут уточнять типологические константы этого хозяйственно-ценного признака.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. Н. Данилов. Методика исследования продуктивности охотничьих угодий. Труды ВНИО, XI, 1951. [2]. Д. Н. Данилов. Принципы типологии и бонитировки охотничьих угодий. Труды ВНИО, XII, 1953. [3]. Д. Н. Данилов. Охотничьи угодья СССР. М., 1960. [4]. А. С. Каплин. Пушнина СССР, М., 1960. [5]. О. Г. Каппер. Хвойные породы. М.—Л., 1954. [6]. И. Д. Кирис. Закономерности и причины изменения численности белки в СССР. Труды ВНИО, VII, 1947. [7]. В. П. Корякина. Растительность Кировской области. Сб. «Природа Кировской области», Киров, 1960. [8]. В. Г. Нестеров. Лесоводство, М., 1958. [9]. А. Д. Смирнова. Типы еловых лесов крайнего севера Кировской области. «Ботанический журнал», т. 28, 5, Ученые записки Горьковского университета, т. 19, 25, 1943. [10]. В. Н. Сукачев. Руководство к исследованию типов лесов. М.—Л., 1930. [11]. В. Н. Сукачев. Основные принципы лесной типологии. Труды совещания по лесной типологии АН СССР, 1951. [12]. А. Д. Фокин. Краткий очерк растительности Вятского края. Сб. «Вятский край», 1929. [13]. А. Д. Фокин. Три года работы геоботанического отряда Вятской почвенной экспедиции. «Вятское хозяйство» № 2, 3, 1930.

Поступила в редакцию
31 марта 1964 г.

УДК 634.0.375.1

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

К ВОПРОСУ О РЕЖИМЕ РАБОТЫ МАЧТОВЫХ И СТРЕЛОВЫХ
ЛЕБЕДОЧНЫХ УСТАНОВОК

С. И. РАХМАНОВ

Профессор

(Уральский лесотехнический институт)

Режим работы погрузочных и трелевочных установок имеет своеобразный характер. Это объясняется тем, что у них грузовой блок подвешивается к стреле или мачте на некоторой высоте над опорой, по которой перемещается груз, приводимый в движение лебедкой.

Вследствие этого в процессе работы изменяется тяговое усилие на грузовом канате и скорость движения груза.

В общем случае зависимость тягового усилия от условий перемещения груза выражается формулой

$$T = Q \frac{\mu \cos \alpha + \sin \alpha + \frac{a}{g}}{\cos(\varphi - \alpha) + \mu \sin(\varphi - \alpha)}, \quad (1)$$

где φ и α — углы наклона грузового каната и плоскости перемещения груза;

μ — коэффициент трения груза об опору;

a — ускорение движения груза;

g — ускорение силы тяжести.

Во всех случаях, когда применяются мачты и стрелы, направления движения груза и каната не совпадают (рис. 1). Между ними имеется переменный угол $\varphi_0 = \varphi - \alpha$, поэтому при постоянной скорости движения каната скорость движения груза будет величиной переменной. В результате изменения скорости движения груза возникает сила инерции, которая оказывает влияние на тяговое усилие в канате. Это влияние характеризуется выражением $\frac{a}{g}Q$, имеющим место в формуле (1). Таким образом, для всех стреловых и мачтовых лебедочных установок в формуле для T следует учитывать влияние ускорения a , которое является функцией скорости движения груза и зависит от закономерности ее изменения.

В учебной литературе для лесотехнических вузов имеются две противоположные точки зрения на характер этой закономерности, что у учащихся вызывает недоумение и, разумеется, затрудняет изучение механизации лесоразработок. Это обстоятельство и заставляет нас рассмотреть толкование этой закономерности, приведенное в учебниках Б. А. Таубера и С. И. Рахманова.

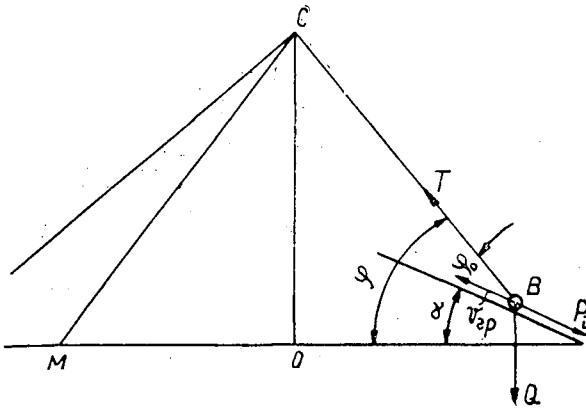


Рис. 1.

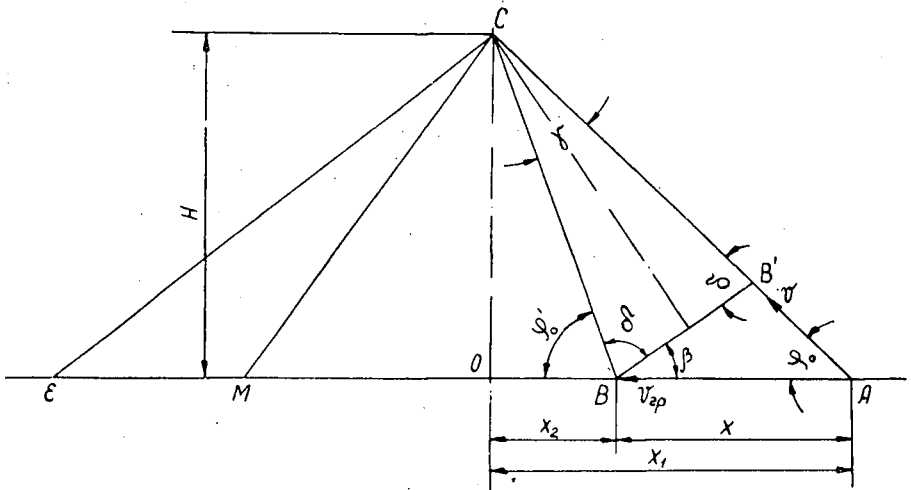


Рис. 2.

В книге Б. А. Таубера «Подъемно-транспортные машины» (Гослесбумиздат, 1964) на стр. 360 без вывода дана формула для определения средней скорости движения груза v_{cp} в зависимости от скорости каната v в следующем виде:

$$v_{cp} = v \cos \varphi_{cp}, \quad (2)$$

где φ_{cp} — среднее значение угла φ_0 между скоростями каната и груза.

Если в точке А (рис. 2) канат направлен под углом φ_0 , а в точке В под углом φ'_0 , то φ_{cp} — среднее значение угла наклона каната в промежутке между точками А и В. При весьма малом угле $\gamma = \varphi'_0 - \varphi_0$, $\varphi_{cp} = \varphi_0$.

По мнению Б. А. Таубера, скорость груза изменяется по косинусоиду (формула (2) и при $\varphi_0 = 90^\circ$ скорость равна 0, а при $\varphi_0 = 0^\circ$ $v_{гр} = v$.

При подтаскивании груза к мачте или стреле (рис. 2) угол φ_0 увеличивается, а скорость груза, если формула (2) верна, уменьшается, то есть груз движется замедленно. Следовательно, в формуле (1) уско-

При весьма малом перемещении $\frac{\gamma}{2} \doteq 0$ действительная скорость груза

$$v_r = \frac{v}{\cos \varphi_0} \quad (3)$$

Таким образом, мы получили формулу (3), а вместе с тем подтверждение, что при $\varphi_0 > 0$ скорость груза больше скорости каната. В этом можно убедиться и на конкретном примере. Пусть точка начала движения A находится на расстоянии $x_1 = 2H$ от точки O (рис. 2) и груз передвинется на величину $x_1 - x_2 = H$. Следовательно, $x_2 = H$. Если $OC = H$, то при перемещении груза на величину $x_1 - x_2 = H$ канат преодолевает путь

$$l = \sqrt{H^2 + x_1^2} - \sqrt{H^2 + (x_1 - x_2)^2} \approx 0,8H.$$

Таким образом, путь, пройденный грузом, равный H , больше пути l , пройденного канатом, следовательно и скорость груза больше скорости каната, что подтверждает формулу (3), но находится в противоречии с формулой (2) Б. А. Таубера, которой нельзя пользоваться при проведении расчетов лебедочных установок.

Вместе с тем следует отметить некоторую особенность формулы (3), так как последняя применима в определенных пределах. Дело в том, что при $\varphi_0 = 90^\circ$, когда $\cos \varphi_0 = 0$, скорость движения груза бесконечно велика и практически невозможна. Это обстоятельство приводит к необходимости исследования движения груза при подходе к стреле или мачте, когда угол φ_0 приближается к 90° , с целью выяснения предела применимости формулы (3). Подождем, что груз весом Q под действием тягового усилия T перемещается горизонтально по прямой AO (рис. 3). В этом случае из формулы (1)

$$T = Q \frac{\mu + \frac{a}{g}}{\cos \varphi_0 + \mu \sin \varphi_0}.$$

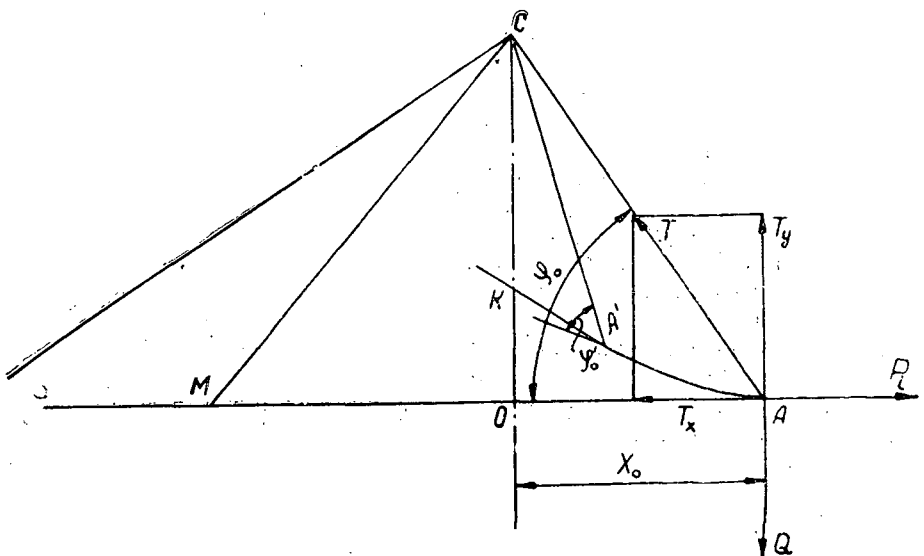


Рис. 3.

рение a имеет отрицательное значение, а сила инерции уменьшает натяжение каната.

Другое толкование зависимости скорости груза от угла дано в учебнике С. И. Рахманова «Машины и оборудование лесоразработок» (Гослесбумиздат, 1955), в котором после соответствующего вывода на стр. 47 приведена формула для скорости груза в следующем виде:

$$v_r = \frac{v}{\cos \varphi_0}, \quad (3)$$

где v_r и v — скорости груза и каната;
 φ_0 — угол между ними.

В отличие от формулы Б. А. Таубера здесь скорость груза находится в обратной зависимости от $\cos \varphi_0$. Поэтому при движении груза к стреле угол φ_0 увеличивается, а вместе с тем возрастает и скорость груза. Следовательно, груз движется ускоренно, и в формуле (1) a имеет положительное значение. Вследствие этого при подходе груза к стреле тяговое усилие повышается.

Поскольку формула (3) находится в противоречии с формулой (2), предложенной Б. А. Таубером, необходимо дать вывод первой на основании условий передвижения груза лебедочной установкой.

Положим, что груз посредством каната лебедки переместился из точки A в точку B (рис. 2). При этом угол между направлением каната и плоскостью движения изменится от φ_0 до φ_0' . Он увеличится на угол $\gamma = \varphi_0' - \varphi_0$, а длина каната AC уменьшится на $l = AC - BC$. Одновременно груз пройдет путь x . Если $CB' = CB'$ и $B'A = l$, то

$$l \sin \delta = x \sin \beta,$$

где $\delta = 90^\circ - \frac{\gamma}{2}$;

$$\beta = 90^\circ - \left(\varphi_0 + \frac{\gamma}{2} \right).$$

Следовательно,

$$x = l \frac{\cos \frac{\gamma}{2}}{\cos \left(\varphi_0 + \frac{\gamma}{2} \right)}.$$

Так как перемещение груза на пути x и укорочение каната на величину l происходят за одно и то же время t , то средняя скорость движения груза на участке AB равна

$$v_{\text{ср}} = \frac{x}{t} = \frac{l \cos \frac{\gamma}{2}}{t \cos \left(\varphi_0 + \frac{\gamma}{2} \right)}$$

или при $\frac{l}{t} = v$

$$v_{\text{ср}} = v \frac{\cos \frac{\gamma}{2}}{\cos \left(\varphi_0 + \frac{\gamma}{2} \right)},$$

где v — скорость движения каната.

Отсюда вертикальная проекция силы T_y

$$T_y = T \sin \varphi_0 = Q \frac{\mu + \frac{a}{g}}{\operatorname{ctg} \varphi_0 + \mu}. \quad (4)$$

В этой формуле переменным является ускорение a , зависящее от угла φ_0 . При определенном значении угла φ_0 наступает момент, когда $T_y = Q$ и груз отрывается от опоры, поднимаясь над ней. При этом трение об опору исчезает, $\mu = 0$ и формула (4) принимает вид

$$T = Q = Q \frac{a}{g \operatorname{ctg} \varphi_0} \quad (5)$$

или

$$\operatorname{ctg} \varphi_0 = \frac{a}{g}.$$

Следовательно, при ускорении

$$a = g \operatorname{ctg} \varphi_0 \quad (6)$$

груз поднимается над опорой и в дальнейшем, подобно маятнику с переменной длиной, описывает спиральную кривую AK (рис. 3) и в подвешенном состоянии пересекает отвесную прямую CO , отклоняясь от нее в сторону стрелы.

В учебнике С. И. Рахманова приведено значение ускорения груза в следующем виде:

$$a = \frac{H^2}{x^3} v^2. \quad (7)$$

Подстановка значения a в формулу (6) дает возможность получить расстояние x_0 , при котором груз поднимается над опорой. Так как $CO = H$ и $OA = x$ (рис. 3), $\operatorname{ctg} \varphi_0 = \frac{x}{H}$, откуда при $x_0 = x$ на основании формул (6) и (7) получаем

$$x_0 = \sqrt[4]{\frac{H^3 v^2}{g}}, \quad (8)$$

где H — высота стрелы или мачты, м;
 v — скорость каната, м/сек.

Например, при $H = 10$ м и $v = 0,6$ м/сек расстояние $x_0 = 2,44$ м.

Формула (8) дает возможность получить предел использования формулы (3). Она применима только для такого положения груза по отношению к точке O , когда расстояние между грузом и этой точкой $x > x_0$, где x_0 определяется формулой (8).

Для случая $x < x_0$, когда груз перемещается в подвешенном состоянии, в формуле (8) угол φ_0 следует заменить углом φ'_0 , составленным канатом CA и касательной в точке A к пути движения груза KA .

Приведенный анализ режима работы лебедочных установок показывает, что в расчетах тягового усилия следует пользоваться формулами (3) и (1). При определении тягового усилия лебедочных установок необходимо учитывать влияние скорости движения груза и принимать во внимание силу инерции.

УДК 634.0.383.9

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ДОРОГИ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЯ

Б. Г. ГАСТЕВ

Профессор, доктор технических наук

Б. В. БИЛЫК

Аспирант

(Львовский лесотехнический институт)

Режимы работы лесовозных автомобилей зависят от многих факторов и могут изменяться в весьма широких пределах. Большую роль при этом играет характер продольного профиля автомобильной дороги. В связи с этим на кафедре сухопутного транспорта леса ЛЛТИ проведены исследования влияния продольных профилей лесовозных дорог в горных районах Карпат на нагрузочные режимы автомобиля ЗИЛ-164.

При проведении экспериментальных исследований автомобиль был оборудован соответствующими датчиками и осциллографом Н-700, что дало возможность на всем протяжении пути, от погрузки древесины до ее выгрузки на нижнем складе, фиксировать ряд параметров: скорость движения, крутящий момент на ведущих колесах, путь и время движения на различных передачах, расход топлива и др. В результате получены данные, характеризующие режимы работы автомобиля ЗИЛ-164 на ряде горных лесовозных дорог при сортиментной вывозке леса.

Для характеристики и сравнения продольных профилей изучаемых дорог были предложены понятия условного подъема $i_{y.n}$ и условного спуска $i_{y.c}^*$.

Условный подъем и спуск соответствующих дорог определяют из выражений

$$i_{y.n} = \frac{\sum i_n l_n}{L} \% \quad (1)$$

$$i_{y.c} = \frac{\sum i_c l_c}{L} \% \quad (2)$$

где $\sum i_n l_n$ — сумма всех произведений величин положительных уклонов на их протяженность;

$\sum i_c l_c$ — сумма всех произведений величин отрицательных уклонов на их протяженность;

L — общая длина дороги.

* Б. Г. Гастев, Б. В. Билик. О характеристиках продольных профилей лесовозных дорог в горных районах Карпат. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1964.

Величины $i_{y.n}$ и $i_{y.c}$ дают возможность характеризовать продольные профили дорог численными показателями и реально отображать их сложность.

Как показали результаты экспериментальных исследований, особенностью работы лесовозных автомобилей в горных районах является то, что движение автомобиля продолжительное время происходит при торможении двигателем. Это вызывает появление на ведущих колесах значительных отрицательных моментов, которыми при исследовании режимов работы автомобиля нельзя пренебрегать. Так, на лесовозных усах с условными спусками $i_{y.c} = 70 \div 80\%$ время движения с отрицательными значениями крутящего момента достигает 50—90% общего времени. Для того чтобы было возможно провести анализ влияния продольного профиля на нагрузочные режимы лесовозного автомобиля, для каждой дороги определены величины средневзвешенных по времени положительных и отрицательных крутящих моментов и мощностей (табл. 1).

Таблица 1

Дорога	Средняя скорость движения, км/час	Средневзвешенная мощность, л. с.		Средневзвешенный крутящий момент, кгм	
		положительная	отрицательная	положительный	отрицательный
Магистраль № 1	30,2	40,5	1,8	174,5	7,6
Магистраль № 2	19,0	17,0	2,0	115,7	12,7
Магистраль № 3	16,2	41,2	1,2	352,0	9,9
Магистраль № 4	12,1	10,8	2,3	111,6	24,9
Ветка № 5	9,5	10,3	4,2	186,0	41,6
У с № 6	9,2	6,7	5,1	95,2	67,9
У с № 7	6,9	0,3	12,4	5,8	238,5
У с № 8	4,7	0,4	6,6	11,8	184,0

В общем случае средневзвешенная мощность, развиваемая автомобилем на данной дороге, может быть определена из выражения:

$$N_{cp} = \frac{N_1 t_1 + N_2 t_2 + \dots + N_n t_n}{T},$$

где $N_1, N_2 \dots N_n$ — определенные значения мощности (положительные или отрицательные) на ведущих колесах автомобиля;

$t_1, t_2 \dots t_n$ — соответствующие им значения времени движения;

$T = \Sigma t$ — общее время движения на дороге.

Произведение Nt представляет собой работу, выполненную на некотором участке дороги длиной l за время t . Она равна работе всех сил, действующих на автомобиль, и в общем случае может быть определена из выражения

$$Nt = W_f l + W_t l + W_w l + W_j l + Bl,$$

где W_f — сила сопротивления качению;

W_t — сила сопротивления подъему;

W_w — сила сопротивления воздуха;

W_j — сила сопротивления разгону (сила инерции);

B — тормозная сила.

В связи с малыми скоростями движения на лесовозных дорогах силой сопротивления воздуха W_w можно пренебречь. Кроме того, сле-

дует отметить, что работа силы W_j , затраченная на разгон автомобиля на одном участке дороги, используется при движении на другом или вызывает необходимость торможения (а следовательно учитывается величиной силы B). Таким образом, при определении средних величин, характеризующих режим работы автомобиля на дороге, силу W_j , действующую на отдельных участках, можно не учитывать.

На основании изложенного

$$Nt = G_{a.n} l(f + i + b),$$

где $G_{a.n}$ — общий вес автомобильного поезда;
 f — удельное сопротивление качению на данном участке;
 i — продольный уклон участка длиной l ;
 b — удельная сила торможения.

Таким образом,

$$N_{cp} = \frac{G_{a.n} \Sigma fl}{T} + \frac{G_{a.n} (\Sigma i_n l_n + \Sigma i_c l_c)}{T} + \frac{G_{a.n} bl}{T}$$

или

$$\frac{N_{cp}}{G_{a.n} v_{cp}} = \frac{\Sigma fl}{L} + \frac{\Sigma i_n l_n}{L} - \frac{\Sigma i_c l_c}{L} + \frac{\Sigma bl}{L}.$$

Выражения $\frac{\Sigma fl}{L}$ и $\frac{\Sigma bl}{L}$ представляют собой средневзвешенные величины f_{cp} и b_{cp} . Учитывая выражения (1) и (2), можно записать

$$\frac{N_{cp}}{G_{a.n} v_{cp}} = f_{cp} + i_{y.n} - i_{y.c} + b_{cp}.$$

Левый член полученного выражения представляет собой средневзвешенную удельную силу тяги, которую можно представить как сумму средневзвешенной положительной $D_{cp.n}$ и отрицательной $D_{cp.o}$ удельной силы тяги для данной дороги

$$D_{cp.n} - D_{cp.o} = f_{cp} + i_{y.n} - i_{y.c} + b_{cp}. \quad (3)$$

Выражение (3) устанавливает характер взаимосвязи между характеристикой продольного профиля дороги и средними величинами удельной силы тяги на ведущих колесах автомобиля.

Таблица 2

Дорога	Тип покрытия	Условный подъем дороги, ‰	Условный спуск дороги, ‰	Средневзвешенные удельные силы тяги, кг/м	
				положительная $D_{cp.n}$	отрицательная $D_{cp.o}$
Магистраль № 1	Асфальтовое	12,2	7,3	29,5	1,2
Магистраль № 2	Щебеночное	4,2	20,8	19,5	2,1
Магистраль № 3	"	30,1	4,3	59,7	1,6
Магистраль № 4	"	0,5	17,6	18,9	4,2
Ветка № 5	Гравийное	7,8	22,2	31,0	6,8
Ус № 6	"	1,5	29,8	16,1	11,4
Ус № 7	"	0,1	80,0	1,0	39,4
Ус № 8	"	—	72,0	2,0	31,2

Средневзвешенные величины положительной и отрицательной удельной силы тяги на ведущих колесах автомобиля, определенные на

основании экспериментальных исследований лесовозного автопоезда с тягачом ЗИЛ-164, приведены в табл. 2.

Средневзвешенная отрицательная удельная сила тяги $D_{\text{ср.о}}$ представляет собой по существу тормозную силу, приложенную к ведущим колесам автомобиля. Удельные тормозные силы $D_{\text{ср.о}}$ и $b_{\text{ср}}$ зависят от величины условного спуска, состояния покрытия и других факторов, в частности от сопротивления движению, видимости, плана дороги и др.

На изучаемых лесовозных магистралях с щебеночным и асфальтовым покрытием, которые характеризуются относительно небольшими значениями условных спусков ($i_{\text{у.с}} < 21\%$), величина $D_{\text{ср.о}}$ колеблется в пределах $1,2 \div 4,2$ кг/Т. Следует отметить, что большие значения средневзвешенной отрицательной удельной силы тяги соответствуют магистралям с более неровным покрытием (табл. 3). В качестве характеристики ровности изучаемых дорог принято отношение суммы высот неровностей покрытия к единице длины пути $\frac{\Sigma h}{L}$ (см/м).

На лесовозных ветках и усах с гравийным покрытием, для которых характерны большие и продолжительные спуски, величина $D_{\text{ср.о}}$ зависит в основном от величины условного спуска дороги, заметно увеличиваясь по мере возрастания $i_{\text{у.с}}$ (табл. 3).

Таблица 3

Дорога	Тип покрытия	Показатель ровности $\frac{\Sigma h}{L}$, см/м	Условный спуск дороги $i_{\text{у.с}}$, %	Средневзвешенные удельные тормозные силы, кг/Т	
				$D_{\text{ср.о}}$	$D_{\text{ср.о}} + b_{\text{ср}}$
Магистраль № 3.	Щебеночное	2,39	4,3	1,6	4,4
Магистраль № 1.	Асфальтовое	—	7,3	1,2	2,6
Магистраль № 4.	Щебеночное	4,28	17,6	4,2	6,1
Магистраль № 2.	"	2,90	20,8	2,1	4,3
Ветка № 5	Гравийное	5,48	22,2	6,8	11,3
Ус № 6	"	4,75	29,8	11,4	14,0
Ус № 8	"	6,58	72,0	31,2	41,0
Ус № 7	"	6,58	80,0	39,4	47,0

Еще в большей мере выражена зависимость суммы средневзвешенных удельных тормозных сил $D_{\text{ср.о}} + b_{\text{ср}}$ от величины условного спуска. Как следует из анализа табл. 3, полученной на основании экспериментальных исследований лесовозного автомобиля ЗИЛ-164, сумма средневзвешенных сил торможения на горных лесовозных ветках и усах с гравийным покрытием может быть определена из выражения

$$D_{\text{ср.о}} + b_{\text{ср}} = (0,4 \div 0,6) i_{\text{у.с}} \text{ кг/Т.}$$

На горных магистралях со щебеночным покрытием, величины условных спусков которых не превышают 20—21%, сумма средневзвешенных сил торможения колеблется в пределах

$$D_{\text{ср.о}} + b_{\text{ср}} = 2,6 \div 6,1 \text{ кг/Т.}$$

Полученные данные позволяют определять аналитическим путем ряд показателей, характеризующих режим работы лесовозного автомобиля, в зависимости от характера продольного профиля дороги. Средневзвешенная удельная положительная сила тяги может быть определена из выражения

$$D_{\text{ср.п}} = f_{\text{п}} + i_{\text{у.п}} - i_{\text{у.с}} + b_{\text{ср}} + D_{\text{ср.о}} \quad (4)$$

Средневзвешенная положительная мощность и крутящий момент, развиваемые на ведущих колесах при движении автомобиля по той или другой дороге, могут быть определены из выражений

$$N_{\text{ср.п}} = \frac{G_{\text{а.п}} v_{\text{ср}}}{270} (f_{\text{ср}} + i_{\text{у.п}} - i_{\text{у.с}} + b_{\text{ср}} + D_{\text{ср.о}})$$

$$M_{\text{ср.п}} = G_{\text{а.п}} r_{\text{к}} (f_{\text{ср}} + i_{\text{у.п}} - i_{\text{у.с}} + b_{\text{ср}} + D_{\text{ср.о}}).$$

Как следует из уравнения (4), движение по дороге с таким сочетанием уклонов, при котором $i_{\text{у.п}} = i_{\text{у.с}} \neq 0$ существенно отличается от движения автомобиля по горизонтальному пути. Уравнение (4) объективно учитывает соотношение подъемов и спусков на дороге и их влияние на нагрузочный режим автомобиля, так как с увеличением $i_{\text{у.с}}$ возрастают удельные силы торможения $D_{\text{ср.о}}$ и $b_{\text{ср}}$.

Разработанная нами методика исследования режимов работы лесовозных автомобилей в горных условиях может быть использована не только для определения и оценки нагрузочных режимов и степени использования мощности двигателя на той или иной дороге, но и для расчета агрегатов трансмиссии автомобиля на долговечность, в соответствии с заданными условиями эксплуатации.

Поступила в редакцию
3 ноября 1964 г.

УДК 634.0.31

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОУПЛОТНЕНИЯ ПУЧКОВ

Д. М. ШВАРЦ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Анализ существующих способов сплотки древесины показывает, что одним из основным препятствий к получению пучков большой прочности, то есть способных сохранять в плавучем состоянии соотношение осей 1,10—1,25, является их малая плотность.

По данным натуральных замеров, у пучков с поперечным сечением, близким к круглому, после вывода из сплочных устройств и нахождения на воде без удлинения обвязки, коэффициент формы S увеличивается до 1,5. Это происходит за счет уплотнения древесины внутри пучка, вызванного объемными силами. Даже незначительное изменение плотности сильно влияет на коэффициент формы.

По данным наших лабораторных исследований, при увеличении плотности круглого плавающего пучка на 3% соотношение осей последнего возрастает до 1,5.

По мнению ряда авторов, плотность идеальных цилиндров одного размера зависит от их взаимного расположения и колеблется от 0,785 до 0,900. На плотность бревен, кроме этого, оказывает влияние ряд специфических причин: кривизна, сучковатость, нахождение в пучке бревен различных диаметров и др.

Хотя в настоящее время отсутствуют надежные данные об изменении плотности пучков за время, прошедшее от их формирования до доставки потребителю, но можно утверждать, что существует предел плотности пучков, выше которого они уплотняться не могут.

Зная максимальную плотность и добиваясь приближения к ней при сплотке пучков, можно регулировать их прочность в зависимости от требований, предъявляемых транспортом.

В момент конечного сжатия шести стойками различных конструкций и тросовыми петлями в пучке за счет вклинивания одних бревен между другими, создания колец и ароч образуются множество пустот. Для уплотнения пучка необходимо, чтобы бревна, взаимно перемещаясь, под действием веса и сил водоизмещения заняли пустоты и расположились оптимальным образом относительно друг друга. Основным препятствием перемещению являются силы трения, зависящие от силы сжатия пучка и коэффициента трения бревен.

Средством для снижения трения является вибрация. Виброметод уже давно твердо вошел в практику строительства для уплотнения различных сыпучих тел (песка, грунта, бетона).

В 1934 г. Г. И. Покровский [3] установил, что с увеличением энергии колебаний коэффициент внутреннего трения быстро уменьшается на 25—30%. Проф. Д. Д. Баркан [1] доказал опытным путем, что коэффициент внутреннего трения сыпучей среды снижается на 70—75%, причем основным параметром вибрации является ускорение колебания

$$W = A\omega^2,$$

где A — амплитуда;
 ω — угловая частота;

$$\omega = \frac{2\pi N}{60},$$

здесь N — число оборотов вала вибратора.

Проф. Н. Н. Маслов выявил опытным путем, что на снижение внутреннего трения песка влияет не только полная величина ускорения, но и абсолютная величина амплитуды и частоты колебаний.

Впервые при работе с круглыми лесоматериалами вибратор был исследован Б. А. Таубером [4] в 1951 г. на грейфере для погрузки бревен. Б. А. Таубер считает, что причиной снижения сил трения в массе бревен является кратковременное уменьшение придавливающих сил, имеющие место в каждом цикле колебаний.

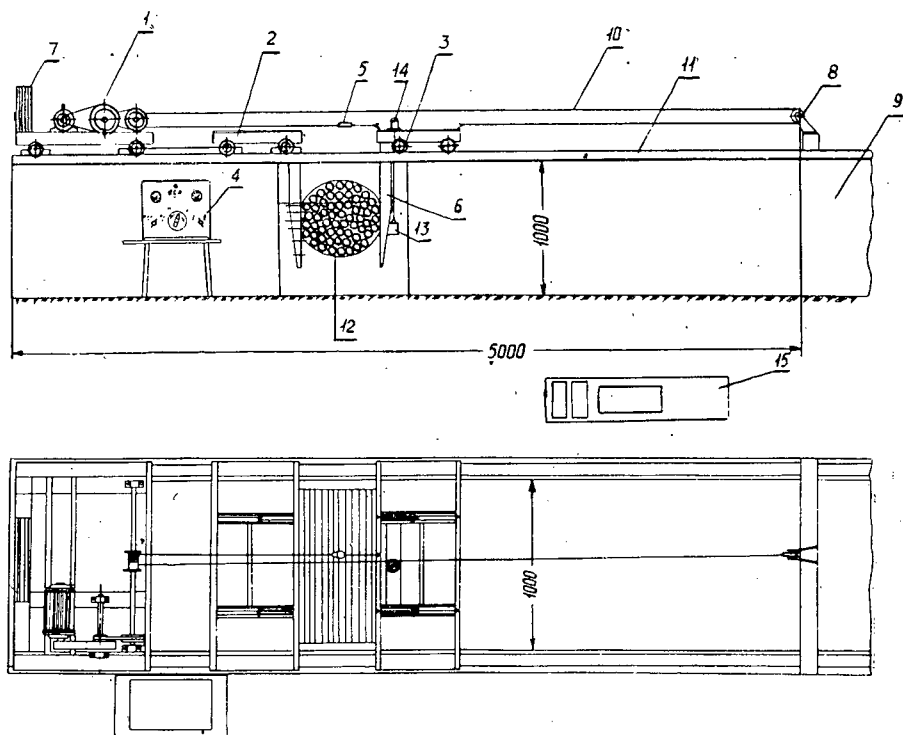


Рис. 1. Экспериментальная установка для исследования влияния вибрации на параметры сплочки. М 1 : 10.

- 1 — приводная станция; 2 — неподвижные стойки; 3 — подвижная тележка; 4 — выпрямитель ВСА-5;
 5 — датчик усилий; 6 — подвижные стойки; 7 — реостат приводного электродвигателя;
 8 — натяжной блок; 9 — лоток; 10 — силовой трос; 11 — рельсы; 12 — пучок; 13 — вибратор;
 14 — электродвигатель вибратора; 15 — измерительная аппаратура.

Для изучения процесса уплотнения древесины в лаборатории кафедры водного транспорта леса ЛТА были проведены экспериментальные исследования влияния вибрации на полнодревесность пучков. Для этого использовали модель сплочной машины в масштабе 1:10 (рис. 1), установленную в бетонном лотке со стеклянной стенкой в месте образования пучка.

Машина оборудована прямыми стойками: неподвижно закрепленными и подвижными, передвигающимися на тележке. Тележку приводит в движение электролебедка с двигателем мощностью 4,5 квт при помощи стального тросика.

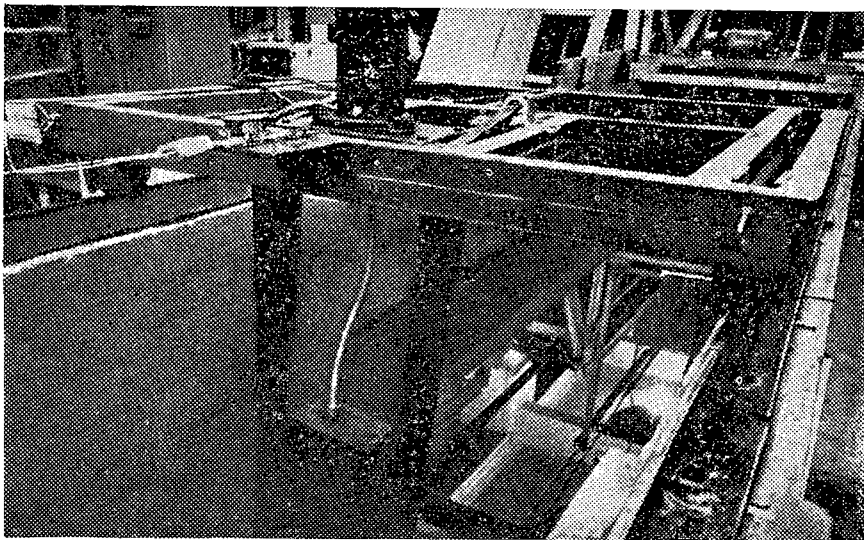


Рис. 2. Вибратор.

На подвижных стойках установлен вибратор (рис. 2). При исследованиях использовали вибраторы направленного и ненаправленного действия, сконструированные и изготовленные в ЛТА. Вибраторы приводятся во вращение двигателями постоянного тока, что дает возможность изменять число оборотов вала вибратора.

Стойки с вибратором крепятся на тележке при помощи стальных пальцев с резиновыми втулками, что обеспечивает изоляцию тележки от вибраций.

Модельный пучок (в масштабе 1:10, объемом 31000 см^3) составлен из цилиндрических бревен одинакового размера. Длина бревен 65 см, диаметр 3,2 см, средний объемный вес древесины $\gamma = 0,72 \text{ Г/см}^3$.

Полнодревесность пучка определяли в момент прекращения сжатия и через каждые 30 сек в течение 2,5 мин после остановки стоек, при непрерывной работе вибратора. Эти же замеры повторяли при сжатии пачки без вибрирования и включения вибратора после остановки стоек.

Опыты проводили при числе оборотов вала вибратора, равном: $N_1 = 2000$; $N_2 = 2500$ и $N_3 = 3000 \text{ об/мин}$. При постоянном моменте эксцентрика вибратора, равном $M_3 = 275 \text{ Г} \cdot \text{см}$, им соответствуют следующие величины возмущающих сил: $P_1 = 12,4$; $P_2 = 19,3$; $P_3 = 27,8 \text{ кгГ}$.

При опытах также измеряли силу сжатия стоек, потребляемую вибратором мощность и амплитуду колебаний стоек.

Полнодревесность пачки находили делением суммарной площади торцов бревен на площадь торца всей пачки, получаемой как площадь прямоугольника, заключенного между стойками. Такая полнодревесность несколько ниже истинной, но вполне отражает смысл явления. Во всех случаях полнодревесность определяли при коэффициенте формы пачки, близком к единице. Силу сжатия стоек, путь и время движения тележки записывали на ленту осциллографа Н-700 амплитуду колебаний стоек получали вибрографом ВР-1 в масштабе 6 : 1 и расшифровывали при помощи микроскопа с десятикратным увеличением.

Результаты исследования влияния вибрации на изменения полнодревесности пучка представлены на рис. 3 и 4.

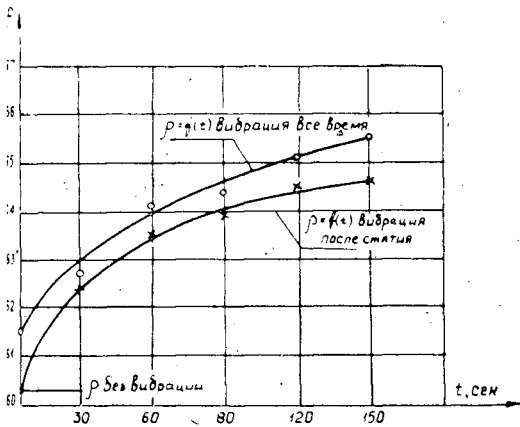


Рис. 3. Зависимость полнодревесности от продолжительности вибрации при $N = 2000$ об/мин.

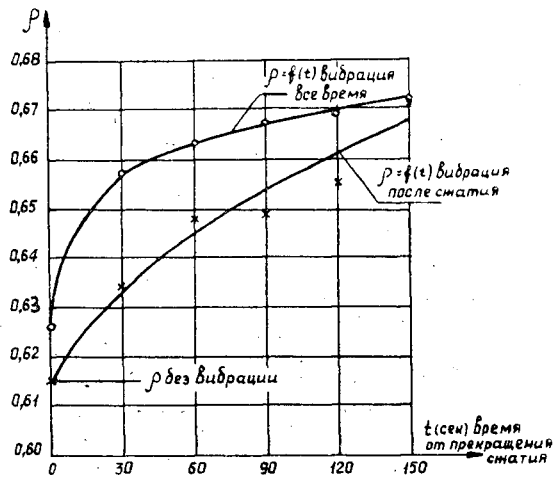


Рис. 4. Зависимость полнодревесности от продолжительности вибрации при $N = 2500$ об/мин (определена по прямоугольнику).

Из графиков видно, что с началом вибрирования полнодревесность пучка резко возрастает, затем интенсивность уплотнения снижается и после 2,0—2,5 мин вибрирование почти прекращается. Последнее во время сжатия шети само по себе не дает большого увеличения полнодревесности, но оказывает влияние на интенсивность роста полнодревесности во время стационарного вибрирования.

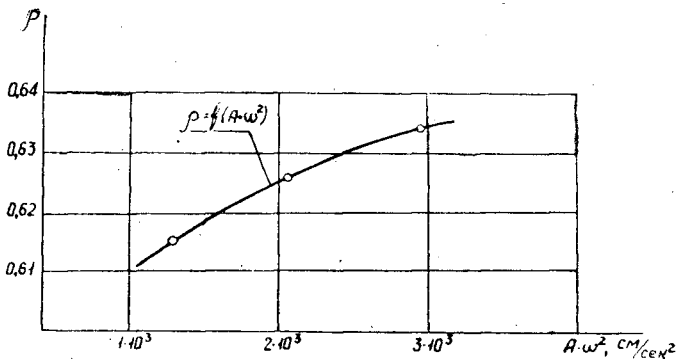


Рис. 5. Зависимость полнодревесности от ускорения колебаний рабочей стойки.

На рис. 5 показана зависимость полнодревесности к моменту окончания сжатия пучка от ускорения колебаний стойки. С увеличением ускорения полнодревесность резко возрастает. Из этого графика видно также, что влияние вибрации на полнодревесность пучка во время сжатия шети начинается при ускорении 1,5 g. Средняя амплитуда колебаний стоек с пучком составляет 0,3 мм.

Существенного различия во влиянии направленных и ненаправленных вибраций на полнодревесность не обнаружено.

Снижение максимальных усилий сжатия пучка при различных параметрах вибрации и скоростях движения стоек составило от 10 до 40%.

Мощность, потребляемая вибратором, при $N_1 = 2000$ об/мин, $W_1 = 26$ вт, при $N_2 = 2500$ об/мин, $W_2 = 30$ вт и при $N_3 = 3000$ об/мин, $W_3 = 40$ вт.

Проанализировав полученные в результате экспериментов данные, можно сделать следующие выводы.

1. Виброметод при сплотке бревен эффективен и заслуживает внимания. Полнодревесность пучков при сплотке с вибрированием во всех случаях значительно повышалась, по сравнению с обычной сплоткой.

Вибратор с моментом эксцентриков $M_э = 275$ Г·см при $N = 2500$ об/мин за 30 сек увеличил полнодревесность сжатого в стойках пучка на 4,2%, за 60 сек — на 4,8%. Этот же вибратор, при числе оборотов вала $N = 3000$ об/мин и вибрации только во время сплотки повысил полнодревесность пучка на 2%. Для сравнения приводим данные, опубликованные К. Я. Меттусом [2]. Согласно его исследованиям, для уплотнения пучка на 4% требуется шесть пережатий его стойками машины с одновременным выбором слабину обвязки.

2. Основным параметром вибрации, влияющим на уплотнение пучка, является ускорение колебаний $A\omega^2$. При этом для увеличения ускорения целесообразно повышать частоту колебаний до пределов, исключающих возникновение резонанса в рабочих органах сплоточной машины.

Уплотняющее действие ускорения колебаний выражается в снижении коэффициента внутреннего трения пачки путем сообщения каждому вибрирующему бревну силы инерции, равной

$$I = m A \omega^2,$$

где m — масса бревна.

3. В случае установки вибраторов на стойках и других сплоточных устройствах есть полная возможность изолировать машину от вредного воздействия вибрации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Д. Д. Баркан. Виброметод в строительстве. Госстройиздат, 1959.
 [2] К. Я. Меттус. Исследование к вопросу о выборе способов сплотки озерных пучков стойками. Техинформация ЦНИИЛесосплава, 1959. [3] Г. И. Покровский, В. Г. Булычёв и др. Исследование внутреннего трения в песках и глинах. Вестник Военно-инженерной академии РККА, № 6, 1934. [4] Б. А. Таубер. Экспериментальное исследование вибрационных грейферов для подъема длинномерной древесины. Научные труды МЛТИ, вып. 7, 1957.

УДК 634.0.386

МЕСТНЫЕ РАЗМЫВЫ В НИЖНИХ БЬЕФАХ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ПЛОТИН

А. Ф. ДМИТРИЕВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Сужение естественного русла реки с помощью гидротехнического сооружения вызывает увеличение удельных расходов и скоростей течения, существенно отличающихся от бытовых. Так, например, удельные расходы в период пропуска воды через сооружение в паводок иногда в несколько раз превышают максимальные удельные расходы, наблюдаемые в естественных условиях. Кроме того, создание перепада, сопровождающегося сосредоточенным падением воды, характеризуется наличием избыточной кинетической энергии. Оба фактора являются основными причинами возникновения местных размывов в нижних бьефах гидротехнических сооружений.

Применяемые конструкции рибсберм для защиты лесосплавных плотин от размывов, как правило, не отвечают основному назначению и в первый же год эксплуатации бывают полностью разрушенными. Это происходит в основном по трем причинам.

Первой причиной является то, что в настоящее время расчет креплений производят по неразмывающим скоростям без учета наличия повышенной пульсации скоростей и давлений в поверхностном потоке. Обследования местных размывов русла за гидротехническими сооружениями показывают, что глубина воронки размыва превышает глубину, соответствующую неразмывающим скоростям в условиях равномерного течения потока.

Вторая причина — низкое качество выполнения креплений, которые зачастую устраиваются с большими отклонениями от проектных рекомендаций.

Третья причина — неправильное маневрирование щитами и допущение отгона гидравлического прыжка. При неправильном маневрировании щитами зачастую допускается неравномерное распределение расходов воды по водосливному фронту плотины, что приводит к образованию сбойности потока в нижнем бьефе. В этом случае происходит деформация транзитного потока и значительное увеличение удельных расходов против средних расходов на водобое.

В настоящее время вопросы гидравлики сопряжения бьефов еще не получили достаточно полного освещения, поэтому проектировщики испытывают определенные трудности при назначении конструкции и размеров креплений нижних бьефов. При проектировании крупных гидротехнических сооружений рациональное решение может быть получено

только на основе лабораторных исследований. Такие исследования при проектировании небольших плотин практически исключены, поэтому особенно настоятельно стоит вопрос разработки соответствующих расчетных методов, исключающих известный произвол в проектировании и позволяющий правильно решать вопросы гидравлики сопряжения бьефов.

Изучение этих вопросов, наряду с теоретическим исследованием, необходимо вести по двум направлениям: постановкой экспериментов в лабораторных условиях и натурным изучением образования местных размывов в нижних бьефах существующих сооружений.

С этой целью летом 1962 и 1963 г. автор обследовал десять лесосплавных плотин на реках Карелии. Выбор рек Карелии сделан не случайно. Большое количество порожистых участков делает невозможным сплав леса по рекам без регулирования стока, а последнее осуществимо лишь при наличии плотин. Поэтому большое количество плотин с различными геологическими условиями и разным режимом эксплуатации позволяет наиболее полно и всесторонне исследовать характер местных размывов за сооружениями.

Сопряжение бьефа возможно или в форме перелива воды через щиты или в форме истечения через полностью открытое отверстие. В процессе эксплуатации плотины обе формы имеют место. По условиям эксплуатации плотины, в зависимости от бытовых расходов воды в реке, требуемого расхода воды на нижележащих участках реки и способа пропуска леса через сооружение, возможна работа плотины по четырем гидравлическим схемам: 1) пропуск воды через все полностью открытые отверстия; 2) перелив воды через щиты; 3) пропуск воды и леса только через одно полностью открытое лесопропускное отверстие; 4) комбинированная схема — пропуск воды и леса через полностью открытое лесопропускное отверстие и перелив воды через щиты в водопропускных отверстиях.

Первая схема в основном встречается при пропуске через сооружение весенних, а иногда и летне-осенних паводков. Она характеризуется большими удельными расходами и спокойным режимом сопряжения бьефов. Истечение через отверстие плотины в этом случае аналогично явлению водослива с широким порогом.

Вторая схема, довольно распространенная в практике, применяется, когда необходимо обеспечить только попуск воды через плотину без пропуска через нее леса. При данной схеме на водобое наблюдается донный прыжок в критическом состоянии или затопленный. Однако в практике, хотя это и не рекомендуется, довольно часто допускается отгон прыжка и сопряжение в форме прыжка — волны. Такой режим сопряжения характеризуется высокими скоростями и повышенной турбулентностью.

С точки зрения образования размывов наиболее опасна третья схема, когда пропуск воды и леса производится через одно лесопропускное отверстие, составляющее лишь часть длины водосливного фронта плотины. При работе по такой схеме в нижнем бьефе, вследствие образования больших водоворотных областей, наблюдается сбойность потока. Удельные расходы в нижнем бьефе на участке рисбермы в этом случае значительно превышают удельные расходы на водобое плотины. Кроме того, поток имеет повышенную турбулентность, источником которой являются раздельные поверхности между транзитным потоком и боковыми водоворотами.

Также опасна комбинированная схема, которая довольно часто встречается в практике при суточном и многосуточном регулировании

стока в период летней межени. При такой схеме, помимо сбойности потока, вследствие неравномерного распределения расходов по водосливному фронту, поток имеет повышенную пульсацию скоростей и давлений (турбулентность) еще и от поверхностного вальца с горизонтальной осью вращения.

Всего было обследовано десять плотин. Поскольку методика обследования и характер наблюдавшихся явлений в общем оказались сходными, ниже приводится описание результатов исследования только одной из этих плотин — на р. Олонке.

Плотина на р. Олонке бассейна Ладожского озера расположена в истоке из оз. Утозера в урочище «Шулки» на 89 км от устья. Плотина ряжевая на свайном основании (рис. 1). Напор на пороге плотины $H = 2,5$ м. Общее водосливное отверстие шириной 26,2 м разбито тремя бычками и двумя контрфорсами на шесть пролетов.

Флютбет плотины включает три шпунтовых ряда. Водобойный пол длиной 10 м, двойной, из досок толщиной 8 см. Подпольное пространство заполнено глиной. Слив длиной 6 м выполнен в виде щелистого пола из чакатника диаметром 16 см. Торцы бревен слива упираются в шапочный брус водобойного шпунта, а сверху на протяжении 20—30 см перекрываются полом водобоя. Слив с боков ограничен стенками, имеющими ширину в одно бревно и высоту 1 м. Лесопропускное отверстие на сливе отделено стенкой от водопропускных отверстий. Подпольное пространство слива заполнено крупным камнем. Рисберма отсутствует.

Согласно геологическому разрезу по оси сооружения, составленному «Кареллесом» в 1932 г., можно заключить, что дно русла реки на участках плотины сложено крупнозернистым песком с включением гальки. В течение навигации возможна работа плотины по всем четырем гидравлическим схемам, но большую часть времени плотина работает по четвертой комбинированной схеме.

На основании промера глубин, проводившегося по поперечникам в той части нижнего бьефа плотины, которая подвержена размыву, построены поперечные профили русла и проведены донные горизонталы с сечением через 0,5 м (рис. 1). Там же показан продольный профиль русла, проходящий через зону наибольших размывов. Кроме того, для двух плотин на основании полуинструментальной съемки построен план течения воды в нижнем бьефе при пропусках воды через плотину (рис. 2).

Из рассмотрения плана нижнего бьефа (рис. 1) видно, что за сооружением образовалась большая воронка размыва с осью максимальных размывов, сдвинутой в сторону лесопропускного отверстия. Ось максимальных размывов, криволинейная в плане, проходит несколько левее лесопропускного отверстия, что может быть объяснено влиянием водоворотных областей. При любой схеме плотины с правой и левой стороны за сливом образуются водоворотные области, которые деформируют транзитный поток (рис. 2).

В зависимости от принятой схемы работы плотины значительно меняются длина и форма водоворотных областей, а следовательно и план течений в нижнем бьефе. Очевидно, этим можно объяснить отсутствие вдоль берегов подводных гравийно-песчаных кос, которые обычно образуются в зоне действия устойчивых водоворотных областей, и сравнительно правильную корытообразную форму воронки размыва нижнего бьефа. При одних схемах работы плотины происходит намыв, при других — вымыв отложений.

Под сливным полом на 2/3 его длины от водобоя наблюдается отложение крупнозернистого песка в пустотах каменной отсыпки. Это

Таблица I

Наименование плотины	Конструкция плотины	Напор на пороге плотины, м	Грунты в створе плотины	Глубина воронки размыва, м	Расстояние от сваи или крепе- ния до мак- симальной глубины воронки размыва	Уклоны воронки		Примечание
						верхо- вого откоса	низо- вого откоса	
На р. Олонке	Ряжевая на свай- ном основании	2,50	Крупнозернистый песок с вклю- чением гальки	5,65	15,0	0,330	0,100	
На р. Мегреге	"	2,50	Песок плывчатый с гравием и галькой (до 10%) толщиной 1,5 м, далее слой плотной супеси 0,5 м и ниже плотный суглинок	3,00	9,0	0,270	0,070	
На р. Любе	"	3,00	Супесь с большим содержанием гальки и валунов	3,20	8,0	0,230	0,093	
На р. Важезерке	"	1,70	Разнозернистый песок с включе- нием гравия и гальки до 1%	2,10	8,0	6,250	0,093	
На р. Рандозерке	"	4,50	Глина плотная с включением гравия, гальки и валунов до 3%	2,65	10,0	0,120	0,095	В последние годы напор на пло- тине не превышал 3,5 м
На р. Ивине	"	3,00	На глубину 0,7—1,0 м мелкозер- нистые пески, далее песчаная пластичная глина с галькой и ва- лунами	2,40	5,0	0,220	0,065	Рисберма в виде свайных гасите- лей с загрузкой между сваями камня по слою хвороста выполнена для предупреждения распротранения размыва к сооружению через 3 го- да эксплуатации плотины
"Капиталь- ная" на р. М. Суна	"	4,00	Песчаные с большим включе- нием гальки и валунов	3,20	10,0	0,200	0,075	За волобоєм каменная грядя дли- ной 15 м из очень крупных камней (до 1,0 м ³)
"Верхняя" на р. М. Суна	Ряжевая, слива не имеет	2,00	Разнозернистые пески с большим содержанием гальки и крупных валунов	2,40	10,0	0,200	0,065	Воронка размыва отмощена круп- ным камнем в несколько рядов по высоте
"Кузи- Коски" на р. Нарвоже	Ряжевая	2,50	Песчаные с очень большим со- держанием гальки и крупных ва- лунов	1,60	10,0	0,086	0,082	Форма воронки размыва в плане и глубина ее определяется главным образом глубиной залегания скаль- ной поверхности
На 42 км р. Тулемы	Ряжевая, слива не имеет	2,60	Скала, прикрытая аллювиальны- ми отложениями толщиной до 2,0 м	2,00	—	—	—	

объясняется тем, что сливной пол выполнен с зазорами и рабстает, как щелистый. При отдельных схемах сопряжения бьефов, вследствие различной глубины в начале и конце его, под ним образуется обратное течение, которое способствует отложению наносов и продуктов размыва под сливным полом.

Максимальная глубина размыва за сооружением, считая от поверхности водосливного пола, равняется 5,65 м, что составляет 2,26 H .

Данные относительной величины размывов по остальным плотинам приведены в табл. 1.

Анализ натурных исследований нижних бьефов лесосплавных плотин позволяет сделать следующие выводы.

1. Применяемые типы рисберм (каменная отмостка, каменная отсыпка и др.) подвержены разрушению. Во всех обследованных плотинах первоначальные крепления нижнего бьефа были разрушены в первый же год эксплуатации сооружения. Несмотря на многообразие форм разрушения креплений, их можно объединить в две основные группы:

а) разрушения, вызванные непосредственным размывом самих креплений из-за несоответствия их прочности размываемому воздействию на них поверхностного потока;

б) разрушения креплений вследствие подмыва их со стороны нижнего бьефа, вызванного размывом незащищенного русла реки за сооружением.

2. Глубина воронки размыва зависит главным образом от удельных расходов воды в нижнем бьефе, грунтов, слагающих русло реки за сооружением, характера сопряжения бьефов и отчасти от общего напора плотины. Глубина воронки размыва колеблется в широких пределах. Так, в исследованных плотинах она изменяется от 0,59 H (плотина на р. Рандозерке) до 2,26 H (плотина на р. Олонке).

3. Размыв нижнего бьефа при отсутствии рисбермы или после ее разрушения начинается непосредственно от конца слива. Увеличение глубины размыва приводит к распространению верхового откоса воронки размыва в сторону сооружения и захвату размывом подпольного пространства слива (плотины на рр. Мегреге, Олонке, Важезерке).

4. Наибольшая глубина воронки размыва отстоит от конца слива или рисбермы на расстоянии от 1,7 H (плотина на р. Ивине) до 6,0 H (плотина на р. Олонке). Среднее расстояние по обследованным плотинам составляет 3,5 H .

5. Уклон верхового откоса воронки размыва колеблется от $i_{max_{в}} = 0,33$ (плотина на р. Олонке) до $i_{min_{в}} = 0,086$ (плотина Кузи-Коски на р. Нарвоже). Для обычных песчаных и гравелистых грунтов, наиболее сильно подверженных размыву, среднее значение уклона верхового откоса равно $i_{ср_{в}} = 0,24-0,25$.

Уклон низового откоса воронки размыва колеблется от $i_{max_{н}} = 0,10$ (плотина на р. Олонке) до $i_{min_{н}} = 0,065$ (плотина на р. Ивине и «Верхняя» на р. Суна). Среднее значение $i_{ср_{н}} = 0,082$.

6. Учитывая, что ниже рисбермы при обычных грунтах, слагающих русло равнинных рек, размывы нижнего бьефа неизбежны, не следует стремиться к полному прекращению размывов за счет чрезмерной длины крепления нижнего бьефа. Более правильным решением является назначение относительно короткой рисбермы, защищенной концевым креплением со стороны нижнего бьефа от подмыва ее поверхностным потоком.

7. Так как одной из основных причин разрушения креплений является подмыв их со стороны нижнего бьефа, то наряду с назначением достаточно прочного крепления не менее важна защита конца рисбермы от подмыва.

Крепление рисбермы может заканчиваться: а) вертикальной стенкой (свайный или шпунтовый ряд), заложеной на глубину, безопасную в смысле подмыва основания стенки и имеющей достаточную статическую устойчивость при образовании за ней воронки размыва (плотина на р. Ивине); б) деформирующимся (гибким) концевым креплением (каменная отсыпка, фашинные тюфяки, покрытие камнем, габионы).

8. При строительстве плотины на аллювиальных отложениях, при неглубоком залегании скальных грунтов, можно отказаться от устройства слива и специальных креплений нижнего бьефа, но при этом необходимо предусмотреть, чтобы при вымывании аллювиальных отложений условия устойчивости плотины не ухудшились (плотина на р. Тулеме).

9. В связи с возможностью возникновения размывов и вызываемыми ими последствиями необходимы постоянные наблюдения за состоянием нижнего бьефа и проведение определенных мероприятий по устранению разрушения креплений и уменьшения размывов в нижних бьефах. Такими мероприятиями являются:

а) создание благоприятных гидравлических условий сопряжения бьефов (недопущение отгона гидравлического прыжка);

б) эксплуатационные мероприятия, заключающиеся в правильном маневрировании щитами для устранения или уменьшения сбойности потока.

Равномерное распределение сбрасываемых через плотину расходов воды предупреждает нежелательные явления сбойности потока, уменьшает удельные расходы воды в нижних бьефах, способствует снижению турбулентности потока и тем самым ослабляет силовое воздействие поверхностного потока на крепление нижнего бьефа и уменьшает местные размывы за сооружением. Следует избегать пропуска воды через одно отверстие. Для каждого проектируемого сооружения необходимо в зависимости от конкретных условий разработать наиболее рациональную схему открытия плотины и строго придерживаться ее при эксплуатации.

Поступила в редакцию
6 января 1965 г.

УДК 634.06

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА В РАЙОНАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РСФСР

Е. Г. ЧЕРЕВАНЬ

Старший инженер

(Гипролестранс)

Северо-Запад РСФСР — важнейший лесопромышленный район европейской части СССР. Он характеризуется высоким уровнем развития лесной промышленности по сравнению с удельным весом лесных ресурсов (9,5% запасов лесов Союза). Северо-Запад дает стране 25,4% деловой древесины, 16,4% пиломатериалов, 18,8% фанеры, 53,2% целлюлозы, 32,8% бумаги, 22,0% картона*.

Леса района удобно расположены по отношению к крупным районам лесопотребления страны и путям лесоэкспорта. Наряду с обеспечением вывозки древесины, они выполняют важные защитно-мелиоративные функции. Поэтому рациональное использование и вместе с тем сбережение лесных богатств Северо-Запада имеет общегосударственное значение.

По учету на 1/1-1961 г. [2] общая площадь всех лесов Северо-Запада составляет 114 млн. га с общим запасом 8,0 млрд. м³.

Сырьевой базой лесной промышленности являются спелые и перестойные древостои с запасом 4,65 млрд. м³, в том числе в лесах III группы 4,50 млрд. м³. На территории Северо-Запада леса размещены неравномерно. Лесистость колеблется от 67% (Архангельская область и Коми АССР) до 27—30% (Мурманская и Псковская области), при средней величине 58%. Районы Северо-Западный, Мурманский и Коми АССР являются лесоизбыточными, с активным лесным балансом, позволяющим вывозить древесину в другие районы. Ленинградский экономический район — лесодефицитный, с пассивным лесным балансом, требующим ввоза до 4 млн. м³ древесины в год.

В общем объеме лесоотпуска по РСФСР удельный вес Северо-Запада за послевоенные годы непрерывно возрастал. Если в 1946 г. по Северо-Западу было вырублено 28,7 млн. м³, или 17% от лесоотпуска по РСФСР, то в 1963 г. — 85,9 млн. м³, или 25%.

Объем лесозаготовок по Северо-Западу расширяется за счет рубок главного пользования — 97,2% объема отпуска леса за 1963 г. Рубки лесохозяйственного значения занимают лишь 2,8% годового лесоотпуска. Объем лесовосстановительных рубок в лесах I группы равен 0,7 млн. м³ при расчетной лесосеке 1,5 млн. м³.

* Народное хозяйство СССР в 1962 году. Статистический ежегодник, Госстатиздат ЦСУ СССР, М., 1963, стр. 179—183, 213.

Количество древесины, вырубаемой в среднем за год с 1 га лесопокрывтой площади, характеризует интенсивность лесопользования. Об ее изменении по районам Северо-Запада можно судить по табл. 1, в которой на основании отчетных данных приведены сведения об отпуске древесины из эксплуатируемых лесов II и III групп по главному пользованию за 1946—1963 гг. Здесь же для сравнения дана расчетная лесосека 1963 г.

Таблица 1

Области, экономические административные районы	Вырублено по главному пользованию					Расчетная лесосека главного пользования 1963 г.
	в 1946 г.	в 1946—1950 гг.	в 1951—1955 гг.	в 1956—1960 гг.	в 1963 г.	
		в среднем за год				
Архангельская	8049 0,45	10660 0,60	16355 0,93	21380 1,32	24676 1,95	24288 1,93
Вологодская	4354 0,72	5890 1,03	9047 1,52	11550 1,94	13360 2,26	13321 2,26
Карельская АССР	2513 0,39	4715 0,60	10375 1,35	16000 2,14	18988 2,60	14680 2,02
Итого по Северо-Западному району	14916 0,46	21265 0,68	35777 0,88	48930 1,65	57024 2,30	52289 2,10
Мурманский район	993 0,25	1050 0,26	1415 0,31	1830 0,45	1864 0,85	1844 0,85
Ленинградская	2426 0,70	3389 1,12	4165 2,05	4814 2,45	4225 2,12	4515 2,25
Новгородская	1799 0,77	2468 1,75	2794 2,44	3050 2,63	2300 2,02	2503 2,20
Псковская	422 0,74	367 1,02	330 1,13	1278 2,03	1028 1,63	1169 1,87
Итого по Ленинградскому району	4647 0,72	6224 1,30	7289 2,10	9132 2,43	7553 2,02	8187 2,20
Коми АССР район	6033 0,24	7687 0,30	11054 0,43	14500 0,60	17244 0,81	35124 1,67
Всего по крупному району Северо-Запада РСФСР	26589 0,40	36226 0,55	55535 0,86	74392 1,17	83685 1,57	97444 1,85

Примечание. В числителе — тыс. м³; в знаменателе — м³/га лесопокрывтой площади.

Как видно из табл. 1, отпуск леса с 1946 по 1963 г. в целом по Северо-Западу увеличился в 3 раза, а в Карелии в 7,6 раза.

Отпуск древесины с 1 га в среднем по Северо-Западу увеличился в 3,9 раза. Высокая интенсивность лесоотпуска отмечена в Ленинградском экономическом районе и в Карельской АССР, в которых годичный отпуск колебался от 1,35 до 2,60 м³ с 1 га. Снижение лесоотпуска по Ленинградскому району за последние годы вызвано недостатком спелых насаждений, занимающих 15% площади и 24% запасов гослес-

фонда. Интенсивность лесоотпуска по Мурманской области и Коми АССР низка — до $0,85 \text{ м}^3/\text{га}$.

Расчетная лесосека главного пользования по лесам Северо-Запада равна $97,4 \text{ млн. м}^3$, или в среднем $1,85 \text{ м}^3 \cdot \text{с} \cdot 1 \text{ га}$. Доля хвойного хозяйства в расчетной лесосеке — 76%, лиственного — 24%. За 1963 г. по Северо-Западу освоено 86,3% расчетной лесосеки ($83,6 \text{ млн. м}^3$, или $1,57 \text{ м}^3/\text{га}$), в том числе по хвойному хозяйству — 104%, лиственному — 28%. Из вырубленных $83,6 \text{ млн. м}^3$ хвойные породы составляют 92%, лиственные — 8%. Следовательно, использование лесосечного фонда происходит главным образом за счет лесосеки хвойного хозяйства, которая особенно перерубается в Карелии (130%), Ленинградской и Новгородской областях (120%), а лесосека лиственных в многолесных районах рубится крайне недостаточно (Архангельская область и Коми АССР — 8%). В пределах областей и автономных республик Северо-Запада расчетная лесосека используется весьма неравномерно. Например, в южной зоне Карелии лесоотпуск составляет $3,1 \text{ м}^3/\text{га}$, или 117% расчетной лесосеки, а в северной зоне — $1,1 \text{ м}^3/\text{га}$, или 50% [5].

Как отмечает Н. А. Мойсеев [4], в Архангельской области напряженный лесоотпуск наблюдается в прижелезнодорожных районах, где спелые леса могут быть вырублены, если не снизить объем рубки, за 10—20 лет.

Значительно перерубается расчетная лесосека в лесах II группы. Так, за 1963 г. по девяти предприятиям треста «Ленлес» расчетная лесосека использована на 106—138%, а по хвойному хозяйству на 123—140%. Половина предприятий треста «Новгородлес» вырубала расчетную лесосеку по хвойному хозяйству на 120—240%. Таким образом, требование о том, чтобы лесоотпуск по лесам II группы не выходил за рамки расчетных лесосек, не выполняется.

Лесосырьевые ресурсы Северо-Запада пока используются со значительными потерями. На многих лесосеках оставляют недорубы, часть заготовленной древесины не вывозят.

По данным ЛенНИИЛХа [1], в 1956—1957 гг. в среднем по Северо-Западу на лесосеках оставалось древесины в недорубах 13,4%, невывезенной продукции — 4,1%.

После объединения лесного хозяйства и лесной промышленности в 1959 г. возникли предпосылки для более рационального использования лесосечного фонда, но недостатки полностью не устранены.

Так, по нашим данным, в Карелии в среднем за 1958—1960 гг. лесозаготовители оставили на лесосеках 14,3% вырубленной древесины. В Ленинградском экономическом районе на лесосеках 1961 г. не использовано 5,5% запаса товарной древесины [5], [6].

По официальным данным, полученным в Главлесхозе РСФСР, на лесосеках 1961 г. в целом по Северо-Западу не использовано 7,3% запаса лесосечного фонда.

Согласно годовым отчетам по отпуску леса, за 1962 г. на лесосеках оставлено около 13% отведенного в рубку запаса. С учетом использования отсрочек на заготовку и вывозку леса, по данным обследования лесосек на I/V-1963 г., по Северо-Западу оставлено в среднем недорубов 5,9%, готовой продукции 0,5%, всего не использовано 6,4% запаса спелой древесины (табл. 2).

Недорубы от запаса лесосечного фонда составили: Ленинградская и Новгородская области — 1—2%, Архангельская — 3,6%, Вологодская — 4,9%, Коми АССР — 7,8%, Мурманская область — 8,6%, Карельская АССР — 9,7%. Заготовленная и не вывезенная с лесосек древесина составляет в среднем 1% объема лесоотпуска.

Таблица 2

Области, экономические административные районы	Средний процент неиспользованной древесины		
	в недору- бах	оставлено на лесосеках готовой продукции	всего от переданного в рубку запаса
Архангельская	3,6	0,4	4,0
Вологодская	4,9	0,5	5,4
Карельская АССР	9,7	0,3	10,0
Итого по Северо-Западному району	5,9	0,4	6,3
Мурманский район	8,6	0,1	8,7
Ленинградская	0,8	1,2	2,0
Новгородская	1,9	0,2	2,1
Псковская	1,1	0,4	1,5
Итого по Ленинградскому району .	1,2	0,7	1,9
Коми АССР район	7,8	0,7	8,5
Всего по крупному району Севе- ро-Запада РСФСР	5,9	0,5	6,4

Из общего количества неиспользованной по Северо-Западу древесины до 80% приходится на предприятия совнархозов, с которых за нарушения правил отпуска леса взыскано штрафов 3,5 млн. руб.

По сравнению с прошлыми годами улучшилось использование лесосечного фонда в лесодефицитных районах. Например, за 1961—1963 гг. по Ленинградскому экономическому району размер оставляемой на лесосеках древесины снизился с 5,5 до 1,9%.

Анализ собранных материалов обследования лесосек показал, что в многолесных районах количество оставляемой древесины не уменьшается. В 1963 г. по сравнению с 1959 г. оно возросло: в Архангельской области — на 26%, в Вологодской — на 34%, в Карельской и Коми АССР — на 110%.

В результате неполного использования лесосечного фонда на каждом гектаре вырубок в зоне совнархозов общие потери стволовой древесины колеблются от 10,3 м³ (Вологодская область) до 14,6 м³ (Архангельская область) и в среднем по Северо-Западу составляют 12,0 м³, из них деловой 7,2 м³ (60%).

Оставление недорубов связано в основном с применением условно-сплошных рубок, при которых остаются несрубленными все лиственные деревья и много хвойных. По районам Северо-Запада вырубает до 600 тыс. га леса в год, в том числе условно-сплошными рубками — до 120 тыс. га с объемом древесины 15 млн. м³. За 1963 г. условно-сплошные рубки составили по Архангельской области 31% по площади и 27% по объему лесоотпуска, в Карелии соответственно 17,5 и 18%, в Коми АССР — 19 и 21%. Потери древесины при условно-сплошных рубках, по данным ЛенНИИЛХа, возрастают по сравнению со сплошными в 2—2,5 раза и равны в среднем 18—20% от запаса лесосечного фонда [3].

Оставленные недорубы и заготовленная продукция являются потерями всего народного хозяйства, а не только лесозаготовки. Недорубы через 2—3 года подвергаются бурелому и ветровалу, усиливают захламленность и пожарную опасность в лесах, брошенная лесопроductия начинает гнить, ухудшается санитарное состояние лесов.

В итоге снижается производительность лесов, в рубку вовлекается значительно больший лесосечный фонд, чем это требуется для выполнения плана вывозки леса. Кроме того, повышаются затраты на ведение лесного хозяйства и лесозаготовок, снижаются сроки действия сырьевых баз леспромхозов.

Неполное использование лесосечного фонда обусловлено рядом причин, главными из которых являются: 1) несоответствие заданий по заготовке сортиментов составу лесосечного фонда; 2) отсутствие обоснованных нормативов в определении производительности труда рабочих на лесозаготовках, рост которой происходит главным образом за счет рубки лучших древостоев; 3) недостатки норм и расценок на заготовку и трелевку древесины, не обеспечивающих равной оплаты за одинаковый труд.

Слабый контроль лесохозяйственных органов за деятельностью лесозаготовителей, низкое качество отвода и таксации лесосек, с тенденцией к преуменьшению товарности древостоев, нарушения технологии разработки лесосек (оставление высоких пней, рубка семенников и пр.), оплата штрафов за лесонарушения предприятиями, а не конкретными виновниками, также ведут к увеличению потерь древесины.

Недостаточно используется лесосечный фонд и из-за отсутствия в леспромхозах цехов по переработке малоценной древесины и отходов. Следует перенять опыт работы предприятий Ленинградского совнархоза, в составе которых имеется 59 цехов ширпотреб с годичным выпуском товарной продукции от использования низкокачественной древесины и отходов на 5 млн. руб. (более 50 наименований изделий).

Рекомендации по повышению уровня использования лесосечного фонда с достаточной полнотой изложены в исследованиях ЛенНИИЛХа, ведомственных инструкциях, наставлениях и т. д.

Руководители и инженерно-технические работники леспромхозов и лесхозов, мастера леса и бригадиры не должны допускать отступлений от «Правил отпуска леса на корню в лесах СССР».

Важным документом, регламентирующим лесосечные работы, является «Положение по организации лесосечных работ в лесозаготовительных предприятиях Северо-Западного совнархоза» (Архангельск, 1964).

Постоянное укрепление технологической дисциплины, изучение и обобщение прогрессивных рекомендаций и наставлений, передового опыта комплексных бригад на лесосечных работах являются важными условиями для снижения потерь древесины на лесосеках.

Кроме того, мероприятиями, способствующими более рациональному и полному использованию лесосечного фонда, служат: 1) отказ от условно-сплошных рубок как наносящих большой ущерб лесному хозяйству; 2) недопущение перерубов расчетной лесосеки; 3) ликвидация так называемых «самозаготовителей»; 4) выполнение плановых заданий лесохозяйственного назначения в полном объеме; 5) увеличение при леспромхозах числа цехов по переработке низкокачественной древесины и отходов.

Организация в ближайшем будущем постоянно действующих предприятий типа Крестецкого леспромхоза ЦНИИМЭ, создание крупных лесопромышленных комплексов (Котласский, Сыктывкарский и др.), рассчитанных на полное, комплексное использование всей древесины, имеющейся на лесосеке, также позволяет обеспечить полную и рациональную разработку лесосечного фонда.

Бережное отношение к лесу, рациональное использование выращенной древесины, в том числе и так называемых «отходов», должно стать

правилом в деятельности лесозаготовителей. В этом направлении должны совершенствоваться технология и механизмы, применяемые в лесной фабрично-заводской промышленности, а также правила рубки и отпуска леса.

Долг работников лесного хозяйства и лесной промышленности — устранить отмеченные недостатки, сделать все необходимое для обеспечения полного и экономного использования лесных богатств Северо-Запада.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Я. Гурвич, А. Н. Карпов, М. М. Головин. Мероприятия по рациональному использованию лесосечного фонда в лесхозах Севера и Северо-Запада Европейской части СССР. Изд. ЛенНИИЛХа, Л., 1958. [2]. Лесной фонд РСФСР. Статистический сборник. (По материалам учета лесного фонда на 1 января 1961 г.), Гослесбумиздат, М., 1962. [3]. Методические указания по расчету показателей эффективности лесохозяйственных мероприятий для повышения продуктивности лесов. Изд. ЛенНИИЛХа, Л., 1964. [4]. Н. А. Моисеев. Расчет и организация пользования лесом. Гослесбумиздат, М.—Л., 1963. [5]. Е. Г. Черевань. Динамика развития и перспективы лесоотпуска по Карельской АССР. Сб. «Комплексное использование древесины», Карельское книжное изд-во, 1964. [6]. Е. Г. Черевань. Современное состояние и перспективы лесоотпуска в Ленинградском экономическом районе. Сб. трудов ЛенНИИЛХа. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964.

Поступила в редакцию
6 февраля 1965 г.

УДК 634.0.114

ИСПЫТАНИЯ ТОРФЯНЫХ ГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ ТРЕХОСНОГО СЖАТИЯ

А. А. ТКАЧЕНКО

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Согласно строительным нормам и правилам, при проектировании земляного полотна необходимо исходить из объективных механических характеристик грунтов основания.

При расчете деформаций оснований такими общепринятыми характеристиками являются коэффициент бокового расширения и модуль общей деформации грунта. Однако, до настоящего времени при проектировании дорог на болотах пользуются специальными вспомогательными характеристиками (коэффициент сжимаемости, модуль остаточной осадки и др.); определяемыми либо по результатам компрессионных испытаний, либо путем обследований существующих насыпей на болотах. Это объясняется большой трудностью нахождения модуля общей деформации и коэффициента бокового расширения торфа, ввиду его специфических свойств.

В Архангельском лесотехническом институте для получения этих характеристик были сконструированы и изготовлены специальные приборы трехосного сжатия — стабилметры. Отличие этих приборов от обычных стабилметров, применяющихся для испытаний грунтов с неорганическим скелетом, определяется особенностями свойств торфяного грунта, имеющего весьма малую прочность в естественном состоянии, а при приложении нагрузок сильно деформирующегося.

Эти отличия не позволяют испытывать торф в стабилметрах обычного типа, так как помещенный в них образец торфа будет поврежден еще в процессе сборки прибора, а значительная деформация при испытании поведет к разрыву резиновой оболочки, ограждающей образец.

Особенности стабилметра (рис. 1) заключаются в следующем. Резиновая оболочка, крепящаяся к крышке камеры в стабилметрах обычных типов с диаметром поршня, равным диаметру образца, разделена на две части: собственно оболочку образца 7 и резиновую манжету 8, которая собирается в складки и помещается на направляющем кольце 6. Такая конструкция допускает развитие значительных деформаций образца без разрыва оболочки, а наличие направляющего кольца, крепящегося в процессе сборки на болтах к крышке стабилметра, дает возможность собирать прибор без передачи каких-либо воздействий на образец.

Другой особенностью является специальное приспособление, состоящее из автоматического клапана 19 с реле 20 и ртутного манометра 17

с контактом 18, позволяющее поддерживать в камере стабилометра постоянное давление, несмотря на значительные деформации образца и некоторую утечку воздуха из системы.

Особенностью конструкции стабилометра является также передача бокового давления на образец через объемометр, что позволяет наблюдать за боковой деформацией образца при различных фиксированных боковых давлениях или, наоборот, поддерживая постоянные показания объемометра, следить за изменением бокового давления во время испытаний грунта без возможности бокового расширения.

Приборы были изготовлены для испытания образцов двух поперечных сечений площадью 10 и 40 см². Образцы торфа либо вырезали специальным прибором — кернарезом*, либо отбирали специальным грунтоносом** непосредственно на болоте. В обоих случаях обеспечивалось сохранение естественной структуры.

Испытания образцов проводили по таким схемам.

1. При постоянном боковом давлении к образцу прикладывали ряд вертикальных давлений.

2. Образец испытывали без приложения бокового давления (за исключением давления от расширения резиновой оболочки).

3. Образец испытывали в условиях невозможности бокового расширения.

В результате испытаний определяли и вычисляли*** следующие величины: вертикальное давление, горизонтальное давление и относительную вертикальную и горизонтальную деформации образца. Вторую из них находили, исходя из известного из теории упругости условия, что объемная относительная деформация равна сумме линейных относительных деформаций. Применение этого условия позволило получить следующее выражение для определения горизонтальной относительной деформации:

$$\lambda_2 = \frac{\Delta V}{2V_0},$$

где V_0 — первоначальный объем образца;

ΔV — боковое приращение объема, измеряемое по показаниям объемометра камеры 15, а при образцах, все поры которых заполнены водой, — и по показаниям объемометра образца 14.

По результатам этих вычислений для каждого образца были построены графики изменения величины давлений и относительных деформаций. На рис. 2 приведены такие графики для одного из испытанных образцов. Характер графиков (построенных для 16 образцов) говорит о сложности зависимости, имеющейся между вычисленными величинами.

Для нахождения по этим величинам значений коэффициента бокового расширения и модуля общей деформации были использованы уравнения обобщенного закона Гука.

Описание прибора приведено в нашей работе «Прибор для подготовки торфа к испытаниям на стабилометре». Журн. «Основания, фундаменты и механика грунтов» № 6, М., 1961.

** Конструкция грунтоноса приводится в нашей работе «Грунтонос поршневого типа для отбора образцов торфа ненарушенной структуры», ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1965.

*** В вычислении результатов испытаний и последующем определении значений коэффициента бокового расширения и модуля общей деформации принимала участие ассистент Л. И. Журавлева.

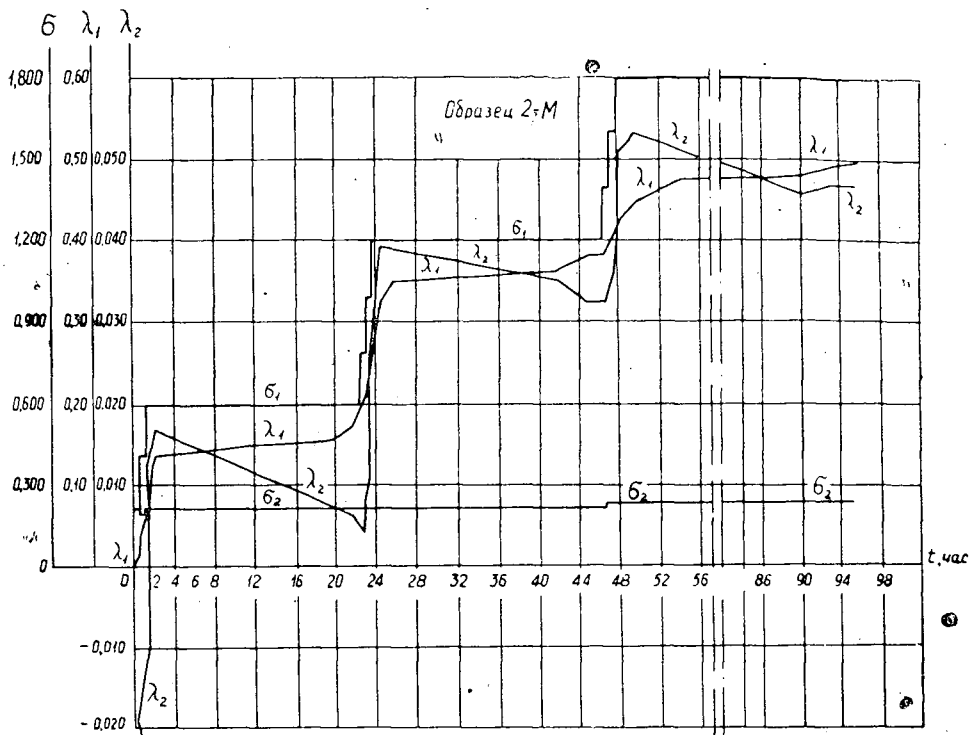


Рис. 2. Графики испытаний образца торфа на стабиломере.

Для случая стабилометрических испытаний три уравнения Гука обращаются в два, так как напряжения и деформации по обеим горизонтальным осям равны между собою.

Совместное решение оставшихся двух уравнений дает выражения для определения коэффициента бокового расширения μ и модуля общей деформации E

$$\mu = \frac{\sigma_2 \lambda_1 + \sigma_1 \lambda_2}{\sigma_2 \lambda_1 + \sigma_1 \lambda_1 + \sigma_2 \lambda_2};$$

$$E = \frac{\sigma_1 - 2\mu\sigma_2}{\lambda_1},$$

где σ_1, σ_2 — вертикальные и горизонтальные напряжения (давления); λ_1, λ_2 — вертикальные и горизонтальные относительные деформации образцов.

Применение данных зависимостей позволило определить численные значения μ и E для всех испытанных образцов. Они были вычислены при различных нагрузках для 197 моментов времени.

На рис. 3 показано изменение коэффициента бокового расширения и модуля общей деформации одного из испытанных образцов в зависимости от величины давления, приложенного к образцу. На рис. 4 приведено изменение этих величин во времени при постоянной нагрузке на образец.

Анализ вычисленных значений величин μ и E позволяет отметить следующее.

1. При длительном действии нагрузки величина коэффициента бо-

кового расширения торфяного грунта находится в пределах от 0,2 до 0,4, а величина модуля общей деформации при нагрузке на образец $0,6 \text{ кг/см}^2$ — от 1,0 до $3,0 \text{ кг/см}^2$.

2. Значения модуля общей деформации торфяного грунта с увеличением величины нагрузки повышаются, а с возрастанием времени действия нагрузки уменьшаются, приближаясь в этом случае к какому-то конечному значению.

3. Коэффициент бокового расширения при изменении величины нагрузки и времени ее действия может как увеличиваться, так и уменьшаться, приближаясь к какому-то постоянному значению. Характер изменения определяется режимом испытания и физическими характеристиками торфяного грунта.

4. Использование найденных при стабилметрических испытаниях значений μ и E показывает, что при одинаковых физических характеристиках торфов их механические характеристики, определенные стабилметрическими, компрессионными испытаниями и геологическими обследованиями насыпей на болотах, практически одинаковы.

Последний вывод позволяет заключить, что стабилметрические испытания торфяных грунтов дают объективные механические характеристики торфяного грунта, и поэтому эти испытания можно рекомендовать для определения коэффициента бокового расширения и модуля общей деформации торфа для технических целей.

Поступила в редакцию
29 апреля 1964 г.

УДК 634.0.377.71

О СОПРОТИВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЮ КОЛЕСА ПО РЕЛЬСУ ОТ УПРУГОГО ПРОГИБА ПУТИ

Б. А. БЕЛОУСОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Влияние конструкции железнодорожного пути на сопротивление движению исследовали многие советские ученые [2], [4], [5], [6], [8].

В данной статье рассмотрено новое решение вопроса определения величины рассеяния энергии при упругом прогибе пути от действия вертикальных давлений, передаваемых движущимся колесом рельсу. По своей природе прогиб пути является результатом комбинированного восприятия рельсом, шпалами, балластом и земляным полотном нагрузок, передаваемых на рельс от подвижного состава.

В основании рельса, наряду с чисто упругими деформациями, протекают процессы последействия. Определение суммарного количества рассеянной энергии внутри не вполне упругих элементов пути от действия всех сил трения может быть произведено известным в технике методом съемки петель гистерезиса. Площадь петли гистерезиса, полученной для соответствующего закона загрузки рельса, в определенном масштабе равновелика энергии сил трения, рассеянной в пространстве.

Для определения сопротивления движению от упругого прогиба пути при движении колеса по рельсу, будем рассматривать рельс как балку бесконечной длины на сплошном упругом основании, подчиняющемся гипотезе о наличии прямой пропорциональности между осадкой и приложенной нагрузкой. С целью упрощения решения допустим, что колесо катится по пути, имеющему некоторый постоянный модуль упругости рельсового основания по своему протяжению, а колесо при движении создает постоянное вертикальное давление на рельс.

Многочисленными исследованиями [4], [5], [1] установлено, что при движении колеса по рельсу вместе с силой движется постоянная по форме волна деформации пути ABC (рис. 1). Кроме того, деформированная ось рельса не симметрична относительно линии действия силы. Максимум прогиба будет двигаться хотя и вместе с силой, но позади нее на некотором расстоянии a .

При перемещении силы P вдоль пути все точки кривой прогиба ABC на отрезке BC погружаются в упругое полупространство, а на отрезке AB поднимаются вместе с упругим основанием. За пределами точек A и B рельсы со шпалами теоретически поднимаются вверх. Но фактически вследствие трения шпал и балласта поднятия не наблюдается, поэтому этой величиной можно пренебречь.

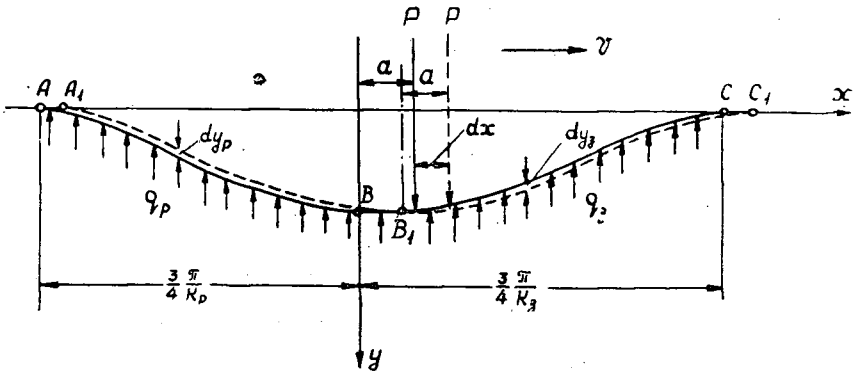


Рис. 1. Схема определения сопротивления движению от упругого прогиба пути.

Погружению рельса на отрезке BC препятствуют силы упругости и силы трения основания. На отрезке AB рельс поднимают первые из этих сил.

Обозначим величину упругого прогиба пути в зоне загрузки в любом сечении на отрезке BC через y_z (см), интенсивность реактивного отпора через q_z (кг/см), а в зоне разгрузки на отрезке AB соответственно через y_p и q_p .

При перемещении силы вдоль пути на величину dx кривая прогиба ABC займет положение $A_1B_1C_1$, а точка максимального прогиба B — положение B_1 .

Элементарная работа, затраченная на погружение точек пути в упругое полупространство в зоне загрузки BC при перемещении силы P на величину dx , равна

$$dA_z = q_z dx dy_z \text{ кг}\cdot\text{см}. \quad (1)$$

Элементарная работа сил реактивного отпора, затраченная на ликвидацию прогиба (упругий подъем) пути в зоне разгрузки AB позади колеса (работа, возвращенная колесу),

$$dA_p = q_p dx dy_p \text{ кг}\cdot\text{см}. \quad (2)$$

Тогда, согласно закону сохранения энергии, можно написать

$$W_{\text{уп}} \cdot dx = dA_z + dA_p = q_z dx dy_z + q_p dx dy_p \text{ кг}\cdot\text{см}, \quad (3)$$

где $W_{\text{уп}}$ — сила сопротивления движению от упругого прогиба пути, кг.

С другой стороны, интенсивность реактивного отпора пути для зоны загрузки выражается равенством

$$q_z = u_z y_z \text{ кг/см}, \quad (4)$$

а для зоны разгрузки соответственно

$$q_p = u_p y_p \text{ кг/см}, \quad (5)$$

где u_z , u_p — модули упругости рельсового основания для зон загрузки и разгрузки, кг/см².

Подставляя значения интенсивности реактивного отпора из формул (4) и (5) в формулу (3), получаем

$$W_{\text{уп}} \cdot dx = u_3 \cdot dx \cdot y_3 \cdot dy_3 + u_p \cdot dx \cdot y_p \cdot dy_p \text{ кг/см.} \quad (6)$$

Интегрируя полученное выражение в пределах, соответствующих принятому расположению системы координат (рис. 1), имеем

$$W_{\text{уп}} = \frac{1}{2} \left(u_3 y_{03}^2 - u_p y_{0p}^2 \frac{k_3}{k_p} \right) \text{ кг,} \quad (7)$$

где k_3 и k_p — коэффициенты относительной жесткости основания и рельса в зонах загрузки и разгрузки, 1/см;

y_{0p} и y_{03} — максимальные значения упругого прогиба пути для зон разгрузки и загрузки, см.

Совершенно очевидно, что y_{03} и y_{0p} соответствуют значению упругого прогиба пути для точки, разграничивающей зоны загрузки и разгрузки. Следовательно, $y_{03} = y_{0p}$ (рис. 1).

Тогда формула (7) принимает вид

$$W_{\text{уп}} = \frac{1}{2} \left(u_3 y_{03}^2 - u_p y_{03}^2 \frac{k_3}{k_p} \right) \text{ кг.} \quad (8)$$

Удельное сопротивление движению от упругого прогиба пути

$$W_{\text{уп}} = \frac{500}{P} \left(u_3 y_{03}^2 - u_p y_{03}^2 \frac{k_3}{k_p} \right) \text{ кг/Т.} \quad (9)$$

Подставляя в полученную формулу (9) вместо y_{03} его значение по формуле

$$y_{03} = \frac{P}{\sqrt[4]{64E u_3^3}},$$

имеем

$$W_{\text{уп}} = 125P \left(\frac{1}{\sqrt{4E u_3}} - \frac{1}{\sqrt{4E u_3}} \cdot \frac{u_p \cdot k_3}{u_3 \cdot k_p} \right) \text{ кг/Т,} \quad (10)$$

где P — давление колеса на рельс, кгТ;

E — модуль упругости рельсовой стали, кгТ/см²;

I — момент инерции рельса относительно горизонтальной оси, см⁴.

Заменим коэффициенты относительной жесткости основания и рельса k_3 и k_p модулями упругости рельсового основания u_3 и u_p по формулам

$$k_3 = \sqrt[4]{\frac{u_3}{4EI}} \text{ 1/см}$$

и

$$k_p = \sqrt[4]{\frac{u_p}{4EI}} \text{ 1/см.}$$

Тогда выражение для удельного сопротивления движению от упругого прогиба пути (10) после соответствующих преобразований переписывается в следующем виде:

$$W_{\text{уп}} = 125P \left(\frac{1}{\sqrt{4E u_3}} - \frac{1}{\sqrt{4E u_3}} \sqrt[4]{\frac{u_p^3}{u_3^3}} \right) \text{ кг/Т.} \quad (11)$$

Эта формула выражает зависимость удельного сопротивления движению от упругого прогиба пути при движении одиночного колеса по

рельсу в зависимости от величины нагрузки, жесткости рельса EI , модулей упругости рельсового основания, измеренных впереди и позади движущегося колеса.

Экспериментальными исследованиями М. Ф. Вериго [4], В. Н. Данилова [5], Б. И. Кувалдина [7] установлено, что на величину модуля упругости, помимо конструкции и состояния подрельсового основания, оказывают влияние также величины сил трения в основании пути и скорость нарастания изменения приложенной нагрузки. Иначе говоря,

$$u_3 = f(r_1, v); \quad (12)$$

$$u_p = \psi(r_1, v), \quad (13)$$

где r_1 — величина силы трения основания железнодорожного пути, $\kappa\Gamma/\text{см}$;

v — скорость движения, $\text{км}/\text{час}$.

Из формул (11), (12) и (13) вытекает, что сопротивление движению от упругого прогиба пути зависит от скорости движения нагрузки по рельсу.

При практическом решении вопросов, связанных с определением величины сопротивления движению от упругого прогиба пути, основное внимание необходимо сосредоточить на правильности нахождения модулей упругости рельсового основания. Модули упругости рельсового основания впереди движущегося колеса u_3 и позади него u_p можно найти по методу, разработанному М. Ф. Вериго [3] по результатам записей просадок рельса под одноосной тележкой. При этом величины u_3 и u_p вычисляются по формулам, имеющим следующий вид:

$$u_3 = \frac{81\pi^4 EI}{64x_1^4} \kappa\Gamma/\text{см}^2; \quad (14)$$

$$u_p = \frac{81\pi^4 EI}{64x_2^4} \kappa\Gamma/\text{см}^2, \quad (15)$$

где x_1 — расстояние от точки максимального прогиба рельса до точки перехода упругой линии прогиба через нуль впереди колеса, см ;

x_2 — то же позади колеса, см .

Вычисляя значения u_3 и u_p при прокатывании одноосной тележки с различными скоростями по участкам пути с разнообразными подрельсовыми основаниями, можно получить зависимость удельного сопротивления движению, связанного с упругим прогибом пути, от скорости движения, конструкции и состояния железнодорожного пути.

При движении по рельсу системы осей с одинаковыми нагрузками $P_1 = P_2 = P_3 = \dots = P_n$, формула (11) принимает вид

$$W_{\text{уп}} = 125P \left(\frac{k_{\text{сз}}}{\sqrt{4EIu_3}} - \frac{k_{\text{ср}}}{\sqrt{4EIu_3}} \sqrt{\frac{u_p^3}{u_3^3}} \right) \kappa\Gamma/T, \quad (16)$$

где $k_{\text{сз}}$ — коэффициент сопротивления от упругого прогиба пути для зон загрузки впереди движущихся колес;

$k_{\text{ср}}$ — то же для зон разгрузки позади движущихся колес.

Если значения модулей упругости рельсового основания u_3 и u_p нами найдены, то коэффициенты сопротивления движению от упругого прогиба пути $k_{\text{сз}}$ и $k_{\text{ср}}$ для соответствующей схемы размещения нагрузок можно вычислить по общеизвестным формулам, пользуясь принци-

пом независимости действия сил. Для зоны загрузки значение k_{ca} определяют по формуле

$$k_{ca} = \left(\sum_{i=1}^{i=n_p} \eta_{i3} \right)^2 \quad (17)$$

и, соответственно, для зоны разгрузки

$$k_{cp} = \left(\sum_{i=1}^{i=n_p} \eta_{ip} \right)^2, \quad (18)$$

где

$$\eta_3 = e^{-k_3 x} (\cos k_3 x + \sin k_3 x);$$

$$\eta_p = e^{-k_p x} (\cos k_p x + \sin k_p x);$$

x — абсцисса, см.

Пользуясь формулой (11), мы произвели расчеты удельного сопротивления движению от упругого прогиба пути для одиночного колеса с нагрузкой 2000 кг при различных значениях u_3 и u_p . Результаты вычислений для случая укладки рельсов Р18 представлены на рис. 2.

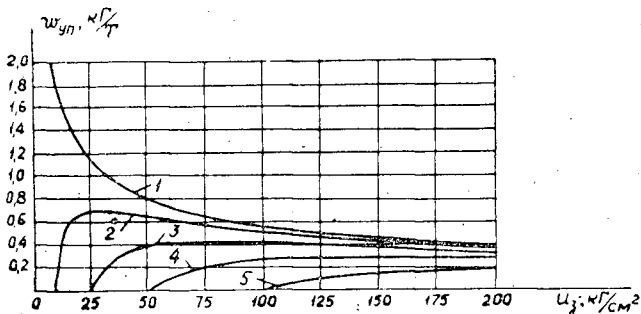


Рис. 2. Удельное сопротивление движению от упругого прогиба пути при рельсах типа Р18 и различных значениях модулей упругости рельсового основания u_3 и u_p .

1 — $u_p = 0$; 2 — $u_p = 10$ кг/см²; 3 — $u_p = 25$ кг/см²;
4 — $u_p = 50$ кг/см²; 5 — $u_p = 100$ кг/см².

Как видно из рис. 2, величина удельного сопротивления движению от упругого прогиба пути уменьшается с увеличением u_3 , а также u_p . Это объясняется тем, что с повышением u_3 уменьшается величина энергии, затрачиваемой движущимся колесом на деформацию пути. С увеличением u_3 возрастает величина энергии, возвращенной колесу силами упругости пути.

При $u_3 = \infty$ (случай абсолютной жесткости основания) правая часть формулы (11) превращается в нуль. Сопротивление движению от упругого прогиба пути отсутствует.

При $u_p = 0$ (случай отсутствия упругого подъема пути позади колеса) формула (11) примет вид формулы, предложенной Б. Н. Веденисовым [2].

Абсолютная величина удельного сопротивления движению одиночного колеса для существующих конструкций узкоколейных железных дорог теоретически колеблется от нуля при $u_3 = u_p$ до 0,8 кг/т при $u_3 = 25$ кг/см², $u_p = 10$ кг/см², рельсах типа Р11 и нагрузке на колесо

2 Т. При нагрузке на колесо 3,25 Т величина удельного сопротивления движению при $u_3 = 25 \text{ кг/см}^2$, $u_p = 10 \text{ кг/см}^2$ и рельсах типа Р11 достигает 1,3 кг/Т.

Формула (11) позволяет также оценить влияние типа рельса на сопротивление движению от упругого прогиба пути.

Так, уменьшение удельного сопротивления движению при замене рельсов Р11 рельсами Р18 при нагрузке на колесо 2 Т колеблется в пределах от 0,04 кг/Т при $u_3 = 100 \text{ кг/см}^2$ и $u_p = 75 \text{ кг/см}^2$ до 0,25 кг/Т при $u_3 = 25 \text{ кг/см}^2$ и $u_p = 10 \text{ кг/см}^2$, а при нагрузке на колесо 3,25 Т снижение удельного сопротивления движению при тех же значениях u_3 и u_p составит соответственно 0,06 и 0,41 кг/Т.

При укладке рельсов типа Р24 взамен Р18 снижение удельного сопротивления при прежних границах соотношений u_3 и u_p при нагрузке на колесо 2 Т составит соответственно 0,04 и 0,18 кг/Т, а при нагрузке на колесо 3,25 Т — 0,06 и 0,29 кг/Т.

Наличие большого экспериментального материала по записям прогибов пути нормальной и узкой колеи под движущимися колесами с различными нагрузками и скоростями свидетельствует о том, что упругий подъем пути позади колеса, а следовательно и возвращение работы колесу силами упругости пути всегда имеет место даже на узкоколейных путях, уложенных без балласта. В связи с этим необходимо заметить, что формула удельного сопротивления движению от упругого прогиба пути, предложенная Б. Н. Веденисовым [2], дает завышенные результаты.

Отсутствие опытных данных по измерению u_3 и u_p для случая подвижной нагрузки не дает возможности произвести количественную оценку влияния различных конструкций пути на сопротивление движению. Однако совершенно очевиден тот факт, что ввиду наличия в конструкции пути «вязкого трения» и, следовательно, следствия деформаций, с увеличением скорости движения нагрузки по рельсу величина u_3 будет возрастать, а u_p уменьшаться. При этом зависимость удельного сопротивления движению, связанного с упругим прогибом пути, в соответствии с формулой (11) будет обуславливаться соотношениями модулей упругости рельсового основания u_3 и u_p .

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Васютинский. Наблюдения над временными деформациями верхнего строения пути на Варшавско-Венской железной дороге. СПб., 1898. [2]. Б. Н. Веденисов, А. В. Комаров, С. П. Надеждин. Повышение скорости движения, веса составов, мощности и эффективности тяговых средств транспорта. Вып. 1, изд-во АН СССР, 1950. [3]. М. Ф. Вериго. Определение динамического модуля упругости пути. Журн. «Техника железных дорог» № 2, 1949. [4]. М. Ф. Вериго. О сопротивлении движению колеса по рельсу, обусловленному рассеянием энергии в железнодорожном пути. Журн. «Техника железных дорог» № 8, 1950. [5]. В. Н. Данилов. Работа рельса под подвижной нагрузкой. Докторская диссертация, 1952. [6]. Б. И. Кувалдин. Влияние размещения осей подвижного состава на прочность рельсового пути и сопротивление движению локомотивов и вагонов. Сб. «Проблемы повышения эффективности работы транспорта», изд-во АН СССР, 1953. [7]. Б. И. Кувалдин. Об определении параметров упруго-вязкого основания. Труды МЛТИ, вып. 4, 1955. [8]. П. П. Стромский. Влияние внутреннего трения пути на сопротивление движению колеса по рельсу. Вестник ВНИИЖТ, № 6, 1961.

УДК 625.75

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЛЬФИТНО-СПИРТОВОЙ БАРДЫ КАК ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЙ ДОБАВКИ К ИЗВЕСТИ

Б. В. ВЕСЕЛОВ

Старший научный сотрудник

(Северный НИИ промышленности)

Из работ акад. П. А. Ребиндера и других исследователей [2], [4], [5], [6] известно, что прочность строительных материалов можно существенно повысить в результате применения добавок различных поверхностно-активных веществ и электролитов.

К числу поверхностно-активных веществ, благоприятно влияющих на процессы гидратации и структурообразования минеральных вяжущих веществ, относится сульфитно-спиртовая барда (ссб), представляющая отход целлюлозно-бумажной промышленности.

Работы С. В. Шестоперова [7] по использованию ссб в качестве активной добавки к бетону показывают, что ссб обеспечивает образование мелкозернистой структуры цементного камня в бетонах за счет замедления роста кристаллов, изменения их форм и размеров.

Такое изменение структуры цементного камня под влиянием добавки гидрофильных поверхностно-активных веществ названо явлением адсорбционного модифицирования структуры. В ряде случаев оно позволяет повысить технологические и эксплуатационные качества строительных растворов и бетонов: повысить прочность и морозостойкость, плотность и долговечность, обеспечивает возможность значительной экономии вяжущих веществ.

В этой связи изучение условий образования прочной кристаллизационной структуры при твердении вяжущих веществ и влияния на них добавок ссб особенно важно при укреплении грунтов небольшими дозами извести.

Целью настоящей работы является исследование влияния небольших добавок сульфитно-спиртовой барды на процессы гидратации и структурообразования негашеной извести и влияние ссб на прочностные свойства известе-грунтов. В соответствии с поставленной задачей в программу первой части работы входило изучение поведения извести в сильно разбавленных растворах ссб и кристаллографические исследования продуктов гидратации под микроскопом.

Для работы использовали нормально обожженную, маломagneзную, быстрогасящуюся известь активностью 85—90% и бардяной концентрат.

Процессы гидратации извести наблюдались при избытке жидкой фазы в суспензиях по скорости оседания известковых частиц и измерению объема образующихся осадков.

Известковые суспензии приготавливали на дистиллированной воде и растворе сульфитно-спиртовой барды концентрацией 0,1; 0,25; 0,50 и 1%. Отношение веса раствора к весу извести составляло 10 : 1; 25 : 1 и 100 : 1. Приготовленные суспензии тщательно перемешивали в мерных цилиндрах и после свободного оседания через определенные промежутки времени замеряли объем осадков (рис. 1). Одновременно вели наблюдения за скоростью и характером формирования осадка.

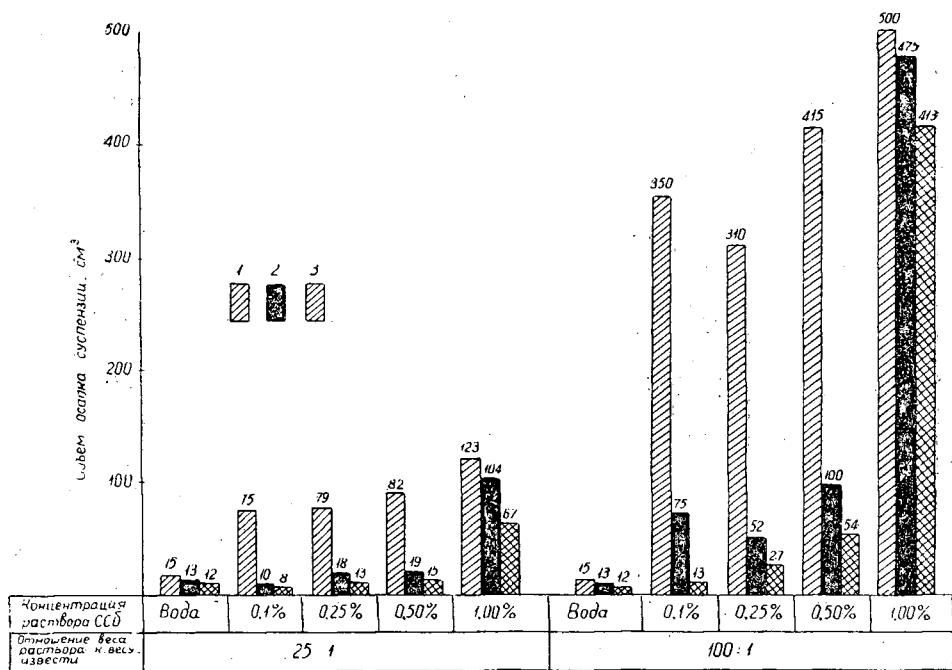


Рис. 1. Объемы осадков суспензий в зависимости от концентрации раствора ссб и времени осаждения.

1 — время осаждения 5 мин; 2 — 20 мин; 3 — 60 мин.

Как видно из графика, объемы осадков резко возрастают даже при небольшой концентрации сульфитно-спиртовой барды. Это является результатом химического и адсорбционного диспергирования гидратирующихся частиц извести, значительно усиливающегося в присутствии добавок ссб. Это подтверждается и скоростью оседания суспензий. В чистой воде суспензия извести представляет собой довольно грубодисперсную систему со скоростью формирования осадка в пределах 5—10 мин.

Скорость осаждения суспензий измеряется несколькими сутками, а сам осадок имеет рыхлую хлопьевидную структуру и при увеличении отношения веса раствора к весу извести занимает почти весь объем суспензий. Объем осадка при этом тем больше, чем больше концентрация раствора сульфитно-спиртовой барды.

Вследствие химического и адсорбционного диспергирования взвешенных в растворе ссб известковых частиц возрастает их активная поверхность, усиливается химическое взаимодействие с водой и увеличивается количество коллоидных новообразований в единице объема. Все это в целом должно привести к равномерному распределению извести в смеси, увеличению числа контактов срастания в структуре твердения и повышению прочности укрепленного грунта.

Кристаллообразование при гидратации извести и влияние на него добавок ссб изучали с помощью микроскопа. Для исследования использовали те же суспензии, на которых измеряли объемы осадков. Через определенные промежутки времени из одного и того же цилиндра над осадками отбирали каплю жидкости. Капельку наносили на предметное стекло и после высушивания просматривали под микроскопом.

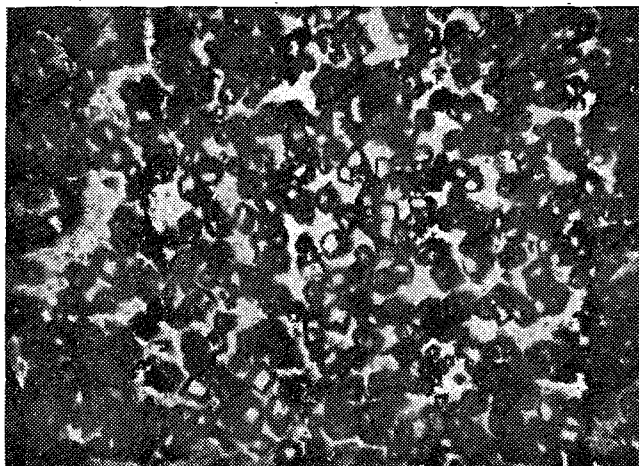


Рис. 2. Кубические кристаллы окиси кальция.
Время гидратации 3 мин., увеличение 102 раза.

Препарат, взятый сразу после затворения извести с водой, состоит из большого количества частиц кубической формы чистой окиси кальция (рис. 2). Единично встречаются кристаллогидраты $\text{Ca}(\text{OH})_2$ шарообразной и сферолитной формы. При увеличении времени гидратации извести до 60 и 120 мин количество гидратных новообразований возрастает, а количество частиц окиси кальция соответственно уменьшается.

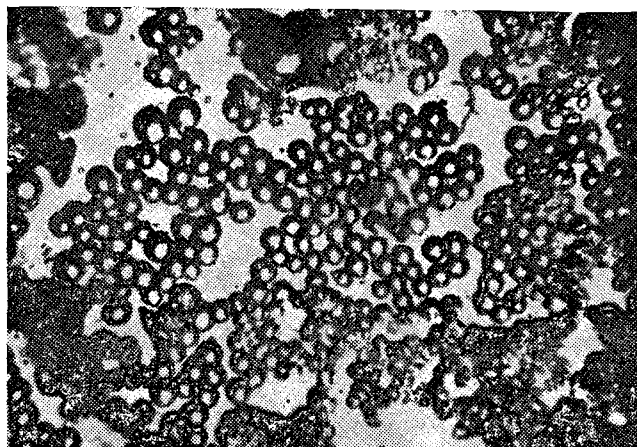


Рис. 3. Кристаллы новообразований гидрата окиси кальция шарообразной формы. Время гидратации 3 суток, увеличение 675 раз.

При этом в поле зрения микроскопа появляются отдельные скопления гелеобразной массы, а также гидратные новообразования в виде гексагональных пластинок.

Выкристаллизовывание из раствора гидратных новообразований происходит непрерывно по мере нарушения равновесий пересыщения и скорости растворения окиси кальция. Через трое суток и в последующие сроки гидратации во всех препаратах было обнаружено большое количество гидрата окиси кальция в виде шарообразных новообразований различного размера (рис. 3).

Крупные кристаллы формируются в виде цепочек и кружевных структур, а более мелкие, срастаясь между собой, образуют отдельные островки однородной массы. По мере дальнейшего увеличения срока гидратации было обнаружено возникновение новых кристаллов, а также рост и срастание существующих крупных кристаллов. К двадцати суткам гидратации извести в суспензии сросшиеся кристаллы гидрата окиси кальция представляют собой сплошную однородную массу (рис. 4). К концу этого срока в препаратах были обнаружены также

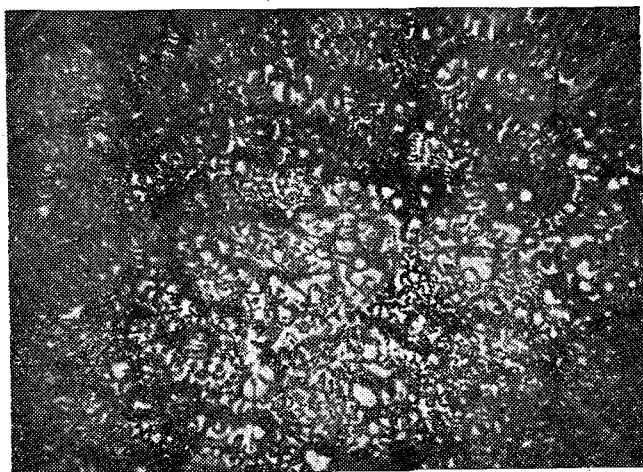


Рис. 4. Срастание кристаллогидратов окиси кальция в сплошную однородную массу. Время гидратации — 20 суток, увеличение — 675 раз.

длинные прямые нити, состоящие из большого числа отдельных, сросшихся между собой кристаллов, и зафиксировано появление кристаллов карбоната кальция в виде ромбических пластинок. Однако такие частицы не являются характерным структурным элементом известковой суспензии, более того, фактически отсутствуют в ней, а их появление следует объяснить лишь частичной карбонизацией гидрата окиси кальция при высушивании препарата на воздухе в процессе микроскопического исследования.

Совершенно иначе протекает процесс кристаллообразования в растворах ссб. При гидратации окиси кальция в 0,25%-ном растворе ссб полностью отсутствуют шарообразные и гексагональные гидратные новообразования. Вместо них через 10—15 мин гидратации обнаруживается тонкая нитяная структура (рис. 5), которая в процессе развития образует сплошную скелетную сетку. В более разбавленных растворах (0,1%) ссб, наряду с возникновением сетчатой структуры, единично

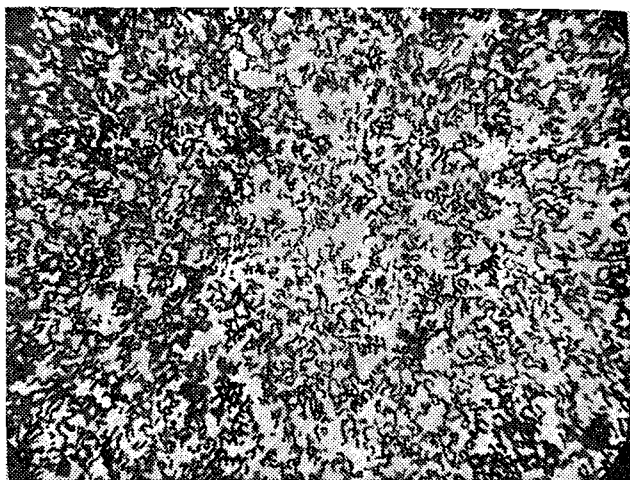


Рис. 5. Сетчатая структура гидрата окиси кальция, возникшая при гидратации извести в 0,25%-ном растворе сб. Время гидратации — 10—15 мин, увеличение — 675 раз.

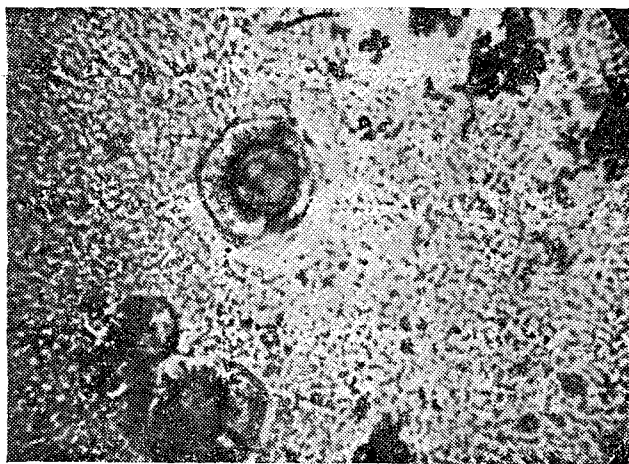


Рис. 6. Крупные сферолитные образования гидрата окиси кальция на фоне сетчатой структуры. Концентрация раствора сб — 0,1%, время гидратации одни сутки, увеличение — 675 раз.

встречаются крупные кристаллогидраты окиси кальция сферолитной формы (рис. 6).

При увеличении концентрации раствора сульфитно-спиртовой барды от 0,1 до 0,5% и выше образуется более густая нитяная структура.

При 1,0%-ной концентрации раствора сб в поле зрения микроскопа на фоне нитевидных скопленений встречаются беспорядочно расположенные частицы неправильной геометрической формы, имеющие черный и темно-коричневый цвет. Эти частицы, по всей видимости, представляют собой сажу, осажденную из раствора сб известью. Этот факт подтверждается также тем, что осадок суспензии в цилиндре имеет грязноватый цвет, а столб раствора над ним светлеет:

Исследование препаратов, взятых из цилиндров после одних суток гидратации, показало, что в отдельных местах препарата появились гидратные новообразования в виде длинных игл и нитей. Замечено также, что мелкие кристаллогидраты имеют тенденцию к срастанию.

При гидратации извести в растворе ссб свыше 20 суток сетчатая структура во всех препаратах не претерпевала заметных изменений, кроме увеличения числа нитей-кристаллов в единице объема.

Резкое различие между формой ограничения кристаллов гидратных новообразований окиси кальция, образованных в чистой воде и в растворах ссб, указывает, что в данном случае обнаруживается ясно выраженное адсорбционное модифицирование структуры, то есть образование мелкозернистой нитевидной структуры образца, что под влиянием добавок ссб должно в итоге повлечь за собой значительное повышение всех физико-механических свойств известе-грунта.

Результаты лабораторных работ по исследованию образцов, укрепленных известью с добавками ссб, полностью подтверждают этот вывод.

Укрепление известью производили в лабораторных условиях на грунтах нескольких типов, различных по своему составу и свойствам (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Гранулометрический состав грунтов (%) по видам грунтов		
	суглинок пылеватый	супесь тяжелая	супесь легкая
Фракции, мм.			
2	0,85	—	0,25
1	0,45	—	0,62
0,5	1,85	2,35	0,40
0,25	10,18	6,85	2,85
0,05	24,10	60,52	83,00
0,01	42,30	21,71	6,58
0,005	2,29	0,18	0,04
0,001	3,64	1,59	3,83
Менее 0,001	14,48	6,40	2,07
Число пластичности	11,50	6,80	4,70

Минералогический состав грунтов определяли по методу красителей, разработанному М. Е. Веденеевой в институте кристаллографии Академии наук СССР [1]. Минералы глинистой части грунта № 1 представлены монтмориллонитом, а грунтов № 2 и 3 — гидрослюда с примесью бейделлита.

Образцы известе-грунта размерами 5 × 5 см изготовляли в цилиндрических пресс-формах на десятитонном гидравлическом прессе при уплотняющей нагрузке 300 кг/см². При этой нагрузке образцы выдерживали в течение 3 мин. Все образцы сразу после изготовления помещали в камеру влажного хранения на 28 суток.

При испытании образцов определяли полную влагоемкость, модуль деформации, стойкость при переменном замораживании — оттаивании, водонасыщении — высушивании, потери в весе и предел прочности при сжатии.

Основной оценкой механических свойств известе-грунтов считали предел прочности при сжатии после испытания образцов на пятикратное замораживание — оттаивание. Замораживали водонасыщенные образцы при температуре воздуха в морозильной камере — 20° С в течение 4 час, а оттаивали в воде комнатной температуры.

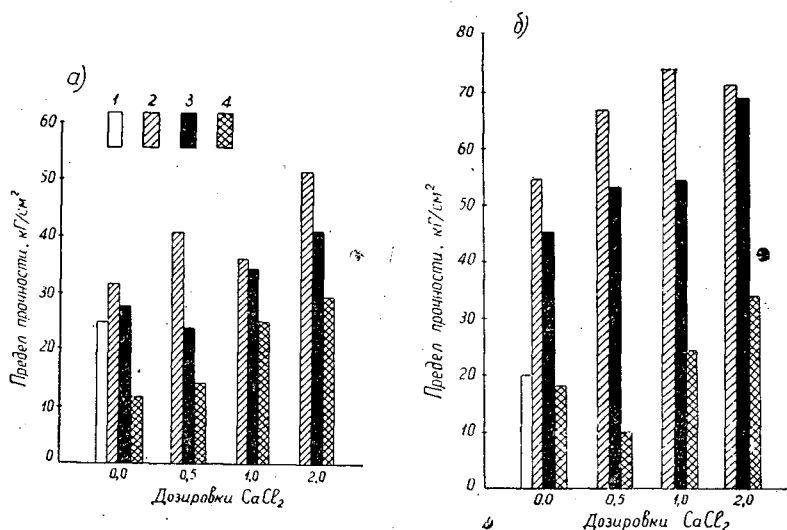


Рис. 7. Прочность известе-грунтовых образцов после пяти циклов замораживания — оттаивания.

а — для 8%-ной извести; б — для 10%-ной извести; дозировки ссб: 1 — 0,0%; 2 — 0,1%; 3 — 0,25%; 4 — 0,50%.

Перед испытаниями все образцы были разделены на три партии. В первую партию входили контрольные образцы, укрепленные одной известью без добавок; во вторую — образцы с различным содержанием сульфитно-спиртовой барды; в третью — образцы, содержащие, помимо извести, добавки ссб и хлористого кальция.

Результаты испытаний образцов суглинистого грунта приведены на рис. 7. Они показывают, что добавка ссб в оптимальной концентрации (0,10—0,25% в пересчете на сухое вещество) обеспечивает дополнительное нарастание прочности известе-грунтов в пределах 40—50%.

При совместном введении в известе-грунтовую смесь добавок ссб и хлористого кальция наблюдается еще больший прирост прочности. Так, при укреплении пылеватого суглинка 10% извести прочность после пяти циклов замораживания — оттаивания составляет 20 кг/см^2 , а при введении в ту же смесь 0,1% ссб и 1,0% хлористого кальция прочность возрастает до 74 кг/см^2 .

Образцы, приготовленные из смесей как с добавками ссб, так и с добавками ссб + хлористый кальций, после пяти циклов замораживания — оттаивания не обнаруживают заметных разрушений. Потери в весе таких образцов составляют менее 1%.

При дозировках ссб свыше 0,5% у образцов были видны разрушения: выкрашивания по углам и мелкие поверхностные трещины с боков. Следует отметить, что разрушение образцов известе-грунта с добавками ссб происходит в виде постепенного вымывания частиц грунта с поверхности образца при сохранении его формы, в то время как разрушение образцов без добавок ссб происходит с образованием глубоких продольных трещин по боковой поверхности образца и полной потерей его формы. Это обстоятельство служит дополнительным подтверждением адсорбционного изменения структуры образца под влиянием добавок ссб.

С другой стороны, введение в состав известе-грунтовой смеси сравнительно небольшого количества хлористого кальция дает возможность более полного насыщения поглощающего комплекса грунта иона-

ми кальция. В результате этого значительно ускоряются процессы образования адсорбционных пленок на поверхности грунтовых частиц, процессы коагуляции и дегидратации высокодисперсной части грунта.

Таким образом, добавки ссб и хлористого кальция, действуя в разных направлениях и дополняя друг друга, приводят к увеличению прочности и морозостойкости грунта за счет образования более благоприятной кристаллической структуры уплотненного известе-грунта.

Основным показателем пригодности того или иного вяжущего материала в условиях второй климатической зоны является степень морозостойкости укрепленного грунта при максимальном его увлажнении. Нашими работами установлено, что известь с добавками ссб и хлористого кальция дает удовлетворительные показатели морозостойкости только при укреплении суглинистых и глинистых грунтов. При укреплении известью легких разновидностей грунтов в большинстве случаев не удается получить достаточно устойчивого материала.

Это подтверждают и другие исследователи. Так, С. А. Морозов [3] не рекомендует укреплять известью грунты, содержащие меньше 12% глинистых частиц. Он установил зависимость непрерывного повышения эффективности известкования при дозировке извести 6—10% на грунтах, содержащих до 30% глинистых частиц.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Е. Веденеева, М. Ф. Викулова. Метод исследования глинистых минералов с помощью красителей и его применение в литологии. Госгеолиздат, М., 1952. [2]. Г. И. Логгинов, П. А. Ребиндер и др. Исследование гидратационного твердения негашеной извести. Доклады АН СССР, т. ХСІХ, № 4, 1954. [3]. С. А. Морозов. Повышение эффективности укрепления грунтов известью с целью создания устойчивых оснований под дорожное покрытие. Тезисы докладов и сообщений совещания по теоретическим основам технической мелиорации грунтов. Изд. МГУ, М., 1960. [4]. П. А. Ребиндер. Поверхностные явления и значение малых добавок адсорбирующихся веществ в технологии строительных материалов. Известия АН СССР, ОТН, 1937. [5]. П. А. Ребиндер. Физико-химическая механика. Серия IV, № 39, 40, изд. «Знание», М., 1958. [6]. Е. Е. Сегалова, С. И. Конторович, П. А. Ребиндер. Структурообразование при гидратационном твердении окиси кальция различной дисперсности. «Коллоидный журнал», т. XXII, № 1, 1960. [7]. С. В. Шестомеров и др. Цементный бетон в дорожном строительстве. Автотрансиздат, М., 1959.

Поступила в редакцию
13 июля 1963 г.

УДК 674.812

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ПРЕССОВАННАЯ ДРЕВЕСИНА ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ
КАК АНТИФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ**В. Н. БОРИСОВ**

Доцент, кандидат технических наук

Г. Б. ЗОЛОТАРЕВ

Аспирант

(Красноярский политехнический институт)

Установилось мнение, что хвойные породы (в том числе и лиственница), содержащие большой процент смолы, не могут обладать удовлетворительными антифрикционными свойствами. Такое мнение, на наш взгляд, является спорным.

Древесину лиственницы, исследуемую в качестве материала для подшипников скольжения, мы получили радиальным прессованием (степень упрессовки 35—40—45%) с предварительным двухчасовым пропариванием в насыщенном водяном паре при атмосферном давлении и с последующей термообработкой в течение 6 час при температуре 100—120° С. Предел прочности пластика 1500—1600 кг/см² при степени упрессовки 45%, 1300—1400 кг/см² — при 40 и 1000 кг/см² — при 35%-ной упрессовке (при влажности до прессования 18%).

Испытания проводили на машине Амслера МИ-1, которая по классификации И. В. Крагельского относится к I классу 2-й группы машин с поступательным движением и трением по образующей (с коэффициентом взаимного перекрытия $K_{вз} \rightarrow 0$). На этой машине создаются условия работы пары вал — подшипник, близкие к реальным условиям эксплуатации подшипников, что отвечает требованиям моделирования [4]; но не представляется возможным расположить всю поверхность под одним и тем же углом к направлению волокон для образца из пластика. Это обстоятельство нельзя отнести к недостаткам, так как при эксплуатации древесных цельнопрессованных пластиков (в качестве материала для подшипников) поверхность трения располагается тоже под разными углами к направлению волокон. Роль цапфы вала выполняли ролики (рис. 1, а) из сталей 45, 40Х, У8 с твердостью $H_{Rc} = 32—35$, $H_{Rc} = 40—45$, $H_{Rc} = 48—52$ и чистотой обработки Δ (7—8). Роль подшипника выполнял образец из прессованной лиственницы (рис. 1, б). Угол охвата вала подшипником $\alpha = 60^\circ$. Расположение волокон подшипника относительно поверхности трения находят по среднему углу ориентации β_{cp} , который при испытании менялся от 0 до 90° через каждые 15°. Угол β_{cp} определяют как среднеарифметическое

$$\beta_{\text{ср}} = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2},$$

где β_1 и β_2 — крайние углы ориентации (рис. 2).

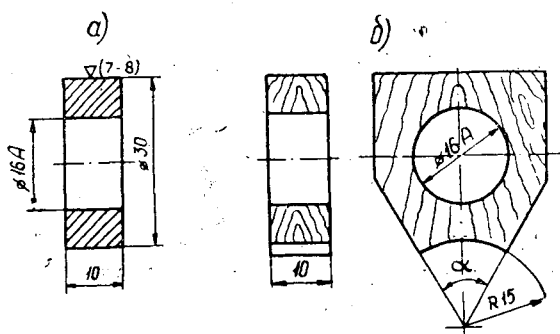


Рис. 1.

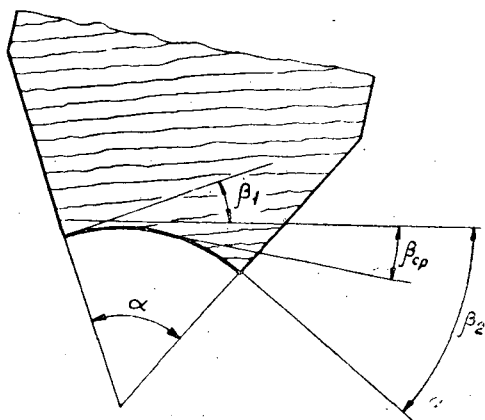


Рис. 2.

При $\alpha = 60^\circ$ и определенном положении образца с принятой ориентацией волокон по отношению к валу действительный угол ориентации волокон по всей поверхности трения изменяется в пределах 60° .

Одним из важных антифрикционных свойств подшипникового материала является его прирабатываемость, то есть свойство легко пластически деформироваться при трении или изнашиваться, в результате чего достигается перераспределение передаваемой на подшипник нагрузки и снижение местных удельных давлений. Для прессованной древесины процесс приработки сопровождается сложными химическими и физическими процессами, поэтому значение коэффициента трения для нее в период приработки резко отличается от коэффициента при установившемся трении. Изменение коэффициента трения прессованной лиственницы при среднем угле ориентации волокон $\beta_{\text{ср}} = 0^\circ$, удельном давлении $p = 25 \text{ кг/см}^2$ и скорости скольжения $V = 0,314 \text{ м/сек}$ показано на рис. 3. Из рис. 3 видно, что прессованная древесина лиственницы обладает хорошей прирабатываемостью, которая достигается за 3,5—5 час работы при пути трения от 4 до 5,7 км.

Вследствие того, что сталь тверже прессованной лиственницы и трущиеся поверхности имеют шероховатость, в первое время прирабатываемости происходят упруго-пластические деформации выступов

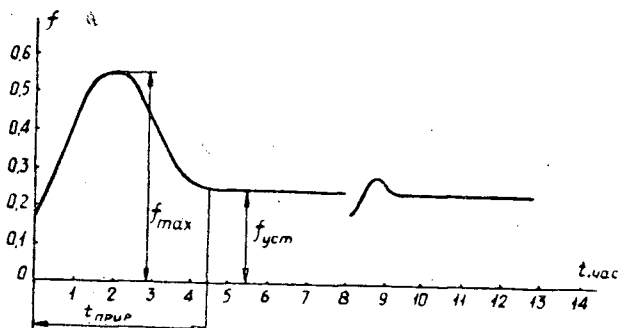


Рис. 3.

пластика. В это же время верхние слои трущейся пары нагреваются и из нагретых слоев пластика на поверхности трения выделяется смола, которая увеличивает сцепление трущихся деталей. Если в это время разъединить поверхности трения, то на деревянном образце еще продолжает выделяться смола в виде капель. Очевидно выделением смолы и объясняется увеличение коэффициента трения в период приработки. В результате нагрева на подшипнике из пластика образуется поверхностная пленка, в которой смолы и продуктов ее преобразования содержится (относительно) больше, чем в теле подшипника и прилегающем поверхностном слое. При увеличении силы трения происходит наибольшее выделение тепла и смолы: В этот период в местах контактных пятен, где развивается максимальное давление, температура доходит до температуры возгорания смолы. Часть продуктов сгорания смолы выходит из пары, а часть распространяется по поверхности трения и, внедряясь в поверхность, образует поверхностную пленку, что приводит к уменьшению и стабилизации коэффициента трения. На этом процесс приработки заканчивается. Из табл. 1 видно, что при различной ориентации волокон количество смолы и время ее выделения различно.

Таблица 1

$\beta_{ср}$, град	f_{max}	$t_{прир}$, час	$f_{уст}$
0	0,45	3,5	0,26
15	0,57	3,5	0,26
30	0,58	3,6	0,28
45	0,60	4,0	0,25
60	0,47	4,0	0,29
75	0,50	4,4	0,25
90	0,50	5,0	0,28

Это объясняется тем, что теплопроводность древесины (как непрессованной, так и прессованной) больше в направлении волокон, чем по-

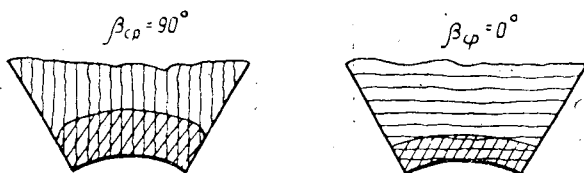


Рис. 4.

перек, и объем подшипника, прилегающий к поверхности трения и разогреваемый до температуры выделения смолы, при $\beta_{cp} = 90^\circ$ больше, чем при $\beta_{cp} = 0^\circ$ (на рис. 4 этот объем заштрихован).

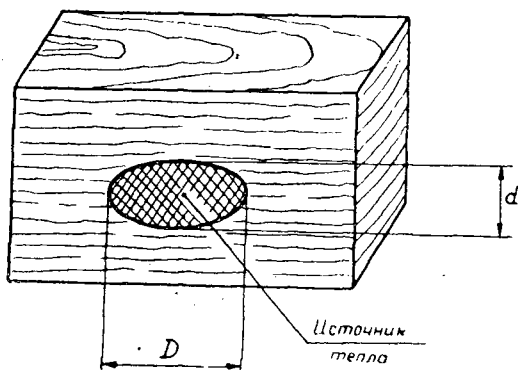


Рис. 5.



Рис. 6.

Для обнаруживания пленки, образующейся на поверхности трения в период приработки и сохраняющейся во все время работы, были проведены опыты по определению сравнительной поверхностной теплопроводности в зависимости от направления волокон. Если на продольный срез прессованной лиственницы (радиальный или тангентальный) нанести одинаковой толщины слой воска и приложить точечный источник тепла, то выплавится лунка, размеры и форма которой будут зависеть от теплопроводности поверхности в различных направлениях относительно волокон. Теплопроводность и размер лунки в направлении волокон больше, чем поперек волокон (рис. 5).

В табл. 2 даны значения коэффициентов неравномерности поверхностной теплопроводности $K = \frac{d}{D}$ для различной ориентации поверхности относительно волокон и разного состояния поверхности древесины.

Из табл. 2 видно, что коэффициент неравномерности поверхностной теплопроводности зависит от состояния поверхности. Для приработанной поверхности трения теплопроводность одинакова или почти одина-

Таблица 2

Угол ориентации волокон, град	Непластифицированная древесина	Пластифицированная древесина	Пластифицированная древесина с приработанной поверхностью трения
0	0,730	0,740	0,890
15	0,770	0,780	0,965
30	0,820	0,820	0,970
45	0,859	0,860	0,990
60	0,900	0,906	1,000
70	0,945	0,980	1,000
90	0,988	1,000	1,000

Примечание. Для ориентации волокон $\beta_{cp} = 90^\circ$ размер лунки d замерен в радиальном направлении, D — в тангентальном.

кова во всех направлениях, то есть образуется пленка с усредненными свойствами. Эта пленка видна при рассмотрении в микроскоп (рис. 6; увеличение в 120 раз).

Коэффициент трения устанавливается и остается при дальнейшей работе подшипника постоянным $f_{уст}$, не зависящим от ориентации волокон относительно поверхности трения. После длительной (более 2—3 час) остановки пары и запуске ее в работу вновь явление приработки (увеличение коэффициента трения и выделение смолы) повторяется, но уже в меньших размерах и заканчивается за 0,5—1 час. Это наблюдается в том случае, если подшипник из прессованной лиственницы работал 10—15 час; если же он проработал более 15—20 час, то явления повторной приработки не наблюдается.

В результате испытаний установлено, что нагрузочная способность подшипников из прессованной лиственницы (выражающаяся как удельное давление на диаметральную плоскость) $p = 110—120 \text{ кг/см}^2$ (до 150) при скорости скольжения $V = 0,314 \text{ м/сек}$; для подшипников из сплавов цветных металлов $p = 100—150 \text{ кг/см}^2$ (до 250) для бронз и 60—80 кг/см^2 (до 150) для баббитов. Для цветных металлов значения p даны при трении со смазкой. Древесина же работает без смазки и температура ее при установившемся трении не превышает 80°C .

На рис. 7 показана зависимость коэффициента трения от удельного давления. При увеличении давления коэффициент трения незначительно снижается.

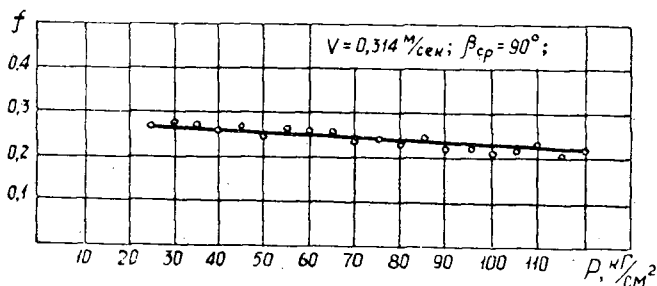


Рис. 7.

Стальной вал, работающий на трение в паре с подшипником из прессованной лиственницы, почти совсем не изнашивается, что особенно благоприятно сказывается на работе соединения, так как работоспособность последнего в большей мере зависит от износа вала, от наруше-

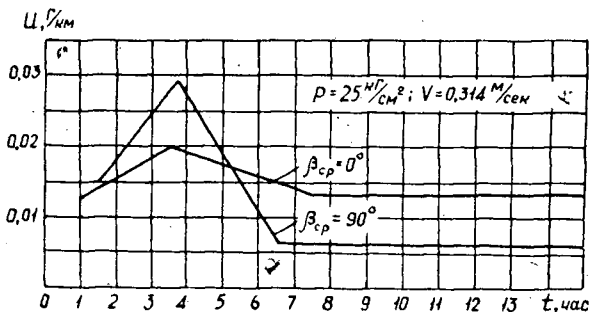


Рис. 8

ния его первоначальной цилиндрической формы. Так, при работе вала (из стали 40X с твердостью $H_{Rc} = 40-45$) в паре с прессованной древесиной в течение 150 час при пройденном пути 180 км износ вала не обнаружен.

В период приработки подшипника весовой износ идет особенно интенсивно, а линейный не пропорционален ему. Это объясняется значительными изменениями веса подшипника из пластифицированной древесины (за счет выделения смолы), а также влажности образца, которая зависит от влажности окружающей среды и температуры. Износ прессованной лиственницы зависит от ориентации волокон относительно поверхности трения. Так, для установившегося трения при $\beta_{cp} = 90^\circ$ износ в 2—3 раза меньше, чем при $\beta_{cp} = 0^\circ$ (рис. 8).

Проведенные нами исследования позволяют сделать следующие выводы.

Работоспособность пластифицированной лиственницы может быть задана условным критерием $pV = 35-37 \text{ кг м/см}^2 \text{ сек}$. Зазор в соединении вала с подшипником из прессованной древесины лиственницы согласно рекомендациям для прессованной древесины других пород [1], [2] должен быть увеличен в 1,5—2 раза по сравнению с металлическими подшипниками. Высокая прочность пластика не ограничивает выбор конструкции узла трения, но для увеличения износостойкости рекомендуется поверхность трения располагать под углом 90° к направлению волокон.

Известно, что изготовление деталей (в том числе и подшипников скольжения) из прессованной древесины обходится в 8—10 раз дешевле текстолитовых [3].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. К. Васильев. Практика применения прессованной древесины вместо чугуна и бронзы. «Вестник машиностроения» № 12, 1959. [2]. Я. Г. Галлай. Пластифицированная древесина — новый антифрикционный материал. М., 1940. [3]. В. В. Денисенко. Древесные подшипниковые материалы как заменители бронз, баббитов, чугунов, сталей и текстолита. Л., 1960. [4]. И. В. Крагельский. Трение и износ. Машгиз, 1962.

Поступила в редакцию
19 ноября 1964 г.

УДК 632.981

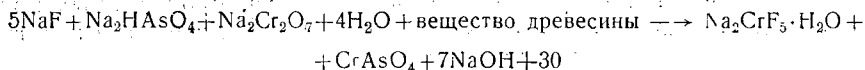
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕПАРАТОВ ТИПА ФХМ К ВЫМЫВАНИЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ХРОМА

Б. И. ТЕЛЯТНИКОВА

Старший научный сотрудник

(ЦНИИМОД)

Первоначально соединения шестивалентного хрома (хроматы или бихроматы) рассматривали как пассивирующую добавку [6], [12], прибавляя их к фторо-динитрофенольным либо к фторо-мышьяк-динитрофенольным смесям в количестве не более 5—9%. Однако при эксплуатации препаратов, содержащих хром, была отмечена их повышенная устойчивость к вымыванию. Это привело к проведению многочисленных исследований [5], [7], [8], [9], [10], [12], цель которых заключалась в определении роли хрома. Было установлено, что хром в древесине восстанавливается фенольными группами лигнина до трехвалентного состояния; восстановленный, он взаимодействует с фтором и мышьяком, образуя при этом хромкриолит $\text{Na}_2\text{CrF}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и арсенат хрома CrAsO_4 — слаборастворимые в воде соли, оседающие на волокна древесины и поэтому трудно вымываемые из нее [5], [13]. Указанные процессы можно представить следующим уравнением реакции:



Таким образом, хром стали рассматривать как необходимый компонент фторо-мышьяковых препаратов, обеспечивающий их высокую устойчивость в древесине и, исходя из стехиометрических расчетов, начали вводить в препараты до 35—40% солей шестивалентного хрома (таналит АВПА, триолит УА, доналит УА, доналит УАЛЛ и др.) [1], [3], [2], [11]. Однако при практическом применении этих препаратов не может сложиться определенное мнение о том, какое количество солей хрома в них следует считать оптимальным, так как из-за дефицита хрома многие фирмы из соображений экономии часто вводят в препараты 15—20 и как максимум 25% соединений хрома. В связи с планирующимся у нас производством фторо-хромо-мышьяковых препаратов возникла задача экспериментального уточнения этого вопроса. Необходимость исследования диктовалась также отсутствием единого мнения среди наших специалистов. Приводим результаты наших исследований устойчивости препаратов типа ФХМ к вымыванию в зависимости от содержания в них бихромата натрия*.

* Исследования проведены в лаборатории полигонных испытаний антисептиков ЦНИИМОДа под руководством С. Н. Горшина. Аналитические работы выполнены под руководством автора Е. М. Чащиной.

Проведение экспериментов

Нами испытано шесть вариантов препарата ФХМ с разным содержанием бихромата натрия (от 15 до 42%). Соотношение фторида и арсената натрия во всех вариантах брали постоянным 7:5. Состав испытанных вариантов препарата ФХМ приведен в табл. 1.

Таблица 1

Вариант препарата ФХМ	Содержание, %		
	бихромат натрия	фторид натрия	двухзамещен- ный арсенат натрия
А	43	34	24
Б	37	37	26
В	30	41	29
Г	25	44	31
Д	20	47	33
Е	15	50	34

Испытания были проведены на образцах из заболони сосны (размером $20 \times 20 \times 5$ мм) по методике, разработанной в лаборатории полигонных испытаний антисептиков ЦНИИМОДа [4]. Пропитку образцов производили 2,5%-ными растворами. В соответствии с методикой продолжительность вымывания составляла 30 суток. Смену промывной воды производили через сутки после постановки на вымывание, затем на пятые и на двенадцатые сутки. В промывных водах определяли количество шестивалентного хрома, мышьяка и фтора.

Результаты исследований даны на рис. 1—4. Прежде чем рассмотреть особенности поведения при вымывании каждого из указанных выше компонентов и испытанных вариантов, следует указать, что общее для всех них — наиболее интенсивное вымывание в течение первых суток.

Вымывание хрома из образцов, пропитанных препаратами В, Г, Д и Е, прекращается к пятым суткам; из образцов, пропитанных препаратами А и Б (наиболее богатыми хромом) — к двенадцати суткам, однако количества хрома, вымывшиеся в период между пятыми и двенадцатыми сутками, очень малы и составляют менее 1%. Таким образом, можно считать, что практически вымывание хрома во всех случаях закончилось за пять суток. Из кривых на рис. 1 видно, что чем больше содержание хрома в препарате, тем относительно меньше хрома остается в древесине. Так, при пропитке образцов препаратом А после 30-суточного вымывания в них осталось 76% введенного хрома, при пропитке препаратом Б — 79% хрома и при пропитке препаратами В, Г, Д и Е — соответственно 83—93 и 97% хрома. В то же время между абсолютными количествами вымывшегося и введенного хрома существует прямая зависимость (рис. 2). Как видно из рис. 2, при введении в древесину 59 мг хрома (препарат Е) после вымывания в ней осталось 54 мг, при введении 75 мг (препарат Д) — 69 мг, при введении 92—111—132 и 153 мг (препараты А, Б, В, Г) количество оставшегося хрома увеличилось соответственно до 84, 91, 104, и 115 мг.

Мышьяк и фтор в отличие от хрома вымываются в течение всего периода (рис. 3 и 4). Из расположения кривых на графиках видно, что чем выше содержание хрома в препарате, тем больше относительные количества оставшихся в древесине мышьяка и фтора. Однако фтор вымывается в большей степени, чем мышьяк. В образцах, пропитанных препаратом А, после вымывания осталось 91% от введенного количест-

ва мышьяка и только около 40% фтора. В образцах, пропитанных препаратами Б, В, Г, Д и Е, процент оставшегося в древесине мышьяка снизился до 86, 76, 64 и 46, а процент оставшегося в древесине фтора — до 37, 22—21 и 12—14.

Обсуждение результатов

Результаты исследований показали, что в условиях опыта не весь введенный в древесину шестивалентный хром восстановился до трехвалентного и, следовательно, не весь может быть использован. Чем выше содержание хрома в препарате, тем менее полно он используется. Однако при низком содержании хрома введенного в древесину количества недостаточно для того, чтобы зафиксировать в необходимой степени мышьяк и фтор. Из полученных данных видно, что оптимальным можно считать вариант Б (содержание бихромата натрия 37%), при пропитке которым в древесине фиксируется около 90% введенного мышьяка и 40% фтора. Введение в препарат больших количеств хрома (например, 42%) не дает существенного эффекта и поэтому является излишним. Уменьшение содержания бихромата натрия до 30—25% приводит к значительному и недопустимому с точки зрения безопасности препарата снижению фиксации мышьяка и особенно фтора.

Установлено, что мышьяк легче, чем фтор, вступает во взаимодействие с трехвалентным хромом. Судя по тому, что процент оставшегося в древесине мышьяка во всех вариантах значительно выше, чем оставшегося фтора, можно предположить, что последний вступает в реакцию с хромом лишь после того, как прореагирует основное количество мышьяка. Это обстоятельство очень важно, так как благодаря ему обеспечивается безопасность препарата по мышьяку. Это обусловлено, по-видимому, очень малой растворимостью арсената хрома по сравнению с хромкриолитом, а также необходимостью особых условий для образования последнего. Ссылки на трудность образования хромкриолита в древесине имеются и в литературе [7], [14], где указывается, что причина этого — недостаточная кислотность среды реакции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Н. Горшин. Защита древесины в Швеции. Гослесбумиздат, 1959.
- [2]. А. И. Калниньш. Консервирование древесины. Гослесбумиздат, 1962.
- [3]. М. М. Кальнин. Оценка эффективности некоторых антисептиков, применяемых в Латвийской республике для консервирования древесины. Вопросы защиты древесины, Гослесбумиздат, 1964.
- [4]. Отчет ЦНИИМОДа. Изучение и разработка рецептур водорастворимых невымываемых антисептиков и режимов пропитки этими антисептиками древесины. Архангельск, 1960.
- [5]. R. B u s e. Die Bedeutung des Chromzusatzes für die Fixierung von Natriumfluoridhaltigen Impregniersalz Gemischen im Holz. Int. Holzmarkt, Bd 16, H 10, 1941.
- [6]. F. C o n i g e r. 45 Jahre Holzschutz durch Wolman Salze. Int. Holzmarkt Bd 25, H 12, 1948.
- [7]. G. L. J o n a s. Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reduktion von Kalium Bichromat im Holz. Holz als Roh- und Werkstoff Bd 15, H 10, 1956.
- [8]. G. L. J o n a s. Die Impragnierung von Holzern mit Chrom-arsen-fluorhaltigen salzgemischer unter besonderer Berücksichtigung der fixierungs und Diffusionsvorgänge. Elektrizitätswirtschaft, Bd 56, H 21, 1957.
- [9]. W. K i n b e r g. Die Verankerung von Chromverbindungen im Holz. Holz als Roh- und Werkstoff, Bd 15, H 5, 1956.
- [10]. K o c h. Chemische Zentralblatt Bd 78, S. 325, 328, 1954.
- [11]. L a n g e n d o r f. Handbuch für den Holzschutz. VEB Faachbuchverlag, Leipzig, 1961.
- [12]. M a h l k e—T r o s c h e l. Handbuch für den Holzschutz. VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1961.
- [13]. S a n d e r m a n n, J o n a s und S t o c k m a n. Über den Chemismus der Fixierung von U- und UA salzen. Holz als Roh- und Werkstoff, Bd 12, H 8, 1954.
- [14]. W. O. S c h u l z e und E. S i p p e l. Über die Beeinflussbarkeit der im Holz vor sich gehenden Eixierung durch Säurezusätze. Holz als Roh- und Werkstoff, Bd 15, H 7, 1956.

УДК 634.0.813

ИССЛЕДОВАНИЕ КИСЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ И ЕЛИ

О. А. ВАСИЛЬЕВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Мы определяли рН заболонной и ядровой древесины сосны и ели свежесрубленной, воздушно сухой, абс. сухой и сплавной. Воздушно сухой считалась древесина, сушившаяся в форме небольших блоков на открытом воздухе в течение двух недель после рубки, абс. сухой — непосредственно после рубки высушенная при температуре 100—105° С до постоянного веса, сплавной — погруженная на 34 дня в слабопроточную воду.

Величина рН была определена методом, предложенным Кэмбеллом и Брайнтом [1]. Для сравнения мы провели измерение рН свежесрубленной древесины водно-экстракционным способом. За окончательное значение рН брали среднее из четырех измерений после двенадцатичасовой экстракции. Все измерения проводили с помощью потенциометра ЛП-58; для измерения служил стеклянный электрод, для сравнения — каломельный. Точность отсчетов $\pm 0,05$ рН.

Материалом служила древесина, взятая на высоте 2—4 м от земли (середина делового сортимента) из здоровых деревьев (возраст 40—60 лет, высота 18—19 м), срубленных одновременно в начале июня в типе леса кисличник на одном небольшом участке. При отборе образцов мы стремились исключить возможные колебания рН в зависимости от высоты ствола, от места произрастания и сезона рубки и получить по возможности сравнимый материал. Из слоя заболони толщиной 1,5—2 см, считая от периферии, и из центральной части ядра приготавливали тонкую торцовую стружку.

Были приготовлены два основных раствора электролитов в дистиллированной воде — один, содержащий 1 г/л NaOH (рН = 12,0) и другой — 2 мл/л концентрированной HCl с удельным весом 1,174—1,1885 (рН = 2,0). Эти растворы последовательно разбавляли дистиллированной водой (1 : 25 NaOH и 1 : 10 HCl) для получения промежуточных растворов, отличающихся друг от друга приблизительно на единицу рН. Таким образом были приготовлены одиннадцать растворов с рН в промежутке от 12 до 2.

Навески размельченной стружки (различные для каждого состояния влажности, но содержащие приблизительно по 4 г древесины в пересчете на сухой вес) помещали в стаканчики и добавляли по 50 мл свежеприготовленного раствора NaOH или HCl (рН замеряли непосредственно перед засыпкой древесины). Такое соотношение древесины и раствора было принято на основании вспомогательного опыта, прове-

денного для определения наилучшего их соотношения, так как в слишком густую древесную кашу невозможно погрузить электроды, а сильное разбавление изменяет рН раствора. В нашем опыте изменения в величине рН начинались при разбавлениях свыше 1 : 25. Погружение электродов в раствор со стружкой или в тот же раствор, отделенный от стружки, не отразилось на величине рН. Для определения оптимального времени экстракции измеряли рН через 1/2, 3, 7, 12, 16, 24 и 32 часа. Равновесие достигалось за 12 час и в дальнейшем не менялось. Было определено также влияние CO_2 атмосферного воздуха на величину рН. В этом случае стаканчики с древесиной, залитой электролитом, помещали на 12 час в эксикатор, на дно которого была налита щелочь. Параллельно на такое же время ставили незакрытые стаканчики с древесиной. Результаты были одинаковыми, если не считать незначительного снижения рН растворов в открытых стаканчиках при рН = 11—12.

Значения рН наносили на график — по оси абсцисс откладывали значения рН растворов до засыпки древесины (pH_r), по оси ординат — рН тех же растворов после двенадцатичасового контакта с древесиной (pH_d). Истинное значение рН древесины определяется точкой пересечения биссектрисы угла, образованного осями координат, с z-образной кривой (называемой регуляционной), построенной по полученным значениям рН.

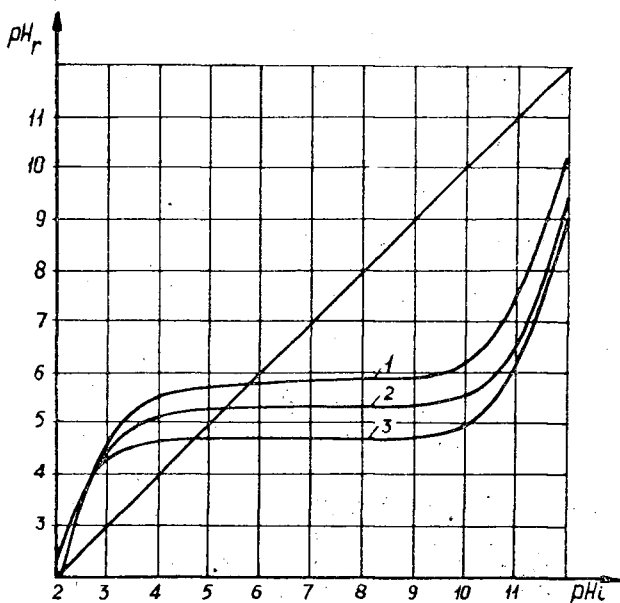


Рис 1. Регуляционные кривые заболонной древесины, сосны. 1 — свежесрубленной; 2 — абс. сухой; 3 — сплавной.

Из рис. 1, 2, 3 и 4 видно, что древесина сосны и ели обладает известными буферными свойствами, характеризующимися длиной прямого участка между точками перегиба на кривой регуляции. Буферная емкость древесины сравнительно невелика: при разбавлениях свыше 1 : 25 рН древесных экстрактов начинает изменяться, тогда как у настоящего буфера изменение концентрации водородных ионов начинается при разбавлениях свыше 1 : 100. Углекислый газ атмосферы практически не влияет на величину рН системы древесина — электролит.

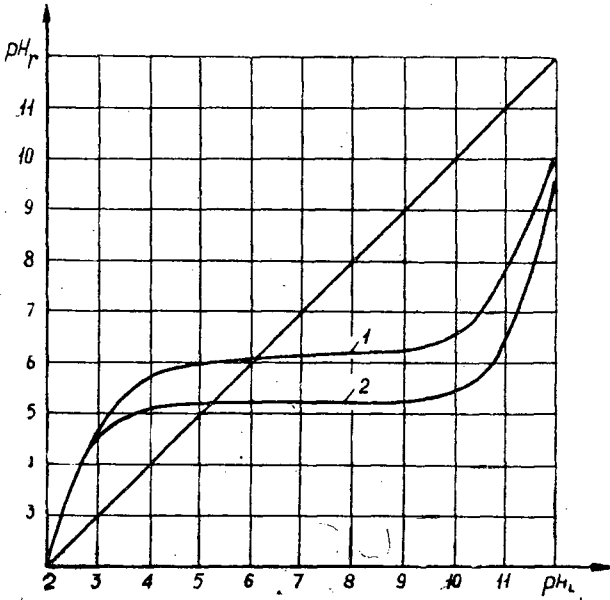


Рис. 2. Регуляционные кривые ядровой древесины сосны.

1 — свежесрубленной и сплавной (совпадают); 2 — абс. сухой.

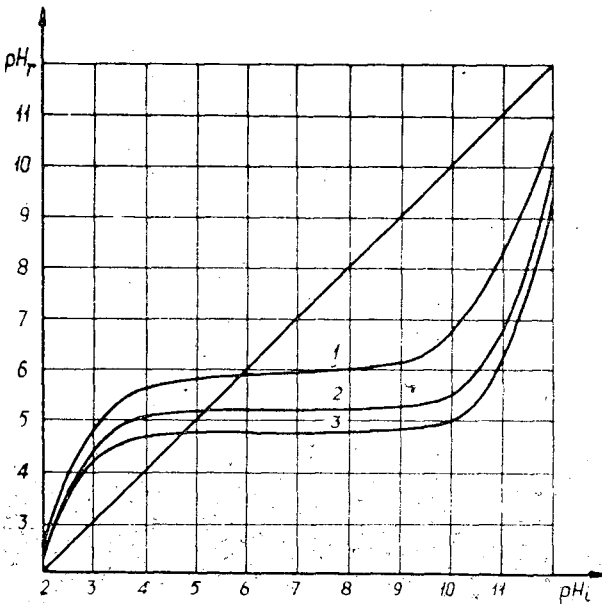


Рис. 3. Регуляционные кривые заболонной древесины ели.

1 — свежесрубленной; 2 — абс. сухой; 3 — сплавной.

Вследствие относительно невысокой буферной емкости древесины водно-экстракционные значения pH неустойчивы и зависят от ряда причин, главной из которых, по-видимому, является начальное значение pH во-

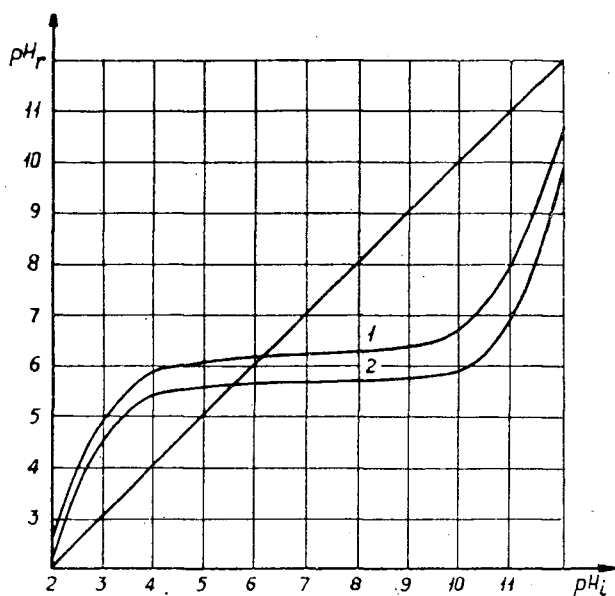


Рис. 4. Регуляционные кривые ядровой древесины ели.

1 — свежесрубленной и сплавной (совпадают); 2 — абс. сухой.

ды, которое в нашем опыте менялось от 6,8 до 5,4 под воздействием атмосферного воздуха.

Абсолютные значения рН заболонной и ядровой древесины сосны и ели в зависимости от ее состояния приведены в табл. 1.

Таблица 1

Состояние древесины	Сосна		Ель	
	заболонь	ядро	заболонь	ядро
Свежесрубленная	5,7	6,1	5,9	6,2
Воздушно сухая	5,6	5,9	5,7	6,1
Абс. сухая	5,3	5,2	5,2	5,7
Сплавная	4,7	6,0	4,8	6,2

Данные табл. 1 показывают, что величина рН варьирует в зависимости от состояния древесины и ее характера (заболонь, ядро). У свежесрубленной древесины сосны и ели рН заболони несколько ниже, чем ядра. Величина рН воздушно сухой древесины близка к рН свежесрубленной. Значения рН заболони сплавной сосны и ели значительно ниже по сравнению с другими состояниями древесины. В этом случае подкисление, вероятно, происходит за счет развития в заболони факультативно анаэробной микрофлоры (этот вопрос мы изучаем); а также до некоторой степени из-за отмирания живых элементов древесины и перехода в раствор кислых продуктов распада. У древесины, находящейся продолжительное время в воде, рН заболони, по-видимому, через некоторый период достигает определенного значения (в нашем опыте 4,7 и 4,8), близкого к оптимальному рН микроорганизмов (присутствующих в такой древесине), и в дальнейшем не меняется. Равновесие, вероятно,

будет поддерживаться активным выделением микроорганизмами кислых метаболитов и диффузией их из древесины в окружающую воду.

Ядро в результате погружения древесины в воду не изменило своей кислотности. В сплавной древесине ядро, очевидно, находится в условиях, близких к состоянию растущего дерева, и в этом случае ядровая древесина по своей кислотности не отличается от свежесрубленной.

Вообще древесина ядра оказывается менее реакционноспособной с точки зрения изменения кислотных свойств. Исключение представляет древесина, высушенная непосредственно после рубки при температуре 100—105° С до абс. сухого веса. При этом наблюдается повышение кислотности (как ядра, так и заболони), рН древесины ядра и заболони сосны и заболони ели практически одинаковы, несколько меньшей кислотностью обладает еловое ядро. Увеличение кислотности объясняется, по-видимому, появлением небольшого количества кислых продуктов начального пиролиза, а также (в случае заболони) отмиранием живых клеток. При более жестких режимах сушки кислотность древесины, очевидно, будет увеличиваться.

Вопрос о природе кислотности и буферных свойств древесины и основных ее компонентов до настоящего времени остается дискуссионным. Основным веществом, сообщаящим древесине кислые и буферные свойства, является, по-видимому, лигнин [2]. Целлюлоза обладает гораздо меньшей кислотностью, и чистые препараты целлюлозы почти не имеют буферных свойств [3]. Эти выводы мы подтвердили опытами по определению кислотности целлюлозы (рН = 6,2) и лигнина (рН = 3,3) методом регуляции. В качестве препарата целлюлозы мы использовали обеззоленную и обезжиренную фильтровальную бумагу, в качестве препарата нативного лигнина — очищенное порошкообразное бурое вещество гнили ели от гриба *Fomes pinicola*. Но следует учитывать, что существующие методы изоляции и предварительной обработки целлюлозы и лигнина способны нарушать их природные кислотные свойства. Величина рН и буферная емкость препаратов целлюлозы и в особенности лигнина сильно отличаются от рН и буферной емкости древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. W. G. Campbell and S. A. Bryant. Determination of pH of Wood. Nature vol. 143, p. 357, 1941. [2]. O. V. Ingruber. The Behaviour of Wood and Wood Constituents as Acid — Buffering Systems. Pulp and Paper Magazine of Canada, Vol. 59, No 11, 1958. [3]. A. Stamm. A. Comparison of Three Methods for Determining the pH of Wood and Paper. Forest Products J. V. XI, n. 7. 1961.

Поступила в редакцию
3 декабря 1963 г.

УДК 65.016.4

К ВОПРОСУ О КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ОПТИМАЛЬНОМ РАЗМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ФАНЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е. Е. БУРСИН

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Правильное определение целесообразных размеров промышленных предприятий в отдельных отраслях имеет огромное значение для успешного развития социалистического промышленного производства и улучшения его качественных показателей. Выбор оптимального размера предприятия дает возможность значительно снижать удельные капитальные и производственные затраты и повышать производительность труда. Оптимальный размер предприятий — понятие относительное; для его определения требуется указать критерии, с помощью которых можно оценить разные варианты решения и выбрать оптимальный.

Наше исследование имело целью: 1) установить влияние концентрации производства в фанерной промышленности (размера фанерного предприятия) на некоторые технико-экономические показатели производства; 2) выявить функциональную зависимость производственных и транспортных расходов действующих фанерных предприятий Европейской части СССР от размеров предприятия; 3) установить влияние концентрации производства (размера предприятия) на рентабельность фанерной продукции. Работа была выполнена на примере тех же предприятий, которые послужили основой для нашей статьи в № 3 «Лесного журнала» за 1964 г.

В табл. 1 приведены некоторые показатели фанерного производства на предприятиях с различным объемом производства по данным за 1962 г.

Таблица 1

Группы предприятий по выпуску фанерной продукции	Годовая производительность единицы ведущего технологического оборудования (кленовых прессов), м ³ условной продукции	Средний коэффициент использования годовой производственной мощности фанерного производства
	по отношению к первой группе	
I—очень мелкие	1,0	1,0
II—мелкие	Выше в 1,41 раза	Выше в 1,03 раза
III—средние	1,55	1,11
IV—крупные	1,63	1,12
V—очень крупные	1,82	1,28

Данные табл. 1 показывают, что годовая производительность одного клеильного пресса в эталонной продукции закономерно возрастает с увеличением размера предприятия.

Было установлено также, что в целом по исследуемым предприятиям с 1959 по 1962 гг. годовая производительность одного клеильного пресса возросла на 9%.

В качестве критерия, с помощью которого были оценены разные варианты решения и выбора оптимального размера предприятия, мы использовали размер расходов производственных и по доставке готовой продукции и ограничились требованием, чтобы для всего комплекса предприятий эти расходы были минимальными.

Для сопоставления проводимых расчетов мы изучали размер расходов только по основной группе продукции фанерной промышленности (фанере ФБ и ФК рядовой и экспортной, ФСФ, БП-1, БС-1 и плитам фанерным), удельный вес которой в общем объеме продукции превышает 90% (по отчетным данным 25 фанерных предприятий за 1962 г.).

На первом этапе решения этой проблемы необходимо было определить зависимость производственных и транспортных расходов от изменения размеров отдельных предприятий. Было установлено, что размер производственных расходов каждого отдельного предприятия зависит не только от производственно-хозяйственной деятельности самих предприятий, но и от района расположения сырьевой базы предприятия (поясных цен на сырье). Это позволило рассчитать коэффициенты приведения производственных расходов предприятий II и III сырьевых поясов к I сырьевому поясу (табл. 2).

Таблица 2

Сырьевой пояс предприятия	Коэффициент, учитывающий уровень цен на сырье	Удельный вес стоимости сырья в общезаводской себестоимости фанерной продукции	Коэффициент приведения производственных расходов к I сырьевому поясу (K)
I	1,0	37,7	1,0
II	1,07	39,1	0,975
III	1,15	40,6	0,946

Было установлено, что производственные расходы на 1 м³ условной фанерной продукции выражаются гиперболической функцией вида

$$\bar{Y}_x = 59,2 + \frac{368}{x}, \quad (1)$$

где x — годовой объем фанерного производства, тыс. м³ условной продукции;

\bar{Y} — производственные расходы на 1 м³ условной фанерной продукции.

Известно, что по избранной нами основной группе фанерной продукции по действующему прейскуранту расходы по ее доставке потребителю несет предприятие-поставщик (за исключением экспортной фанеры и фанерных плит). Расчет этих расходов на 1 м³ фанерной продукции по предприятиям показал, что их величина зависит от общего объема выпускаемой фанерной продукции. С ростом объема этой продукции расширяется область сбыта готовой продукции, а значит и увеличиваются транспортные расходы на единицу продукции.

Анализ показал, что размер транспортных расходов на 1 м³ фанерной продукции выражается уравнением прямой вида

$$\bar{Y}_z = 0,85 + 0,237z, \quad (2)$$

где z — выпуск фанерной продукции, тыс. m^3 ;

\bar{Y} — транспортные расходы на 1 m^3 фанерной продукции.

На втором этапе решения поставленной задачи определяли размер производственных расходов и расходов по доставке 1 m^3 условной фанерной продукции для каждого из пяти выбранных ранее характерных групп предприятий.

Расчетом был установлен средний технологический коэффициент фанерной продукции для каждой из групп предприятий, средний выпуск фанерной продукции (m^3) на одно предприятие, а также средний выпуск фанерной продукции (m^3 условной, эталонной продукции).

Суммирование уравнений корреляционных связей (1 и 2) дает общее уравнение (3) зависимости производственных и транспортных расходов $\bar{Y}_{x, z, \alpha}$ на 1 m^3 условной фанерной продукции от годового объема фанерного производства x (тыс. m^3 условной продукции), годового объема фанерного производства z (натуральных m^3 фанерной продукции) и среднего технологического коэффициента α для предприятий любого размера с I сырьевым поясом

$$\bar{Y}_{x, z, \alpha} = 59,2 + \frac{368}{x} + (0,85 + 0,0237z) \cdot \alpha. \quad (3)$$

Затем по этому уравнению (3) были выведены действительный размер производственных и транспортных расходов на 1 m^3 условной фанерной продукции по всем пяти группам предприятий, а также величина этих расходов на 1 натуральный m^3 фанерной продукции и рентабельность предприятий с I сырьевым поясом. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Группа предприятий	Выпуск фанерной продукции, x тыс. m^3 эталонной продукции	Размер производственных и транспортных расходов на 1 m^3 эталонной продукции, $Y_{x, z, \alpha}$	Средняя оптовая цена предприятия 1 m^3 эталонной продукции, руб.	Рентабельность эталонной продукции, %	Выпуск фанерной продукции z , тыс. m^3	Средний технологический коэффициент α	Размер производственных и транспортных расходов на 1 m^3 фанерной продукции, руб.
I	14,7	85,30	68,50	—19,7	13,7	0,937	91,60
II	30,1	72,73	71,42	— 1,8	24,8	0,825	88,30
III	49,2	68,16	73,17	7,3	35,9	0,729	93,50
IV	66,1	66,40	74,43	12,1	44,6	0,675	98,40
V	94,6	65,15	74,55	14,4	62,6	0,660	98,50

Из таблицы видно, что с увеличением размера предприятия общая сумма производственных и транспортных расходов на 1 m^3 эталонной продукции систематически снижается, хотя расходы на 1 натуральный m^3 фанерной продукции с укрупнением предприятий возрастают. Подобное положение — следствие того, что с укрупнением предприятий одновременно расширяется и ассортимент вырабатываемой фанерной продукции в сторону его усложнения. При этом рентабельность эталонной продукции повышается и колеблется от —19,7% для предприятий I группы до 14,4% для предприятий V группы; характерно, что снижение затрат предприятия на 1 m^3 эталонной фанерной продукции сильно замедляется, а рентабельность незначительно повышается. При дальнейшем укрупнении предприятий может наступить такой момент, когда снижение затрат предприятия и роста рентабельности продукции пол-

ностью прекратится и даже может начаться обратный процесс — повышение затрат предприятия и снижение рентабельности.

В заключение приведем общий вид уравнения (3), выражающего зависимость производственных и транспортных расходов предприятия с любым сырьевым поясом на 1 м³ условной фанерной продукции

$$\bar{Y}_{x, z, \alpha} = \frac{1}{K} \left(59,2 + \frac{368}{x} \right) + (0,85 + 0,0237z) \cdot \alpha, \quad (4)$$

где K — коэффициент приведения производственных расходов предприятия с любым сырьевым поясом к I поясу, рассчитанный по табл. 2.

Таким образом, с укрупнением предприятий повышается годовая производительность единицы ведущего технологического оборудования (клеильных прессов) и средний коэффициент использования годовой производственной мощности фанерного производства.

Для установления максимально допустимого предела укрупнения фанерных предприятий требуются дальнейшие экономические исследования.

Поступила в редакцию
11 января 1965 г.

УДК 674.053 : 621.933.6

КИНЕТОСТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ С ХОДОМ 600 И 700 мм

Л. П. ПОТЯРКИН

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

Определение действующих сил в лесопильной раме имеет перво-степенное значение, так как ее производительность и качество работы находятся в тесной связи с величиной инерционных сил движущихся масс.

В настоящей работе приведен графический метод исследования лесопильных рам РД75-6 и РД80-1 соответственно с ходом 600 и 700 мм для определения действующих сил. Правда, он не дает возможности в общей форме исследовать зависимость между величинами и их взаимное влияние, но тем не менее с помощью этого метода, отличающегося простотой и наглядностью, можно решать вопросы с такой точностью и полнотой, которые вполне достаточны для технических целей.

К механизму резания лесопильной рамы приложены различные силы, которые по результатам воздействия на элементы конструкции делятся на статические и динамические. К первым относятся силы веса, а ко вторым — силы инерции движущихся масс и переменные силы резания.

При динамическом исследовании машины, помимо действующих сил, необходимо учитывать скорости движущихся точек и размеры частей машины. Истинные скорости и ускорения точек механизма по величине и направлению легко определяются методом планов скоростей и ускорений. Все расчеты произведены для 24 положений пальца кривошипа при установившемся равномерном вращении. За начальное положение кривошипа принято положение пильной рамки в верхней мертвой точке.

В лесопильной раме действуют значительные силы инерции, величина которых равна произведению массы звена m на мгновенное ускорение его центра тяжести ω^* [1]

$$\vec{P}_и = -m\vec{\omega}. \quad (1)$$

В технических расчетах кривошип считается уравновешенным, поэтому сила инерции кривошипа приравнивается к нулю.

В табл. 1 приведены значения сил инерции, возникающих в лесопильной раме за оборот коленчатого вала.

* И. И. Артоболовский. Теория механизмов и машин. Гостехиздат, 1951.

Таблица 1

Положение кривошипа	$P_{ис}$, кг	$P_{ип/р}$, кг	Положение кривошипа	$P_{ис}$, кг	$P_{ип/р}$, кг
0.	10330 14960	19230 23040	12	9500 13900	14190 16300
1	10130 14720	18290 22030	13	9510 13800	14210 15940
2	9570 14000	15910 18810	14	9180 13500	13390 15255
3	8830 13080	12490 13790	15	8770 13000	12020 13740
4	8020 12150	7280 8005	16	8280 12400	9830 11335
5	7510 11650	2120 2175	17	7840 11800	6810 7995
6	7410 11500	2565 3200	18	7480 11500	2720 3670
7	7760 11800	6240 7835	19	7520 11600	2100 1820
8	8250 12500	9700 11525	20	8020 12200	7030 8005
9	8810 13100	11900 13900	21	8820 13050	11850 13720
10	9200 13500	13310 15255	22	9470 14000	15720 18615
11	9460 13800	13960 15990	23	10150 14720	18560 21735

Примечание. В числителе даны значения сил инерции для лесопильной рамы РД75-6, в знаменателе — для РД80-1.

Силовой расчет механизма резания мы вели в предположении, что трение в кинематических парах отсутствует, и все силы, действующие на звенья механизма, расположены в одной плоскости перпендикулярно направляющей поступательной пары.

На рис. 1, а дана схема расчета давлений в кинематических парах. Начальное звено OA вращается с равномерной угловой скоростью ω . На звенья механизма действуют усилия резания $P_{\perp-\Delta}$, усилие отжима $P_{отж}$, вес звеньев G и сила инерции звеньев $P_{ис}$. Сила инерции звена AB может быть сведена к силе $P_{ис}$, приложенной в центре тяжести шатуна. На звено AB со стороны пальца нижнего соединения шатуна дополнительно действуют нормальные R_{12}^n и тангентальные R_{12}^t , составляющие реакции R_{12} . Для определения R_{12}^t составим уравнение равновесия звена AB относительно точки B

$$R_{12}^t \cdot L_{AB} - P_{ис} \cdot h_1 + G_{шат} \cdot h_2 = 0, \quad (2)$$

откуда

$$R_{12}^t = \frac{P_{ис} h_1 - G_{шат} \cdot h_2}{L_{AB}} \text{ кг},$$

где h_1 и h_2 — плечи силы инерции шатуна $P_{ис}$ и его веса $G_{шат}$.

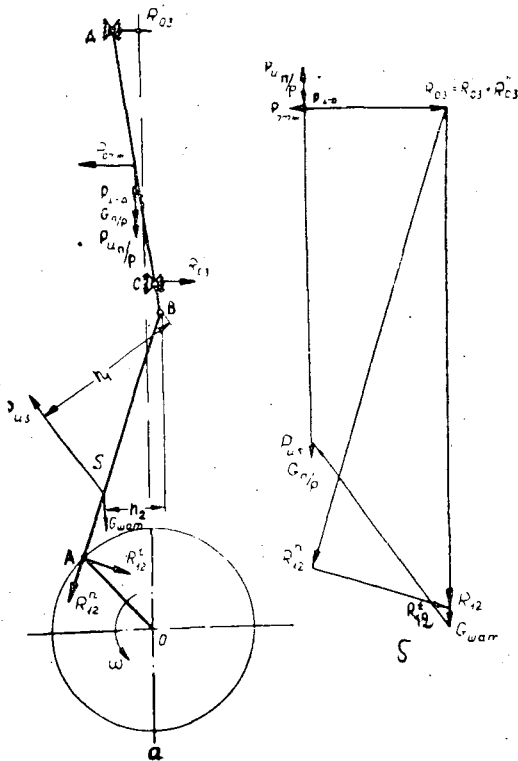


Рис. 1.

Переходим теперь к определению давлений в кинематических парах. Уравнение равновесия всех действующих сил имеет следующий вид:

$$\vec{P}_{\perp-\Delta} + \vec{P}_{отж} + \vec{G}_{шат} + \vec{G}_{н/р} + \vec{P}_{н/р} + \vec{P}_{нс} + \vec{R}_{12} + \vec{R}_{03} = 0. \quad (3)$$

Реакция R_{03} и R_{12}^n определяется построением плана сил.

Для лесопильной рамы РД75-6 $P_{\perp-\Delta} = 938$ кг и $P_{отж} = 326$ кг, для РД80-1 соответственно 1112 и 236,7 кг. Эти данные получены расчетом для распиловки максимального размера бревна при выпилке бруса высотой $h' = 0,5 d_b$, соответствующего наиболее тяжелому режиму распиловки.

При составлении плана сил необходимо иметь в виду, что силы резания и отжима действуют только на рабочем ходе пильной рамки. В начале холостого хода пиковые значения указанных сил достигают значительной величины вследствие явления скобления*.

На рис. 1, б приведен силовой многоугольник для расчета действующих усилий в кинематических парах для данного положения кривошипа. План сил построен в масштабе $\mu_p = 200$ кг/мм. В табл. 2 приведены значения давлений в кинематических парах для всех 24 положений кривошипа.

* С. М. Хасдан. Исследование (осциллографирование) сил резания в лесопильной раме. Научный отчет ЦНИИМОДа, Архангельск, 1962.

Таблица 2

Поло- жение криво- шипа	$R_{12}^t, \text{ кг}$	$R_{12}^n, \text{ кг}$	$R_{12}, \text{ кг}$	$R_{03}, \text{ кг}$
0	-12	28800	28800	350
	71	36800	36800	200
1	1108	26450	26450	2400
	2930	34300	34500	1900
2	2220	22930	22980	3470
	5676	29340	29960	3000
3	3268	17300	17650	3900
	7604	21300	22600	3560
4	4223	9760	10650	3900
	8752	11680	14600	3300
5	4970	1920	5100	2670
	9240	1820	9440	2400
6	5369	900	5100	2370
	8919	-1000	8820	2800
7	5560	1410	5840	2280
	8110	260	8100	3440
8	5173	2000	5520	1920
	6901	820	7000	3600
9	4349	2760	5090	1650
	5134	880	5100	3600
10	3158	2860	4320	950
	3466	600	3480	2660
11	1652	2820	3350	600
	1778	400	1840	1700
12	23	8700	8700	1950
	-130	7000	7400	1440
13	-1589	8850	9000	1080
	-1941	7460	7780	-160
14	-3192	8530	9130	690
	-3825	10420	11200	-1420
15	-4399	8530	9590	-150
	-6036	7300	9600	-1940
16	-5179	7880	9420	-600
	-7093	7560	10400	-2960
17	-5617	2100	6000	-2080
	-8298	1600	8400	-3010
18	-5430	600	5400	-2130
	-9017	-1700	9220	-2210
19	-5032	2820	5700	-2700
	-9258	2600	9600	-2430
20	-4379	10500	11400	-3300
	-8763	12880	15600	-3150
21	-3369	17830	18150	-3600
	-7536	22200	23400	-3330

Продолжение табл. 2

Поло- жение криво- шипа	$R_{12}^f, \text{ кг}$	$R_{12}^n, \text{ кг}$	$R_{12}, \text{ кг}$	$R_{03}, \text{ кг}$
22	—2437	23880	23930	—2900
	—5484	30000	30600	—2750
23	—1190	27750	27780	—1650
	—2912	35000	35300	—1170

Примечание. В числителе даны значения давлений для лесопильной рамы РД75-6, в знаменателе — для РД80-1.

На практике встречаются случаи, когда направление вращения кривошипа заменяется на обратное, то есть оно совпадает с направлением подачи бревна. В табл. 3 даны значения давлений в кинематических парах для всех 24 положений кривошипа при смене направления его вращения на обратное.

Таблица 3

Поло- жение криво- шипа	$R_{12}^f, \text{ кг}$	$R_{12}^n, \text{ кг}$	$R_{12}, \text{ кг}$	$R_{03}, \text{ кг}$
0	—12	28800	28800	350
	71	36800	36800	200
1	—1190	26800	26820	—1350
	—2912	33620	34000	—960
2	—2437	22680	22980	—2550
	—5484	28780	29200	—2420
3	—3369	16800	17100	—3180
	—7536	20800	22160	—3000
4	—4379	9450	10400	—2970
	—8763	11540	14440	—2800
5	—5032	1680	5280	—2550
	—9258	1300	9340	—2060
6	—5438	—300	5350	—1800
	—9017	—2900	9420	—1860
7	—5617	1050	5700	—1650
	—8298	260	8300	—2640
8	—5179	2040	5550	—1200
	—7093	660	7160	—2880
9	—4399	2700	5100	—820
	—6036	620	3900	—2000
10	—3192	2700	4160	—180
	—3825	600	3880	—1680
11	—1589	3040	3540	—30
	—1941	600	2100	—860
12	23	2970	2970	600
	—130	300	340	500

Продолжение табл. 3

Поло- жение криво- шипа	R_{12}^t , кг	R_{12}^n , кг	R_{12} , кг	R_{02} , кг
13	1652	8600	8850	2380
	<u>1778</u>	<u>7240</u>	<u>7460</u>	<u>3070</u>
14	3158	8550	9150	2830
	<u>3466</u>	<u>7460</u>	<u>8300</u>	<u>4370</u>
15	4349	8560	9650	3590
	<u>5134</u>	<u>7820</u>	<u>9400</u>	<u>5490</u>
16	5173	7750	9300	3980
	<u>6901</u>	<u>7500</u>	<u>10200</u>	<u>5630</u>
17	5560	2270	6120	2190
	<u>8110</u>	<u>1400</u>	<u>8200</u>	<u>3430</u>
18	5369	320	5350	2250
	<u>8919</u>	<u>380</u>	<u>8820</u>	<u>2870</u>
19	4970	2990	5850	2670
	<u>9240</u>	<u>3160</u>	<u>9800</u>	<u>2470</u>
20	4223	10840	11600	3800
	<u>8752</u>	<u>12840</u>	<u>15540</u>	<u>3270</u>
21	3268	18300	18650	3780
	<u>7604</u>	<u>22500</u>	<u>23730</u>	<u>3630</u>
22	2220	23730	23880	3330
	<u>5676</u>	<u>30560</u>	<u>31060</u>	<u>3030</u>
23	1108	27350	27350	2200
	<u>2930</u>	<u>35500</u>	<u>35800</u>	<u>1790</u>

Примечание. В числителе даны значения давлений для лесопильной рамы РД75-6, в знаменателе — для РД80-1 при обратном вращении кривошипа.

На рис. 2 приведены полярные диаграммы (построенные на основании силовых многоугольников) давления шатуна на палец кривошипа для лесопильной рамы РД75-6, на рис. 3 — для лесопильной рамы РД80-1. На обоих рисунках *a* — вращение кривошипа навстречу подаче материала, *b* — по направлению подачи материала.

Эти диаграммы дают наглядное представление о характере распределения нагрузки на палец нижней головки шатуна за один оборот кривошипа.

Как видно из диаграмм, наиболее нагружены те участки поверхности пальца, которые располагаются на нижней его части, обращенной к оси вращения кривошипа. Максимальное давление на палец кривошипа возникает в верхнем мертвом положении при $\alpha = 30^\circ$. Таким образом, нагрузка по поверхности пальца кривошипа распределяется крайне неравномерно: работающей является нижняя часть пальца, которая и подвергается износу.

При совпадении направления вращения кривошипа с направлением подачи материала среднее давление на палец кривошипа сокращается на 2,2% для РД75-6 и на 7,4% для РД80-1, что является положительным фактом. При этом резко меняется картина давлений на направляющие пильной рамки.

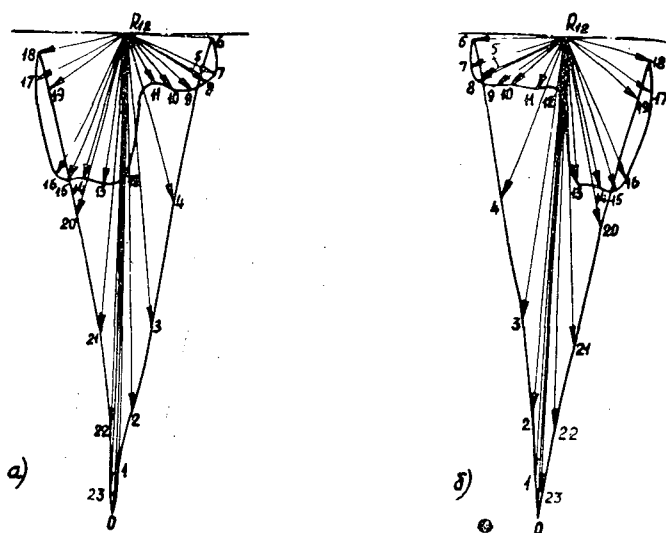


Рис. 2.

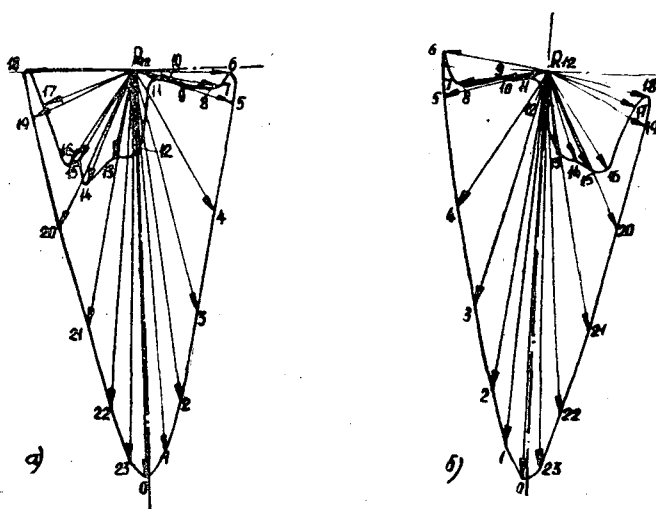


Рис. 3.

На рис. 4 приведены диаграммы сил давления R_{03} на направляющие пильной рамки в зависимости от направления подачи материала. При вращении кривошипа навстречу подаче материала (рис. 4, а) более нагруженными являются задние направляющие, причем максимальные давления возникают в начале хода резания. При совпадении вращения кривошипа с направлением подачи материала (рис. 4, б) более нагруженными являются также задние направляющие, но зона максимального давления расположена не в начале хода резания, а при холостом ходе.

В начале хода резания загружены передние направляющие, что несомненно содействует повышению износостойкости ползунов и направляющих.

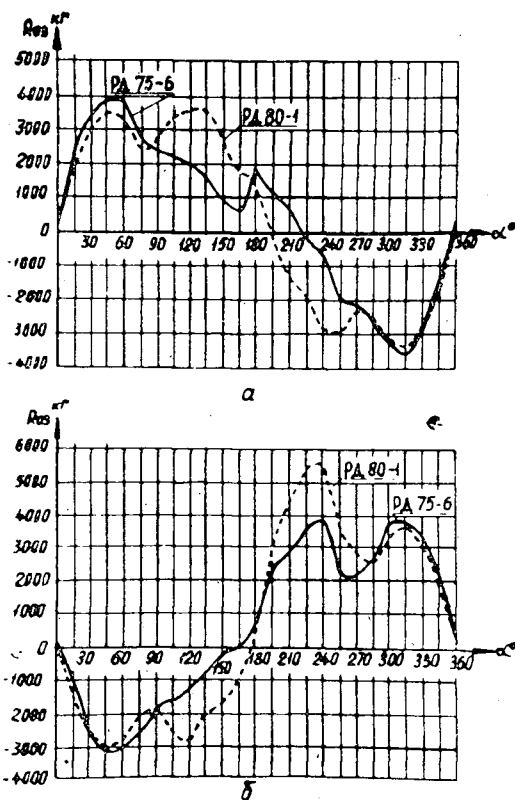


Рис. 4.

Таким образом, графический метод исследования позволяет просто и достаточно точно определить величину и направление скоростей и ускорений звеньев механизма, давлений в кинематических парах для динамического исследования механизма.

Поступила в редакцию
23 сентября 1964 г.

УДК 674.048.3

УЛУЧШЕНИЕ ПРОПИТКИ ЖИДКОСТЯМИ ЕЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПУТЕМ ЗАРАЖЕНИЯ ГРИБАМИ И БАКТЕРИЯМИ — СТИМУЛЯТОРАМИ ИХ РОСТА

Н. Ф. ТРАНИНА

Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук

А. А. КОНСТАНТНАЯ

Младший научный сотрудник

(Ленинградская лесотехническая академия)

Постоянное существование грибов совместно с бактериями говорит о их тесной взаимосвязи. Несомненно, бактерии, находясь в одном комплексе с грибами, могут стимулировать или угнетать развитие последних [1], [2], [3].

Для изучения взаимоотношения грибов и бактерий, обитающих в древесине при ее распаде, мы поставили перед собой задачу в первую очередь получить из древесины преобладающую и постоянно в ней присутствующую микрофлору. Для этого на соответствующие среды были выделены грибы и бактерии из мертвых сучков растущей сосны (на разных стадиях их разложения), из раневых гнилей ствола ели (на различных ступенях разрушения древесины) и из засиневшей заболони сосны. Проанализировано 53 образца древесины.

Мы выяснили, что на взятых из сучков сосны 22 образцах, в основном, выростали грибы *Mucor*, *Penicillium*, *Kabatiella*, *Trichoderma*, *Dematiium*, *Ophiostoma pini*, *Verticillium glaucum*, *Discula pinicola*, *Cladosporium*, *Ophiostoma comatum* и виды гименомицетов (ближе не определены); бактерии росли в очень ограниченном количестве, причем преобладали спороносные формы. На специальной среде для выращивания целлюлозных бактерий они не выделились ни разу.

Из раневых гнилей ели (31 образец) были выделены следующие грибы: *Mucor* (розовый и голубой), *Graphium*, *Trichoderma*, *Ophiostoma piceae*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Lentinus squamosus*, *Ophiostoma pini*, *Verticillium lateritium*, *Discula pinicola*. Следует отметить, что основное различие в микрофлоре анализируемых образцов ели — результат развития синевы в древесине ели, пораженной гнилью: там, где синевы не было, преобладали в основном, плесневые грибы *Mucor* и *Trichoderma*. Из этих же образцов древесины было выделено 44 штамма гнилостных бактерий; целлюлозоразлагающие бактерии выделялись очень редко. Срезы древесины помещали на питательные среды (по 10 штук на одну чашку Петри в двух-трехкратной повторности).

Обнаружено, что в мертвых сосновых сучках грибы находятся почти всегда независимо от стадии разрушения, а бактерии характерны только для рыхлых и гнилых сучков. В гнилях ели, наоборот, пре-

обладают бактерии, а грибы встречаются значительно реже и, в основном, только в наиболее глубоких стадиях разрушения ее. Этим подтверждается предположение, что раневой гнили предшествует физико-химический процесс с последующим поселением микроорганизмов.

Затем мы поставили опыты по выяснению характера взаимодействия между грибами и бактериями. Наблюдения вели 3, 5 и 10 суток. Для опыта были взяты грибы *Verticillium glaucum*, *Discula pinicola*, *Dematium*, *Stereum sanguinolentum*, *Lentinus squamosus*, гриб из гименомицетов, *Verticillium lateritium*, *Ophiostoma comatum*, *Corticium laeve*, *Ophiostoma pini*; из бактерий — наиболее часто встречающиеся штаммы, выделенные из гнилей ели и условно обозначенные № 1, 10, 12, 13, 16, 17, 22, 26, 29, 31, 38, 40, 41, 42, 43. Всего для исследования было взято 10 видов грибов и 15 штаммов бактерий.

На рис. 1 показано влияние разных бактерий на рост и развитие грибов. Из рисунка видно, что все бактерии по их действию на грибы можно разделить, в основном, на следующие группы: 1) угнетающие действующие на рост и развитие грибов; 2) стимулирующие их развитие; 3) не оказывающие резко выраженного воздействия на грибы. При этом следует отметить, что нередко один и тот же штамм бактерии может быть отнесен к любой из этих групп в зависимости от вида гриба, с которым он взаимодействует.

N бактериаль- ных штаммов	Характер влияния бактерий на гриб														
	16	12	26	43	22	38	29	31	1	41	13	10	40	17	42
<i>Verticillium glaucum</i>	×		×	×					×		×				
<i>Discula pinicola</i>	×		×	×					×		×				
<i>Dematium</i>	×		×	×					×		×				
<i>Stereum sanguinolentum</i>	×		×	×					×		×				
<i>Lentinus squamosus</i>			×	×					×		×				
гриб из гименомицетов	×		×	×					×		×				
<i>Verticillium lateritium</i>			×	×					×		×				
<i>Ophiostoma comatum</i>	×		×	×					×		×				
<i>Corticium laeve</i>	×		×	×					×		×				

Условные обозначения: ||| — бактерии угнетают гриб; ||| — бактерии стимулируют рост и развитие гриба; × — бактерии не оказывают на гриб воздействия.

Рис. 1.

Стимулирующее действие бактерий на развитие испытуемых грибов проявлялось, в основном, на ускорении роста грибницы и на общем состоянии мицелия. Но у некоторых грибов, в частности, *Verticillium glaucum*, *Verticillium lateritium*, *Ophiostoma comatum* стимулировался процесс плодоношения, вернее, ускорялось наступление его, то есть действие бактерий здесь более глубоко затрагивало физиологию

гриба. В одних случаях ускорение плодоношения связано с проявлением общего стимулирующего воздействия бактерий на гриб, но чаще всего это ответная реакция гриба на угнетающее действие бактерий (например, грибы *Verticillium glaucum* и *Ophiostoma comatum*, с одной стороны, и бактерии штамма № 12, с другой). В отдельных случаях появление раннего плодоношения наблюдалось только после непосредственного контакта растущего мицелия с бактериями (например, грибы *Verticillium glaucum* и штаммы бактерий № 13 и 43).

Особенно интересны штаммы бактерий, которые оказывали стимулирующее действие на так называемые грибы синевы. Поскольку деревоокрашивающие грибы проникают обычно только в заболонь, возникла задача так активизировать их рост и развитие, чтобы стала доступной для пропитки и спелая древесина. Для этой цели в качестве стимуляторов для грибов были испытаны выделенные из древесины штаммы бактерий № 1, 10, 13, 17, 26, 31, 38, 40 и 42.

В результате предварительных исследований, проведенных в лабораторных условиях на искусственной питательной среде и на еловых опилках, были отобраны следующие бактерии-стимуляторы: штамм № 38 — для *Discula pinicola*, штамм № 13 — для *Corticium laeve*, штамм № 17 — для *Verticillium glaucum*. Затем было проверено стимулирующее влияние бактерий на грибы на малых образцах древесины (опыты проводили в чашках Петри и в стерилизаторах — бюксах). Визуальные наблюдения и микроскопирование зараженных таким образом кусочков древесины показали усиленный рост грибницы на поверхности образцов и наличие гиф деревоокрашивающих грибов в спелой древесине. Это дало возможность продолжить опыты с бактериями-стимуляторами на крупных образцах древесины (полуобрезные бруски размером $5 \times 10 \times 50$ см). Опыт продолжали 5 месяцев. По окончании его была изучена степень зараженности древесины. В вариантах опыта с применением бактерий-стимуляторов мицелий был развит лучше и покрывал большую поверхность по сравнению с теми вариантами, где древесину заражали одними грибами. Контрольная пропитка брусков, проведенная на Ленинградском мачтопропиточном заводе, показала что при совместном заражении грибом *Corticium laeve* с бактерией *Bacillus danicus* (штамм № 13) спелая древесина пропиталась на 35% по объему, при заражении грибом без бактерии — на 11%, а бруски, не зараженные грибом (контрольные), пропитались только на 6%. Почти такие же показатели получены и в вариантах заражения грибом *Discula pinicola* и бактерией *Bacterium melanogenum* (штамм № 38).

Таким образом, при применении бактерий, стимулирующих рост деревоокрашивающих грибов, объем пропитанной древесины увеличивается почти в шесть раз по сравнению с контролем. Эти данные относятся только к пропитке древесины с замазанными торцами через боковые поверхности. При пропитке древесины с открытыми торцами (в производственных условиях) относительный объем пропитанной древесины еще больше.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Анкудинов. Сердцевинная гниль осины и меры борьбы с ней. Труды ВНИИ лесного хозяйства, 1939. [2]. I. Ziese. Anzucht gesunder Pappeln und Aspenpflanzen. T. II, Forstarchiv, H. 7, 1933. [3]. H. Smítz a. Z. W. R. Jackson. Heartrot of aspen with special reference to forest management in Minnesota. Univ. of Minn Agr. Exp. Sta. Techn. Bull., 50, 1927.

УДК 547.992.3

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

РЕАКЦИЯ АЗОСОЧЕТАНИЯ СУЛЬФАТНОГО ЛИГНИНА
С ДИАЗОТИРОВАННОЙ АНТРАНИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ

Сообщение 2

Т. М. КРОШИЛОВА

Аспирант

В. М. НИКИТИН

Профессор, доктор химических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

В предыдущей работе [1] по азосочетанию лигнина как высокомолекулярного фенола с диазоантраниловой кислотой мы привели основные данные опытов и некоторые предположения о химизме этой реакции. В настоящей работе мы более глубоко изучили вопрос азосочетания лигнина с диазоантраниловой кислотой. Все опыты были проведены с сульфатным лигнином, осажденным углекислотой из черного щелока, под давлением при температуре 64° С. После обеззоливания лигнин был очищен фракционированием из этанола и анализирован. Полученные фракции отличались несколько повышенным содержанием метоксильных групп, различным содержанием фенольных гидроксиллов и карбоксильных групп.

Экспериментальная часть

Избляция чистых фракций сульфатного лигнина. В аппарате Сокслета 20 Г обеззоленного сульфатного лигнина экстрагировали этиловым эфиром, свободным от перекисей. Не растворимая в эфире фракция

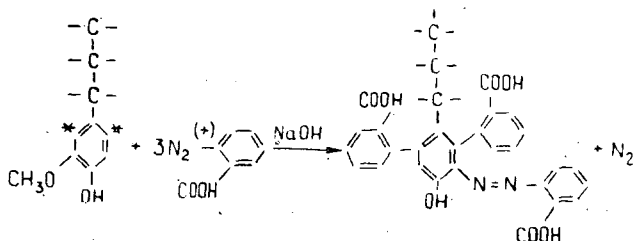
Таблица 1

№ опыта	Фракции	Выход, % от исходного лигнина	Содержание		
			ОН*, %	СООН**, %	ОСН ₃ ***, %
1	Лигнин исходный . . .	100	6,88	2,60	11,63
2	Эфирорастворимые . . .	4,7	—	—	—
3	Лигнин 1	56	4,08	2,58	12,85
4	Лигнин 2	7,6	7,54	4,30	12,50
5	Лигнин 3	27	5,35	2,07	10,63

* Фенольные гидроксилы определяли по методу Кухаренко с раствором гидроокиси бария. ** Карбоксильные группы были определены с раствором ацетата кальция. *** Метоксильные группы определены по методу Фибёка и Шваппаха с концентрированной иодистоводородной кислотой.

была экстрагирована 96%-ным этанолом. В результате получены следующие фракции лигнина: лигнин 1 — спиртонерастворимая фракция; лигнин 2 — спирторастворимая, выпавшая из холодного спирта; лигнин 3 — спирторастворимая фракция, высаженная смесью этилового и петролейного эфиров. Выходы и данные анализов приведены в табл. 1, из которой видно, что наименьшее количество фенольных гидроксильных содержится в спиртонерастворимой фракции (лигнин 1). Наименее окисленная фракция — лигнин 3, высаженный эфиром; наиболее окисленная — лигнин 2, выпавший из холодного этанола. В лигнинах 1 и 2 — несколько завышенное содержание метоксильных групп.

Реакция сочетания с диазоантраниловой кислотой. Со всеми фракциями, полученными в результате фракционирования этанолом, была проведена реакция азосочетания с диазоантраниловой кислотой в закрытой системе (в растворе 1 н. щелочи при температуре от 0 до +5° С) с целью выяснения, происходит ли наряду с нею реакция арилирования. Продолжительность реакции 3,5 часа. Раствор соли диазония антраниловой кислоты был приготовлен по ранее описанному способу [1]. Соль диазония брали с избытком (соотношение молей соли диазония и лигнина составляло 3 : 1). Предполагаемая схема реакции



* Место возможного присоединения радикала.

Объем выделяющегося в результате реакции газа измеряли. Затем собранный газ анализировали на хроматографе УХ-1 (с адсорбентом СаХ и газоносителем водородом). Анализы показали, что выделяющийся газ действительно является азотом. Продукты реакции осаждали соляной кислотой, промывали водой и эфиром (для удаления следов соли диазония) и высушивали в вакууме.

В табл. 2 приведены результаты анализов полученных соединений.

Таблица 2

№ опыта	Фракции	Выход, % от исходной навески	Содержание азота*, %	Прирост содержания COOH**, % к продукту	Найдено OCH ₃ , %	Рас-считано OCH ₃ , %	Объем газа (мм)	
							рассчи-танный	найден-ный
1	Лигнин исходный . . .	162	2,76	13,45	5,11	7,10	373	406
2	Лигнин 1	140	1,63	11,00	6,40	7,43	34	34
3	Лигнин 2	155	3,10	12,64	5,20	6,95	18	28
4	Лигнин 3	157	2,11	8,03	6,98	8,20	30	32

* Определяли сжиганием по Дюма. ** Найдены по разности между содержанием их в продукте и в исходном лигнине.

Из таблицы видно, что количество карбоксильных групп значительно превышает количество, соответствующее содержанию азота в веществе. Накопление этих групп можно объяснить реакцией арилирования,

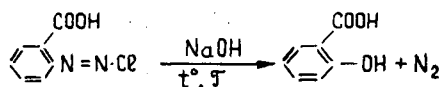
которая идет с выделением газообразного азота. Содержание метоксильс во всех опытах значительно ниже, чем должно быть по расчету.

При проведении опыта 1 был сделан баланс основных продуктов (табл. 3).

Таблица 3

До реакции вес, Г (абс. сухой)	После реакции вес, Г (абс. сухой)
Лигнин 3,00	Основной продукт 5,46
Антралиловая кислота, 6,93	Вещество из фильтрата 0,54
что соответствует соли диазона 8,34	Диазосола 0,31
	Эфирорастворимое вещество 0,88
	Салициловая кислота 2,45
	Вещество X 0,21
	Выделившийся азот 0,25
Итого 11,34	Итого 10,10

В результате этой реакции выделилось 406 мл газообразного азота. Количество азота, которое должно соответствовать повышенному содержанию карбоксильных групп, равно 373 мл. В наших условиях количество газообразного азота превышает рассчитанное, очевидно, за счет разложения самой соли диазония в течение опыта по схеме



При холостом опыте с солью диазония в щелочном растворе* в течение 4 час из 1 Г антралиловой кислоты выделяется 23 мл газообразного азота. При наличии в щелочном растворе азосоставляющей количество выделившегося азота (за счет разложения) окажется значительно меньшим, так как соль диазония расходуется на реакцию азосочетания и по мере добавления кислого раствора азосоставляющей понижается щелочность среды.

В опытах 2 и 4 найденное количество газообразного азота почти соответствует рассчитанному, в опытах 1 и 3 — завышено.

Образец 1 был расфракционирован этанолом. Данные анализов выделенных фракций, приведенные в табл. 4, показывают, что продукт, полученный в результате реакции азосочетания, обладает большей растворимостью в спирте и эфире, чем исходный сульфатный лигнин.

Таблица 4

№ опыта	Фракции	Выход, % от исходной навески	Содержание азота, %	Прирост содержания COOH-групп, % к продукту	Найдено OCH ₃ , %	Рассчитано OCH ₃ , %
1	Исходный продукт	100	2,76	13,45	5,11	7,10
2	Эфирорастворимые	10,3	—	—	—	—
3	Спирторастворимые	80,1	2,61	13,08	4,87	—
4	Спиртонерастворимые	9,2	2,23	11,79	4,97	—

* В кислых растворах соль диазония более устойчива и титр ее остается без изменения в течение 16—22 час при температуре от 0 до +2°C. Титр диазораствора устанавливали по 0,05 н. раствору β-нафтола (до исчезновения окраски пробы на вытек с хромотроповой кислотой).

Количество азота и карбоксильных групп в исходном продукте и во фракциях различается незначительно, а количество метоксильных групп остается почти без изменения и намного меньше рассчитанного. Таким образом, можно считать, что продукты, полученные в результате реакции, однородны по своему составу.

Во всех опытах с диазоантраниловой кислотой количество азота близко к $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ теоретически рассчитанного (7,06%) для 1 моля соли диазония, то есть равно $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ моля. Количество карбоксильных групп в большинстве опытов превышает теоретически рассчитанное (11,38%) для присоединившегося 1 моля соли диазония. Если пересчитать избыточное количество карбоксильных групп на приблизительный молекулярный вес производного (опыт 1, табл. 2), равный $248 + 149 = 397$ (248 — молекулярный вес единицы лигнина, содержащей 1 фенольный гидроксил; 149 — молекулярный вес соли диазония), то получается, что в результате арилирования к лигнину присоединяется около 0,8 радикала соли диазония без азота*.

Наименьшее содержание карбоксильных групп было получено для производного лигнина 3 (опыт 4, табл. 2), где избыточное количество СООН-групп соответствует 0,4 радикала на единицу лигнина. Ни в одном опыте с диазоантраниловой кислотой не удалось присоединить к лигнину путем арилирования больше, чем 0,8 радикала соли диазония без азота. Реакция арилирования, по-видимому, зависит от особенностей диазосоставляющих и продолжительности процесса.

Реакция сочетания с алкилированным лигнином. Чтобы выявить ориентирующую роль фенольного гидроксила, были проведены опыты сочетания с лигнином, фенольные группы которого замещены алкилом. Для этой цели был взят лигнин, этилированный иодистым этилом. Для разрушения сложных эфиров он был подвергнут омылению. Лигнин содержал 17,65% метоксильных и этоксильных групп, 2,73% карбоксильных и 1,3% свободных фенольных групп.

Реакцию проводили в растворе NaOH в обычных для наших опытов условиях. Соотношение молей соли диазония и лигнина во всех случаях 3:1. Результаты анализов двух из этих опытов с диазоантраниловой кислотой и диазотированным пара-нитроанилином приведены в табл. 5.

Таблица 5

№ опыта	Диазосоединения	Выход, % от исходной навески	Содержание азота, %	Прирост содержания СООН-групп, % к продукту	Найдено ОСН ₃ , %	Рассчитано ОСН ₃ , %
1	Антраниловой кислоты	143	0,43	4,90	13,73	14,81
2	Пара-нитроанилина	131	2,21	—	13,45	15,80

* Найденные по разности между количеством их до реакции и после реакции.

Таким образом, из полученных данных видно, что для опыта с диазоантраниловой кислотой в продуктах имеется некоторое количество азота (0,43%), вероятно, принадлежащего азогруппе, для опыта с

* В результате опыта 1 (табл. 2) к лигнину присоединилось всего $\frac{13,45}{11,38} = 1,18$ радикала соли диазония, из них с азогруппой — $\frac{2,76}{7,06} = 0,39$ радикала и $1,18 - 0,39 = 0,79$ радикала — при реакции арилирования.

пара-нитроанилином, где кроме азогруппы имеется нитрогруппа — 2,21% азота. Это, очевидно, объясняется тем, что лигнин после этилирования содержит небольшое количество (1,3%) свободных фенольных групп. При полном замещении реакция образования азокрасителя, вероятно, не наблюдалась бы [2].

В опыте с диазоантраниловой кислотой наблюдается повышенное содержание карбоксильных групп (4,90%), которые, вероятно, принадлежат арильному радикалу, присоединившемуся к лигнину без азота. Здесь, как и в предыдущих опытах, имеет место также уменьшение содержания метоксильных групп.

На основании опытов азосочетания лигнина и его эфира с диазоантраниловой кислотой можно заключить, что лигнин реагирует с диазопроизводными в двух направлениях: 1) образование красителя в результате реакции азосочетания; 2) реакция арилирования, идущая с выделением газообразного азота. Следует отметить, что полученные продукты имеют пониженное содержание метоксильных групп по сравнению с теоретически рассчитанными.

Вполне возможно, что деметоксилирование является третьим направлением реакции, зависящим от присутствия соли диазония и щелочности реакционной смеси.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. М. Крошилова, В. М. Никитин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1964.
[2]. K. Meyer. Ber. 54, 2286, 1921.

Поступила в редакцию
30 ноября 1964 г.

УДК 668.545

**К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФЕНОЛЬНЫХ ГИДРОКСИЛЬНЫХ ГРУПП
ТИОЛИГНИНА Δε-МЕТОДОМ****Б. Д. БОГОМОЛОВ**

Доцент, кандидат технических наук

Г. Б. ШТРЕЙС

Младший научный сотрудник

Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Старший инженер

(Архангельский лесотехнический институт, Проблемная лаборатория)

Один из характерных признаков тиолигнина, определяющий главное направление его промышленного применения, — фенольная природа. Поэтому по возможности точная информация о содержании фенольных гидроксиллов в тиолигнине представляет научный и практический интерес. Между тем пока нет надежного метода количественного определения фенольных гидроксиллов (фОН) тиолигнина. Хемосорбционный [6], барий-хлоридный [5] методы, а также методы высокочастотного [2], [4] и неводного потенциометрического [1], [7], [15] титрования позволяют определить лишь сумму кислых групп, куда наряду с фОН входят карбоксилы и, возможно, предполагаемые [5] енольные гидроксилы; периодатным методом [9], [10] не могут быть определены все фОН; методом метилирования диазометаном, с одной стороны, также не могут быть найдены все фОН [14], с другой, не исключено метилирование предполагаемых енольных гидроксиллов.

Наиболее специфичный в отношении фОН — Δε-метод, разработанный Г. Аулин-Эрдтман [11], [12] и модифицированный О. Гольдшмидом [17]. Обычно считают, что наличие в тиолигнине других кислых групп не мешает определению фОН. Однако в применении к тиолигнину и к некоторым другим лигнинам, выделенным в жестких условиях обработки, Δε-метод дает заниженные в сравнении с ожидаемыми результаты [16].

Нами были выяснены причины занижения результатов определения фОН в тиолигнине по Δε-методу в сравнении с результатами химического анализа.

Во-первых, было обращено внимание на известный факт, что в условиях определения по Гольдшмиду не все фенолы ионизируются полностью при значении рН щелочного раствора, равном 12 (полная ионизация — необходимое условие при количественном определении). Более того некоторые фенольные единицы совершенно не ионизируются при рН = 12 в так называемых полифенолах. К таким фенолам относятся в частности орто-замещенные гваяколы — типичные структурные эле-

менты тиолигнина. Г. Аулин-Эрдтман отмечает [13], например, что один из фОН фенольного димера с дифенильной связью в орто-положении к фОН (рис. 1) не ионизируется при $\text{pH} = 12$, тогда как при $\text{pH} = 14$ наступает полная ионизация.

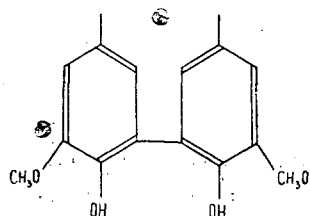


Рис. 1.

В связи с вышеизложенным была изучена зависимость степени ионизации фОН тиолигнина от величины pH в более щелочной области, чем при $\text{pH} = 12$. Оказалось, что повышение величины pH с 12 до 14 дает возрастание степени ионизации (пиковая абсорбция при 300 $\text{m}\mu$) а, следовательно, и увеличение определяемых по Гольдшмиду фОН, примерно, на 20%.

Во-вторых, было обращено внимание на то, что при определении фОН по Гольдшмиду для лигнинов, выделенных в мягких условиях, получаются более близкие к ожидаемым результаты, чем для тиолигнина [16]. При сравнении соответствующих $\Delta\epsilon$ -спектров обращает на себя внимание более интенсивная абсорбция тиолигнина в области 340—380 $\text{m}\mu$ в сравнении с абсорбцией малоизмененных лигнинов. Найдено [17], что причина этого — повышенное содержание в тиолигнине так называемых фенольных хромофоров типа гваяцилэтилкетона, ванилоилметилкетона и других. Но авторы $\Delta\epsilon$ -метода не придали должного значения тому, что подобные фенолы не дают характерного максимума поглощения при 300 $\text{m}\mu$ (рабочая длина волны в методике Гольдшмида). Следовательно, можно предположить, что эти фенольные элементы не попадают в сумму фОН, определяемых по Гольдшмиду. Если это так, то для получения более точных результатов необходимо перевести эти сопряженные фенольные хромофоры в нес сопряженные.

Чтобы проверить выдвинутое предположение, мы обрабатывали тиолигнин боргидридом натрия, что должно было привести к превращению основной части сопряженных фенольных хромофоров в нес сопряженные. На рис. 2 дан $\Delta\epsilon$ -спектр ионизации тиолигнина до (пунктир) и после (сплошная линия) восстановления боргидридом натрия. Затрихованная часть спектра — аналитическая полоса для определения

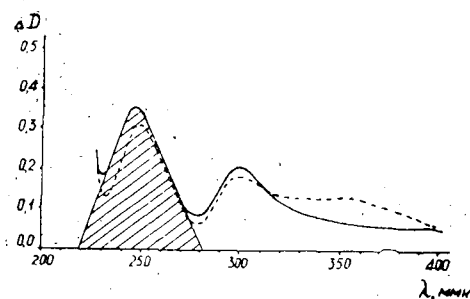


Рис. 2.

фенольных гидроксилы по нашей методике. Даже двухдневная обработка привела к почти полному сглаживанию плеча при 350 мкм на $\Delta\varepsilon$ -спектре тиолигнина (рис. 2). Одновременно наблюдался рост максимума при 300 мкм, но вопреки ожиданиям этот рост был невелик и составлял 5% от необработанного тиолигнина. В то же время наблюдалось значительное уширение полосы поглощения при 300 мкм и особенно при 250 мкм. Это послужило поводом к тому, чтобы к расчету фОН применить метод интегральной оптической плотности [8]. Сравнение $\Delta\varepsilon$ -спектров модельных фенолов и тиолигнина показывает, что для фенолов полосы поглощения значительно уже. Но метод пиковой оптической плотности не учитывает этого факта, что наводит на мысль о его недостаточности. Применение интегральной оптической плотности более оправдано и теоретически, так как именно эта плотность является свойством молекулы [8].

При попытке применить интегральную оптическую плотность возник вопрос относительно начертания контуров характерной полосы поглощения. Вместо *V*-полосы $\Delta\varepsilon$ -спектра (максимум при ≈ 300 мкм), мы использовали для расчета *K*-полосу (максимум при 250 мкм), так как в последней разброс максимумов поглощения для модельных фенолов и, следовательно, для структурных элементов тиолигнина значительно меньше и очертания полосы более четкие. Пример начертания контуров *K*-полосы дан на рис. 2.

Применение метода интегральной оптической плотности в сочетании с предварительным восстановлением тиолигнина боргидридом натрия и использованием 7 н. щелочи (в качестве рабочего раствора) дало результат, хорошо совпадающий с тем, который был получен как разность между значениями, найденными барий-хлоридным [15] и кальций-ацетатным методами [6].

В табл. 1 приведены значения фОН для одного и того же образца тиолигнина, найденные $\Delta\varepsilon$ -методом разными приемами.

Таблица 1

Содержание фОН в тиолигнине, определенное

по Гольдшмиду [17]	по Гольдшмиду [17] с использованием 7 н. щелочи	по Гольдшмиду [17] с применением а) 7 н. щелочи; б) обработки боргидридом натрия	методом с применением а) 7 н. щелочи; б) обработки боргидридом натрия; в) интегральной оптической плотности	как разность между результатами по барий-хлоридному и кальций-ацетатному методам
$\frac{2,04}{60,00}$	$\frac{2,75}{80,00}$	$\frac{2,93}{85,00}$	$\frac{3,48}{\approx 100,00}$	$\frac{3,44}{100,00}$

Примечание. В числителе даны значения в мГ-экв/Г, в знаменателе -- в % от разности между значениями, найденными барий-хлоридным и кальций-ацетатным методами.

Согласно разработанной нами методике, было проведено определение фОН для нескольких образцов тиолигнина. Результаты этих определений в сопоставлении с данными химического анализа приведены в табл. 2.

Эти результаты свидетельствуют о том, что разработанная методика обеспечивает хорошую сходимость с химическим методом.

Максимальное расхождение в параллельных определениях составляет $\pm 4\%$.

Таблица 2

№ образца тиолигнина	Содержание фОН (<i>мг-экв</i>), определенное <i>Г</i>			Расхождение между значениями III и I графы, %
	как разность значений барий-хлоридного и кальций-ацетатного методов	по методике Гольдшида (17)	по нашей методике	
	I	II	III	
1	3,45	2,04	3,48	+0,87
2	4,14	2,45	3,95	-4,70
3	3,75	2,32	3,82	+1,87
4	2,23	1,46	2,25	+0,90
5	3,61	2,06	3,50	-4,45
6	3,70	2,02	3,46	-6,5

Экспериментальная часть

Навеску тиолигнина 25—35 *мг* помещали в мерную колбу на 50 *мл*, растворяли в 5 *мл* 0,1 н. NaOH. Затем в колбу вводили 20 *мл* щелочного раствора боргидрида натрия (1,6 *г/л* NaBH₄ в 0,01 н. NaOH), неплотно закрывали пробкой и оставляли на сутки. По истечении этого времени объем доводили дистиллированной водой до метки, тщательно перемешивая. В две мерные колбы на 50 *мл* вносили по 2 *мл* исходного раствора и доводили до метки соответственно буферным раствором с pH = 6 [3] и раствором 7,0 н. NaOH. Приготовленные растворы заливали в кварцевые односантиметровые кюветы и фотометрировали на спектрофотометре СФ-4 через каждые 2 *ммк* (с 226 до 290 *ммк*). Построив Δε-спектр, вычерчивали полосу, как показано на рис. 2. Интегральную оптическую плотность определяли графически. В качестве контрольного модельного вещества применяли эвгенол.

Содержание фенольных гидроксиллов рассчитано на основании закона Бера по рабочей формуле

$$C = \frac{D_{\int} \cdot V}{E_{\int} \cdot Q},$$

- где: C — концентрация фенольных гидроксиллов, *мг-экв/Г*;
 D_{\int} — интегральная оптическая плотность (*ммк*·ед.), рассчитанная как площадь заштрихованной части спектра на рис. 2 (ед. — единица оптической плотности);
 V — объем (*л*) с учетом разведения навески;
 E_{\int} — интегральный коэффициент экстинкции, равный $1,98 \cdot 10^2$ *ммк*·ед. Γ^{-1} *мг-экв*⁻¹·*л* (рассчитан из Δε-спектра эвгенола);
 Q — навеска тиолигнина, *Г*.

Пример расчета иллюстрируем вычислением концентрации фенольных гидроксиллов в первом образце

$$C = \frac{19,4 \cdot 1,25}{1,98 \cdot 10^2 \cdot 0,0354} = 3,46 \text{ мг-экв/Г.}$$

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, Е. Д. Гельфанд. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1962. [2]. Е. Д. Гельфанд. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964. [3]. Ю. Ю. Лурье. Справочник по аналитической химии. Госхимиздат, 1962. [4]. Л. Н. Можейко. В. Н.

Сергеева, В. Р. Яунземс. Сб. «Труды института лесохозяйственных проблем и химии древесины АН Латвийской ССР». Вып. XIX, 1960. [5]. В. М. Никитин. Химия древесины и целлюлозы. Гослесбумиздат, 1951. [6]. К. И. Сысков, Т. А. Кухаренко. «Заводская лаборатория». Т. 13, № 1, 1947, стр. 25. [7]. М. И. Чудаков, Г. Е. Георгиевская. ЖАХ, XV, 3, 347—351. 1960. [8]. В. М. Чулановский. Введение в молекулярный спектральный анализ. Гостехиздат, 1951. [9]. E. Adler, S. Hernestam, Acta Chem. Scand., 9, Nr 2, 319—334, 1955. [10]. E. Adler. Svensk papperstidning, 61, Nr 18, 641—647, 1958. [11]. G. Aulin-Erdtman. Svensk papperstidning, 55, 745, 1952. [12]. G. Aulin-Erdtman. Svensk papperstidning, 57, 745, 1954. [13]. G. Aulin — Erdtman, L. Hegbom. Svensk papperstidning, 67, 187, 1958. [14]. A. Bondi, H. Meyer. Boichem. J. 43, 348, 1948. [15]. T. Enkvist, B. Alm, B. Holm. Papperi ja Puu, 38, Nr 1, 1956. 1—6, 8, 12. [16]. K. Frendenber, K. Dall. Naturwissenschaften, 42, 606, 1955. [17]. O. Goldschmid. Anal. Chem., 26, 1421, 1954.

Поступила в редакцию
25 декабря 1964 г.

УДК 634.0.867.5 : 634.0.864

АКТИВИРОВАННЫЕ УГЛИ ИЗ ДРЕВЕСНОГО ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА**Ф. Я. ВЕКШЕГОНОВ**

Младший научный сотрудник

В. Н. КОЗЛОВ

Профессор, доктор технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

Об использовании древесного гидролизного лигнина во многих отраслях промышленности опубликовано много работ [1], [6], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

Мы получили из этого лигнина гранулированные активированные угли и изучили их адсорбционные свойства. Лигнин гидролизных заводов представляет собой порошкообразную аморфную массу коричневого цвета. Для получения зернового угля из гидролизного лигнина мы использовали в качестве связующего березовую смолу, которая вследствие большого пекового числа является не только связующим веществом, но и источником углерода. Нами были приготовлены угли из лигнина и смолы (в соотношении 1 : 2,5); из лигнинового угля и смолы (в соотношении 1 : 2,5); из лигнина, измельченного древесного угля и смолы (в соотношении 1 : 1 : 5). Лигнин был высушен на воздухе до влажности 6%. В абс. сухом лигнине содержится золы 1,5, кислоты 1,8% (в пересчете на серную).

Березовая смола имела следующую характеристику: удельный вес 1,1967 г/см³; содержание влаги 11,76%; летучих кислот 2,1%; кислотное число 148,3; число омыления 267; нерастворимые в серном эфире 24,6%; суммарные фенолы 27,8%; нейтральные масла 23,5%.

Исследуемый древесный уголь обладает хорошей активизируемостью, так как он выжигается в циркуляционном потоке паров воды и неконденсируемых газов [2]. Технический состав древесного угля — летучие вещества 21,1; зола 0,78, нелетучий углерод 77,3%.

Указанные выше смеси тщательно перемешивали и продавливали через отверстия диаметром 4 мм. Полученные нити разрезали на цилиндрики длиной 5 мм. После этого полученные гранулы подвергали пиролизу в реторте с электрообогревом в течение 3 час при конечной температуре 360° С.

Активацию гранулированного угля-сырца проводили в горизонтальной трубчатой печи перегретым водяным паром при температуре 850—870° С. Были получены образцы активированного угля от 30- до 75%-ного обгара с интервалами в 10—15%.

Влияние продолжительности активирования на обгар углей показано в табл. 1. (Во всех таблицах и на рисунках образцы углей в по-

рядке возрастания обгара обозначены: № 1—5 — из лигнина и смолы; № 6—11 — из лигнина, угля и смолы; № 12—16 — из лигнинового угля и смолы).

Таблица 1

№ образца	Продолжительность активирования, мин	Обгар, %	№ образца	Продолжительность активирования, мин	Обгар, %
1	Не активирован	0	9	120	56,5
2	50	34,6	10	140	64,2
3	80	43,2	11	180	76,5
4	120	59,6	12	Не активирован	0
5	180	67,0	13	50	31,4
6	Не активирован	0	14	80	45,2
7	60	32,1	15	120	60,5
8	90	44,7	16	180	74,8

Суммарный объем пор. Поры в адсорбентах подразделяются на микро-, макро- и переходные. В адсорбции главную роль играют микропоры и переходные.

Суммарный объем пор вычисляют по истинному и кажущемуся удельным весам по формуле

$$V_{\Sigma} = \frac{1}{\delta} - \frac{1}{d}, \quad (1)$$

где V_{Σ} — суммарный объем пор, $см^3/Г$;
 d — истинный удельный вес, $Г/см^3$;
 δ — кажущийся удельный вес, $Г/см^3$.

Истинный удельный вес определяли с помощью пикнометров. Пикнометрическая жидкость — бензин. Кажущийся удельный вес определяли также пикнометрически, но зерна угля предварительно покрывали пленкой парафина. Истинный, кажущийся и гравиметрический удельные веса и суммарный объем пор (вычисленный по формуле (1)) приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ образца	Гравиметрический удельный вес, $Г/г$	Истинный удельный вес, $Г/см^3$	Кажущийся удельный вес, $Г/см^3$	Суммарный объем пор, $см^3/Г$
1	590	1,37	0,947	0,33
2	475	1,67	0,761	0,71
3	417	1,81	0,673	0,93
4	315	1,96	0,516	1,43
5	272	2,06	0,432	1,84
6	390	1,43	0,627	0,90
7	354	1,66	0,569	1,16
8	295	1,72	0,485	1,48
9	245	1,82	0,393	2,00
10	202	1,91	0,338	2,43
11	171	1,99	0,284	3,02
12	420	1,39	0,678	0,75
13	350	1,59	0,567	1,14
14	272	1,73	0,449	1,64
15	246	1,87	0,394	1,99
16	194	1,97	0,323	2,59

По литературным данным [5], [9] плотности активированных углей варьируют: от 0,03 до 1,0 — для гравиметрического удельного веса; от 0,3 до 1,3 — для кажущегося и от 1,2 до 2,1 — для истинного. Плотности полученных нами углей находятся в этих же пределах.

Из табл. 2 видно, что с увеличением обгара углей гравиметрический (насыпной) вес значительно падает. Это указывает на то, что в процессе активации происходит обгар не только наружных слоев угля, но и значительное выгорание его внутренних слоев. Истинный удельный вес и суммарный объем пор с увеличением обгара возрастают, а кажущийся удельный вес падает.

Объем микропор был определен двумя методами — по предельно-сорбционным объемам растворенных веществ и по измерению объема пара в виде жидкости, сорбированного углем до начала капиллярной конденсации. Первый метод основан на предположении равенства сорбционных объемов различных веществ гомологического ряда [18]. Полное количество растворенного вещества, находящееся в адсорбционном объеме, выражается формулой

$$a = x + V_a \cdot C,$$

где $V_a \cdot C$ — содержание растворенного вещества в адсорбционном объеме без учета каких-либо изменений концентрации в нем по сравнению с раствором. (При малых концентрациях величиной $V_a \cdot C$ можно пренебречь);

x — избыток растворенного вещества в адсорбционном объеме по сравнению с таким же объемом окружающего раствора;

$$x = \frac{V}{m} (C_0 - C),$$

где V — объем раствора;

m — масса адсорбента;

C_0 и C — начальная и равновесная концентрации.

Величина $x_{max} \cdot V_m$ (V_m — молярный объем) служит мерой объема микропор.

Установлено [7], что для определения объема микропор по адсорбции растворенных веществ можно использовать жирные кислоты и спирты, содержащие более трех углеродных атомов. Мы брали растворы масляной кислоты. Для снятия изотерм адсорбции были приготовлены растворы с концентрацией от 10 до 600 мМ/л. Навески (по 0,25 г) предварительно высушенного угля помещали в сухие колбы и заливали 25 мл раствора. После 48-часового стояния титрованием определяли равновесную концентрацию.

Изотермы адсорбции масляной кислоты из ее водных растворов показаны на рис. 1, а объем микропор — в табл. 3.

Для определения объема микропор и сорбирующих пор (микро + переходные) по второму методу были сняты изотермы адсорбции паров бензола на вакуумной установке с пружинными весами типа весов Мак-Бэна [9]. По равновесному давлению и провесу кварцевой пружины, растяжение которой фиксировали через отсчетный микроскоп, определяли адсорбцию паров бензола. По полученным данным построены изотермы адсорбции паров бензола (рис. 2).

Произведение количества адсорбированного пара (до начала капиллярной конденсации) на молярный объем дает объем микропор, а

Таблица 3

№ образца	Объем микропор по адсорбции, мМ/Г		Объем пор, см ³ /Г		
	масляной кислоты	паров бензола	переходных	сорбирующих	микропор
1	0,05	—	—	0,07	0,26
2	0,20	0,22	0,07	0,49	0,42
3	0,25	0,29	0,18	0,47	0,46
4	0,30	0,34	0,28	0,62	0,81
5	0,39	0,41	0,35	0,76	1,08
6	0,05	—	—	0,09	0,81
7	0,25	0,24	0,11	0,35	0,81
8	0,30	0,27	0,20	0,47	1,01
9	0,34	0,29	0,30	0,59	1,41
10	0,40	0,39	0,34	0,73	1,70
11	0,48	0,46	0,41	0,87	2,15
12	0,05	—	—	0,08	0,67
13	0,23	0,19	0,13	0,32	0,82
14	0,30	0,25	0,26	0,51	1,13
15	0,39	0,33	0,33	0,66	1,33
16	0,46	0,44	0,38	0,82	1,77

произведение общего количества адсорбированного пара на молярный объем дает объем сорбирующих пор (микро + переходные). Полученные данные см. в табл. 3. Сходимость результатов объема микропор по адсорбции масляной кислоты и паров бензола достаточно хорошая.

Полезный обгар и полезная пористость. Полезную пористость P выражали в виде процента полезного обгара по формуле

$$P = \frac{\Delta W \cdot d \cdot (100 - A)}{A} \cdot 100,$$

где ΔW — увеличение полезной пористости обгара угля A (%) по сравнению с неактивированным углем, см³/Г;

A — обгар угля, %;

d — истинный удельный вес углей, Г/см³.

В табл. 4 дано изменение полезного обгара и полезной пористости углей с ростом общего обгара углей.

Таблица 4

№ образца	Объем сорбирующих пор, см ³ /Г	Истинный удельный вес, Г/см ³	Обгар, %	Увеличение полезной пористости, см ³ /Г	Полезный обгар, %
1	0,07	1,37	—	—	—
2	0,29	1,67	34,6	0,22	69
3	0,47	1,81	43,2	0,40	95
4	0,62	1,96	59,6	0,55	73
5	0,76	2,06	67,0	0,69	70
6	0,09	1,43	—	—	—
7	0,35	1,66	32,1	0,26	91
8	0,47	1,72	44,7	0,38	81
9	0,59	1,82	56,5	0,50	70
10	0,73	1,91	64,2	0,64	68
11	0,87	1,99	76,5	0,78	48
12	0,08	1,39	—	—	—
13	0,32	1,59	31,4	0,24	83
14	0,51	1,73	45,2	0,43	90
15	0,66	1,87	60,5	0,58	71
16	0,82	1,97	74,8	0,74	49

Из табл. 4 видно, что процент полезного обгара достаточно высок почти для всех углей, за исключением углей с большим обгаром (75—76%), что указывает на преимущественный наружный обгар.

Удельная поверхность. Существует много различных методов измерения удельной поверхности пористых адсорбентов. Так, ее можно определить по адсорбции красителей из растворов. Например, считается, что 1 м² поверхности адсорбента сорбирует 1 мГ метиленовой голубой.

Метод БЭТ (Брунауэр, Эммет, Теллер) [3] заключается в нахождении точки перехода первоначального крутого подъема изотермы адсорбции к линейной, более пологой части. В этой точке завершается мономолекулярная адсорбция.

А. В. Киселев [8] предложил термодинамический метод определения поверхности адсорбентов из изотерм теплот сорбции паров. Он сравнил результаты вычислений удельной поверхности разными методами и показал, что результаты довольно хорошо сходятся.

Удельная поверхность полученных нами углей была вычислена по методу БЭТ. Результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5

№ образца	Обгар, %	Сорбция бензола, мМ/Г	Удельная поверхность, м ² /Г	№ образца	Обгар, %	Сорбция бензола, мМ/Г	Удельная поверхность, м ² /Г
1	—	—	—	9	56,5	3,3	432
2	34,6	2,5	326	10	64,2	4,3	561
3	43,2	3,3	432	11	76,5	5,3	692
4	59,6	3,9	510	12	—	—	—
5	67,0	4,6	600	13	31,4	2,3	300
6	—	—	—	14	45,2	2,8	365
7	32,1	2,7	352	15	60,5	3,8	496
8	44,7	3,0	392	16	74,8	5,0	653

Из таблицы видно, что с увеличением обгара удельная поверхность увеличивается и достигает 692 м²/Г.

Динамическая активность. Динамическая активность характеризует адсорбент при работе его в токе воздуха, содержащего примесь газов или паров. Она определяется временем защитного действия слоя сорбента, которое зависит от природы газа или пара и сорбента, а также от условий опыта (концентрации пара, скорости подачи паровоздушной смеси, температуры опыта, длины слоя сорбента и т. д.). Слой сорбента считается отработанным, если за ним появляются следы газа или пара.

Динамическую активность полученных нами активированных углей измеряли по парам бензола на приборе М. М. Дубинина [5]. Индикатором служил 2%-ный свежеприготовленный раствор нитрита натрия в концентрированной серной кислоте (бесцветный раствор в присутствии паров бензола приобретает желтую окраску).

Условия опыта — скорость подачи паровоздушной смеси 0,5 л/мин · см²; концентрация паров бензола 30 мГ/л; температура опыта 20° С [4].

С каждым образцом было проведено пять опытов при длине слоя L , равной 2, 4, 6, 8 и 10 см.

Числовые значения времени защитного действия τ слоев угля различной длины, определенные опытом; значения коэффициентов защитного действия K ; потери времени защитного действия τ_0 , найденные из графиков зависимости τ — L (рис. 3), даны в табл. 6.

Таблица 6

№ образца	Время защитного действия (мин) при длине слоя, см					K	τ_0
	2	4	6	8	10		
	2	1,5	7,8	18,8	26,2		
3	2,1	9,5	24,5	42,1	58,9	8,4	24,5
4	2,5	9,9	25,6	48,5	64,2	9,3	28
5	2,8	10,5	30,8	51,2	75,1	11,3	35
7	0,9	4,9	12,8	22,6	29,2	3,9	10
8	1,6	6,7	15,5	27,8	38,6	5,3	14
9	1,9	8,1	19,8	31,5	45,8	6,6	20
10	2,8	8,4	20,1	35,2	50,1	7,6	26
11	3,0	8,9	20,6	37,5	54,2	8,9	32
13	1,5	6,6	12,0	22,5	30,2	4,0	9
14	2,4	7,4	19,5	29,7	42,8	6,2	18
15	3,1	9,8	23,2	40,3	54,8	8,3	27,5
16	2,8	10,1	21,7	40,6	58,5	9,2	32

Из табл. 6 видно, что время защитного действия увеличивается с ростом обгара и с длиной слоя активированного угля. Потеря этого времени и коэффициент защитного действия также увеличиваются с обгаром.

Статическую активность сорбента, отвечающую условиям опыта динамической работы слоя, определяют из уравнения [5]

$$a_{ст} = \frac{K \cdot V \cdot C_0}{\gamma}$$

где K — коэффициент защитного действия слоя угля длиной 1 см, мин/см;

V — скорость подачи паровоздушной смеси, л/мин · см²;

C_0 — концентрация пара в паровоздушной смеси, мМ/л;

γ — гравиметрический удельный вес угля, Г/см³.

Количество пара, задержанное слоем сорбента при динамической работе до момента проскока, определяют по формуле

$$a_d = C_0 \cdot V \cdot \tau,$$

где C_0 — концентрация пара, мМ/л;

V — скорость подачи паровоздушной смеси, л/мин;

τ — время защитного действия, мин.

Коэффициент использования η статической сорбционной емкости угля при работе его в динамических условиях выражается отношением величины динамической адсорбции к величине адсорбции в статических условиях

$$\eta = \frac{a_d}{a_{ст}} \cdot 100.$$

Результаты измерения статической и динамической активностей, а также коэффициенты использования емкости углей в условиях динамической работы слоя при скорости подачи паровоздушной смеси 0,5 л/мин · см² или (при сечении динамической трубки в 3,14 см²) 1,57 л/мин, длине слоя угля 10 см, концентрации бензола в паровоздушной смеси 30 мГ/л (или 0,384 мМ/л) и температуре 20°С даны в табл. 7.

Из этой таблицы видно, что с увеличением обгара и статическая и динамическая активности активированного угля возрастают. Коэффи-

Таблица 7

№ образца	$\frac{mM}{G}$ $a_{ст}$	$\frac{mM}{G}$ $a_{д}$	η	№ образца	$\frac{mM}{G}$ $a_{ст}$	$\frac{mM}{G}$ $a_{д}$	η
2	0,96	0,71	74	10	1,46	0,96	65
3	1,61	1,13	70	11	1,71	1,03	60
4	1,79	1,23	69	13	0,77	0,58	75
5	2,17	1,43	66	14	1,19	0,82	69
7	0,75	0,56	75	15	1,60	1,05	66
8	1,02	0,74	72	16	1,77	1,12	63
9	1,27	0,88	69				

цент использования с увеличением обгара несколько снижается, что можно объяснить недостатком времени для диффузии молекул бензола во внутренние слои зерен угля вследствие небольшой длины слоя угля.

Таким образом, мы показали возможность получения гранулированного активированного угля из гидролизного лигнина при применении в качестве связующего березовой смолы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 5, 1958. [2]. О. В. Бронзов, В. Н. Козлов. Сборник работ лаборатории лесохимии. Вып. 2, АН СССР, М.—Л., 1958. [3]. Стефан Брунауэр. Адсорбция газов и паров. Изд-во ИЛ, М., 1948. [4]. ГОСТ 8703-58. [5]. М. И. Дубинин. Физико-химические основы сорбционной техники. ОНТИ, М., Госхимиздат, 1935. [6]. Н. Ф. Ермоленко, И. П. Кутанов, Л. И. Малишевская. Труды института лесохозяйственных проблем. Вып. 16, изд. АН Латвийской ССР, Рига, 1958. [7]. А. В. Киселев, К. Д. Щербакова. Адсорбция из растворов и микропористость активированных углей. ДАН СССР, 45, 257, 1944. [8]. А. В. Киселев. Новые адсорбционные методы определения поверхности адсорбентов. Журн. «Успехи химии» XIV, 367, 1945. [9]. Д. ж. В. Мак-Бэн. Сорбция газов и паров твердыми телами. ОНТИ, М.—Л., Госхимиздат, 1934. [10]. Н. И. Никитин. Химия древесины. 1951. [11]. В. Г. Панасюк. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 2, 1953. [12]. В. Г. Панасюк. Труды Ленинградской лесотехнической академии. Вып. 75, Л., 1956. [13]. Т. Г. Плаченов, С. И. Сухановский, М. И. Чудаков, Е. И. Ахмина. Труды института лесохозяйственных проблем. Вып. 16, изд. АН Латвийской ССР, Рига, 1958. [14]. А. И. Скриган, Т. В. Мурашкевич, А. И. Козлов, А. Н. Минин. Труды института лесохозяйственных проблем. Вып. 16, изд. АН Латвийской ССР, Рига, 1958. [15]. С. И. Сухановский, М. И. Чудаков. Труды Ленинградской лесотехнической академии. Вып. 75, Л., 1956. [16]. С. И. Сухановский. Труды Ленинградской лесотехнической академии. Вып. 75, Л., 1956. [17]. С. Н. Ушаков, М. И. Матвеев. Журн. «Гидролизная промышленность» № 4, 1948. [18]. К. Д. Щербакова, А. В. Киселев. Предельная адсорбция из растворов активированным углем. Сборник работ по физической химии, АН СССР, М.—Л., 1947.

Поступила в редакцию
29 ноября 1963 г.

УДК 661.728.8

О РЕАКЦИИ АЛКОГОЛИЗА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В СРЕДЕ РАЗЛИЧНЫХ АЛИФАТИЧЕСКИХ СПИРТОВ**В. И. ОРЛОВ**

Аспирант

В. И. ШАРКОВ

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Многие исследователи показали существование в целлюлозе участков, отличающихся пониженной реакционной способностью при гидролизе, алкоголизе и ферментативном расщеплении, а также повышенной стойкостью при термическом воздействии. В целлюлозных фибриллах эти участки перемежаются с участками, имеющими повышенную реакционную способность, повышенную способность к набуханию и меньшую плотность. Эту неоднородность в надмолекулярной структуре целлюлозных фибрилл большинство исследователей объясняют тем, что расположенные параллельно макромолекулы целлюлозы переменным образом образуют плотные и рыхлые участки, причем каждая макромолекула при ее достаточной длине последовательно проходит ряд таких участков. Величина этих участков и их способность у разных целлюлоз различны и в известной степени отражают историю их образования и обработки [9].

В отличие от этой гипотезы в последнее время [10] развивается новое представление, по которому трудно реагирующие участки целлюлозы имеют складчатую структуру, обнаруженную при кристаллизации многих линейных полимеров [8]. В этой структуре каждая макромолекула целлюлозы, многократно перегибаясь под углом 180° , складывается в пластинчатые кристаллы, связанные между собой отдельными отрезками макромолекул, общими для двух соседних складчатых структур.

Несмотря на различное объяснение структуры плотных и рыхлых участков в толще целлюлозы, самый факт их существования, по-видимому, не вызывает сомнения. Но свойства этих образований в надмолекулярной структуре изучены весьма слабо и ограничиваются почти исключительно частичным гидролизом. Между тем, как было показано рядом исследователей [1], гидролиз целлюлозы практически всегда сопровождается процессами уплотнения, что должно привести к искажению результатов. В связи с этим большой интерес должны представлять реакции гетерогенного расщепления целлюлозы в неводных средах, например, алкоголиз, позволяющий в известной степени затормозить процесс уплотнения. Однако в этом вопросе осталось еще много неясного. Так, например, в одной из работ [4] было показано, что при увеличе-

нии молекулы алифатического спирта от C_1 до C_4 наблюдается постепенное замедление реакции алкоголиза и увеличение предельной степени полимеризации в остатках целлюлозы, однако природа этого явления выяснена не была.

С целью изучения этого явления мы провели алкоголиз абс. сухой целлюлозы в среде различных алифатических спиртов. Были исследованы: беленая длинно-волокнистая хлопковая целлюлоза; та же целлюлоза, предварительно подвергавшаяся мерсеризации 18%-ным едким натром при $15^\circ C$ в течение одного часа; исходная хлопковая целлюлоза, подвергнутая сухому размолу в мельнице ВНИГС при нормальной температуре в течение 30 мин.

Алкоголиз препаратов целлюлозы осуществляли в запаянных стеклянных ампулах, содержавших смеси безводных алифатических спиртов с 10% по весу моногидрата серной кислоты. На определенное время ампулы опускали в кипящую баню. По окончании обработки ампулы вынимали, охлаждали холодной водой, вскрывали и нерастворившийся остаток целлюлозы переносили на стеклянный фильтр № 3, где его промывали абсолютным этанолом до нейтральной реакции [1]. По разности весов до и после реакции высчитывали количество растворившейся целлюлозы. По этим данным с помощью уравнения для реакции первого порядка вычисляли значения минутных констант скорости алкоголиза целлюлозы в промежутках времени. В остатке целлюлозы была определена степень полимеризации по методу Деринга [7].

В табл. 1 даны результаты алкоголиза хлопковой целлюлозы высшими алифатическими спиртами с 10% H_2SO_4 при $100^\circ C$.

Данные табл. 1 показывают, что скорость растворения всех препаратов целлюлозы вначале падает от метилового спирта к бутиловому и амиловому, а затем начинает увеличиваться и в дециловом спирте значительно превышает скорость растворения целлюлозы в метаноле.

Таким образом, скорость реакции алкоголиза изменяется по сложной кривой с минимумом у спиртов с C_4 и C_5 . По интенсивности алкоголиза на первом месте стоит размолотая целлюлоза (удельный вес 1,500), потом мерсеризованная (удельный вес 1,523) и затем природная хлопковая целлюлоза (удельный вес 1,545). Следовательно, чем плотнее целлюлоза, тем медленнее она реагирует при алкоголизе в исследованных средах.

Спирт	Исходная целлюлоза					
	перешло в раствор целлюлозы					
	0	45	90	180	360	540
Метилловый	1,5	3,4	5,2	6,9	10,7	14,3
Этиловый	0,9	2,8	3,9	6,1	10,4	13,9
Пропиловый	0,8	2,5	3,6	6,0	8,5	—
Бутиловый	0,8	1,5	2,2	3,6	5,7	10,5
Амиловый (изо)	0,8	1,6	2,4	3,7	5,8	—
Гексиловый	0,9	1,8	2,4	4,3	7,0	9,8
Гептиловый	0,9	2,2	2,8	5,4	8,1	—
Октиловый	0,90	2,8	4,0	6,8	10,0	—
Нониловый	1,1	2,9	4,5	7,1	11,9	16,3
Дециловый	1,2	3,6	6,7	11,9	21,2	—
Смесь $C_{10}H_{21}OH-C_{16}H_{33}OH$	2,0	7,5	11,3	15,9	24,3	32,1
Смесь $C_{13}H_{27}OH-C_{14}H_{29}OH$	2,2	6,8	10,3	17,8	30,9	—

Из рис. 1 видно, что так же, как и при гидролизе [6], при алкоголизе целлюлозы скорость растворения протекает равномерно. Вначале быстро подвергаются расщеплению наиболее реакционно способные участки макромолекул.

После их растворения константа принимает постоянное значение, характерное для различных спиртов. Точка перехода в горизонталь на этих кривых отвечает примерно количеству легко реагирующей части в целлюлозе. Положение этой точки в различных спиртах не одинаково, что указывает на разное количество реакционно способной части в природной целлюлозе в зависимости от среды. Так, например, в тридециловом спирте эта точка лежит около 15% от веса целлюлозы, в дециловом — около 12% и в этиловом около 10. Величина константы скорости растворения хлопковой целлюлозы на горизонтальном участке, то есть в зоне растворения трудно реагирующей целлюлозы, также оказалась различной и зависящей от природы среды. Эта константа уменьшается от метанола к амиловому спирту и затем снова увеличивается к тридециловому спирту. Аналогичная зависимость наблюдается также при алкоголизе мерсеризованной (рис. 2) и размолотой целлюлозы (рис. 3).

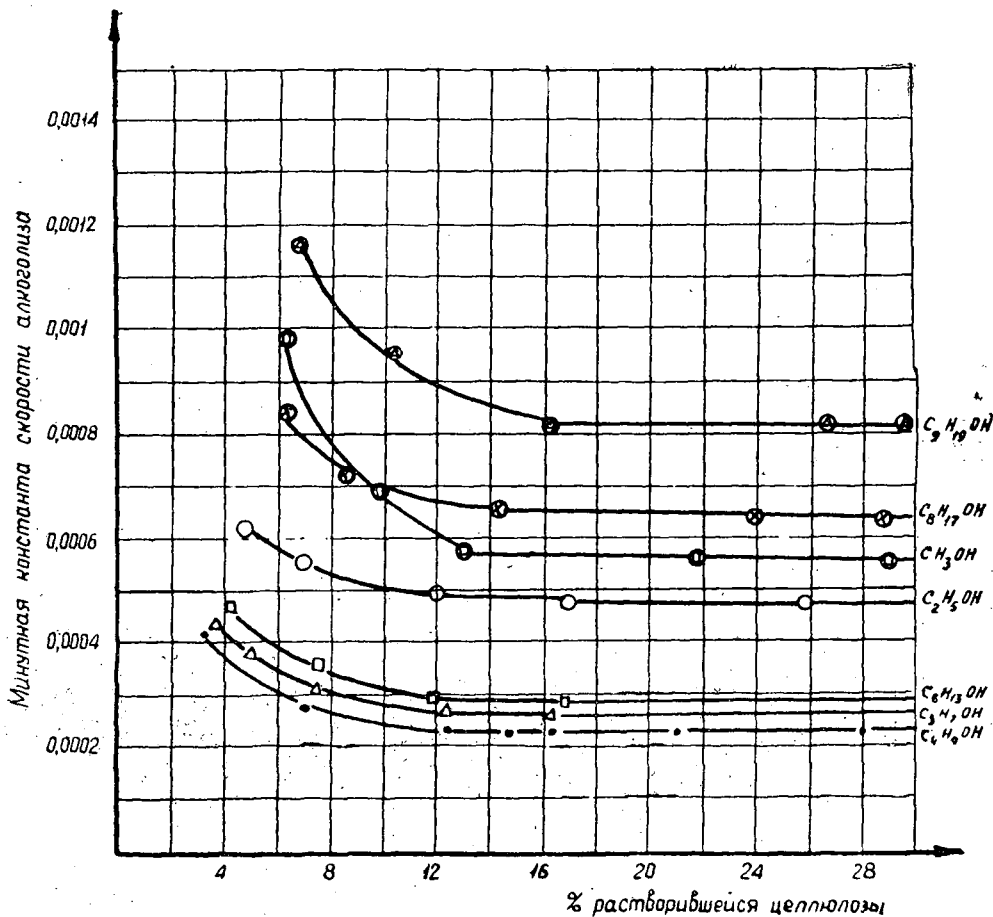


Рис. 2.

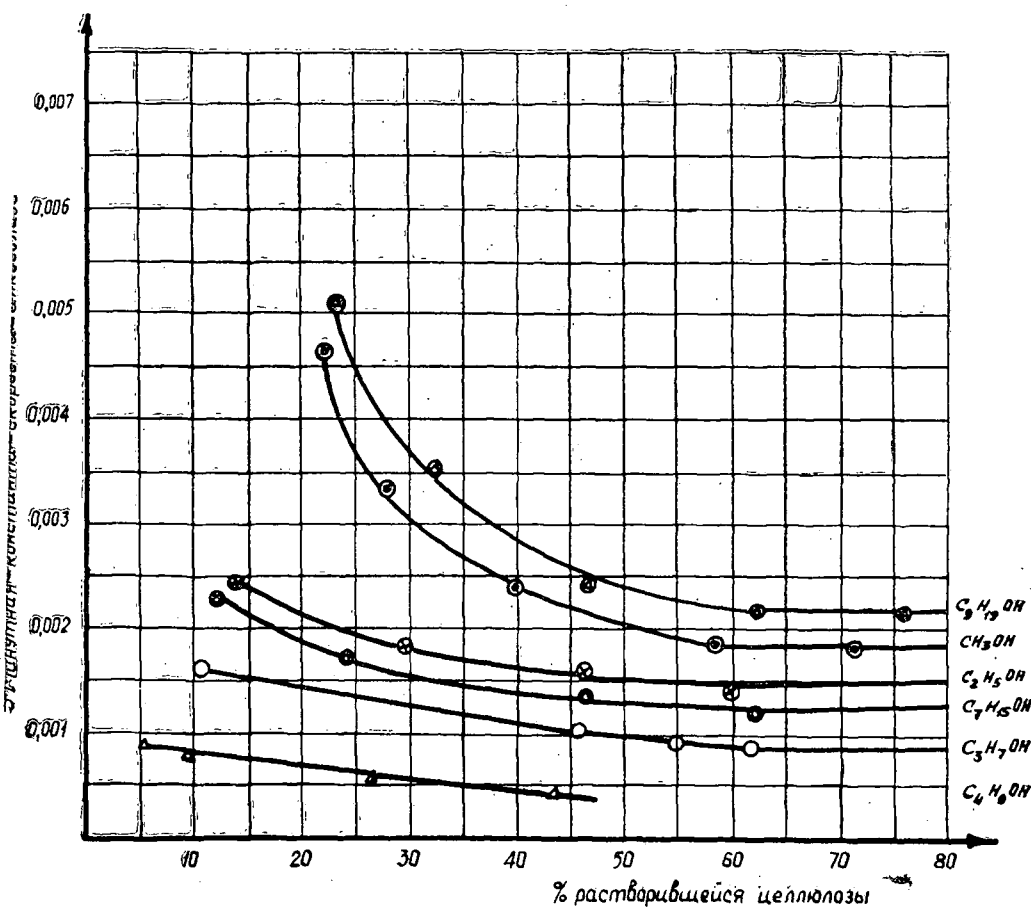


Рис. 3.

На рис. 4 показано изменение константы скорости алкоголиза трудно реагирующей части препаратов целлюлозы ($K_{т.р.}$) в зависимости от состава спиртов. Из рис. 4 видно, что влияние состава спиртов на скорость алкоголиза целлюлозы проявляется наиболее резко у размолотой, несколько меньше у мерсеризованной и еще слабее у природной целлюлозы. Уменьшение скорости алкоголиза целлюлозы в среде спиртов от метилового к бутиловому и амиловому можно было бы объяснить снижением степени набухания целлюлозы в этих спиртах при переходе от C_1 к C_4 [2]. Однако причина дальнейшего увеличения скорости реакции при переходе от C_6 к C_{13} и выше оставалась неясной. Поскольку данных о набухании целлюлозы в этих спиртах мы не имели, были поставлены эксперименты по измерению степени набухания целлюлозы в спиртах от C_1 до C_{18} .

Измерение проводили путем взвешивания кусочков высушенного до постоянного веса целлофана перед опусканием в различные спирты и после выдержки в них в течение 48 час при $20^\circ C$. Полученный вес поглощенного спирта пересчитывали на объем. Степень набухания целлофана условно выражали в миллиметрах поглощенного спирта на 100 г абс. сухого целлофана. Полученные данные приведены на рис. 5. Этот рисунок показывает, что степень набухания целлюлозы в спиртах

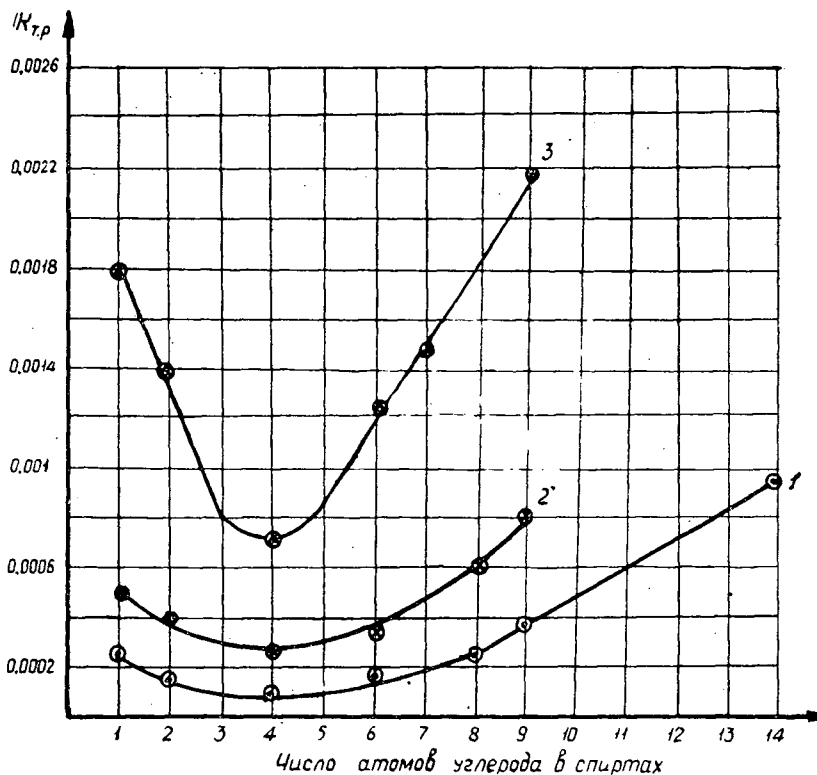


Рис. 4.

1 — исходная хлопковая целлюлоза; 2 — мерсеризованная; 3 — размоленная целлюлоза.

изменяется по сложной зависимости. Так же, как и в предыдущих исследованиях [1], мы наблюдали постепенное снижение набухания целлюлозы в спиртах с C_1 до C_4 и C_5 . При переходе от C_5 к C_{13} наблюдалось непрерывное увеличение степени набухания целлюлозы, которая к C_{18} снова быстро упала.

Полученная зависимость набухания целлюлозы от величины молекулы алифатического спирта (рис. 5) соответствует кривым на рис. 4, отражающим зависимость скорости алкоголиза целлюлозы от размера молекул спиртов. Этот вывод подтверждается также рис. 6, на котором показана зависимость между степенью набухания целлофана и константой скорости алкоголиза хлопковой целлюлозы в различных спиртах. Таким образом, можно предположить, что разница в скоростях алкоголиза разных целлюлоз определяется степенью набухания их в различных спиртах. Поскольку мерсеризованная и особенно размоленная целлюлоза имеет разрыхленную структуру с ослабленными водородными связями, она легче должна набухать в различных спиртах и соответственно легче подвергается алкоголизу. Этот вывод подтверждается результатами измерений, приведенными на рис. 4.

Как указывалось выше, в остатках целлюлозы после алкоголиза определяли степень полимеризации путем измерения вязкости в медно-аммиачном растворе.

На рис. 7 показано изменение степени полимеризации исходной хлопковой целлюлозы, на рис. 8 — размоленной целлюлозы при алкоголизе высшими спиртами за различные промежутки времени. Данные

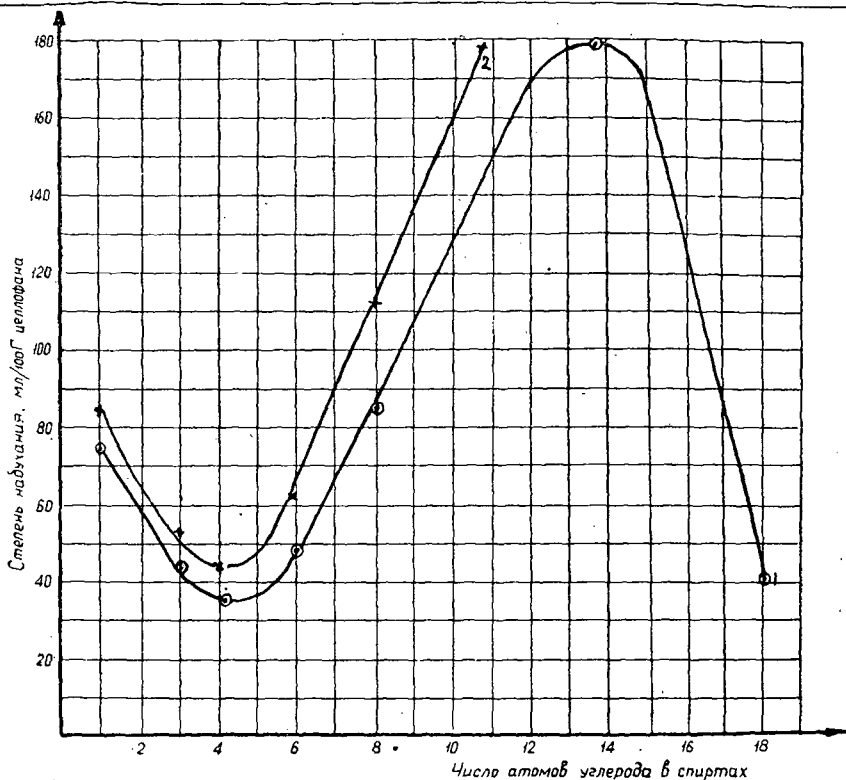


Рис. 5. 1 — степень набухания целлофана в алифатических спиртах; 2 — степень набухания сульфитной целлюлозы в алифатических спиртах.

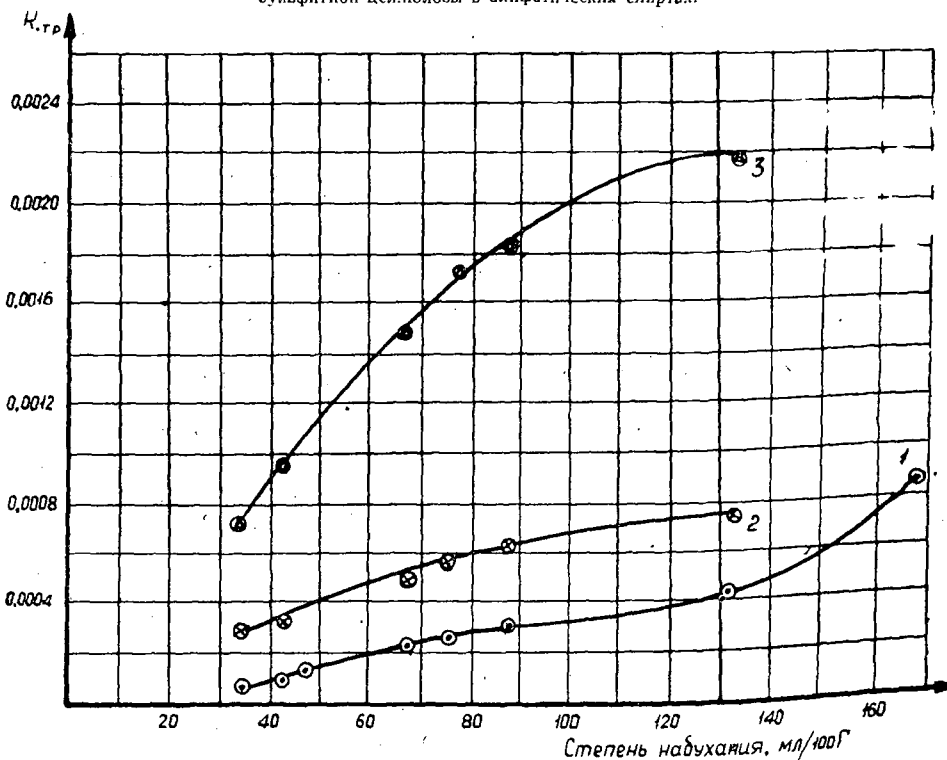


Рис. 6. 1 — исходная хлопковая целлюлоза; 2 — мерсеризованная; 3 — размолотая целлюлоза.

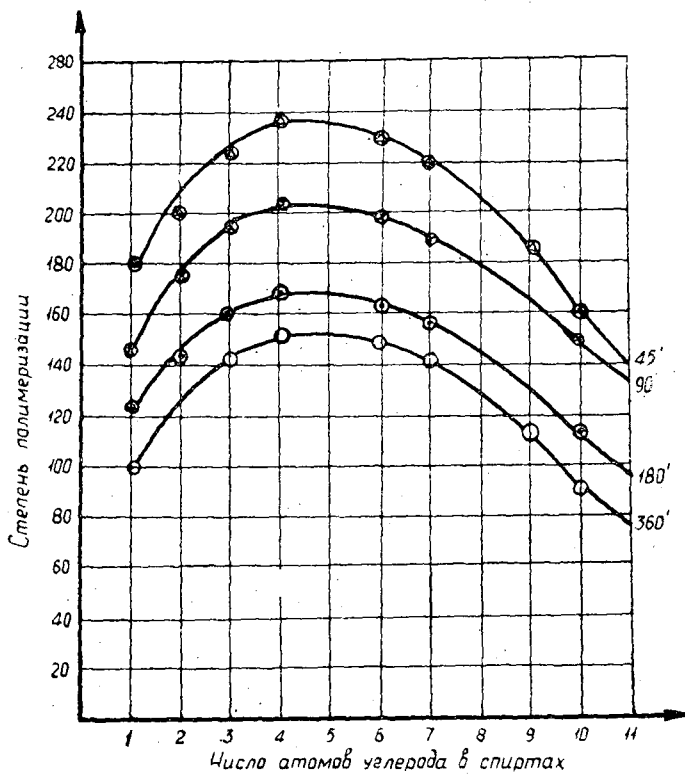


Рис. 7.

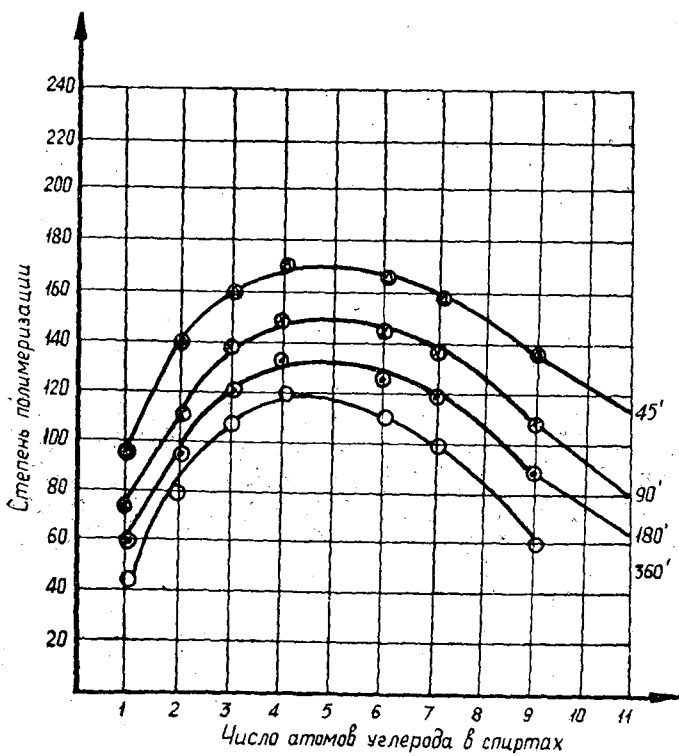


Рис. 8.

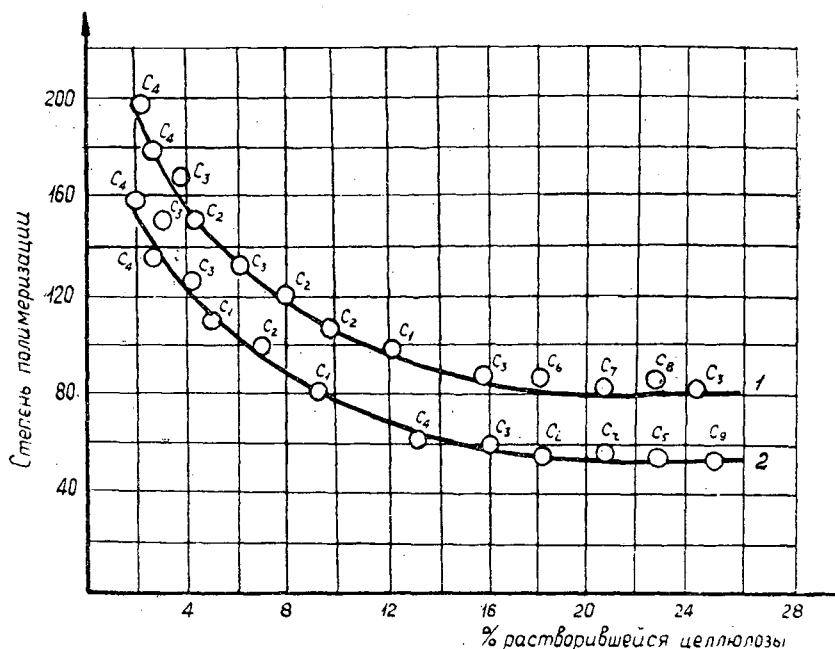


Рис. 9.

1 — исходная хлопковая целлюлоза; 2 — мерсеризованная целлюлоза.

рис. 7 и 8 показывают, что степень полимеризации целлюлозы при алкоголизе в равные промежутки времени изменяется в зависимости от характера спирта по кривой с максимумом, отвечающим минимальной степени набухания и минимальной скорости алкоголиза. Чтобы выяснить природу этого явления, на рис. 9 была построена зависимость между степенью полимеризации остатков целлюлозы и отвечающей ей растворимостью целлюлозы в разных спиртовых средах при температуре 100°C . Из рис. 9 видно, что степень полимеризации практически не зависит от характера спиртовой среды, а зависит от глубины растворения целлюлозы.

Таким образом, данные на рис. 7 и 8 определяются главным образом скоростью растворения целлюлозы в разных спиртовых средах. Рис. 9 показывает также, что при алкоголизе целлюлозы в среде алифатических спиртов степень полимеризации ее вначале быстро уменьшается и после растворения 8—10% целлюлозы (то есть после удаления легко реагирующей части) приобретает практически постоянное значение, близкое к 140—150. Эта величина несколько меньше, чем предельная степень полимеризации хлопковой целлюлозы при ее гидролизе [3]. Эту разницу можно объяснить частичным уплотнением целлюлозы под влиянием воды в процессе гидролиза.

Приведенные выше данные показывают, что реакционная способность целлюлозы при алкоголизе в среде различных спиртов в значительной степени зависит от набухания целлюлозы в этих средах. Чем сильнее набухает целлюлоза, тем быстрее протекает ее алкоголиз. Так же, как и при гидролизе, при алкоголизе целлюлозы в различных спиртах обнаруживается существование в ней легко и трудно реагирующих участков и скорость алкоголиза трудно расщепляемых участков зави-

сит от надмолекулярной структуры целлюлозы и от характера реакционной среды. Степень расщепления макромолекул целлюлозы при алкоголизе (при одинаковой степени растворения ее) практически не зависит от характера спирта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. И. Корольков, В. И. Шарков, Е. Н. Гарманова. ЖПХ. Т. 30, стр. 586, 1957. [2]. Х. Ч. Усманов, М. С. Нигманходжаева, И. Х. Хакимов, М. Алимбеков а. Доклады АН Узбекской ССР № 2, стр. 19, 1963. [3]. В. И. Шарков. Труды института лесохозяйственных проблем. Т. 8, стр. 23, 1955. [4]. В. И. Шарков, И. И. Корольков, Е. Н. Гарманова. ЖПХ. Т. 30, стр. 1668, 1957. [5]. В. И. Шарков, М. И. Корольков. Журн. «Высокомолекулярные соединения». Т. 1, стр. 730, 1959. [6]. В. И. Шарков, В. П. Леванова. Журн. «Высокомолекулярные соединения». Т. 5, стр. 729, 1963. [7]. H. Doering. Der Papierfabrikant № 13, S. 80, 1940. [8]. A. Keller. Polymer. London. 3, 393, 1962. [9]. I. Linderat. Svensk papperstidn. 59, 37, 1956. K. Hess. Das Papier. 11, 553, 1957. R. Bartunek. Das Papier. 12, 14, 1954. B. Rénby. Die Makromolekul. Chem., 13, 40, 1954. [10]. K. Storks. I. Amer. Chem. Soc., 10, 1753, 1953.

Поступила в редакцию
8 января 1965 г.

УДК 668.545

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЛИГНИНОМ И ДРУГИМИ КОМПОНЕНТАМИ ДРЕВЕСИНЫ

Ю. С. ПИЛИПЧУК

Старший преподаватель

Р. З. ПЕН

Старший преподаватель

А. В. ФИНКЕЛЬШТЕЙН

Доцент, кандидат химических наук

(Сибирский технологический институт)

До сих пор отсутствует единое мнение о природе связи лигнина с другими компонентами растительной ткани. Хотя большинство исследователей признают химический характер этой связи, но ее тип однозначно не установлен. В частности, неоднократно была высказана мысль [1], [2], [3], [4], [5], [6], что упомянутая связь имеет сложнэфирный характер.

В связи с тем, что ранее [7] мы весьма убедительно идентифицировали частоты в ИК-спектрах лигнина, обусловленные наличием сложнэфирных групп, появилась возможность спектроскопически проверить указанную точку зрения.

На рис. 1 приведены инфракрасные спектры: кривая 1 — еловой древесины; 2 — ацелированного лигнина Бьеркмана; 3 — холоцеллюлозы; 4 — лигнина Бьеркмана; 5 — смеси лигнина и холоцеллюлозы (в отношении 3 : 7).

Спектры сняты на спектрофотометре ИКС-14 с призмой из NaCl. Образцы были приготовлены по описанной нами ранее методике [8]. Как видно из рисунка, в ИК-спектрах лигнина, холоцеллюлозы и их смесей в области $1735-1750\text{ см}^{-1}$ полосы поглощения практически отсутствуют или очень слабо выражены; в ИК-спектрах древесины и продуктов ацелирования лигнина в указанной области полосы поглощения очень интенсивны.

Поскольку мы установили, что в области $1735-1750\text{ см}^{-1}$ полоса обусловлена наличием сложнэфирных связей в продуктах ацелирования лигнина, ее присутствие и значительная интенсивность в ИК-спектре древесины ели свидетельствует, по нашему мнению, о наличии подобной связи между лигнином и другими компонентами древесины.

Количество ацетильных групп в еловой древесине очень мало, поэтому только их присутствием не может быть объяснено столь интенсивное поглощение в области $1735-1750\text{ см}^{-1}$ какое имеет место в спектре древесины.

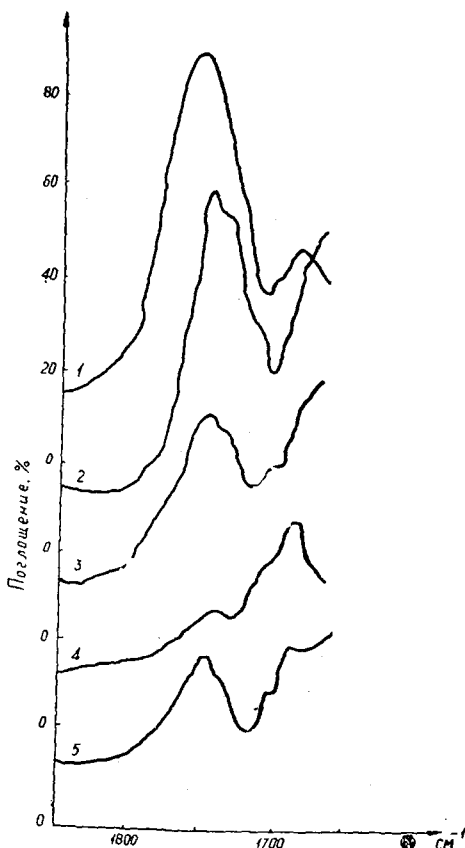


Рис. 1.

Полученные нами результаты лишь подтверждают наличие сложноэфирной связи в древесине, но не исключают возможности существования других типов связи между лигнином и углеводными компонентами древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1962 г. Вып. 2, Сибирский технологический институт, Красноярск, 1963, стр. 36.
 [2]. В. М. Резников, Ю. С. Пилипчук, Л. С. Соловьев. Материалы первой научной конференции комплексной проблемной лаборатории. Стр. 36, изд. СТИ, Красноярск, 1961.
 [3]. Н. Р. Bhattacharjee, H. J. Callow, J. Textil. Inst. 43, 53, 1952.
 [4]. L. F. Hawley, A. G. Norman. Ind. Eng. Chem. 24, 1190, 1932. [5]. Th. Lieser, V. Schwind. Ann. 532, 194, 1937. [6]. D. H. Foster, G. Schwerin, W. E. Cohen. Australian J. Sci. Research, A3, 504, 1950. [7]. P. B. Sarkar. Indian Textil J. 58, 145, 1947. [8]. I. Tachi, N. Yamamoto. J. Agr. Chem. Soc. Japan, 25, 521, 1951.

Поступила в редакцию
13 июля 1964 г.

УДК 634.0.864.4 : 634.0.892.6

К ВОПРОСУ О РЕАКЦИИ КОНДЕНСАЦИИ ФЕНОЛ-ЛИГНИН- ФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ

Сообщение 1.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ КОНДЕНСАЦИИ СМОЛ НА ОСНОВЕ ЛИГНИНА МЕТОДОМ БУМАЖНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

А. А. СОКОЛОВА

Старший научный сотрудник, кандидат технических наук

Л. А. СЕМАКОВА, Е. В. НАЗАРЬЕВА

Младшие научные сотрудники

(Архангельский институт леса и лесохимии)

В настоящее время особо важным становится получение новых синтетических материалов на основе дешевого и доступного сырья. В одной из работ было показано [1], что одним из видов такого сырья для синтеза новолачных и резольных смол различного назначения является щелочной лигнин — многотоннажный отход сульфатно-целлюлозного производства. Однако до сих пор нет полной ясности в вопросе о реакции конденсации лигнина с фенолом и формальдегидом, что затрудняет разработку и интенсификацию технологического процесса синтеза смол на основе лигнина.

Целью настоящего исследования явилось изучение реакции конденсации фенол-лигнин-формальдегидных смол (путем сравнительного анализа качественного состава продуктов реакции этих и фенол-формальдегидных смол) методом бумажной хроматографии. Указанные смолы синтезировали в лабораторных условиях по ранее разработанным методам с применением щелочного и кислого катализаторов. Для синтеза были использованы следующие химически чистые компоненты: фенол кристаллический свежеперегнанный; формалин (ГОСТ 1685—42) с содержанием 38,4% формальдегида; серная кислота удельного веса 1,84; едкий натр с маркой Х. Ч.; щелочной сульфатный лигнин (освобожденный от смолистых, жировых и водорастворимых веществ) марки Л-59 с содержанием золы 0,62; метоксильных групп 13,02; гидроксильных 10,18; карбоксильных 4,05%.

Хроматографирование смол, отбираемых в процессе их конденсации через определенные промежутки времени, производили по восходящему методу на бумаге «быстрая Ленинградская» с использованием следующих систем растворителей: вода, насыщенная углекислотой до $\text{pH} = 4,0-4,5$; бензол — уксусная кислота — вода (10:4:1); бутанол — 25%-ный аммиак (4:1).

Из литературы [7], [8] известно, что первый растворитель разделяет продукты реакции конденсации фенола с формальдегидом по количест-

ву фенольных ядер, второй — по количеству метилольных групп в ядре и, наконец, третий — по положению заместителей в бензольном кольце. Для проявления хроматограмм мы использовали диазотированную сульфаниловую кислоту (ДСК) [2]. Идентификацию образующихся промежуточных продуктов реакции конденсации изучаемых смол проводили на основании значений R_f для аналогичных продуктов фенол-формальдегидной конденсации, заимствованных из литературных источников [7, 8].

Кроме того, с целью подтверждения имеющихся в литературе значений R_f , нами были прохроматографированы промежуточные продукты конденсации фенол-формальдегидной смолы, синтезированной по Пиру [8].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1. Синтез резольных смол и их исследование в процессе конденсации

Исследованию подвергали фенол-лигнин-формальдегидную и фенол-формальдегидную смолы резольного характера, синтезированные по ранее разработанному режиму [1], [5], [6], который в основном сводится к следующему.

В трехгорлую колбу, снабженную мешалкой, термометром и обратным холодильником, загружали кристаллический фенол в количестве 94 г (1 моль) и концентрированную серную кислоту (0,5 мл). После нагревания до 60°C при сильном перемешивании вводили щелочной лигнин (100 г). Полученную смесь нагревали до 110°C, выдерживали при этой температуре 30 мин, охлаждали до 90°C и прибавляли 10%-ный раствор едкого натра (150 мл). Затем смесь снова нагревали до 60°C и прибавляли формальдегид в количестве 45 г (1,5 моля). Начинаясь экзотермическая реакция, сопровождающаяся повышением температуры до 74°C. Через 2, 4, 6, 10, 15, 30 и 45 мин с момента прибавления формальдегида отбирали пробы смол (по 2 мл каждой). После растворения их в воде и нейтрализации 50%-ной уксусной кислотой пробы хроматографировали и на основании полученных хроматограмм производили идентификацию продуктов реакции.

В синтезе фенол-формальдегидных смол операция с вводом лигнина отсутствовала.

Сравнительный анализ данных показывает, что реакция конденсации резольных смол с лигнином проходит аналогично указанной реакции без лигнина, так как сопровождается образованием одних и тех же промежуточных продуктов, главным образом, одноядерных фенолоспиртов с различным содержанием метилольных групп. Однако скорость образования некоторых из них у смол с лигнином несколько замедлена.

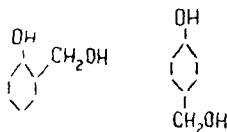
2. Синтез новолачных смол и их исследование в процессе конденсации

Исследованию были подвергнуты фенол-лигнин-формальдегидная и фенол-формальдегидная смолы, синтезированные также по ранее разработанному для этих смол режиму [1], [3], [4], который в основном сводился к следующему. К навеске фенола (94 г), помещенной в трехгорлую колбу (снабженную мешалкой, обратным холодильником и термометром) при температуре 60°C добавляли концентрированную серную кислоту (2 г). После нагревания в течение 10 мин при 105—110°C, сильно перемешивая, вводили лигнин (100 г). Выдерживали 2 час при 120—126°C, охлаждали до 80°C и быстро вводили формальдегид (17 г). Пробы отбирали через 2, 4, 6, 10, 15, 30 и 45 мин с момента введения фор-

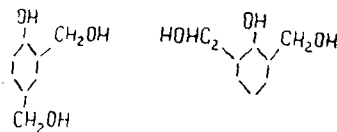
мальдегида (температура реакции за счет экзотермии поднимается до 80°C). После нейтрализации уксусной кислотой отобранных проб смол последние хроматографировали и проводили идентификацию продуктов реакции.

Проводя сравнительный анализ данных, отмечаем, что реакция конденсации новолачных смол на основе лигнина как бы отличается от аналогичной реакции упомянутых смол без лигнина, так как характеризуется образованием (наряду с двухядерными фенолами) одноядерных фенолоспиртов (о — оксibenзиловых). Однако последние по ходу реакции постепенно исчезают. Это говорит о том, что реакция конденсации новолачных смол на основе лигнина проходит значительно медленнее по сравнению с аналогичной реакцией для фенол-формальдегидной смолы.

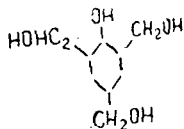
Сравнивая состав образующихся продуктов при реакции конденсации смол (на основе лигнина), полученных с кислотным и щелочным катализаторами, в принятых условиях синтеза можно констатировать следующее. При синтезе указанных смол со щелочным катализатором в качестве промежуточных продуктов образуются орто- и пара- оксibenзиловые спирты



2,4, — 2,6 — диметиллолфенолы



и 2, 4, 6 — триметиллолфенолы



тогда как при синтезе смол с кислотным катализатором образуются в основном двухядерные фенолы, не содержащие метилольных групп.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства (Химия и технология). Гослесбумиздат, 1962, стр. 116. [2]. Р. Блок, Р. Лестранж, Г. Цвейг. Хроматография на бумаге. ИЛ, 1954. [3]. А. А. Соколова, Ф. А. Крупкина, Б. Д. Богомолов, Н. В. Афанасьева. Бюллетень технико-экономической информации АН СССР № 1, 1958. [4]. А. А. Соколова, Б. Д. Богомолов, Ф. А. Крупкина, Г. С. Бродский, Н. В. Афанасьева. Научные доклады высшей школы. Химия и химическая технология № 3, 1958. [5]. А. А. Соколова, В. П. Павлов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1958. [6]. А. А. Соколова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1961. [7]. Rees e. *Angew Chem.* 6, 170, 1954. [8]. H. G. Peer, *Recueil* 74, 6, 1955; 78, 7, 631, 1959.

УДК 674.05 : 621.934.2

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПИЛ В КРУГЛОПИЛЬНЫХ
ОБРЕЗНЫХ СТАНКАХ*В. М. КУЗНЕЦОВ*

Аспирант

(ВНИИДМАШ)

Способ перемещения подвижной пилы в значительной степени влияет на конструкцию круглопильного обрезающего станка и прежде всего пильного вала.

Рассмотрим наиболее распространенные способы перемещения пил. При первом из них перемещение подвижной пилы осуществляется перемещением подвижного стола (суппорта) вместе с пильной втулкой и пилой по специальным поперечным направляющим. Для его иллюстрации на рис. 1 представлен продольный разрез по оси пильного вала нового двухпильного обрезающего станка Ц2Д-7. Подвижная пильная втулка 2 вместе с закрепленной на ней пилой 1 смонтирована в двух шарикоподшипниках 3 передвигного стола 4 и перемещается вместе с ним от гидроцилиндра 5. Описанный способ перемещения пилы вместе со столом определяет составную конструкцию пильного вала с передачей крутящего момента через две направляющие шпонки или шлицы соединительного валика 6. Этот способ нашел широкое применение в двухпильных обрезающих станках (с одним или двумя передвижными столами), где пильные втулки обращены своими фланцами друг к другу, что позволяет обеспечить наименьшее расстояние между пилами.

Второй способ характеризуется тем, что перемещение пильной втулки с пилой осуществляется через шарикоподшипник и составной поводковый рычаг от встроенного гидроцилиндра, шток которого расположен параллельно оси пильного вала. На рис. 2 показан продольный разрез по оси пильного вала двухпильного обрезающего станка Ц2Д-5. Пильная втулка 1, на которой закреплена передвижная пила 2, связана с гидроцилиндром перемещения пилы (на рисунке не показан) через шарикоподшипник 4 и составной поводковый рычаг 3 и может перемещаться по шлицам пильного вала. Пильный вал при таком способе перемещения делается цельным трехопорным, со съемной опорой (со стороны управления) для смены пил. Основное преимущество этого способа в том, что он не требует применения суппорта и специальных поперечных направляющих; благодаря этому значительно снижается вес перемещаемого органа и, следовательно, усилие на его перемещение.

Третий способ перемещения пил получил свое развитие в многопильных обрезающих станках американского типа, так называемых эджерах. В этих станках перемещение каждой передвижной пилы вдоль оси

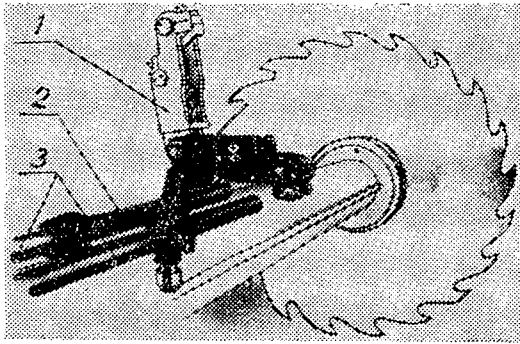


Рис. 3.

пильного вала осуществляется с помощью шарнирно откидывающегося рычага 1, который ведет пилу через коксы непосредственно за пильное полотно (рис. 3). При смене пил рычаг 1 откидывается. Закреплен шарнирный поводковый рычаг на каретке 2, которая скользит по двум круглым скалкам 3, расположенным параллельно оси пильного вала. Для уменьшения трения в направляющих скалки приводятся во вращение. Пильный вал делается цельным трехопорным со съемной опорой со стороны управления для смены пил. Основное преимущество этого способа заключается в том, что он позволяет при откинутаом рычаге снимать пильную втулку вместе с пилой и, следовательно, производить смену пил вне станка. Поэтому он наиболее подходит для многопильных обрезных станков с независимым перемещением передвижных пил.

Рассмотрим схему действующих усилий для каждого из способов.

1 способ. Пильная втулка смонтирована в передвижном суппорте и перемещается вместе с ним по специальным направляющим скольжения (призматическим, прямоугольным или круглым). Расчетная схема сил, действующих на пильный суппорт в процессе его перемещения; изображена на рис. 4. На этом рисунке A — расстояние от оси гидро-

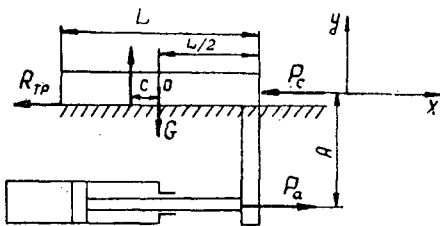


Рис. 4.

цилиндра до оси пильного вала; G — вес пильного суппорта; L — длина направляющих пильного суппорта; P_a — активная движущая сила, развиваемая исполнительным органом (гидроцилиндром) в процессе перемещения пилы; P_c — сила сопротивления, препятствующая перемещению пильного суппорта и действующая по оси пильного вала; $R_{тр}$ — сила трения в направляющих пильного суппорта; N — нормальная реакция в направляющих под действием веса перемещаемого органа; l — расстояние между центром тяжести пильного суппорта и линией действия нормальной реакции N .

Поскольку равнодействующая сил трения в направляющих проходит по оси пильного вала, то все действующие силы расположены в одной вертикальной плоскости xv . Поэтому равновесное состояние пильного суппорта можно записать с помощью уравнений статики

$$\Sigma x = 0; \quad P_a - R_{\text{тр}} - P_c = 0; \quad (1)$$

$$\Sigma y = 0; \quad N - G = 0; \quad (2)$$

$$\Sigma M_0 = 0; \quad P_a A - Ne = 0. \quad (3)$$

Отсюда

$$R_{\text{тр}} = f \cdot N = f \cdot G, \quad (1,1)$$

где f — коэффициент трения в направляющих.

Учитывая, что в нашем случае силой сопротивления перемещению является только сила инерции (так как сила трения нами уже учтена), можно записать

$$P_c = P_{\text{ин}} = \frac{G}{g} a, \quad (2,1)$$

где $P_{\text{ин}}$ — сила инерции;
 g — ускорение свободного падения;
 a — ускорение в период разгона.

Подставив (1,1) и (2,1) в уравнение (1), получим выражение для движущей силы

$$P_a = \frac{G}{g} \cdot a + fG = G \left(\frac{a}{g} + f \right). \quad (3,1)$$

Полученное соотношение (3,1) справедливо лишь при отсутствии перекоса в направляющих под действием приложенных сил (когда прилегание каретки под действием веса G происходит по всей длине направляющих).

Это возможно, если $P_a A < N \frac{L}{2}$ и, следовательно, $e < \frac{L}{2}$.

По мере увеличения A наступает такое состояние, когда момент движущей силы $P_a A$ становится больше момента силы нормальной реакции, вследствие чего каретка отрывается от направляющих и вместо нормальной реакции N возникают две нормальные реакции N_1 и N_2 по краям (наступает перекося). Состоянию перекося соответствует предельное значение e

$$\lim e = \frac{L}{2}. \quad (4,1)$$

Расчетная схема сил для этого случая представлена на рис. 5. Равновесное состояние суппорта в этом случае также может быть записано с помощью уравнений статики:

$$\Sigma x = 0; \quad P_a - P_c - R_{\text{тр}} = 0; \quad (1)$$

$$\Sigma y = 0; \quad N_1 - N_2 - G = 0; \quad (2)$$

$$\Sigma M_0 = 0; \quad P_a \cdot A - N_1 \cdot \frac{L}{2} - N_2 \cdot \frac{L}{2} = 0. \quad (3)$$

Отсюда

$$R_{\text{тр}} = f \cdot N_1 + f \cdot N_2 = f(G + 2N_2). \quad (5,1)$$

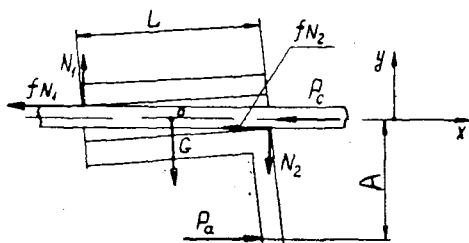


Рис. 5.

Подставляя выражение (5, 1) в уравнение (1) и решая совместно систему уравнений (1) и (3), получим

$$P_a = \frac{L}{L - 2Af} P_c, \quad (6,1)$$

где

$$P_c = P_{ин} + R_{тр} = G \left(\frac{a}{g} + f \right). \quad (7,1)$$

Найдем теперь то значение A , при котором наступает перекося. Назовем его первым критическим и обозначим $A_{Iкр}$.

Из уравнения равновесия (3) при отсутствии перекося

$$A = \frac{eN}{P_a} = \frac{eG}{P_a}. \quad (8,1)$$

Подставляя в выражение (8, 1) предельное значение $e = \frac{L}{2}$, получим

$$A_{Iкр} = \frac{L}{2} \cdot \frac{G}{P_a} = \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{a}{g} + f \right)}. \quad (9,1)$$

Подставив в выражение (9,1) ускорение разгона $a = 1,5 \text{ м/сек}^2$ (что соответствует скорости перемещения 150 мм/сек и времени разгона $t_p = 0,1 \text{ сек}$), коэффициент трения покоя $f_n = 0,3$ и ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/сек}^2$, получим

$$A_{Iкр} = \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1,5}{9,8} + 0,3 \right)} = 1,1L.$$

Определим теперь то значение A , при котором наступает заклинивание, то есть такое состояние, когда P_a уже не может преодолеть силу вредного сопротивления (силу трения) вследствие возникшего перекося. Это значение A назовем вторым критическим и обозначим $A_{IIкр}$.

Состоянию заклинивания соответствует значение $P_a \rightarrow \infty$

Из выражения (6, 1) видно, что $P_a \rightarrow \infty$ только в том случае, если знаменатель $L - 2Af \rightarrow 0$, так как сила P_c есть конечная величина при любых конечных значениях ускорения разгона a . Следовательно, заклинивания не будет, если

$$L - 2Af > 0 \text{ или } A < \frac{L}{2f}. \quad (10,1)$$

Взяв предельный случай этого выражения, получим

$$A_{\text{II кр}} = \frac{L}{2f} \quad (11,1)$$

При $f_n = 0,3$

$$A_{\text{II кр}} = \frac{L}{2 \cdot 0,3} = 1,67L.$$

Таким образом, для применяемых в настоящее время режимов перемещения пыльного суппорта при $A < 1,1L$ перемещение происходит без перекоса в направляющих; при $1,1L \leq A < 1,67L$ перемещение возможно только с перекосом в направляющих; при $A \geq 1,67L$ перемещение пыльного суппорта невозможно, так как наступает заклинивание.

II способ. Перемещение пыльной втулки осуществляется через подшипник и составной рычаг от встроенного гидроцилиндра, шток которого расположен параллельно оси пыльного вала на расстоянии A от него. Следовательно, задача опять сводится к плоскостной (все действующие силы расположены в одной плоскости, проходящей через ось пыльного вала и гидроцилиндра).

Как и для первого способа, равновесное состояние системы можно записать с помощью трех уравнений статики.

Однако в данном случае система является статически неопределимой из-за наличия двух независимых направляющих (в каждой из которых могут возникнуть нормальные реакции и силы трения), и ее решение в полном объеме представляет большие трудности из-за незнания фактических деформаций.

Поскольку длина гильзы гидроцилиндра значительно больше длины l перемещаемой пыльной втулки, то перекос в последней является более вероятным и опасным. Такое допущение позволяет рассматривать действие гидроцилиндра только как сосредоточенную силу P_a , приложенную к поводковому рычагу на плече A и вызывающую перекос пыльной втулки на валу, и свести задачу к статически определимой. Очевидно, принятое допущение идет в пользу расчета, так как не учитывает благоприятного влияния дополнительной направляющей в виде штока гидроцилиндра. Расчетная схема сил для этого случая представлена на рис. 6.

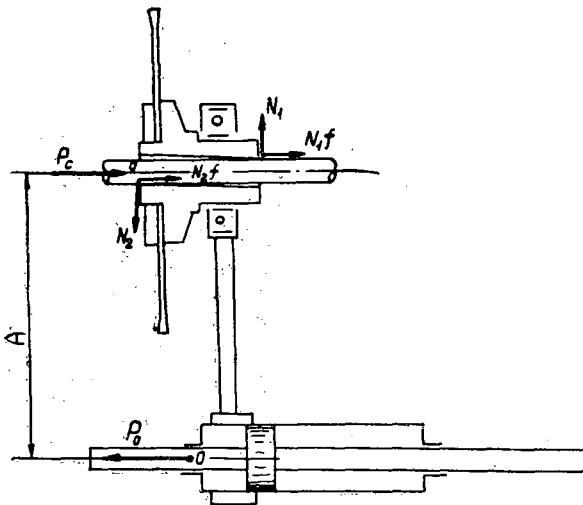


Рис. 6.

Пользуясь той же методикой расчета, что и при первом способе, и решая систему уравнений, получим

$$P_a = \frac{l}{l - 2Af_1} \cdot P_c, \quad (1, II)$$

где P_c — сила сопротивления перемещению, действующая по оси пильной втулки и равная сумме сил трения и инерции;

f_1 — коэффициент трения скольжения между пильной втулкой и пильным валом.

III способ. Поводковый рычаг с коксами ведет пилу непосредственно за пильное полотно. Рычаг шарнирно закреплен на специальной каретке, которая перемещается по двум круглым скалкам, расположенным параллельно оси пильного вала. Для уменьшения сил трения скалки во время перемещения приводятся во вращение. Схема данного способа перемещения показана на рис. 7. На этом рисунке буквами c , d , h обозначены конструктивные параметры.

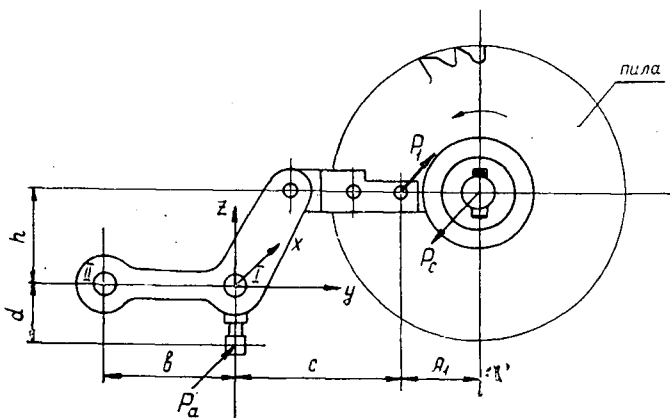


Рис. 7.

Пользуясь той же расчетной методикой, что и в предыдущих способах, и рассматривая отдельно равновесное состояние пильной втулки и каретки, движущую силу P_a можно выразить через промежуточную силу P_1 (с которой поводковый рычаг с коксами действует на пилу), а силу P_1 — через P_c .

$$P_a = \frac{l}{l - 2A_1 \cdot f_1} \cdot \frac{L + 2f_2(c - h)}{L - 2df_2} \cdot P_c, \quad (1, III)$$

где A — расстояние от точки приложения силы P_1 до оси пильного вала;

f_2 — коэффициент трения скольжения между направляющими скалками и кареткой.

Сила сопротивления перемещению складывается из сил трения и инерции

$$P_c = R_{тр} + P_{ин} = G_1 \cdot f_1 + G_k \cdot f_2 + \frac{G_1 + G_k}{g} a, \quad (2, III)$$

где G_1 — вес пильной втулки с закрепленными на ней деталями;

G_k — вес каретки с поводковым рычагом.

Из выражения (I, III) видно, что заклинивание ($P_a \rightarrow \infty$) при данном способе перемещения может наступить в одном из двух случаев: а) если $l - 2A_1 f_1 \rightarrow 0$; б) если $L - 2df_2 \rightarrow 0$.

Следовательно, заклинивания не будет, если

$$A_1 < \frac{l}{2f_1} \quad (3, III)$$

и

$$d < \frac{L}{2f_2}. \quad (4, III)$$

Проведенный анализ способов перемещения пил в обрезных станках позволяет определить основные пути их совершенствования.

Первый путь — установление правильных соотношений между A и L (или l). При проектировании для предотвращения перекоса в направляющих пильного суппорта при самых неблагоприятных значениях коэффициента трения f_n следует выбирать длину направляющих $L > A$.

Второй путь заключается в том, что при выбранных конструктивных параметрах механизма A, L (или l) для предотвращения перекоса и тем более заклинивания в направляющих необходимо уменьшать значение коэффициента трения. Следовательно, при эксплуатации действующих и особенно при проектировании новых обрезных станков серьезное внимание следует уделять вопросам обеспечения регулярной смазки направляющих с помощью лубрикаторов или других известных средств. Резкому снижению коэффициента трения покоя способствует также применение смазочных масел, содержащих поверхностно-активные присадки (например, масло ВНИИ-НП-401).

Поступила в редакцию
28 марта 1964 г.

УДК 674.093.26.047

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ЕМКОСТНОГО СПОСОБА ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЛУЩЕНОГО ШПОНА

В. И. МУЗАЛЕВСКИЙ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В настоящее время практика фанерного производства требует резкого улучшения качества работы роликовых сушилок для лущеного шпона. Хотя эти сушилки являются принципиально прогрессивными и высокопроизводительными устройствами, однако они имеют существенный недостаток — значительные различия во влажности выходящего из сушилки шпона. Этот недостаток вызывает необходимость или удлинения времени сушки шпона (за счет выдержки на буферном складе для выравнивания влажности), или вторичной сушки слишком влажных листов, что снижает производительность сушильного хозяйства.

Наилучший способ повышения качества сушки — автоматическое регулирование влажности высушиваемого шпона, для чего необходимо иметь достаточно точный автоматический влагомер, способный работать непосредственно у роликовой сушилки. Создание такого влагомера осложняется тяжелыми метрологическими условиями на входе и выходе роликовой сушилки, одно из которых — довольно высокая и главное, непостоянная температура самого шпона. Поэтому здесь целесообразно применять способы измерения влажности, которые исключают температурную погрешность, например, способы с применением радиоактивного излучения. Для этой цели наиболее подходит β -излучение средней энергии. Чтобы выяснить точность этого способа, мы провели эксперименты при помощи источника ^{136}Cs (с максимальной энергией $E_{max} = 0,714 \text{ мэв}$) и радиометрической установки типа ВСП. Результаты измерений показали, что точность способа определяется в основном колебанием плотности шпона. Так, при влажности шпона 6% колебание плотности со среднеквадратическим отклонением σ_1 , равным $0,039 \text{ Г/см}^3$, вызывало появление вероятной ошибки, равной 5% по влажности. Естественно, что такая точность не может удовлетворить необходимым требованиям, введение же поправки на плотность очень затруднительно.

Несмотря на отсутствие температурной погрешности, радиометрический способ неприемлем для автоматического измерения влажности шпона и может быть рекомендован только для такого состояния древесины, когда толщина и плотность ее меняются незначительно.

Гораздо более точен емкостный способ, так как колебание плотности шпона здесь сказывается значительно слабее. Корреляционное

уравнение, полученное нами для зависимости емкости датчика от плотности абс. сухого шпона, имеет вид

$$C_{\gamma} = (0,415 + 5,722\gamma) \pm 0,187 \text{ пф.}$$

Погрешность, вызываемая колебанием плотности шпона, при том же среднеквадратическом отклонении $\sigma_{\gamma} = 0,039 \text{ Г/см}^3$ оказалась равной 0,5% по влажности.

Емкостный способ мы изучали при помощи измерителя частотных характеристик типа ИЧХ-57, генератора стандартных сигналов типа ГСС-6 и резонансной приставки, электрическая схема которой изображена на рис. 1. При такой схеме соединения приборов на экране ИЧХ-57 видна резонансная кривая измерительного контура и метка от

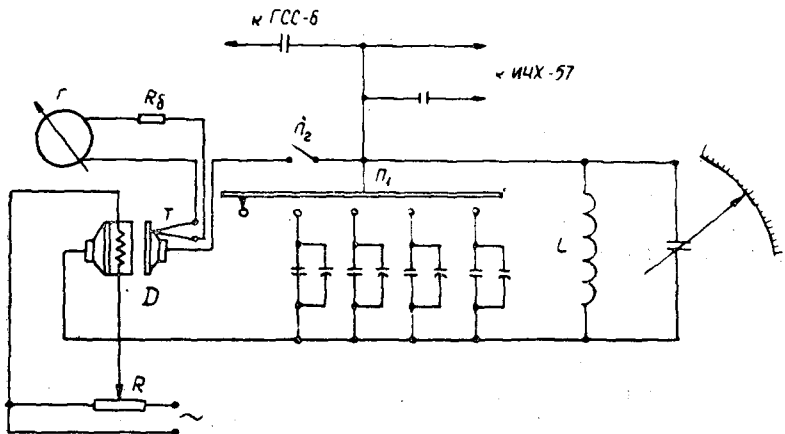


Рис. 1.

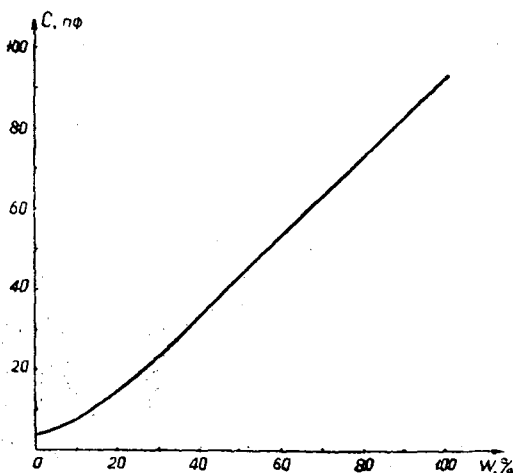


Рис. 2.

генератора. Путем изменения частоты генератора эту метку можно поставить точно на максимуме кривой, что соответствует резонансной частоте контура. При введении шпона в датчик резонансная кривая сдвигается влево относительно метки (вследствие приращения емкости

датчика). Для определения этого приращения необходимо уменьшить емкость переменного конденсатора C до первоначального положения метки относительно резонансной частоты измерительного контура. Шкала конденсатора имеет цену деления $0,25$ пф. Основные измерения проводили на частоте $18,2$ мгц. В результате обработки данных измерений получена зависимость (рис. 2) емкости датчика от влажности в диапазоне от 0 до 100% . Этой зависимости соответствуют следующие корреляционные уравнения:

при влажности $0\% \leq W \leq 30\%$

$$C_w = 3,57 + 0,4047W + 0,00828W^2;$$

при влажности $W > 30\%$

$$C_w = -6,3 + 0,98W.$$

В противоположность способу диэлектрических потерь или кондуктометрическому эта зависимость обеспечивает хорошую равномерность шкалы емкостного влагомера.

При измерении на экспериментальной установке диэлектрические потери оценивали относительной безразмерной величиной φ

$$\varphi = \frac{U'_p}{U_p},$$

где U_p — резонансное напряжение на контуре с пустым датчиком;

U'_p — резонансное напряжение на контуре с заполненным датчиком.

С углом диэлектрических потерь δ параметр φ связан отношением [3]

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{g_k}{W \cdot C_x} \left(\frac{1 - \varphi}{\varphi} \right),$$

где $g_k = \frac{W \cdot C_0}{Q}$ — проводимость контура с пустым датчиком;

C_x — приращение емкости датчика;

C_0 — общая емкость контура.

Показания емкостного влагомера зависят от температуры шпона, причем с возрастанием влажности температурная погрешность возрастает. На рис. 3 показано изменение температурного коэффициента емкости $K_{t(w)}$ от влажности. Эта зависимость получена в результате обработки температурных характеристик емкости датчика при различных влажностях из уравнения

$$C_t = C_{0(w)} [1 + K_{t(w)} \cdot \Delta t],$$

где C_t — емкость датчика со шпоном при некоторой температуре;

$C_{0(w)}$ — емкость датчика при начальной температуре шпона;

Δt — приращение температуры шпона.

Эксперимент показал, что температурная погрешность невелика и при сухом шпоне составляет около $0,04\%$ на 1°C , так что нет необходимости усложнять автоматический влагомер температурным компенсатором.

Как указывают многие авторы [1], [2], измерение емкости датчика с очень влажным материалом можно облегчить путем повышения частоты переменного напряжения, приложенного к датчику (за счет умень-

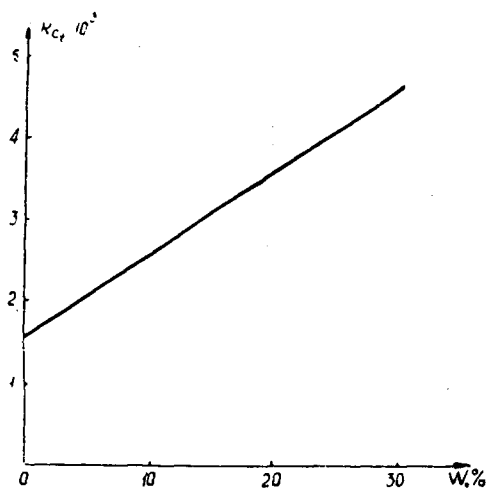


Рис. 3.

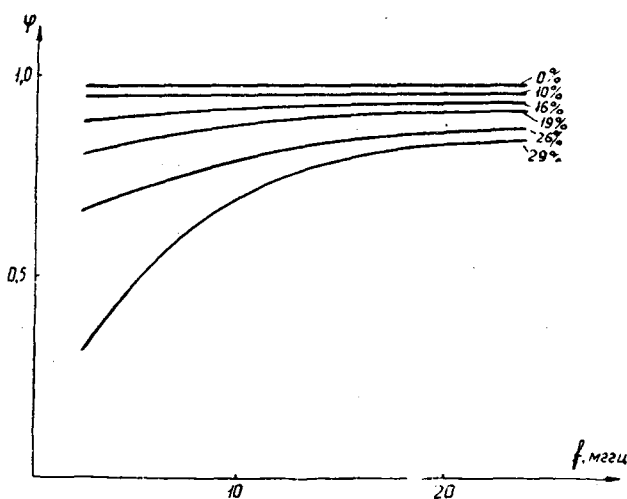


Рис. 4.

шения диэлектрических потерь). На рис. 4 представлены полученные нами зависимости параметра потерь φ от частоты. Они показывают, что для широкопредельного измерения влажности емкостным способом необходимо применять частоту не менее 15—18 мгц.

Указанные выше погрешности являются основными, так как они максимальны по величине и компенсация их затруднительна. Однако на емкость датчика влияют также и другие факторы, например, колебание толщины и структуры шпона; неравномерность усушки, давления электродов датчика, распределения влаги и температуры по толщине и площади шпона; качество поверхности шпона и т. д. По величине эти погрешности значительно меньше основных.

На рис. 5 представлена зависимость погрешности емкостного способа от влажности шпона, полученная нами при обработке данных от

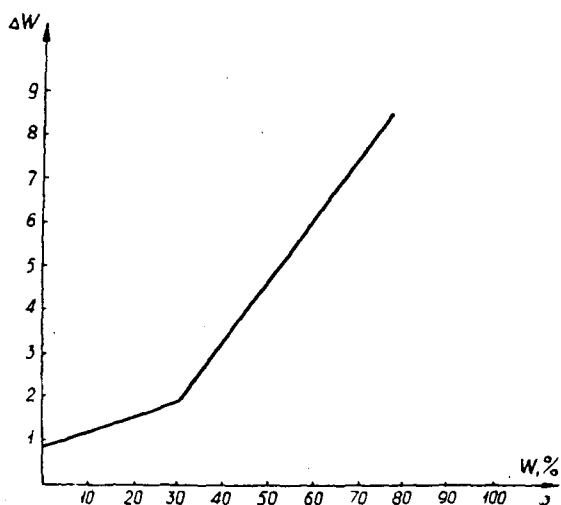


Рис 5.

900 измерений. Эта зависимость показывает, что при сухом шпоне емкостный способ вполне удовлетворяет требованиям для применения его в датчиках системы автоматического регулирования. При влажности шпона более 30% точность измерений резко ухудшается, однако, благодаря линейной зависимости емкости от влажности, этот способ более целесообразен, чем остальные электрические способы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. А. Берлинер. Электрические методы и приборы для измерения и регулирования влажности. Госэнергоиздат, 1960. [2]. А. А. Лапшин. Электрические влагомеры. Госэнергоиздат, 1960. [3]. Н. Н. Шумиловский, Л. В. Мельтцер. Основы теории устройств автоматического контроля с использованием радиоактивных изотопов. Изд. АН СССР, 1959.

Поступила в редакцию
30 ноября 1964 г.

УДК 634.0.812

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

К ВОПРОСУ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВЛАЖНОСТИ В ДРЕВЕСИНЕ
СТВОЛА РАСТУЩЕГО БУКА

А. Н. МИРЗАГАЕВ

Младший научный сотрудник

(Азербайджанский НИИ стройматериалов и сооружений)

В литературе нет данных о распределении влажности по высоте и радиусу ствола бука. Изучение его начато нами с 1959 г. на северных склонах Большого Кавказа, в пределах Исмаиллинского лесхоза.

Пробная площадь заложена в насаждении состава 5Б4Г1Кл с единичной примесью других пород. Средние таксационные показатели: возраст — 120 лет, диаметр — 61,5 см, высота — 29,5 м, молота — 0,8, класс бонитета — II. Высота над уровнем моря — 600 м, рельеф — равнинный. Для исследования были взяты два модельных дерева: № 1 — 83 лет, 26 м, 39 см на высоте груди; № 2 — соответственно 145 лет, 29 м, 70 см.

Из модельных стволов на разных высотах выпиливали торцевые круги толщиной 4—5 см, из которых выкалывали образцы. На торце каждого отрезка проводили две взаимно перпендикулярные линии, проходящие через сердцевину, а также чертили круги принятых радиусов. В точках пересечения линий отмечали места выкалывания.

Таким образом, из двух стволов бука было изготовлено 96 образцов. Начальный вес образцов определяли взвешиванием на технических весах с точностью 0,01 г непосредственно в лесу, сразу же после рубки деревьев. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ модельного дерева	Расстояние от центра ствола в долях радиуса	Влажность древесины, %							
		у основания ствола (1,3 м)		на середине ствола (7 м)		в верхней части ствола под кроной (12—15 м)		средняя для всего ствола	
		заболонь	ложное ядро	заболонь	ложное ядро	заболонь	ложное ядро	заболонь	ложное ядро
1	0	68,4	—	68,1	—	65,0	—	67,2	—
	0,3	81,4	—	—	—	—	—	—	—
	0,5	83,3	—	80,1	—	73,4	—	78,9	—
	0,7	85,3	—	—	—	—	—	—	—
	1,0	91,3	—	82,2	—	72,5	—	81,9	—
2	0	—	51,2	—	51,3	—	51,0	—	51,2
	0,3	—	53,7	—	53,7	—	53,7	—	53,7
	0,5	55,7	—	—	—	—	—	—	—
	0,7	62,5	—	58,5	—	58,1	—	59,4	—
	1,0	63,8	—	62,0	—	60,8	—	62,2	—

Образцы для определения водопоглощения размерами 30×30×10 мм были изготовлены из заболонной древесины тех же стволов. Из каждого ствола было взято и исследовано по 5 партий образцов, в каждую из которых входило по 10 образцов.

Изменения водопоглощения по радиусу ствола установлены на образцах, взятых из трех мест по радиусу на высоте 1,3 м от земли.

Изменения этого показателя по высоте установлены на образцах, взятых в трех местах из периферийной части ствола, где произведены выкальвания образцов для определения влажности.

Опыты проводили согласно требованиям ГОСТа 6336—52 в течение 30 суток.

Полученные результаты водопоглощения древесины в процентах к абс. сухому весу приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ модельного дерева	Расстояние от центра ствола в долях радиуса	Водопоглощение, %								
		за 7 суток			за 20 суток			за 30 суток		
		у основания ствола	в средней части ствола	в верхней части ствола (под кроной)	у основания ствола	в средней части ствола	в верхней части ствола (под кроной)	у основания ствола	в средней части ствола	в верхней части ствола (под кроной)
1	0,2	78,7	—	—	96,5	—	—	98,7	—	—
	0,5	80,8	—	—	97,0	—	—	101,1	—	—
	0,9	86,6	82,5	74,0	105,6	105,5	94,0	109,5	108,9	97,5
2	0,5	88,2	—	—	113,6	—	—	120,5	—	—
	0,7	99,7	—	—	116,0	—	—	123,1	—	—
	0,9	107,3	106,0	92,6	121,1	118,0	114,0	126,0	122,5	118,6

Исследование дает следующие выводы.

1. Влажность древесины растущего бука уменьшается по радиусу ствола от периферии к центру и по высоте ствола от основания к вершине.
2. Распределение влажности древесины растущего бука и водопоглощаемости по высоте и по радиусу ствола происходит по одной закономерности.
3. Влажность древесины ложного ядра бука по высоте ствола почти не меняется.

Поступила в редакцию
21 ноября 1963 г.

УДК 634.0.228.23

О ПОКАЗАТЕЛЯХ СОСТОЯНИЯ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЕЛИ

А. В. АФАНАСЬЕВ

Старший инженер Отдела лесного хозяйства Верхне-Волжского СХХ

Мы проводили исследования в Шарьинском леспромхозе Костромской области. Модельные деревья ели подбирали в лиственно-еловых молодняках и в 60-летнем березовом насаждении соответственно кислично-липнякового и черничного типов леса, при различной сомкнутости полога (0,3—1,0). Обмеряли главный и боковые побеги за последние 5 лет. Всего обмерено 150 деревьев ели из подроста и последующего возобновления в возрасте от 10 до 70 лет.

Прирост боковых побегов и особенно главного увеличивается с улучшением освещенности. В условиях равной освещенности интенсивнее прирастает ель старшего возраста, что также проявляется в преимущественном росте главного побега.

Под пологом 60-летнего насаждения, где условия местопроизрастания менее благоприятны, чем под пологом молодняков (о чем свидетельствует сравнительно слабый прирост ели в высоту), главный побег меньше боковых даже у ели высотой 4—4,5 м. Ель эта появилась при последующем возобновлении.

Таким образом, чем интенсивнее прирастает ель, чем она жизнеспособнее, тем больше разница в приросте главного и бокового побегов в пользу первого.

Нами были вычислены отношения длины главного побега к боковому того же года по грациям длины главного. Эти отношения возрастают с увеличением длины главного годовичного побега; при этом они довольно характерны именно для данной градации длины независимо от возраста и сомкнутости насаждения, где произрастает ель.

Таким образом, можно утверждать, что годичный прирост главного побега и отношение его к боковому являются довольно правильными показателями степени интенсивности роста ели в данный момент, а при более или менее устойчивой величине этих признаков в течение нескольких лет по ним можно судить и о степени надежности подроста, способности его выжить в сложившихся условиях существования.

Исходя из наших исследований, деревья ели в возрасте 15 лет и выше следует разделять на следующие три группы: 1) ель с относительно хорошим ростом, жизнеспособная: отношение длины главного побега к боковому того же года 1,2—2 и выше при длине главного побега 9—10 см и выше и бокового 6 см и выше; 2) ель со средним ростом, менее жизнеспособная: указанное отношение равно 0,81—1,2 при длине побегов от 4 до 10 см; 3) ель с относительно слабым ростом, ненадежная: приведенное отношение колеблется в пределах 0,2—0,8, длина главного побега — от нескольких миллиметров до 5 см, бокового — от 2 до 8 см.

Следует отметить, что слабый прирост ели в течение 1—2 лет, вызванный резким ухудшением условий среды, не может служить показателем ее слабой жизнеспособности. Только устойчивое снижение прироста за последние несколько лет является надежным показателем неудовлетворительного состояния ели и возможной ее гибели.

Поступила в редакцию
26 декабря 1963 г.

УДК 634.0.431.5

ЛЕСОПИРОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

В. П. РОМАШИН

Научный сотрудник

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

В Институте леса и древесины сконструирована лесопирологическая лабораторная установка для изучения весовой скорости горения лесных горючих материалов в связи с изменением влажности, структуры и химического состава, для определения фотографированием соотношения пламенного горения и тления, а также для оценки огнегасящей эффективности жидкостей в стандартных условиях.

Конструкция (рис. 1) состоит из площадки 1, укрепленной на платформе весов ВНЦ-10 2 с помощью стойки 3, двух фотоаппаратов «Ленинград» 4 и 5 на кронштейнах, вольтметра-самописца 6 и корпуса 7.

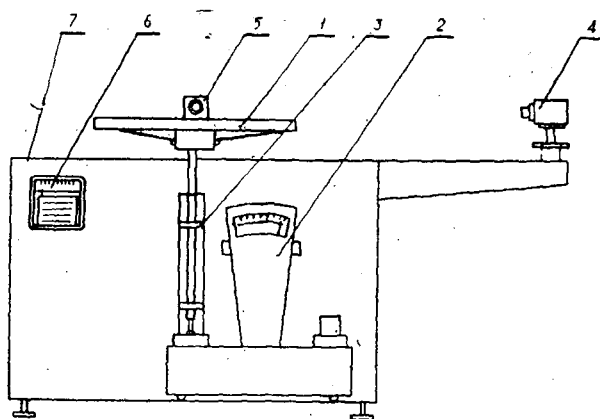


Рис. 1. Схема установки.

Площадка представляет собой сменную облегченную пространственную конструкцию. Она изготовлена из жаропрочного материала, не поддающегося коррозии при воздействии кислотами и щелочами, имеет ребра жесткости и центральную опорную втулку, с помощью которой укрепляется на стержне стойки. В зависимости от горючего материала применяют площадки с различной полезной площадью.

Опорная стойка со стержнем для установки площадки по своей конструкции дает возможность изменять положение площадки по вертикали (при монтаже установки) и разгружать платформу весов при опытах по тушению. Перемещение стойки по вертикали осуществляется с помощью регулировочного винта.

Механическая разгрузка весов при опытах по тушению осуществляется с помощью подхватывающего рычага, рукоятка которого выведена с лицевой стороны корпуса и имеет два положения: «горение» и «тушение».

* Первоначальный вариант, впоследствии существенно измененный, был разработан А. И. Иоффе и В. П. Власовым.

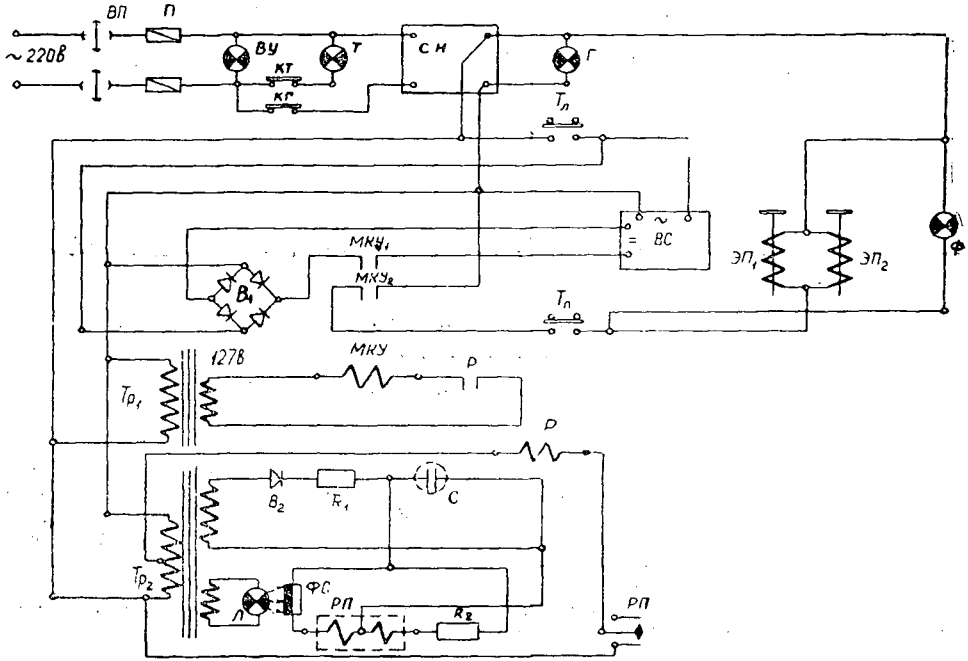


Рис. 2. Электрическая схема установки.

Каждый фотоаппарат устанавливают на столике, подвешенном к механизму фотокронштейна с помощью пальца, тем самым обеспечивается поворот фотоаппарата в вертикальной плоскости на 180° . Стержень с укрепленным на нем фотоаппаратом может быть повернут в горизонтальной плоскости на 360° и перемещен по вертикали на 100 мм. Кроме того, в фотокронштейне имеется прорезь, в которой весь механизм может перемещаться в горизонтальном направлении на 330 мм. Срабатывание фотоаппаратов осуществляется через реле.

Вольтметр-самописец (Н-370) 6, введенный в установку, дает возможность автоматически регистрировать время изменения веса в процессе сгорания.

Корпус установки 7 представляет собой металлическую конструкцию из сварной рамы, обшитой листами дюралюминия, в которых имеются отверстия для вывода рычагов и приборов. С боков рамы взаимно перпендикулярно привинчены фотокронштейны.

Электрическая схема (рис. 2) дает возможность автоматически регистрировать моменты времени, в которые вес сгорающего материала принимает интересующие нас значения, и синхронно фотографировать процесс, происходящий на площадке.

Датчиком является фотосопротивление $\Phi С$, которое вместе с подсветкой — лампочкой $Л$ — укрепляется на стрелке весов. Между лампочкой и фотосопротивлением помещаются сменные экраны с прорезями, соответствующими долям веса горячего. При совмещении оси лампочки прорези и фотосопротивления, сопротивление последнего уменьшается, и по катушке реле $РП$ протекает ток, достаточный для замыкания его контакта и появления тока в цепи реле $Р$. Реле $Р$ замыкает свой нормально открытый контакт в цепи промежуточного реле $МКУ-48$, которое замыканием контакта 1 включает вольтметр-самописец $ВС$, а замыканием контакта 2 включает исполнительные реле $ЭП_2$ и $ЭП_1$, обеспечивающие срабатывание фотоаппаратов. Вольтметр-самописец получает импульсы напряжения, выпрямленного однофазным двухполупериодным выпрямителем $В_1$. Лентопротяжной механизм его включается в сеть выключателем $Тл$. Засвечивание фотосопротивления происходит в течение небольшого промежутка времени, пока фотосопротивление находится против отверстия в экране. В промежутках между отверстиями фотосопротивление не подсвечивается, и реле $МКУ-48$ остается сбессточным.

При необходимости одновременно с записью изменения веса горячего фотографировать процесс включают выключатель $Тп$, который подключает реле спуска затворов фотоаппаратов $ЭП_1$ и $ЭП_2$ и сигнальную лампочку Φ .

Для проведения опыта на площадку помещают образец горючего материала весом не более 1 кг. Включают установку пакетным выключателем ВП. При этом на панели сигнальных ламп загорается лампа ВУ (красного цвета).

При проведении опыта по «горению» ручку рычага подъема, выведенную с левой стороны установки, ставят в положение «горение». При этом нажимают конечный выключатель КГ, который подключает все электрические цепи установки, питающиеся стабилизированным напряжением от стабилизатора СН.

При исходном весе костра 1 кг фотографирование и запись изменения веса при горении производится автоматически при достижении веса костра 1000, 959, 900 и т. д. через 50 г. При исходном весе 500 г и соответствующей экранной пластинке регистрация веса производится через 25 г. Заменой экрана можно получить регистрацию времени и веса через любой интервал.

При опытах по «тушению» при выгорании навески горючего на 50% ручку рычага подъема переводят в положение «тушение», при этом происходит размыкание выключателя КГ и замыкание КТ, тем самым отключается электрическая цепь установки и включается лампочка Т — тушение. Кроме того, получается механическая разгрузка весов.

Описанная установка в эксплуатации удобна и обеспечивает получение необходимых данных с достаточной точностью.

Поступила в редакцию
18 февраля 1964 г.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

В ОБЪЕДИНЕННОМ СОВЕТЕ УРАЛЬСКОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

15 мая 1964 г. на очередном заседании Объединенного Совета Уральского лесотехнического института по присуждению ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук успешно защитили диссертации доцент Уральского лесотехнического института Сергей Николаевич Козьяков и начальник отдела лесного хозяйства комбината «Удмуртлес» Леонид Александрович Истомин.

Диссертация С. Н. Козьякова на тему «Использование аэроснимков для изучения распространения широколиственных лесов в условиях Башкирской АССР», написанная под руководством доктора сельскохозяйственных наук проф. Г. Г. Самойловича, представляет большой методический и теоретический интерес в связи с задачей более углубленного изучения лесных ресурсов Южного Урала и разработки путей их рационального использования. Она является итогом многолетней исследовательской работы и основана на большом фактическом материале лесоустойства.

Диссертант уточняет юго-восточные границы ареала дуба обыкновенного, липы мелколистной и клена остролистного, выясняет возможности использования аэроснимков при обследовании «сыртов», устанавливает связь дубовых, липовых и кленовых лесов с элементами рельефа, изучает признаки дешифрирования липняков на панхроматических аэроснимках среднего масштаба.

Некоторые из этих материалов использованы Московской экспедицией «Леспромекст» при составлении генерального плана развития лесного хозяйства Башкирской АССР.

Диссертация Л. А. Истомина на тему «Эффективность различных способов культур сосны и ели в лесорастительных условиях Удмуртской АССР», написанная под руководством заведующего отделом лесоводства ВНИИЛМ, канд. сельскохозяйственных наук Д. И. Дерябина, посвящена изучению проблемы восстановления хозяйственно ценных пород на вырубках в районах интенсивной лесозаготовки. Она базируется на многолетнем опыте лесокультурного

производства и дает научно обоснованный материал по эффективным способам культур сосны и ели.

Диссертант показал особенности и закономерности формирования культур сосны и ели до смыкания крон и к возрасту главной рубки. Получен большой экспериментальный материал по приживаемости и сохранности исследуемых культур на индивидуальной стадии развития в зависимости от подготовки почвы и ухода за лесокультурами.

Свои исследования диссертант внедряет в широкую производственную практику путем разработки и передачи технических указаний предприятиям Удмуртской АССР. Достиженные результаты обосновываются экономически.

Автор рекомендует систему агротехнических приемов и указывает способы лесокультур применительно к конкретным природным условиям, типам леса и т. п. Ряд предложений автора внедрен в производство.

26 мая 1964 г. успешно защитили диссертации старший научный сотрудник Уральской ЛОС Евгений Лукич Маслаков и старший специалист Западно-Сибирского лесоустойчивого предприятия Николай Карпович Таланцев.

Диссертация Е. Л. Маслакова на тему «Естественное возобновление концентрированных вырубок в сосновых лесах междуречья Сосьвы и Ляля», написанная под руководством доктора биологических наук, проф. Б. П. Колесникова, посвящена актуальному вопросу.

Работа Е. Л. Маслакова представляет собой изложение и обобщение материалов исследований, проведенных автором в 1959—1962 гг. в ряде лесопромхозов Свердловской области. На основе тщательного и глубокого изучения форм рельефа; почв, гидрологического режима на территории междуречья выделено семь типов лесорастительных условий, закономерно связанных друг с другом.

Основным признаком типа лесорастительных условий автор считает рельеф. Для каждого типа вырубок разработаны и рекомендованы производству эффективные лесовосстановительные ме-

роприятия, установлен определенный хозяйственный режим, а в целом для территории междуречья Сосьвы и Ляли система хозяйственных мер, направленных на ускоренное выращивание хозяйственно-ценных пород и повышение их продуктивности.

Диссертация Н. К. Таланцева на тему «Естественное возобновление кедр сибирского в Среднем Приобье», написанная под руководством доктора биологических наук, проф. Г. В. Крылова, основана на экспедиционных исследованиях и является первой попыткой дать наиболее полную характеристику возобновительных особенностей кедровых лесов по типам леса и типам вырубок, и на этой основе рекомендовать систему рубок и возобновительных мероприятий.

Уточняя типологию кедровников, предложенную Г. В. Крыловым, автор дает схему их взаимосвязи с типами вырубок, а также краткое описание самих вырубок. Значительный интерес представляет раздел о возобновлении кедр на вырубках, пройденных огнем, шелкопрядниках и гарях. Результаты исследований в условиях Среднего Приобья можно использовать для идентичных условий районов Западной Сибири, Урала и западных районов Восточной Сибири.

30 июня 1964 г. успешно защитил диссертацию руководитель сектора озе-

ления Уральского научно-исследовательского института Академии коммунального хозяйства Олег Константинович Шишкин. Эта защита была образно названа членами Совета «розовой», так как тема диссертации «Культура роз в озеленении городов Среднего Урала».

Работая под руководством доктора биологических наук, проф. Н. А. Базилевской, диссертант успел не только собрать и испытать большую коллекцию роз, но и доказать рентабельность этой культуры в городах Среднего Урала. Свою работу он не ограничил только опытным полем научно-исследовательского института. Он проводил эксперименты также в дендрологическом парке и питомнике Управления зеленого строительства Свердловска и других городов Среднего Урала.

Автор изучил важнейшие вопросы разведения роз (сорта роз и подбор наилучших подвоев для размножения роз в условиях Среднего Урала); провел серьезное физиологическое исследование глубины покоя роз и биохимических изменений, характеризующих различное состояние покоя.

В результате работы О. К. Шишкина на смену отрывочным данным и опытам отдельных любителей приходит стройная система сведений, которая является отправной для всей последующей культуры роз на Урале.

Д. А. Машков.

Ученый секретарь Совета
(Уральский лесотехнический институт).

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Г. А. Харитовов, А. Л. Видякова. Культура лиственницы на Среднем Урале	3
В. И. Носков. Опыт создания высокопродуктивных культур сосны путем применения селекции	8
М. А. Гузеева, К. К. Полуяхтов. Влияние стимуляторов роста на саженцы дуба в условиях юга Горьковской области	13
В. Я. Попов, П. И. Войчалъ. К вопросу о приживаемости и росте производственных культур сосны из инорайонных семян в Архангельской области	18
М. Г. Виляцер. К схеме оборота пласта при нарезке борозд	23
А. К. Махнев. О взаимоотношении березы бородавчатой и пушистой и производительности их отдельных форм в связи с фенологическими особенностями	29
М. А. Данилин. Возрастное строение осинников Красноярского учебно-опытного лесхоза	34
Б. Н. Николин. Некоторые грибные болезни молодяков древесных пород на концентрированных вырубках Севера	37
В. И. Щедрова. Язвенный рак — болезнь соснового подростка предварительного возобновления	40
Л. И. Красовский, К. Г. Колупаева. О величине охотничьей продуктивности в различных типах леса	46

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

С. И. Рахманов. К вопросу о режиме работы мачтовых и стреловых лебедочных установок	50
Б. Г. Гастев, Б. В. Билык. Влияние продольного профиля дороги на режимы работы лесовозного автомобиля	55
Д. М. Шварц. Лабораторные исследования виброуплотнения пучков	60
А. Ф. Дмитриев. Местные размывы в нижних бьефах лесосплавных плотин	65
Е. Г. Черевань. Об использовании лесосечного фонда в районах Северо-Запада РСФСР	71
А. А. Ткаченко. Испытания торфяных грунтов в условиях трехосного сжатия	77
Б. А. Белоусов. О сопротивлении движению колеса по рельсу от упругого прогиба пути	81
Б. В. Веселов. Исследование сульфитно-спиртовой барды как поверхностно-активной добавки к извести	87

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. Борисов, Г. В. Золотарев. Прессованная древесина лиственницы сибирской как антифрикционный материал	95
Б. И. Телятникова. Исследование устойчивости препаратов типа ФХМ к вымыванию в зависимости от содержания хрома	101
О. А. Васильев. Исследования кислотности древесины сосны и ели	104

Е. Е. Бурсин. К вопросу о концентрации производства и оптимальном раз- мере предприятий фанерной промышленности	109
Л. П. Потяркин. Кинестатический расчет лесопильной рамы с ходом 600 и 700 мм	113
Н. Ф. Транина, А. А. Константная. Улучшение пропитки жидкостями еловой древесины путем заражения грибами и бактериями-стимуля- торами их роста	121

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Т. М. Крошилова, В. М. Никитин. Реакция азосочетания сульфатного лигнина с диазотированной антралиновой кислотой. Сообщение 2	124
Б. Д. Богомолов, Г. Б. Штрейс, Е. Д. Гельфанд. К определению фе- нольных гидроксильных групп тиолигнина 4 ^е -методом	129
Ф. Я. Векшегонов, В. Н. Козлов. Активированные угли из древесного гидролизного лигнина	134
В. И. Орлов, В. И. Шарков. О реакции алкоголиза целлюлозы в среде различных алифатических спиртов	141
Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. К вопросу о при- роде связи между лигнином и другими компонентами древесины	151
А. А. Соколова, Л. А. Семакова, Е. В. Назарьева. К вопросу о ре- акции конденсации фенол-лигнин-формальдегидных смол. Сообщение 1. Изучение продуктов реакции конденсации смол на основе лигнина методом бумажной хроматографии	153

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В. М. Кузнецов. Анализ способов перемещения пил в круглопильных обрезных станках	156
В. И. Музалевский. Экспериментальное исследование точности емкостного способа измерения влажности лушеного шпона	163

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. Н. Мирзагаев. К вопросу о распределении влажности в древесине ство- ла растущего бука	168
А. В. Афанасьев. О показателях состояния и жизнеспособности ели	170
В. П. Ромашин. Лесопирологическая лабораторная установка	171

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

Д. А. Машков. В Объединенном Совете Уральского лесотехнического института	174
--	-----

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«Лесной журнал» № 3.

Сдан в набор 11/V-1965 г. Подписан к печати 5/VII 1965 г. Форм. бум. 70×108. Физич. л. 11.
Печ. л. 15,07+ 5 вклеек. Уч.-изд. л. 14,412. Тираж 1600. Сл 00125. Заказ № 926.

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

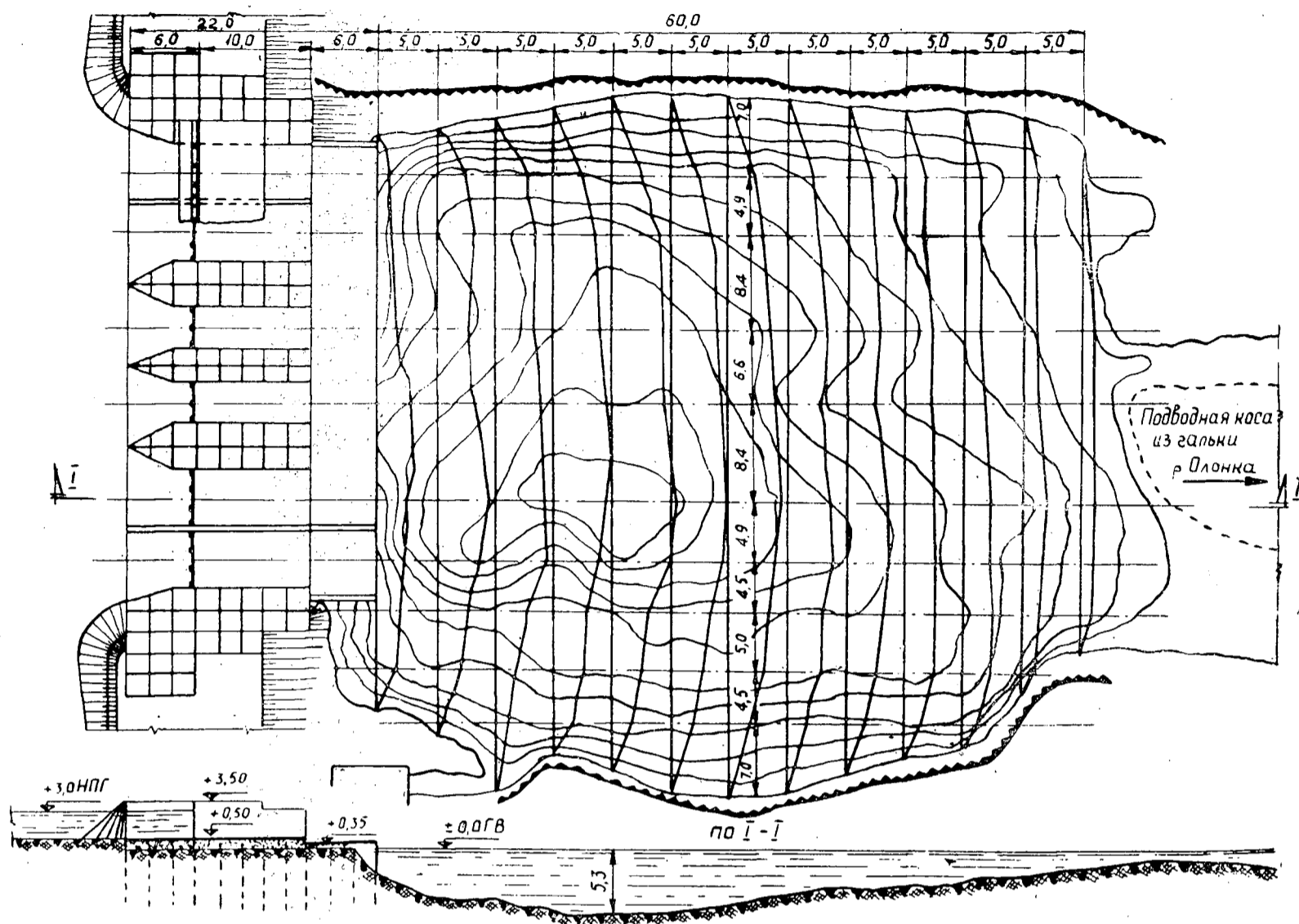


Рис. 1. План и разрез плотины на р. Олонке с показателем воронки размыва в нижнем бьефе.

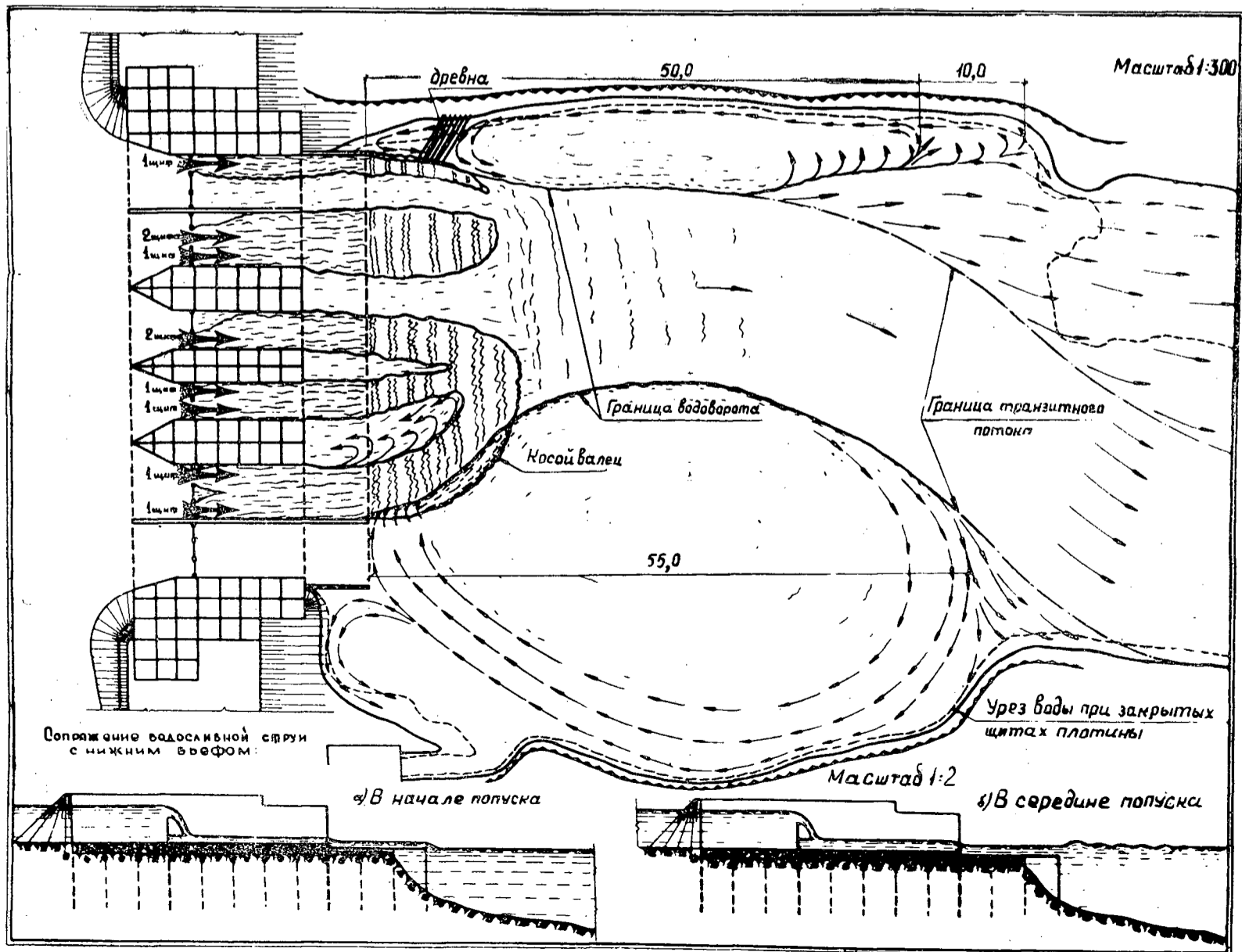


Рис. 2. План построения течения воды в нижнем бьефе плотины при попуске.

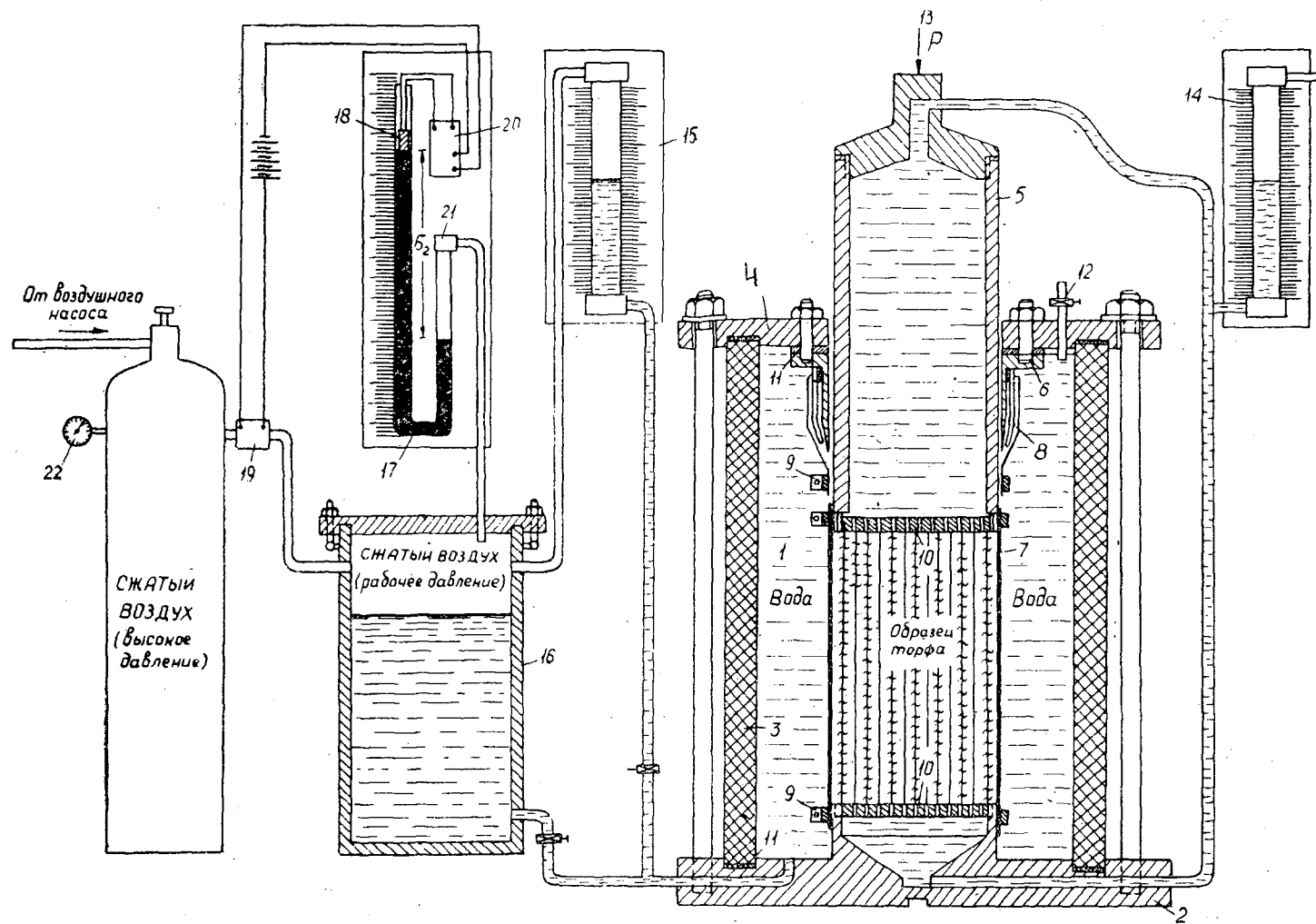


Рис. 1. Схема стабиометра для испытания торфа.

1 — камера стабиометра; 2 — основание; 3 — цилиндрическая оболочка камеры; 4 — крышка камеры; 5 — поршень; 6 — направляющее кольцо; 7 — резиновая оболочка; 8 — резиновая манжета; 9 — хомуты; 10 — фильтровальная бумага; 11 — резиновая прокладка; 12 — спусковой клапан; 13 — нагрузка, создаваемая рычажным прессом; 14 — объемметр воды, вытесненной из образца; 15 — объемметр камеры стабиометра; 16 — компенсационный резервуар; 17 — ртутный манометр; 18 — угловой китак; 19 — автоматический клапан; 20 — реле автоматического клапана; 21 — боковое давление на образец; 22 — манометр.

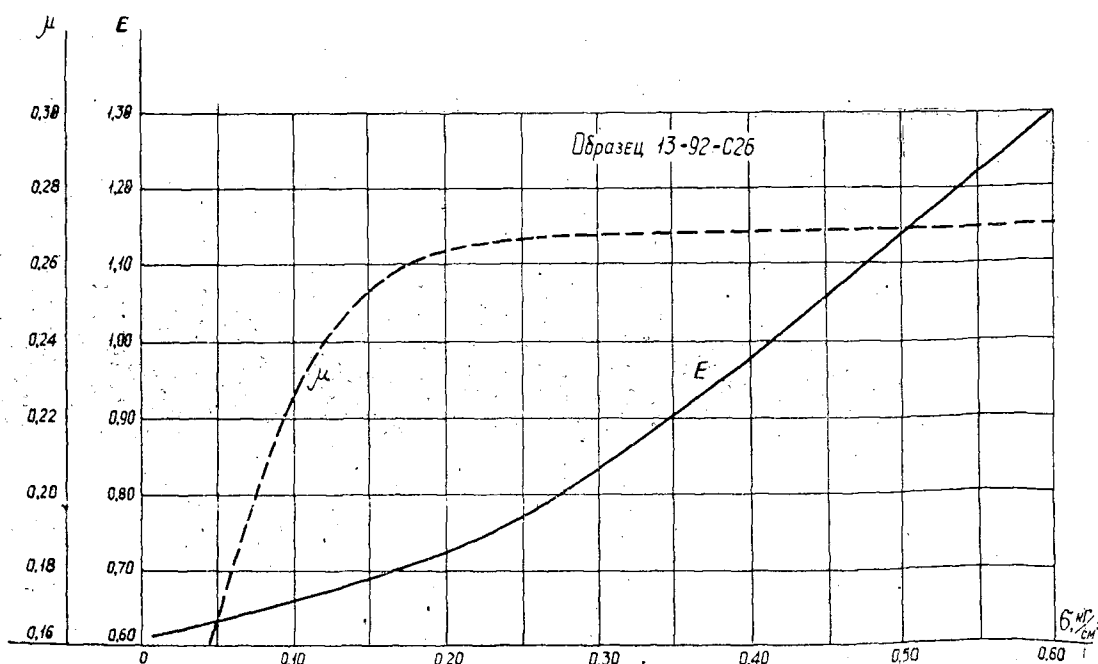


Рис. 3. Зависимость μ и E от величины вертикальной нагрузки.

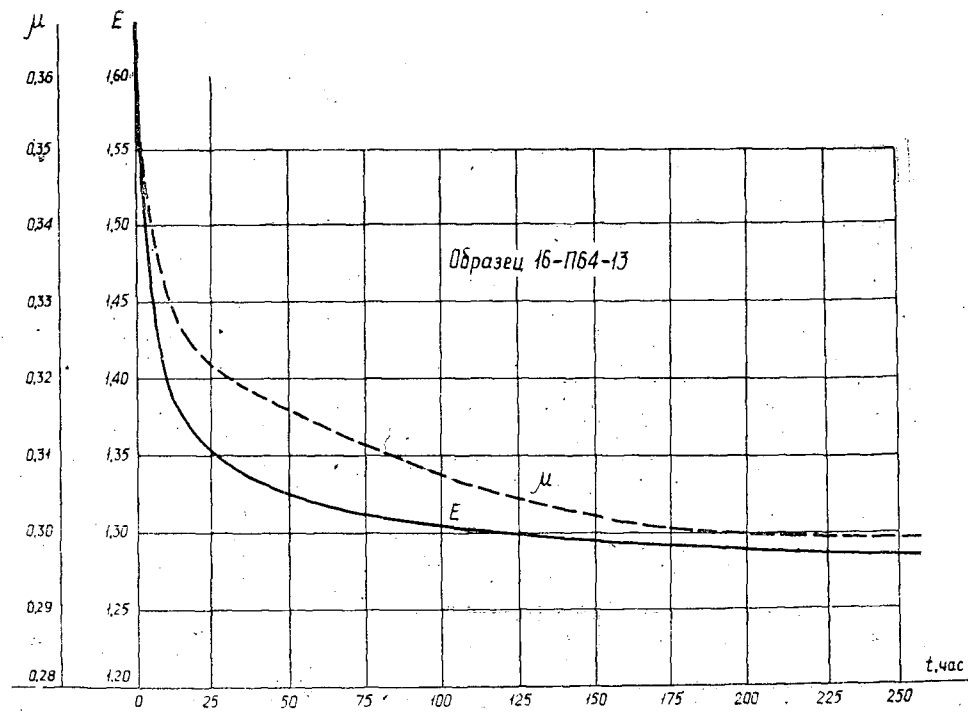


Рис. 4. Изменение μ и E во времени при постоянном давлении ($\sigma_1 = 0,60 \text{ кг/см}^2$; $\sigma_2 = 0,20 \text{ кг/см}^2$).

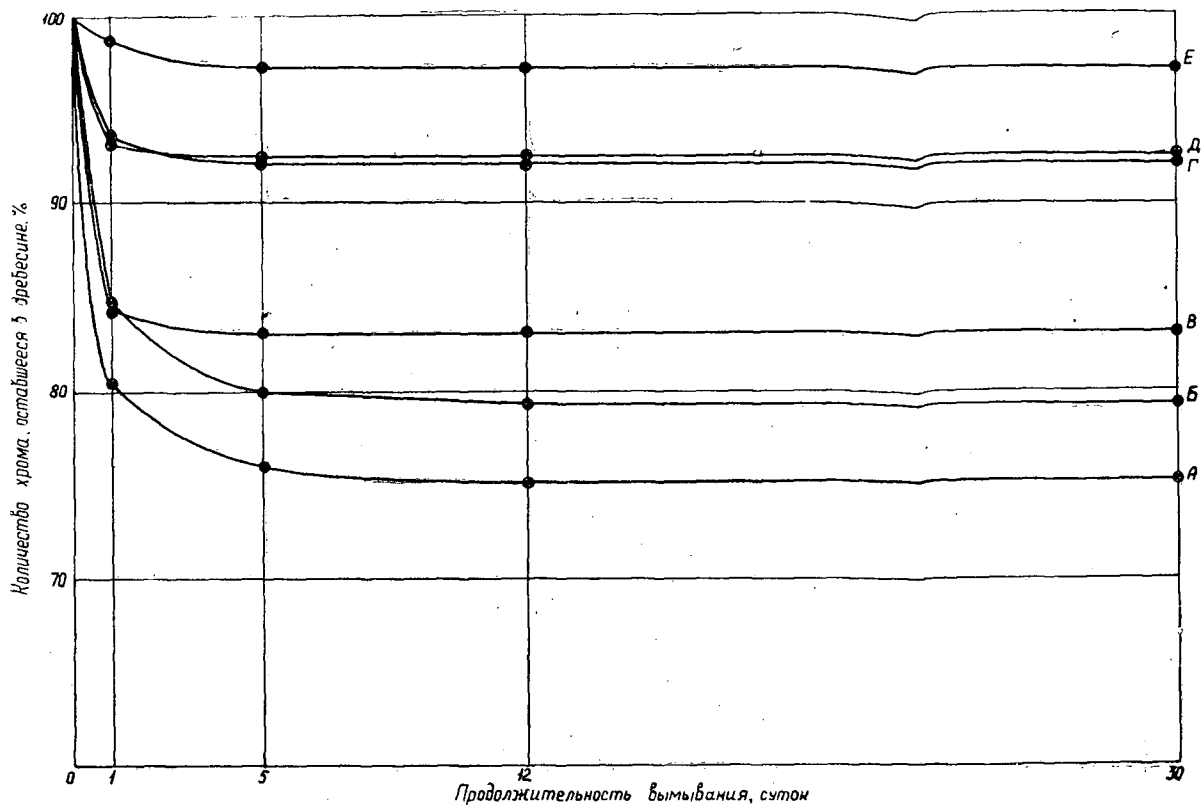


Рис. 1. Кривые вымывания хрома (шестивалентного) из древесных образцов, пропитанных различными препаратами ФХМ.

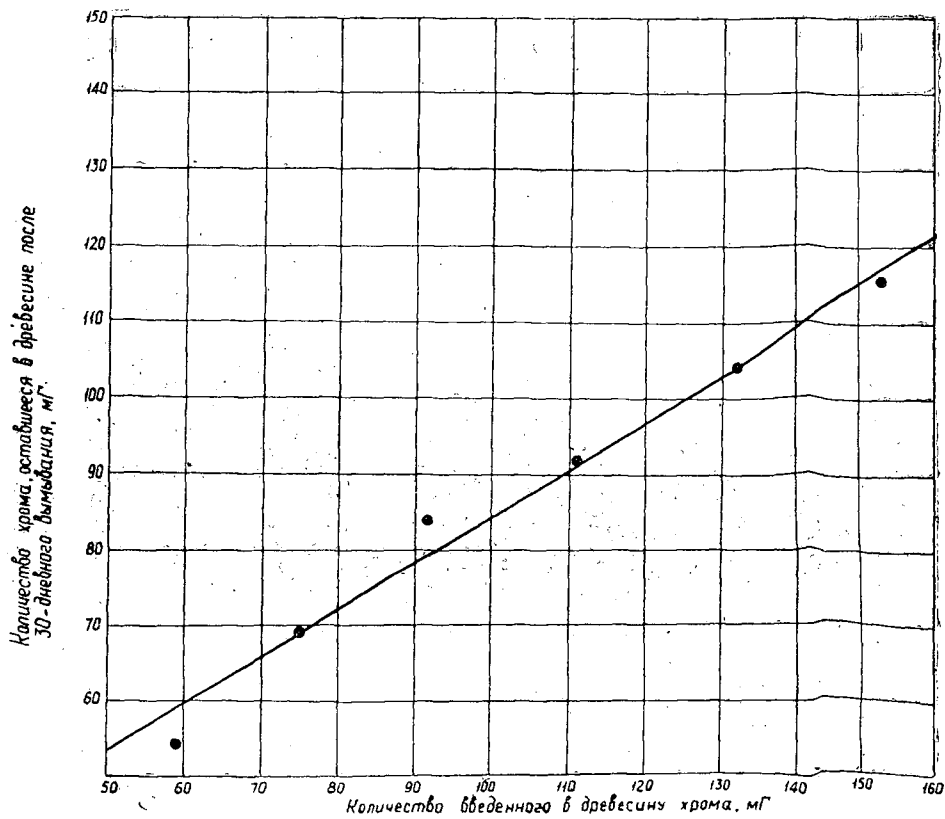


Рис. 2. Зависимость между абсолютными количествами вымывшегося хрома и введенного в древесину при пропитке.

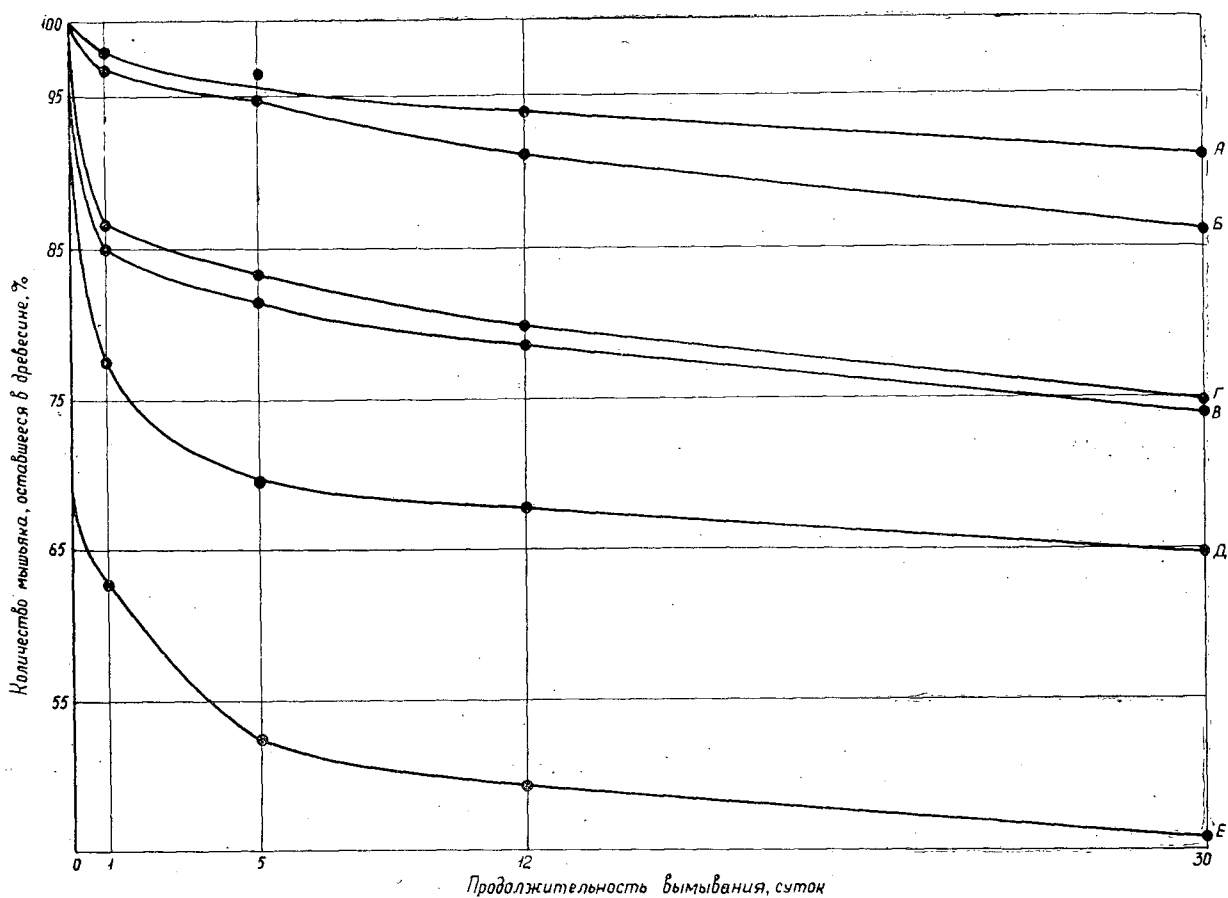


Рис. 3. Кривые вымывания мышьяка из древесины образцов, пропитанных различными препаратами ФХМ.

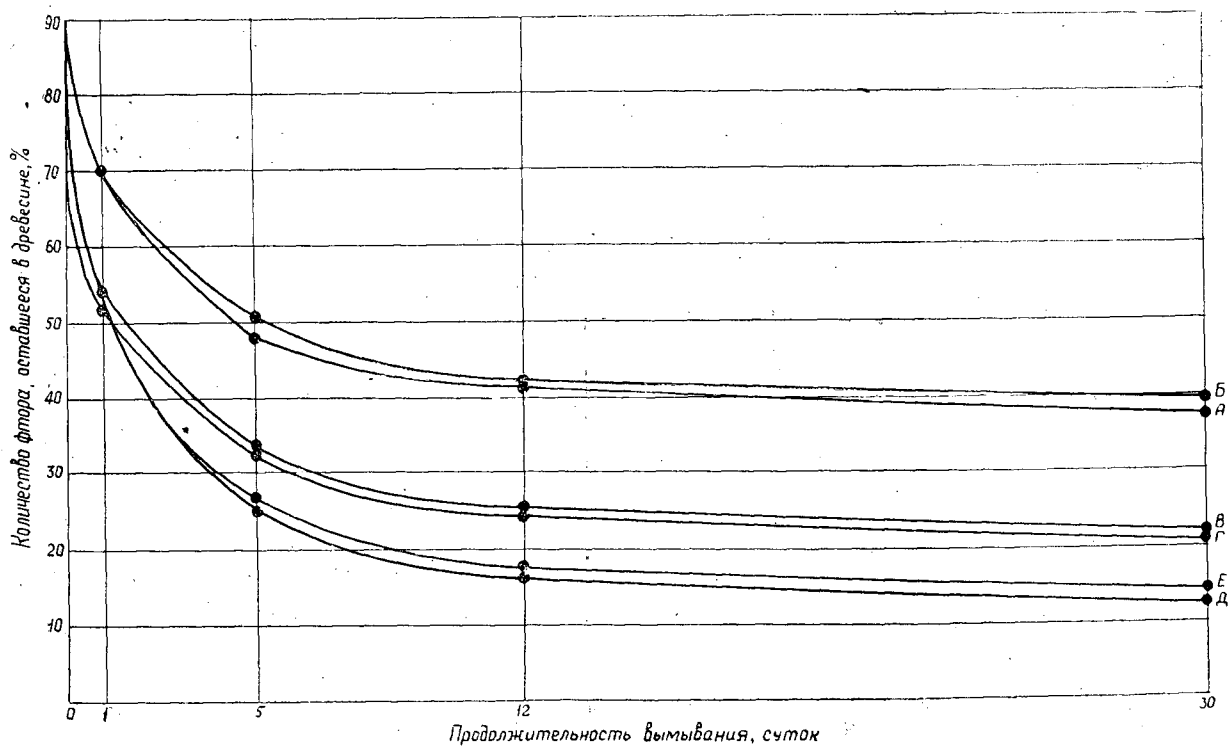


Рис. 4. Кривые вымывания фтора из древесины образцов, пропитанных различными препаратами ФХМ.

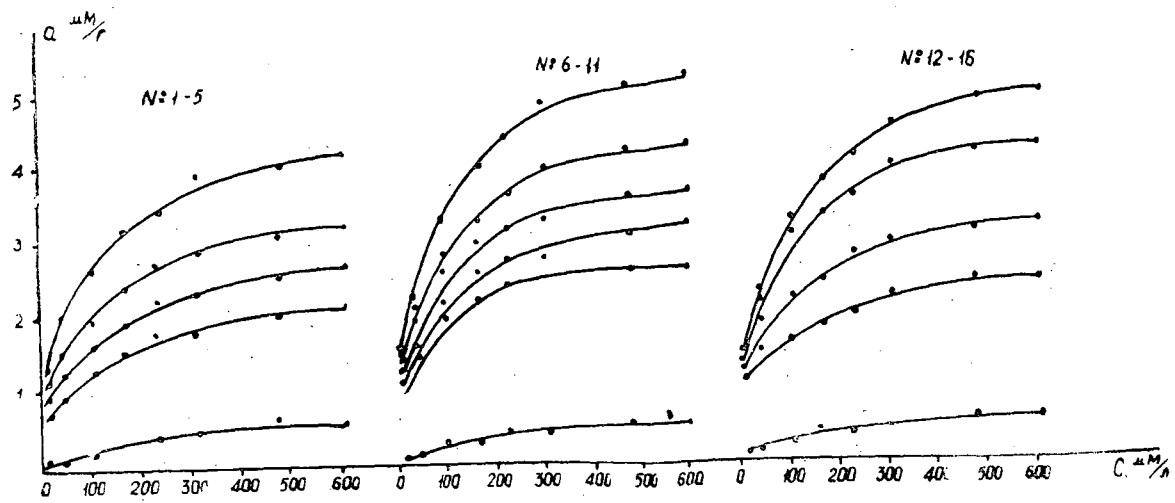


Рис. 1.

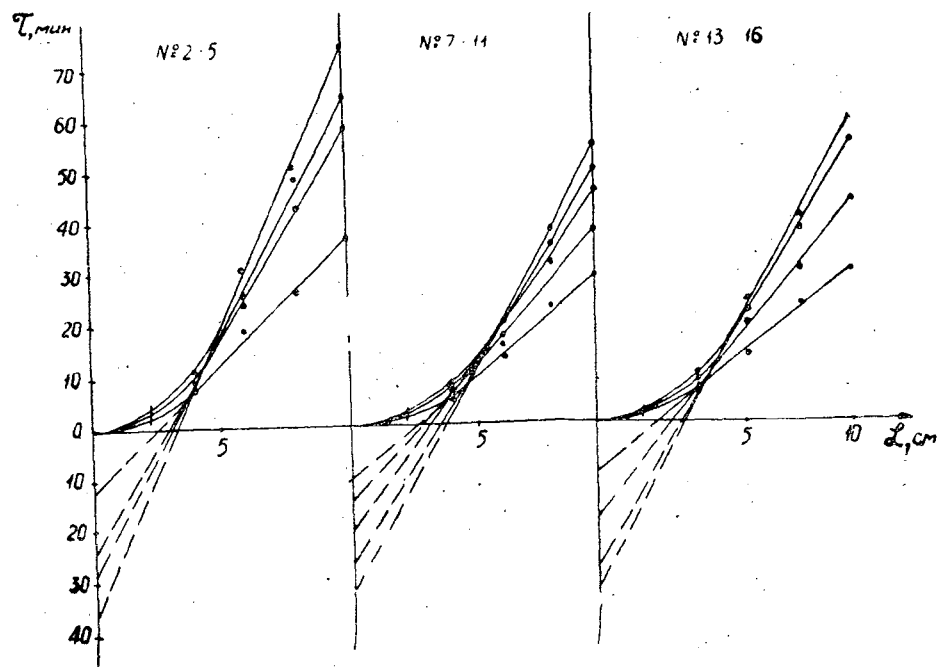


Рис. 2.

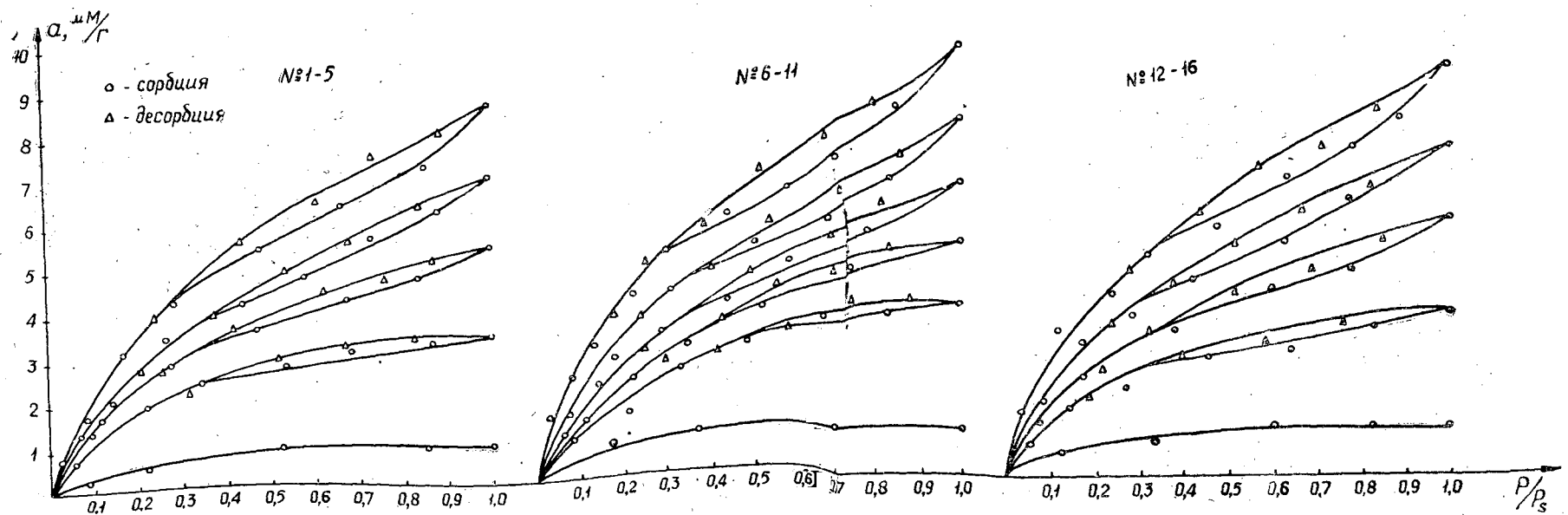


Рис. 3

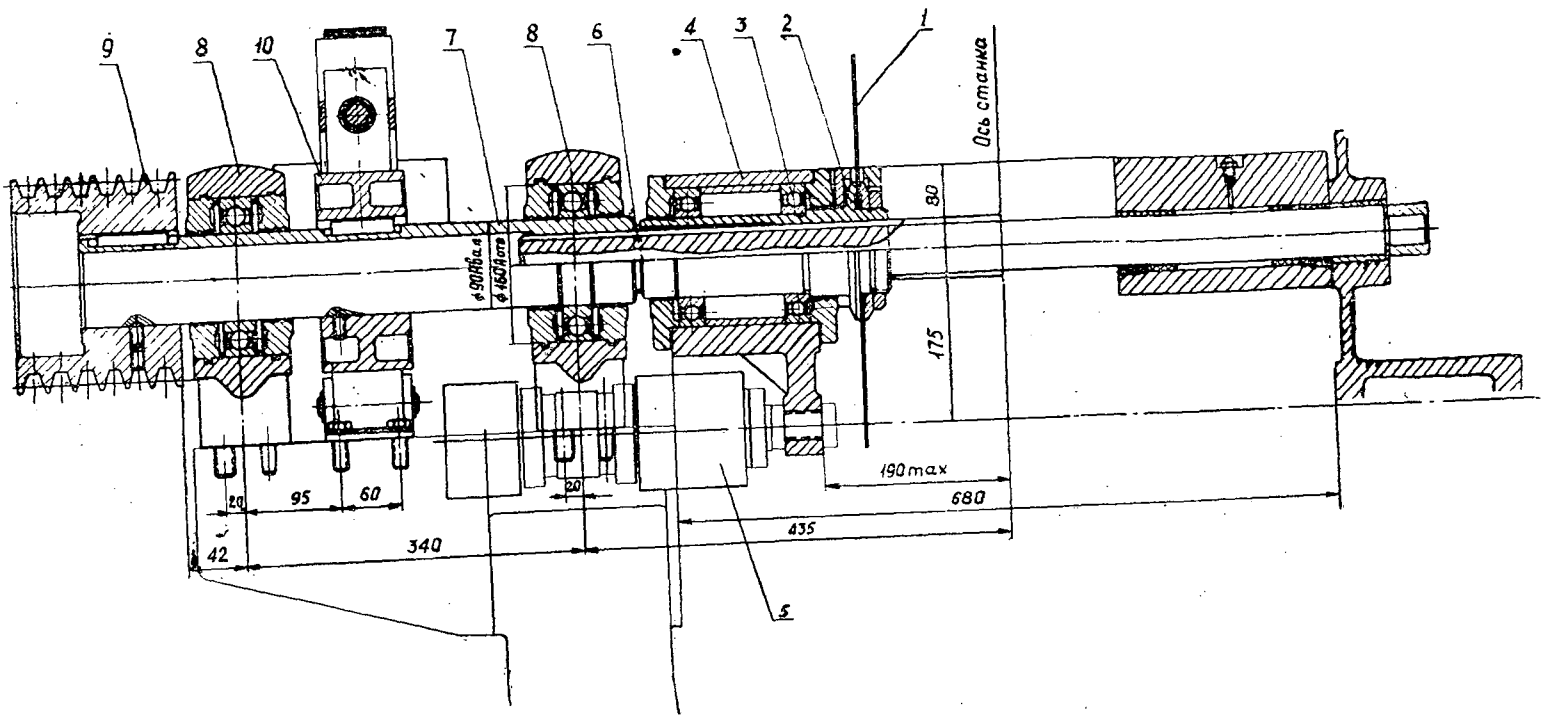


Рис. 1

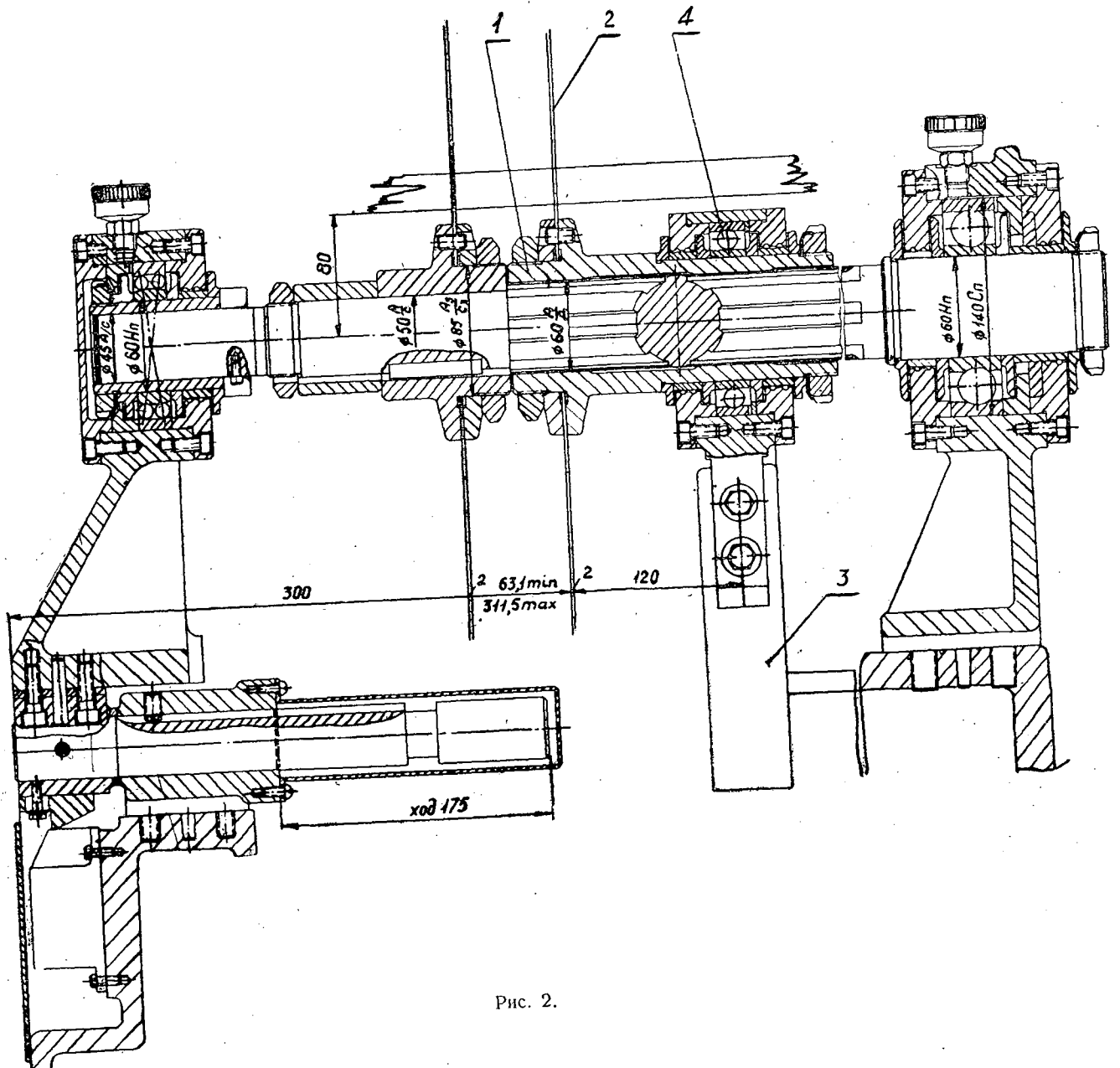


Рис. 2.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

К каждой статье, присылаемой в редакцию, автор должен приложить 2 экземпляра автореферата, без них статьи не будут приниматься редакцией к рассмотрению.

Требования, предъявляемые к реферату

1. В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике проведения исследования и его основных результатах.

2. Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: название статьи, фамилия и инициалы автора, название журнала, где помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения существа работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.

3. Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, их следует обобщить и систематизировать.

4. Средний объем реферата 1,5—2 страницы машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге обычного формата (30×21) в двух экземплярах с полем 4 см с левой стороны.

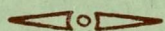
5. Таблицы, схемы, графики и пр. могут быть включены в том случае, если они отражают основное содержание работы или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, илл. 10.

6. Формулы приводятся только в том случае, если они необходимы для понимания статьи. Громоздкие математические выражения помещать не следует. Формулу следует вписывать четко, не изменяя принятых в оригинале обозначений величин. Формулы и буквенные обозначения вписываются чернилами черными во второй экземпляр. Вписывание формул и буквенных обозначений, а также исправление замеченных опечаток в первом экземпляре не делается.

7. В конце реферата в квадратных скобках указывается название учреждения или предприятий, в котором автор реферируемой работы (если эти данные приводятся в статье) провел работу. Подпись автора и дату написания реферата следует ставить в левом нижнем углу на обоих экземплярах реферата.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

**Подписывайтесь
на журнал на 1965 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963 и 1964 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».