

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

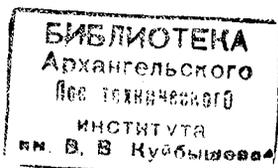
ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ВТОРОЙ

6

1959



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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Ответственный секретарь редакции **А. И. Кольцова**.

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

Выходит 6 раз в год.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ
ГОРНЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ГРУЗИИ
В СВЯЗИ С ТИПАМИ ЛЕСА****В. Ф. ДАРАХВЕЛИДЗЕ**Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук
(Грузинский сельскохозяйственный институт)

Естественное возобновление в сосновых лесах имеет огромное значение для теории и практики лесного хозяйства вообще и для горного лесоводства в частности [2], [5], [6], [7], [8], [11]. Сосновые леса горного рельефа выполняют водоохраные и почвозащитные функции, а в условиях Грузии имеют еще и курортное значение: сосна является лучшим озонатором.

Сосна (*Pinus hamata* (Stev.) D. Sosn.) встречается как в Восточной, так и в Западной Грузии, на склонах Малого и Большого Кавказа [1].

Высотноклиматические ряды сосновых лесов горного рельефа Грузии слагаются из трех субассоциаций: сосновые леса нижнегорного пояса (до 1000 м над уровнем моря), среднегорного пояса (1000—1500 м) и верхнегорного пояса (выше 1500 м).

В настоящей статье дано краткое изложение некоторых выводов, полученных в результате исследования естественного возобновления по отдельным горным поясам.

Методика исследования состояла в изучении естественного возобновления в связи с типами леса как под пологом насаждений, так и в окнах разной величины. Отдельно велся учет всходов (1—5 лет) и подроста 6—10 лет и выше. В основу определения типов леса положено учение акад. В. Н. Сукачева [9]. Типы сосновых лесов Грузии описаны И. Тумаджановым [10], [11], Л. Махатадзе [5], П. Метревели [6] и др.

Работа нами проведена в следующих типах соснового леса: сухом, дубовом, грабинниковом, азалиевом, плодово-ягодном, папоротниковом, орляковом, овсяницево (нижний горный пояс); рацитниковом (нижний и средний горные пояса); мятликовом (средний и верхний горные пояса); с моховым покровом (нижний и верхний горные пояса); разнотравном (нижний, средний и верхний горные пояса); черничном, лещиновом и ясенниковом (верхний горный пояс).

Типы сосновых лесов и процессы естественного возобновления

Сухой сосняк (*Pinetum siccum inferior*) наиболее распространен на южных крутых склонах Восточной Грузии. Данный тип характеризуется ксерофильной травяной растительностью, неразвитыми, примитивными,

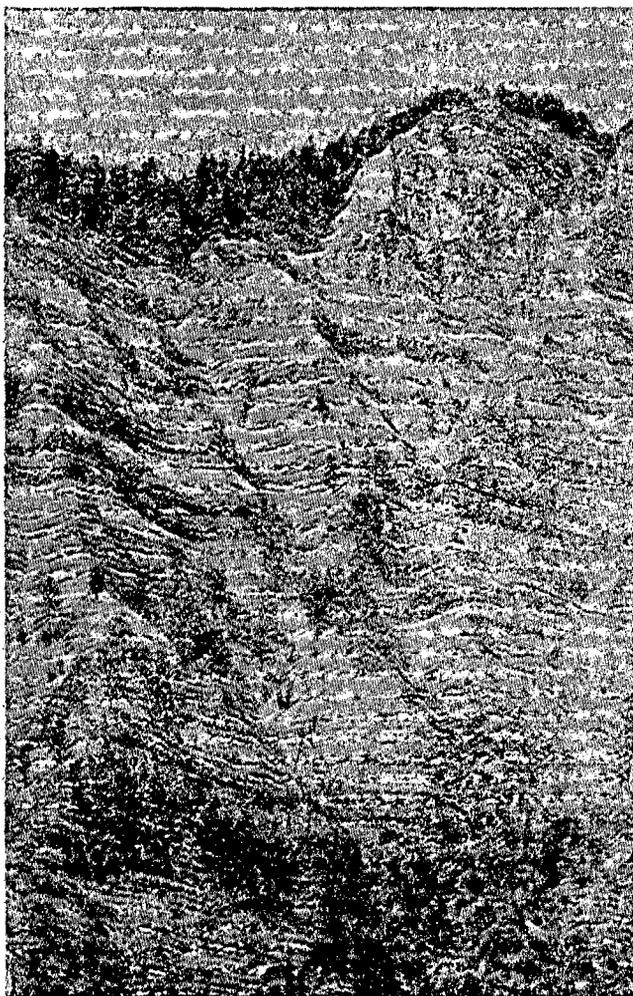


Рис. 1. Заселение сосны крючковатой на осыпях (Грузинская СССР).

горнолесными почвами. Нами изучены сосняки Боржомского района [4], расположенные на высоте 840 м над ур. моря. Древостой чисто сосновый с малой примесью дуба. Полнота и сомкнутость полога низкая (0,3—0,4). Возраст 80—90 лет, $H = 18$ м, $D = 18$ см. Бонитет IV. Подлесок мало развит, состоит в основном из барбариса, можжевельника, раkitника, грабни́ка. Травяной покров развит весьма слабо; в нем участвуют следующие виды: овсяница, дубровник, пырей ползучий, земляника.

Всходы сосны обильные: на 1 га насчитывается 169 тыс. экз. однодвухгодичных сосенок и 1,7 тыс. экз. от 3 до 5 лет; подрост сосны в возрасте выше 6 лет — 2,8 тыс. экз.

На появление всходов благотворно влияет весеннее обилие влаги и губительно действуют летние, часто продолжительные, засухи. Следовательно, в данном типе естественное возобновление сосны малоудовлетворительное.

Сосняк дубовый (*Pinetum guercetosum inferior*) встречаются на высоте 860 м над ур. моря на юго-западных экспозициях с малой ($8-10^\circ$)

крутизной склона в Рицинском лесничестве Гагрского лесхоза (Абхазия). Сосняк перестойный, во втором ярусе с примесью ели (*Picea orientalis*, L.) и пихты (*Abies Nordmanniana* (Stev.) Spach). $H = 23$ м, $D = 42$ см. Бонитет II. В подлеске дуб (*Quercus Hartwissiana* Stev.), скумпия, лавровишня, клен (*Acer platanoides* L.), крушина.

Травяной покров хорошо развит в местах, свободных от подлеска, и состоит из следующих видов: осока, копытень, вязель, волчегодник, овсяница, марьяник, ятрышник, колокольчик репчатовидный, лазурник.

Сведения по возобновлению сосны приведены в табл. 1.

Таблица 1

Порода	Количество всходов и подроста в тыс. шт. на 1 га в возрасте (лет)			Примечание
	1—5	6—10	свыше 10	
Сосна	11,5	5,3	—	Окно 20×15 м Сомкнутость полога 0,6—0,7
„	29,0	4,0	—	
Пихта	7,0	3,5	1,0	
Дуб	8,0	0,5	—	
Другие лиственные	0,5	1,0	—	

Как показывает табл. 1, общее возобновление под пологом насаждений хорошее — 54,5 тыс. экз. на 1 га, подроста сосны — 4,0 тыс.

В окнах размером 20×15 м на 1 га имеется 5,3 тыс. экз. подроста сосны 6—10 лет.

В данном типе как под пологом, так и в окнах возобновление сосны можно считать удовлетворительным.

Сосняк грабинниковый (*Pinetum orientali-carpinosum inferior*) встречается на высоте до 1000 м над ур. моря, занимая склоны малой и средней крутизны восточной и южной экспозиции. Почвы среднеразвитые. Сосняк чистый, во втором ярусе грабник, боярышник, шиповник. Древостой характеризуется средней сомкнутостью полога (0,4—0,5); в возрасте 70—80 лет $H = 18$ м, $D = 25$ см. Бонитет III.

Всходы сосны обильные: 112,0 тыс. на 1 га; подроста от 6 до 10 лет на 1 га 13,2 тыс., свыше 10 лет не имеется. Надо полагать, что сосна выдерживает затенение грабника до 10 лет, после чего подрост погибает от недостатка света. Поэтому возобновление в данном типе надо считать неудовлетворительным.

Сосняк азалиевый (*Pinetum azaleosum inferior*) распространен на подзолистых почвах, на склонах гор малой крутизны юго-западной экспозиции. Сосняк средневозрастной чистый. $H = 16—18$ м, $D = 20—22$ см. Сомкнутость полога 0,5—0,6. В подлеске азалия, грабник и лещина.

Травяной покров слабо развит, состоит из буквицы, вязаля, марьяника, купены. Возобновление сосны неудовлетворительное из-за сильно развитого подлеска.

Сосняк плодово-ягодный (*Pinetum myxto-fruticosum inferior*) распространен в Боржомском районе на склонах крутизной $10—15^\circ$ восточной экспозиции. Почвы бурые лесные, средней мощности. Подстилка рыхлая, толщиной 1,0—1,5 см. Сосняк чистый, в возрасте 80 лет $H = 18$ м, $D = 27$ см. Бонитет III. Подлесок средней густоты из следующих пород: свидина, сумах, пираканта, барбарис, боярышник. Травяной покров состоит из двух ярусов: в I ярусе — клевер, мятлик; во II ярусе мох (*Hylacomium proliferum*, L.).

Возобновление сосны неудовлетворительное из-за сильного развития травяного покрова.

Сосновые леса с папоротниковым покровом встречаются в Грузии в нижнем горном поясе, в наиболее увлажненных местах. Нами были описаны две группы сосняков папоротниковых:

а) *Сосняк папоротниковый (Pinetum dryopteriosum inferior)* встречается в Западной Грузии, в Онском лесхозе на высоте 800 м над ур. моря и занимает склоны южной и юго-восточной экспозиции крутизной 25—35°.

Древостой характеризуется средней сомкнутостью полога. К сосне примешивается во II ярусе дуб. В возрасте 80—90 лет $H=20-22$ м, $D=36-39$ см. Бонитет III. Подлесок развит средне и состоит, в основном, из грабинника и скумпии. В травяном покрове господствует мужской папоротник, имеется также колдунова трава, бальзамин, герань Роберта, ясменник.

б) *Сосняк орляковый (Pinetum pteridiosum inferior)* исследован в Ажарском лесничестве Гульрипшского лесхоза (Абхазия) на высоте 760 м над ур. моря. Он занимает склоны южной экспозиции крутизной 30—35°. Имеется примесь дуба, бука, осины. Возраст сосны 100—120 лет; дуба 60—80 лет. Средняя высота сосны 18 м, средний диаметр 32 см. Бонитет IV. Подлесок из азалии, грабинника, лещины, низкой полноты с равномерным распределением. Почвы бурые горнолесные малой мощности, каменистые.

Травяной покров состоит из орляка, бодяка, овсяницы, колокольчика речнатовидного, гравилата, фиалки душистой, вязеля, малины.

Сведения по возобновлению сосны даны в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Количество всходов и подроста в тыс. шт. на 1 га в возрасте (лет)			Примечания
	1—5	6—10	свыше 10	
Сосна	1,7	6,0	3,2	Сосняк папоротниковый Окно 35×35 м Сомкнутость полога 0,4—0,5
Дуб	0,8 0,5	4,1 0,7	1,3 0,2	
Сосна	1,0	1,6	—	Сосняк орляковый Окно 35×35 м Сомкнутость полога 0,4—0,5
Ель	13,0	2,0	2,2	
Лиственничные . .	1,5 9,5	— 0,6	0,3 —	

Из табл. 2 видно, что под пологом насаждений как в орляковом, так и в папоротниковом типе общее возобновление хорошее. Возобновление сосны в папоротниковом типе лучше, чем в орляковом, а в окнах (орляковый тип) — неудовлетворительное.

Сосняк раkitниковый распространен в боржомских и ахалцихских лесах на склонах малой и средней крутизны южной и юго-восточной экспозиции.

Высотноклиматический ряд сосновых лесов этого типа складывается из двух субассоциаций:

а) *Pinetum cylisosum inferior* (800—900 м над ур. моря) с примесью дуба и граба, возраст 90—100 лет, $H=18$ м, $D=20$ см. Бонитет IV. Подлесок из кизила, грабинника, раkitника.

б) *Pinetum cylisosum medium* (1300—1600 м над ур. моря) с примесью ели, возраст 90—100 лет, $H=20$ м, $D=30$ см. Бонитет III.

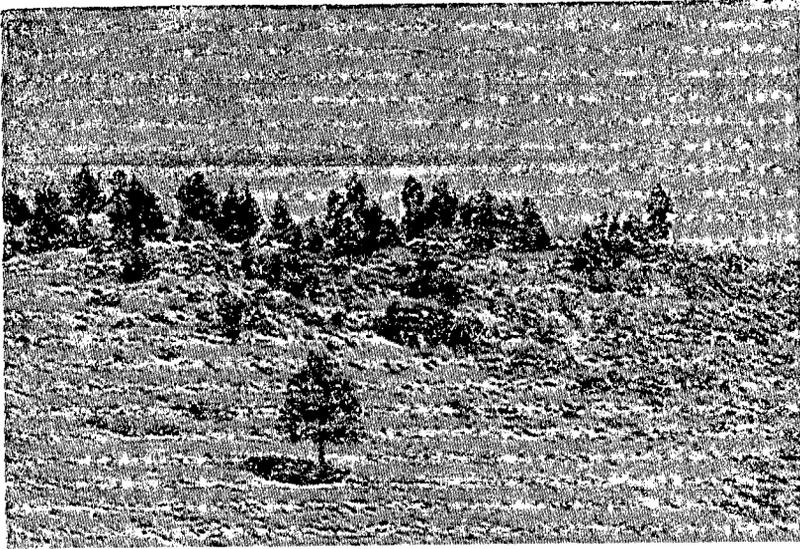


Рис. 2. Разновозрастный сосновый древостой на каменистых почвах (Грузинская ССР).

Подлесок из боярышника, лещины, мушмулы, раkitника. Травяной покров как в нижнем, так и в среднем поясе достаточно хорошо развит, состоит из наперстянки, овсяницы, клевера, земляники, горечавки.

Таблица 3

Порода	Количество всходов и подроста в тыс. шт. на 1 га в возрасте (лет)			Примечания
	1-5	6-10	свыше 10	
Сосна . .	2,0	8,0	7,5	Нижний пояс Окно 20×20 м Сомкнутость полога 0,6—0,7
” . . .	279	—	—	
Ель . . .	2,0	—	—	
Дуб . . .	7,0	—	—	
Сосна . .	5,7	2,3	1,8	Средний пояс Сомкнутость полога 0,3—0,4
Ель . . .	1,2	0,3	2,7	
Дуб . . .	1,2	1,3	—	

Из табл. 3 видно, что в нижнем поясе при сомкнутости полога 0,6—0,7 возобновление сосны неудовлетворительное, а там же в окнах размером 20×20 м возобновление сосны весьма удовлетворительное: на 1 га — 15,5 тыс. шт. подроста сосны. В среднем поясе в данном же типе при сомкнутости полога 0,3—0,4 возобновление сосны малоудовлетворительное: из общего количества всходов и подроста — 4,1 тыс. шт. подроста сосенок.

Сосняк с моховым покровом (Pinetum hylocomiosum inferior, superior). В боржомских лесах сосняк с моховым покровом часто встречается в нижнем горном поясе с примесью ели на пологих склонах северной экспозиции. Возраст 80 лет, $H = 20$ м, $D = 28$ см, одноярусный. Сомкнутость полога 0,5—0,6. Бонитет III. Подлесок почти отсутствует (единичный кизил). В живом напочвенном покрове доминирует мох (*Ну-*

locomium proliferum L.), покрывающий почву мощным слоем, над которым развита редкая травянистая растительность.

Данный тип нами исследовался также в верхнем горном поясе в условиях Клухори, в Маднихевском лесничестве (Хурзуки) на высоте 2000 м над ур. моря.

Экспозиция северная, крутизна склона 20°. Сосняк чистый одноярусный, возраст 90—110 лет, $H = 25$ м, $D = 34$ см. Бонитет II. Сомкнутость полога средняя (0,5—0,6). В живом покрове доминирует *Pleurozium Schreberi* (Wied) Mitt — «Сос», *Deschampsia caespitosa* (L.) P. B. — «Сор».

Таблица 4

Порода	Количество всходов и подроста в тыс. шт. на 1 га в возрасте (лет)			Примечания
	1—5	6—10	свыше 10	
Сосна . . .	49,0	3,0	—	Нижний пояс
Ель	14,0	9,0	—	„
Сосна . . .	12,2	—	10,0	Верхний пояс

Как видно из табл. 4, в нижнем поясе (Боржоми), при сомкнутости полога 0,5—0,6, хорошо выражена смена пород сосны елью; в условиях верхнего пояса (Клухори—Хурзуки) возобновление сосны хорошее — на 1 га 10 тыс. шт. подроста сосны.

Возобновление сосны в окнах разной величины показано в табл. 5.

Таблица 5

Размер окон	Количество всходов и подроста сосны (шт.) на 100 м ² в возрасте (лет)		
	1—5	6—10	свыше 10
10 × 10	275	25	—
15 × 15	175	28	—
20 × 20	132	84	70
25 × 25	82	52	103

Как показывают данные, в окнах малой величины из-за недостатка света естественное возобновление сосны неудовлетворительное. Хорошее возобновление наблюдается в окнах размером 20—25 м.

Сосняк мятликовый распространен в боржомских и в ахалцихских лесах на склонах средней и большой крутизны южной и юго-восточной экспозиции и занимает по вертикали широкую полосу от 900 до 1700 м. Высотноклиматический ряд сосновых лесов этого типа складывается из двух субассоциаций.

а) *Pinetum poosum medium* с примесью ели и дуба, одноярусный, сомкнутость полога низкая (0,3—0,4), возраст 100—120 лет. $H = 19$ м, $D = 28$ см. Бонитет IV. Подлесок — единичный шиповник.

б) *Pinetum poosum superior* с примесью ели (9С1Е), одноярусный; возраст 90—110 лет. $H = 16$ м, $D = 28$ см. Бонитет V. Подлесок отсутствует. Травяной покров как в среднем, так и в верхнем горном поясе хорошо развит, состоит из мятлика лесного, клевера, горной овсяницы, ястребинки, колокольчика репчатовидного, мха *Pleurozium Schreberi*. Почвы тощие, с большим содержанием щебня и камней.

В табл. 6 показано возобновление сосны при сомкнутости полога 0,3—0,4.

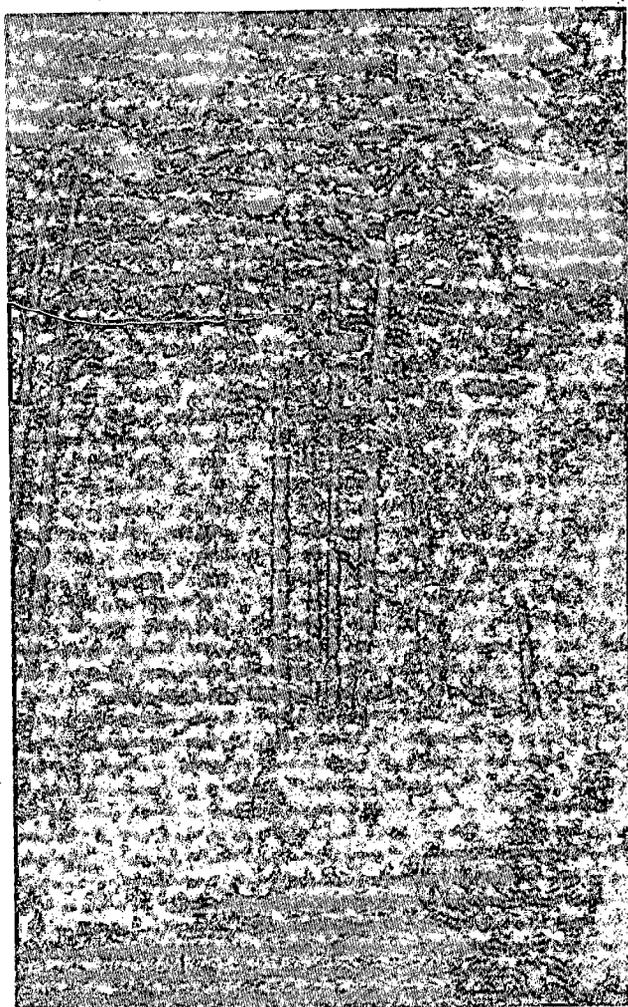


Рис. 3. Естественное возобновление в сосновом лесу (Грузинская ССР).

Таблица 6

Порода	количество всходов и подроста в тыс. шт. на 1 га в возрасте (лет)			Примечание
	1 — 5	6 — 10	свыше 10	
Сосна :	8,0	5,8	2,5	Средний пояс.
Ель . . .	1,2	1,0	0,4	
Сосна .	6,0	—	1,5	Верхний пояс
Ель . . .	1,25	—	0,25	
Дуб . . .	0,25	—	—	

Как видно из таблицы, возобновление сосны хорошее в среднем горном поясе, неудовлетворительное в верхнем поясе. Сосняки разнотравные, обладают широкой амплитудой условий местообитания, поэтому слагаются из трех субассоциаций:

а) *Pinetum prasinum inferior* исследовался в Клухори-Тебердинском лесничестве; высота 1000 м над ур. моря, экспозиция северо-западная, крутизна склона 5—10°. Сосняк чистый, одноярусный, возраст 70—80 лет, $H = 20$ м, $D = 30$ см. Бонитет III. Сомкнутость полога 0,6—0,7. Подлеска нет. С поверхности почва покрыта подстилкой, образующей рыхлый слой мощностью 4—6 см, состоящий из хвои и злаковых травянистых остатков. Травяной покров из вейника, буквицы лекарственной, душицы, черноголовки обыкновенной.

б) *Pinetum prasinum medium* распространен в Месхети, на высоте 1300—1500 м над ур. моря и занимает склоны юго-восточные малой крутизны. Сосняк чистый, возраст 80—90 лет, $H = 19$ м, $D = 28$ см. Бонитет III. Сомкнутость полога 0,5—0,6. Подлесок — единичные можжевельник, рябина, жимолость. Мертвый покров образует мощный слой толщиной 10—12 см. Травяной покров состоит из следующих видов: мох *Pleurozium Schreberi*, астрагал, одуванчик обыкновенный, коротконожка, клевер, бедренец камнеломка, вика.

в) *Pinetum prasinum superior* характерен для верхней границы Месхети-Джавахетской области. Здесь весьма распространены сосновые леса в виде больших массивов чистых древостоев или с примесью дуба восточного, березы бородавчатой и др. Сомкнутость полога 0,5—0,6. Возраст 100—120 лет, $H = 18$ м, $D = 22$ см. Бонитет IV. Подлесок — единично рябина. Подстилка образует рыхлый слой толщиной 3—4 см. Травяной покров состоит из вейника, буквицы, клевера лугового, герани Роберта, гравилата городского, астрогала, девясила.

Таблица 7

Породы	Количество всходов и подроста в тыс. шт. на 1 га в возрасте (лет)			Примечание
	1 — 5	6 — 10	свыше 10	
Сосна	3,0	—	—	Нижний пояс Сомкнутость полога 0,6—0,7
Сосна	56,0	26,5	—	Средний пояс Сомкнутость полога 0,5—0,6
Сосна	—	—	—	Верхний пояс Сомкнутость полога 0,5—0,6
Дуб	0,5	1,2	—	
Другие лиственные	1,4	0,8	0,6	

Как видно из табл. 7, хорошее возобновление сосны имеется только в среднем горном поясе.

Сосняк лещиновыи (Pinetum corylosum superior). Лещина для горных сосновых лесов мало характерна, однако все же встречается в Западной Грузии. Описанный нами тип произрастает на высоте 1600 м над ур. моря на хорошо дренированных, сравнительно сухих склонах юго-западной экспозиции (Шови). Древостой смешанный, с господством сосны, примесь — бук, граб, пихта. Возраст сосны 100—120 лет, $H = 21—23$ м, $D = 36—38$ см. Бонитет III. Подлесок в основном из лещины. Травяной покров развит слабо. Подстилка толщиной 3—4 см.

Как видно из табл. 8, хорошо возобновляются теневые породы (на 1 га 23 тыс. шт. подроста). Из-за недостатка света совсем отсутствует подрост сосны.

Таблица 8

Порода	Количество всходов и подроста в тыс. шт. на 1 га в возрасте (лет)			Примечание
	1—5	6—10	свыше 10	
Сосна . . .	340	—	—	Верхний пояс Окно 15 × 15 м " 30 × 30 м
" . . .	40	12,5	—	
" . . .	32,0	—	—	Сомкнутость полога 0,6—0,7
Ель . . .	19,0	2,0	—	
Пихта . . .	17,0	6,0	2,0	
Бук . . .	42,0	7,0	6,0	

В окнах малой величины (15 × 15 м) также совсем отсутствует подрост сосны, а в окнах большой величины возобновление неудовлетворительное вследствие сильно угнетающего влияния подлеска.

Сосняк черничный (Pinetum myrtilosum superior) широко распространен в лесах горной Тушетии. Этот тип создает основной фон сосновых лесов на северных склонах средней крутизны и хорошо развит на высоте от 1800 до 2300 м над ур. моря. Сосняк чистый с малой примесью березы и осины [11].

Сосна обычно образует два полога, состоящие из стволов различных поколений. Первый полог (негустой) образуют стволы в возрасте до 200 лет, а основную массу древостоя составляют стволы в возрасте 120—130 лет (второй полог). Общая сомкнутость полога 0,6—0,7. $H = 27$ м, $D = 60$ см. Бонитет II. Подлесок из единичных деревьев *Rhododendron caucasica* Pall.

В живом напочвенном покрове доминирует мох, который покрывает почву сплошным плотным слоем, достигающим мощности 30 см. Видовой состав покрова беден и состоит из черники, мха *Pleurozium Schreberi*, папоротника обыкновенного, луговика дернистого, купены, вики чечевичковидной, грушанки, земляники.

Нижеприведенная таблица иллюстрирует естественное возобновление сосны в данном типе.

Таблица 9

Порода	Количество всходов и подроста в тыс. шт. на 1 га в возрасте (лет)			Примечание
	1—5	5—10	свыше 10	
Сосна	1,5	5,25	5,75	Верхний пояс Сомкнутость полога 0,6—0,7
Береза	0,5	1,75	0,25	
Другие лиственные	2,0	1,25	—	

Как видно из таблицы, возобновление сосны весьма удовлетворительное (на 1 га 11 тыс. шт. подроста).

Сосняк ясенниковый (Pinetum asperulosum superior) встречается в Западной Грузии (Шови) в пределах 1500—1700 м над ур. моря на склонах юго-западной экспозиции средней крутизны. Древостой двухъярусный, смешанный, с господством сосны и примесью дуба, граба, ясеня, клена; в I ярусе сосна, бук; во II ярусе — дуб, граб. Насажение средней сомкнутости, возраст — 120 лет, $H = 23$ м, $D = 52$ см. Бонитет III. Травяной покров сравнительно редкий, состоит из ясенника, овсяницы. Почвы бурые лесные, мощные, средней влажности. Возобновление сосны отсутствует.

Подводя итоги нашим исследованиям естественного возобновления сосны по отдельным горным поясам в связи с типами леса, приходим к следующему выводу:

Удовлетворительно протекает процесс естественного возобновления сосны в следующих типах сосняков: дубовом, папоротниковом, орляковом — нижнего пояса, мятликовом, разнотравном, ракитниковом — среднего пояса; моховом, черничном — верхнего пояса.

Малоудовлетворительно в типах — сухой сосняк, сосняк моховой нижнего пояса.

Неудовлетворительное возобновление в типах сосняка грабинникового, азалиевого, плодово-ягодного — нижнего пояса; мятликового, разнотравного, лещиногового, ясенникового — верхнего пояса.

Для правильного ведения хозяйства можно считать целесообразным объединение нескольких сходных (по местообитанию) типов и выделения следующих хозяйственных групп:

I. Сосняки на сухих местообитаниях (сухой, овсяницевоый, ракитниковый, мятликовый, дубовый, грабинниковый).

II. Сосняки на средне-влажных почвах: (азалиевоый, плодово-ягодный, лещиновый, черничный, разнотравный, ясенниковый).

III. Сосняки на увлажненных местообитаниях (папоротниковый, орляковый, моховой).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. З. Гулисашвили. Экологические особенности сосновых насаждений Грузии. Труды Тбилисского Государственного Университета, т. II, 1936. [2]. В. З. Гулисашвили. Рубки в горных лесах. М.-Л., 1946. [3]. В. З. Гулисашвили. Горное лесоводство. М.-Л., 1956. [4]. В. Ф. Дарахвелидзе. К вопросу естественного возобновления сосны. Труды Грузинского СХИ, т. XVII—XVIII, 1955. [5]. Л. Б. Махатадзе. Леса Атенского ущелья. Труды Атенской горно-лесомелиоративной станции, вып. I, 1939. [6]. П. А. Метрели. Естественное возобновление и главные рубки в горных сосновых лесах Восточной Грузии. «Лесное хозяйство» № 5, 1950. [7]. В. И. Мирзашвили. К вопросу об естественном возобновлении сосны. Труды института леса АН Грузинской ССР, т. IV, 1952. [8]. Г. Ф. Морозов. Очерки по возобновлению сосны. Москва, 1930. [9]. В. Н. Сукачев, С. В. Зонн, Г. П. Мотовилов. Методические указания к изучению типов леса. М., 1957. [10]. И. И. Тумаджанов. Геоботанический очерк сосновых лесов Атенского ущелья. «Труды Тбилисского Ботанического института», т. II, 1937. [11]. И. И. Тумаджанов. Леса горной Тушетии. Труды Тбилисского Ботанического института, V, 1938.

Поступила в редакцию
8 января 1959 г.

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ *Deschampsia flexuosa* Trin. НА ЛУГОВИКОВЫХ ВЫРУБКАХ

П. В. СТАЛЬСКАЯ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

Широкое распространение луговиковых вырубков, слабое облесение их и устойчивый характер вызывают необходимость изучения биологии основного эдификатора этих вырубков — луговика извилистого (*Deschampsia flexuosa* Trin.), являющегося бичом последующего возобновления леса, что уже отмечалось ранее [2], [3], [4], [5], [6].

Чтобы выявить некоторые биологические особенности луговика, автор, под руководством акад. И. С. Мелехова, в 1956—1958 гг. проводил наблюдения за плодоношением, а также за развитием корневой системы луговика в Шелековском участке учебно-опытного лесхоза АЛТИ и в Емцовском лесничестве Обозерского лесхоза (Архангельская обл.) на луговиковых лесосеках: 2, 4, 8, 9, 10, 12 и 14-летней давности, образовавшихся на месте бывшего свежего сосняка-черничника.

Вегетация луговика извилистого начинается в первой — второй декаде мая. Со второй декады июня начинается развитие генеративных побегов и фон уже вполне отчетливо создает вегетирующий луговик, особенно на трех-пятилетних вырубках.

Фенофазы луговика можно представить в виде фенологического спектра (рис. 1). Хотя они и распределяются закономерно во времени, но переходы между ними не всегда выражены вполне отчетливо. Очень часто в одной дернинке луговика встречаются как цветущие побеги, так и побеги, еще только выходящие в трубку, и побеги, уже отцветающие. Особенно часто это можно наблюдать на молодых лесосеках.

Цветение луговика на лесосеке четырехлетней давности начинается на 3—4 дня, а разлет семян на 6—7 дней раньше, чем на девятилетней.

Размножение луговика, как показали наши наблюдения в учебно-опытном и Обозерском лесхозах, а также наблюдения Л. И. Корконосовой на Кольском полуострове, происходит под пологом леса вегетативным путем. Вегетативное размножение имеет место и на старых (старше 7 лет) лесосеках. Заметное участие принимают растения вегетативного происхождения среди ненарушенного покрова и на свежих вырубках. Под пологом леса, в силу большого затенения, длина корневищ между отдельными побегами больше, чем на старых, хотя и облесившихся вырубках, а следовательно, под пологом леса число побегов на единице площади меньше.

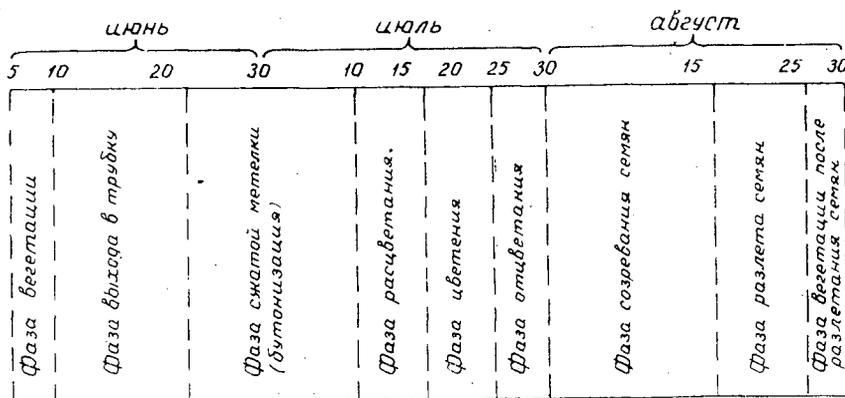


Рис. 1. Фенологический спектр луговика извилистого на девятилетней луговиковой вырубке.

Общая длина корневищ луговика в луговиковых куртинах под пологом леса, по средним данным 45 прикопок, в два с лишним раза больше, чем на двухлетних вырубках. На четырехлетних вырубках корневища почти не встречаются, а на девяти-двенадцатилетних длина их примерно такая же, как на двухлетних.

Корневища располагаются в подстилке или под подстилкой, на глубине 2—2,5 см.

Начиная со второго, а особенно, с третьего и четвертого года после рубки, луговик обильно плодоносит и быстро заселяет лесосеку семенным путем.

Количество генеративных побегов луговика, как показали данные 75 учетных площадок, тесно связано с давностью рубки. Если на двухлетних вырубках число генеративных побегов превосходит 5000, на четырехлетних вырубках их более 9000, то на восьмилетних и более старых лесосеках составляет всего 500 штук на 1 м².

Необходимо отметить еще и то, что на лесосеках десятилетней и большей давности наблюдается не только меньшее количество генеративных побегов, чем на более молодых вырубках, но и раннее отмирание этих побегов. Так, на девятилетней лесосеке около 20%, на десятилетней — 30% и четырнадцатилетней до 80% общего количества генеративных побегов остается в стадии выхода в трубку или частичном освобождении метелки и отмирает в первых числах августа.

Рост генеративных побегов луговика (по наблюдениям на восьми-девятилетних вырубках) продолжается с первой половины июня до первой половины июля. Средняя высота закончивших рост генеративных побегов луговика (по данным 600 измерений) колеблется, в зависимости от давности рубки, в пределах от 40 до 86 см: на двухлетних вырубках высота побегов равна 78—82 см, на четырех- и пятилетних — 86 см, на девятилетних и более старых — 40 см. Максимальная высота побегов (до 106 см) наблюдается на пятилетних вырубках.

Между давностью рубки и длиной метелки большой зависимости не наблюдается, но все же можно отметить, что средняя длина метелки на двух-пятилетних лесосеках на 1,5—2 см больше, чем на лесосеках семилетней и большей давности.

Двух-четырёхлетние вырубki характеризуются не только большим количеством плодоносящих побегов, но и наибольшим количеством колосков в метелке. В среднем (из 100 метелок, учтенных в каждом слу-

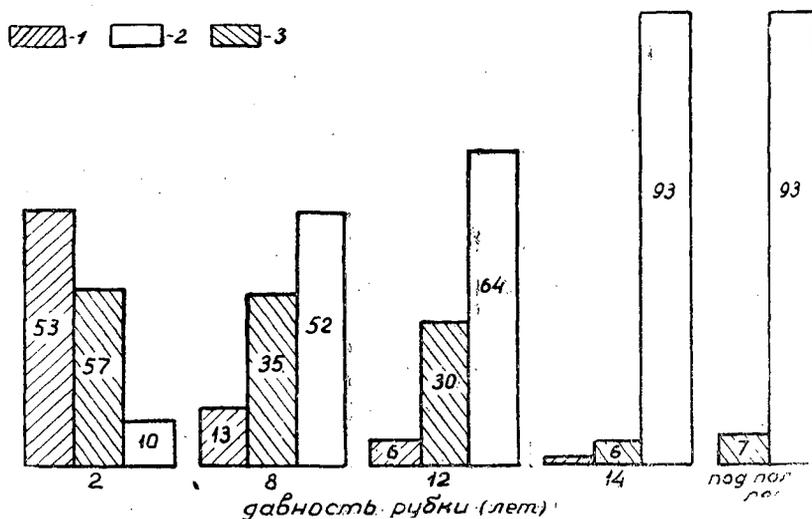


Рис. 2. Количество семян луговика извилистого на рубках различной давности. (В каждом случае исследовано от 500 до 1500 колосков.)

1 — процент колосков с двумя семечками; 2 — процент пустых колосков; 3 — процент колосков с одним семечком.

чае) метелка на двухлетней луговиковой вырубке имеет около 60 колосков (отдельные метелки здесь имеют до 140 колосков), а на лесосеках восьмилетней и большей давности среднее количество колосков в метелке едва достигает 30—35, то есть в два раза меньше, чем на лесосеках двухлетней давности.

Колоски луговика извилистого одно- и двухцветковые. Колоски с большим числом цветков нам не встречались, хотя было учтено около 4 тыс. колосков. Наблюдения показали, что в метелке цветет только часть колосков (от 30 до 95%), а следовательно, и семена развиваются далеко не во всех колосках. В данном случае сильное влияние оказывает давность рубки (рис. 2).

Принимая во внимание цифры среднего количества семян в метелке и среднего количества генеративных побегов, можно сказать, что 1 м² луговиковой дернинки на двухлетних рубках дает свыше 400 тыс. шт. семян, тогда как на восьмилетних рубках только около 10 тыс., а на четырнадцатилетних всего около 2 тыс. шт. семян.

Интенсивное плодоношение луговика на свежих и молодых лесосеках во многом объясняет быстрое распространение его на рубках.

Количество семян в различных частях метелки варьирует мало, тем не менее можно отметить, что на верхних и нижних веточках метелки пустых колосков больше, чем на средних (восьмилетняя лесосека).

Вес 1000 семян луговика (без удаления семенных чешуек) колеблется от 0,524 до 0,736 г. Наибольший вес семена имеют на двухлетней рубке. С увеличением давности рубки вес семян луговика уменьшается и на двенадцатилетней лесосеке вес их на 18%, а на четырнадцатилетней на 26% меньше, чем на двухлетней.

Чтобы выявить всхожесть и энергию прорастания семян луговика, автором проведено проращивание семян в аппарате Либенберга и на минеральном субстрате в коробках Часовой [7].

Как в том, так и в другом случае прорастание семян луговика извилистого при температуре 18—20° происходит на пятый-шестой день

(по исследованиям Белькова [1] эта температура является наиболее благоприятной для прорастания семян многих травянистых растений), тогда как всходы сосны и ели, посеянных одновременно с луговиком, появились лишь на 20-й (ель) — 22-й (сосна) день, а при совместном посеве сосны и луговика всходы сосны появились на три дня позднее, чем в посевах чистой сосны. К моменту появления всходов сосны и ели всходы луговика уже имели высоту до 7 см и длину корней 6—7 см, то есть всходы луговика к моменту появления всходов древесных пород становятся довольно окрепшими и могут оказывать отрицательное влияние на их развитие.

Всхожесть семян луговика очень высокая и колеблется от 72 до 98%. Основная масса семян (от 55 до 85%) прорастает в первые 10 дней. Число семян, проросших после 15 дней, составляет всего лишь 1 (двухлетняя вырубка) — 7% (четырнадцатилетняя вырубка). Всхожесть семян луговика наиболее высока в конце августа. Семена луговика, как и других растений, в силу каких-либо неблагоприятных факторов в год созревания могут и не прорасти. Поэтому возникает вопрос, как долго семена луговика могут сохранять всхожесть. Прорастивание семян, собранных в 1956 г., показало, что по прошествии двух лет, всхожесть их все еще остается высокой, хотя она на 20% ниже всхожести семян, собранных в 1958 г.

Кроме того, если в первом случае до 90% семян проросло за первые 10 дней, то во втором — только около 50%.

Таким образом, плодоношение луговика извилистого в сильной степени связано с давностью рубки. В первые пять лет после рубки имеет место наиболее интенсивное плодоношение луговика. Этот период характеризуется наибольшим количеством генеративных побегов на единице площади, наибольшим количеством семян в метелке и более ранним созреванием семян.

Для раскрытия природы луговиковых вырубок важное значение имеет и изучение корневой системы луговика.

Наблюдения за развитием корневой системы луговика извилистого проводились посредством взятия образцов почвы в виде кубиков размером $10 \times 10 \times 10$ см. Учитывались крупные и средние корни всех растений. Мелкие корешки из-за трудности распознавания не учитывались.

Прямой зависимости между давностью рубки и общим весом корней в кубике не наблюдается, но на старых вырубках в дернинках луговика с наличием кукушкина льна корни луговика и других растений сильно переплетаются с органической торфянистой массой, которая составляет значительный процент как по объему, так и по весу, сильно уплотняет почву и состоит из отмерших частей растений (особенно мхов) и лишь частично пронизана живыми корешками растений (луговика, кустарничков и др.).

Видовой состав корней под пологом леса и на вырубках разных лет неодинаков. Под пологом леса 75 ÷ 95% составляют корешки кустарничков и древесных пород. Количество корней луговика зависит от величины прогалины. В прогалинах диаметром 8—10 м корни луговика составляют около 12%, в этих условиях от 5 до 10% по весу приходится на долю корневищ луговика.

На лесосеках двух-четырёхлетней давности 50—60% общего веса корней составляют корни луговика. На лесосеке десятилетней и большей давности корни луговика, кустарничков и древесных пород вытесняются торфянистой массой, образованной кукушкиным льном. Так, на четырнадцатилетней лесосеке, где в настоящее время луговиковая вырубка

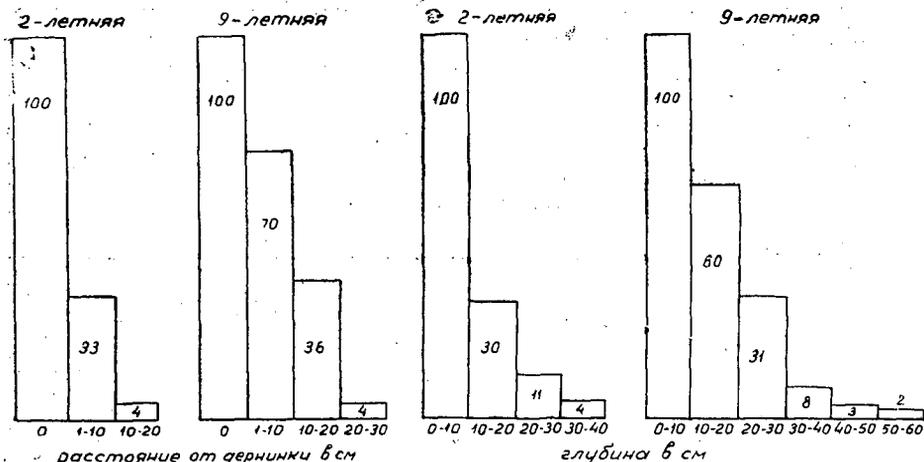


Рис. 3. Количество корней луговика извилистого в зависимости от расстояния до дернинки и глубины взятия образца (в % от веса корней, сосредоточенных в верхнем кубике под дернинкой).

перешла в долгомошно-луговиковую, торфянистая масса в отдельных случаях составляет 90%. Здесь же, но при отсутствии кукушкина льна, в луговиковых дернинках, усыхающих в настоящее время, до 80% приходится на долю корней луговика.

С давностью рубки изменяется и общая длина корней луговика извилистого. Уже через два года после рубки почва очень густо пронизана корнями луговика, что, конечно, не может не подавлять возобновления леса. На лесосеках одной давности количество корней луговика извилистого изменяется с удалением от дернинки и глубиной взятия образца (рис. 3).

Основная масса корней луговика извилистого на двухлетней лесосеке располагается на глубине до 10 см непосредственно под дернинкой и на глубине до 20 см на девятилетних вырубках, то есть на старых лесосеках корни луговика распространяются в стороны и вглубь дальше, чем на свежих вырубках.

Мощное развитие корневой системы луговика оказывает сильное конкурирующее влияние на самосев и всходы древесных пород уже начиная с 3—4 года после рубки.

Особенно сильное конкурирующее влияние корней луговика проявляется на старых вырубках, где корни его имеют значительное распространение как в стороны, так и вглубь.

Полученные данные, раскрывая дополнительные причины слабого облесения луговиковых вырубок, позволяют сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Выявление сроков разлета семян луговика извилистого позволяет своевременно принять меры по борьбе с луговиком. В период со второй половины июля для северной подзоны тайги растения путем скашивания или протравливания должны уничтожаться. В это время развитие вегетативной массы заканчивается, а разлета семян еще нет.

2. Данные о том, что луговик обильно плодоносит и дает огромное количество семян уже на двухлетних вырубках, когда он, как показали наши прежние исследования [2], [4], занимает еще не более 15% площади, позволяют рекомендовать проведение мер борьбы с распространением луговика уже на двухлетних вырубках.

3. То обстоятельство, что семена луговика извилистого имеют высокую всхожесть и прорастают значительно быстрее, чем древесные породы, приводит к необходимости увязывать сроки подготовки почвы под лесные культуры и ухода за культурами со сроком созревания семян луговика. Необходимо также иметь в виду, что семена луговика извилистого могут сохранять всхожесть в течение ряда лет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. П. Бельков. Особенности главнейших видов травяного покрова вырубок в кисличниках и черничниках, 1957. [2]. И. С. Мелехов, П. В. Голдобина. Изменения напочвенного покрова в связи с концентрированными рубками. «Сборник научно-исследовательских работ АЛТИ» № 9, 1947. [3]. И. С. Мелехов. Концентрированные рубки и лесовозобновление в бассейне Северной Двины. «Труды АЛТИ», т. XIII, 1949. [4]. И. С. Мелехов, П. В. Голдобина. О природе луговиковых вырубок и их облесении. Сб. «Концентрированные рубки в лесах Севера», АН СССР, 1954. [5]. И. С. Мелехов. К типологии концентрированных вырубок в связи с изменениями в напочвенном покрове. Сб. «Концентрированные рубки в лесах Севера» АН СССР, 1954. [6]. И. С. Мелехов. О теоретических основах типологии вырубок. Известия высших учебных заведений: «Лесной журнал» № 1, 1958. [7]. А. А. Часовенная. К методике изучения корневых систем травянистых растений. Ученые записки Ленинградского гос. университета. Серия Биологическая, вып. 30, № 143, 1951.

Поступила в редакцию
13 июля 1959 г.

Чистые семена тщательно перемешивались, а затем отсчитывались подряд без выбора. Для протравливания бралось по четыре отдельных сотни, которые помещались после протравливания их фунгицидами на отдельные ложки аппарата для проращивания с электрическим подогревом воды.

Протравители применялись в следующих вариантах:

1. Формалин (семена погружались на 2 часа в 0,15%-ный раствор).
2. Формалин (семена погружались на 5 мин в 0,15%-ный раствор и «топились» в парах формалина в течение 2 час).
3. Марганцевокислый калий (семена погружались на 30 мин в 3%-ный раствор).
4. Марганцевокислый калий (семена погружались на 3 часа в 0,5%-ный раствор).
5. Тетраметилтиурамдисульфид 50%-ный применялся из расчета 3 г на 1 кг семян.
6. Динитротрихлорбензол применялся из расчета 6 г на 1 кг семян.
7. Гранозан — его действия исследовались в четырех дозировках: 2; 3; 4; 5 г на 1 кг семян.

8. Меркуран. Исследовалось влияние его на энергию прорастания и техническую всхожесть в дозировках: 3; 4; 5; 6 г на 1 кг семян.

Для протравливания брались семена, имеющие техническую всхожесть 75% и энергию прорастания 69%.

Семена обрабатывались путем встряхивания их с сухими протравителями в стеклянной посуде в течение 5 мин. Порошки прилипали к семенам хорошо. После протравливания, во избежание быстрого перехода плесени от зараженных семян к здоровым, семена сосны раскладывали по 100 шт. на каждом ложе так, чтобы они не соприкасались.

Проращивание семян производилось в аппаратах с электрическим подогревом на свету при переменной температуре. Температуру воды в аппаратах ежедневно постепенно повышали до 36°C. Затем ток выключался, и вода постепенно охлаждалась до температуры окружающего воздуха. При температуре воды, равной 36°C, термометры на подкладке показывали 30°C. Уровень воды в приборах для проращивания поддерживали постоянный — 3—4 см от ложки семян.

Началом проращивания семян было принято считать день раскладки их на аппаратах. Учет проросших семян и удаление их с подстилок аппаратов производили на 3, 5, 7 и 10-й день и далее через каждые пять суток до окончания срока проращивания. Проросшими считались семена, развившие здоровые, нормальные корешки длиной более половины длины семени. В каждый указанный выше учетный срок в карточке анализа отмечали:

- а) число проросших и удаленных семян;
- б) число бесспорно загнивших и удаленных до истечения срока проращивания семян;
- в) число оставшихся на ложе семян;
- г) дату появления плесени на семенах.

Оставшиеся непроросшими семена разрезали вдоль зародыша и определяли число непроросших здоровых, загнивших и пустых семян в каждой сотне. Полученные данные заносили в карточки анализа. При этом здоровыми считались семена твердые, упругие, с нормальным зародышем; загнившими — семена с мягким или киселеобразным разложившимся внутренним содержимым.

По полученным данным устанавливали средний арифметический процент энергии прорастания, всхожести, число здоровых, загнивших и пустых семян. Эти данные округляли до целых процентов.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

А. А. ПРИСЯЖНЮК

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук
(Белорусский лесотехнический институт)

Семена сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), как и других древесных пород, повреждаются грибными болезнями, которые не только снижают качество семян, но и делают их непригодными для посева в питомниках и на лесокультурных площадях, а также вызывают полегание сеянцев.

Огромное количество семян заражается плесневыми грибами (*Mucor racemosus*, *Fres.*, *Penicillium glaucum* Link. и др.), поэтому, чтобы получить здоровый посадочный материал, нужно семена перед посевом дезинфицировать.

Изысканием методов обеззараживания семян сосны занимались многие исследователи [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [12], [13]. Был испытан целый ряд различных протравителей, главным образом, жидких.

Однако до последнего времени во всех инструкциях [9], [11], а также в учебниках рекомендуются для протравливания семян сосны растворы только формалина и марганцевокислого калия. Между тем, протравливание семян сосны формалином не всегда дает положительные результаты. Так, по данным Софян [10], формалин снижает всхожесть семян сосны. Набухшим семенам сосны при мокром протравливании формалином или марганцево-кислым калием нужна для дальнейшего прорастания влажная почва, ибо, попав в сухую почву, они могут погибнуть. Семена же, обработанные сухими протравителями, могут без вреда находиться в сухой земле до появления в ней соответствующих условий для прорастания.

Нами были проведены сравнительные испытания влияния различных протравителей на энергию прорастания, лабораторную и полевую всхожесть семян сосны обыкновенной. Основной задачей этих исследований являлось нахождение протравителей, которые были бы вполне эффективны, легко применимы и безопасны в обращении.

Методика протравливания семян сосны обыкновенной

Для проведения испытаний действия протравителей на энергию прорастания и техническую всхожесть брались семена сосны обыкновенной, собранной в Петровицком лесничестве Минского лесхоза.

Срок для определения энергии прорастания сосны обыкновенной принят в семь, а всхожести — в пятнадцать суток.

В дополнение к лабораторным испытаниям для выяснения влияния протравителей на грунтовую всхожесть бралось по 300 семян, которые обрабатывались протравителями для посева в питомнике в трех повторениях.

Таким образом, каждый протравитель был испытан на 900 семенах. Высев семян производился в день их протравливания.

Результаты лабораторных испытаний влияния протравителей на энергию прорастания и всхожесть семян сосны обыкновенной

В итоге проведения лабораторных испытаний (имевших целью выявить влияние различных протравителей на энергию прорастания и всхожесть семян сосны обыкновенной) нами были получены данные, представленные в табл. 1.

Таблица 1.

Протравители	Экспозиция или дозировка	Процент проросших семян по дням						Энергия прорастания в %	Всхожесть в %	
		3-й	5-й	7-й	10-й	15-й	20-й		лабораторная	грунтовая
Формалин 0,15%-ный	Намачивание 5 мин., томление 2 ас.	—	18	27	17	8	—	45	70	41,7
"	Намачивание 2 час	—	8	20	15	12	—	28	55	39,9
Марганцевокислый калий 3%-ный	Намачивание 30 мин	—	40	24	8	2	—	64	74	56,7
"	" 120 "	—	—	—	—	—	—	—	—	48,7
"	" 180 "	—	43	24	4	3	—	67	74	59,4
Тетраметилтиурамдисульфид 50%-ный	3 г на 1 кг семян	—	52	18	2	3	—	70	75	55,5
Динитротрихлорбензол	6 г "	—	51	17	4	4	—	68	76	56,8
Гранозан	2 " "	—	50	18	6	4	—	68	78	—
"	3 " "	—	49	17	9	4	—	66	79	48,7
"	4 " "	—	51	16	6	3	—	67	76	—
"	5 " "	—	41	27	7	2	—	68	77	—
Меркуран	3 " "	—	43	25	4	4	—	68	76	46,7
"	4 " "	—	34	36	8	4	—	70	82	—
"	5 " "	—	16	31	20	9	—	47	76	—
"	6 " "	—	17	33	16	9	—	50	75	—
Контроль	—	—	46	23	6	—	—	69	75	45,3

Формалин в экспозиции 120 мин при 0,15%-ной концентрации снизил энергию прорастания на 59,4%, всхожесть на 26,8, а при пятиминутном намачивании и двадцатиминутном «томлении» в парах 0,15%-ного формалина снизил энергию прорастания на 34,8%, а всхожесть на 6,8%.

Протравливание марганцевокислым калием в обеих концентрациях дало результаты, близкие к контрольным.

Протравливание семян сосны препаратом тетраметилтиурамдисульфидом дало неплохие результаты: энергия прорастания увеличилась на 1,3%, а всхожесть одинакова с контролем.

Гранозан в дозировках: 2; 3; 4; 5 г на 1 кг семян сосны обыкновенной повысил всхожесть соответственно на 4; 5,5; 1,2; 2,6%.

Динитротрихлорбензол в дозировке 6 г на 1 кг повысил всхожесть семян сосны на 1,2%.

Самые лучшие результаты дало протравливание семян сосны меркураном в дозировке 4 г на 1 кг. Энергия прорастания при этом увеличилась на 1,3%, всхожесть на 9,3%.

Хорошие результаты дал меркуран в дозировках 3 и 4 г на 1 кг.

Изучение влияния указанных выше протравителей на грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной дает возможность рекомендовать некоторые из них (гранозан, меркуран и др.) для применения в лесохозяйственной практике.

Данные лабораторных испытаний были проверены нами в полевых условиях в Негорельском учебно-опытном лесхозе.

Результаты учета грунтовой всхожести представлены в табл. 1. Из этих данных видно, что протравливание семян сосны формалином снизило грунтовую всхожесть семян на 9,1—12%, протравливание семян марганцевокислым калием во всех дозировках увеличило грунтовую всхожесть семян сосны соответственно на 7,4—31%. Все сухие протравители увеличивали грунтовую всхожесть семян сосны на 3—26,9%.

Стоимость формалина или марганцевокислого калия для протравливания 1 ц семян сосны равна 1 руб., а стоимость сухих протравителей гранозана и меркурана для протравливания этого же количества семян составляет 1 р. 25 к.

Следует отметить, что сухой метод протравливания семян сосны меркураном и гранозаном имеет несомненные преимущества, так как не только обеззараживает семена от инфекции, находящейся на их поверхности, но и ослабляет вредные действия возбудителей заболевания, если они находятся в поверхностных тканях семян, предохраняет семена от повторного заражения при дальнейшем хранении их, перевозках и при нападении почвенных патогенных организмов, могущих вызвать заболевание семян и молодых всходов. Меркуран защищает также семена и всходы от вредных насекомых, обитающих в почве.

В связи с тем, что испытанные нами сухие протравители меркуран и гранозан выпускаются нашей химической промышленностью в достаточном количестве, мы и рекомендуем предпосевное протравливание производить этими препаратами.

На основании поставленных в лабораторных условиях опытов по испытанию влияния различных протравителей на энергию прорастания и техническую всхожесть семян сосны обыкновенной, было установлено:

1. Из мокрых протравителей самые лучшие результаты дали растворы марганцевокислого калия (0,5%-ный раствор при намачивании в течение 180 мин и 3%-ный при намачивании в течение 30 мин).

2. Протравливание семян раствором формалина в 0,15%-ной концентрации в течение 120 мин значительно снижает всхожесть семян. Меньше снижается всхожесть семян при пятиминутном протравливании семян раствором той же концентрации с последующим томлением в парах формалина в течение 2 час.

3. Все сухие протравители (меркуран и гранозан) в дозировках: 2; 3; 4; 5 г на 1 кг семян дали повышение всхожести по сравнению с контролем от 1,2 до 9,3%. Тетраметилтиурамдисульфид в дозировке 3 г на 1 кг семян и динитротрихлорбензол в дозировке 6 г на 1 кг семян не снизили всхожести семян.

4. Полевые испытания подтвердили данные лабораторных испытаний. Все испытанные протравители, за исключением формалина, способствовали повышению грунтовой всхожести на 3—31%.

Протравленные формалином семена дали снижение грунтовой всхожести на 9,1—1,2%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. И. Ванин. Лесная фитопатология, Гослесбумиздат, 1955. [2]. С. И. Ванин, Н. О. Каттерфельд. О фунгицидах для протравливания семян хвойных пород. Сборник работ ЦНИИЛХ. Борьба с вредителями леса и лесопроизводства. ГЛТИ, 1939. [3]. В. В. Гуляев. Протравливание семян сосны. «Лесное хозяйство» № 7, 1954. [4]. В. В. Гуляев. Протравливание почвы и семян древесных и кустарниковых пород. 40 лет лесного опытного дела в Татарии. Труды по лесному хозяйству, вып. X, Татгосиздат, Казань, 1952. [5]. И. И. Журавлев. Практические указания по дезинфекции лесных семян и почвы. Изд. ЦНИИЛХ, 1947. [6]. И. И. Журавлев. Полегание сеянцев — фузариоз сеянцев древесных и кустарниковых пород. Гослесбумиздат, 1953. [7]. А. А. Присяжнюк. Болезни и вредители семян древесных и кустарниковых пород и меры борьбы с ними. Всероссийское общество охраны природы. М., 1949. [8]. А. А. Присяжнюк. Опыт применения препарата гранозана для протравливания семян древесных пород. «Лесное хозяйство» № 9, 1955. [9]. Руководящие указания по лесозащите. Гослесбумиздат, 1953. [10]. Л. А. Софян. Влияние некоторых фунгицидов-протравителей на всхожесть семян сосны. Известия Академии наук Армянской ССР, т. VI, № 1, 1953. [11]. Технические указания по лесозащите. Изд. Министерства сельского хозяйства СССР. Москва, 1958. [12]. М. А. Целле. Испытание сухих протравителей для обеззараживания семян сосны. Сб.: «Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур». Издательство АН УССР, Киев, 1953. [13]. М. А. Целле. Протравливание семян сосны гранозаном и тетраметилтиурамдисульфидом как мера борьбы с полеганием сеянцев. Сборник «Борьба с вредителями и болезнями лесных насаждений». Том VI. Изд. АН УССР, Киев, 1955.

Поступила в редакцию
15 мая 1959 г.

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО В УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ АРХАНГЕЛЬСКОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Ф. Б. ОРЛОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

В. П. ТАРАБРИН

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

За последние годы на культуру кедра сибирского (*Pinus sibirica* (Rupr.) Mayr) обращено серьезное внимание. Государственные органы специальными постановлениями обязали лесоводов Севера заниматься искусственным разведением кедра.

Наряду с посевами кедр сибирский может разводиться и методом посадки, для чего требуется выращивание посадочного материала. Однако способы и техника выращивания сеянцев кедра сибирского, даже в пределах его естественного ареала распространения, разработаны весьма слабо. Еще менее изученным вопросом является разведение этой ценной породы в условиях Архангельской и соседних с ней областей.

Кафедра лесных культур АЛТИ на протяжении ряда лет занимается вопросами разведения кедра в условиях Архангельской области, в том числе и выращиванием сеянцев кедра в питомниках, для дальнейшей посадки их на лесокультурных площадях.

С указанной целью в учебно-опытном лесхозе института (ст. Емца Северной ж. д.) были заложены два питомника с различными лесорастительными условиями.

Настоящая статья знакомит с результатами выращивания посадочного материала кедра сибирского на основании пятилетнего опыта.

Питомник № 1 расположен в квартале 20 на восточном склоне котловины, представляющей собой территорию высохшего небольшого карстового озера (200×150 м).

С южной стороны питомник граничит со стеной леса. Почва питомника — дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на карбонатном тяжелом суглинке. Гумусовый горизонт до 15 см, иловато-мажущий.

К числу основных недостатков питомника следует отнести:

- 1) сток холодного воздуха в питомник с более повышенных мест;
- 2) тяжелую почву, в связи с чем в летнее время образуется корка, а в весеннее и осеннее время имеется опасность выжимания сеянцев.

Питомник № 2, заложенный в 1953 г., находится в 250 м восточнее первого питомника. Расположен в квартале 21 на старой вырубке. Рельеф ровный, небольшой уклон на запад обеспечивает сток холодного

воздуха. Вокруг питомника на расстоянии 60—80 м произрастает лиственный молодой естественного происхождения. Почва питомника среднеподзолистая супесчаная на карбонатном тяжелом суглинке.

Как в первом, так и во втором питомнике подготовка гряд шириной в 1 м производилась ручным способом. Высота гряд в первом питомнике 20—25 см, во втором — 15 см. Расстояние между посевными бороздками (поперек гряд) 20 см.

Первые посевы кедров произведены в питомнике № 1—7/VI 1952 г.; в питомнике № 2 — 8/VII 1954 г.

Семена кедров, высеянные в первом питомнике, были получены из Сонского лесхоза Хакасской автономной области. Доброкачественность их 90%, класс сортности — I. Перед посевом семена проходили теплую стратификацию в течение двух месяцев. Во втором питомнике высеянные семена получены из Сибири (Солодинское лесничество). Срок стратификации семян (теплой) перед посевом — 2,5 месяца.

Норма высева в обоих случаях 25—30 г на 1 пог. м (семя к семечку). Глубина заделки 2—3 см. После посева посевные бороздки уплотнялись на глубину 1,5—2,0 см брусом шириной около 4 см. Мульчирование проводилось только между бороздками, сами бороздки для лучшего прогревания посевов оставлялись открытыми. Двукратные уход в течение лета заключались в прополке и рыхлений. Поливы и притенение всходов не проводились. Таким образом, как в первом питомнике, так и во втором выращивание сеянцев кедров производилось в сравнительно суровых условиях.

Ежегодным весенним и осенним учетам подвергалась каждая пятая бороздка (20%). Ниже приводится таблица осенних учетов сеянцев кедров, начиная с 1952 г. по 1958 г.

Таблица 1

Учеты сеянцев кедров сибирского в питомниках учебно-опытного лесхоза АЛТИ

Время учета	Количество сеянцев на 1 пог. м			Высота здоровых сеянцев в см		Примечание
	здоровых	сомнительных	сухих	средняя	максимальная	
Питомник № 1						
15/IX 1952	0,5	—	—	—	—	Массовые всходы в начале июня
15/IX 1953	22	2	1	3,5	4,8	
15/IX 1954	20	—	—	4,9	8,2	
10/IX 1955	20	—	—	6,8	10,5	
24/IX 1956	20	—	—	7,3	16,4	
24/IX 1957	19	—	1	18,0	22,0	
Питомник № 2						
15/IX 1954	0,2	—	—	—	—	Всходов в виде "колесика" до 30%
10/IX 1955	29,8	0,5	1,1	3,4	6,8	
24/IX 1956	27	2	2	4,8	7,0	В 1957 г. сеянцы разрежены для пересадки на вырубку в квартал 21.
24/IX 1957	20	—	—	7,6	9,5	
22/IX 1958	20	—	—	10	17,0	

При анализе данной таблицы можно прийти к следующим выводам:

I. Срок стратификации семян кедров сибирского в течение двух и двух с половиной месяцев в условиях Архангельской области оказался

недостаточным. В год посева всходы появились единично (0,5 и 0,2 шт. на 1 пог. м). Основная масса всходов появилась лишь весной следующего года. В последующие годы (1957, 1958) перед посевом семян кедром проводилась как холодная стратификация, так и теплая с холодной на протяжении трех месяцев. Однако и при этих способах стратификации всходы кедров появились лишь через год.

2. Таблица далее показывает, что отпад сеянцев кедров на грядах в обоих питомниках оказался незначительным. В питомнике № 1 в течение пятилетнего периода отпало не свыше 14%.

Уменьшение количества сеянцев в 1957 г. в питомнике № 2 (20 шт. на 1 пог. м) объясняется тем, что в 1957 г. производилась выборочная выкопка сеянцев кедров для пересадки их на постоянное место (вырубку). В 1957 г. отпада не наблюдалось.

3. Выход здоровых сеянцев с 1 пог. м при данной норме высева семян следует признать вполне удовлетворительным. Согласно ГОСТу 3317—55, норма выхода с одного пог. м борозды около 20 сеянцев в возрасте двух-трех лет, что соответствует нашим данным.

Касаясь качественной стороны сеянцев кедров, следует напомнить предъявляемые требования к ним.

Согласно ГОСТу, двух-трехлетние сеянцы первого сорта в условиях Дальнего Востока должны иметь высоту 11—25 см и диаметр у шейки корня 4—8 мм, для второго сорта, соответственно, 6—10 см и 3,0—3,9 мм. Сеянцы в трехлетнем возрасте в обоих питомниках имеют среднюю высоту свыше 6 см (6,8 и 7,6 см) со средним диаметром 3,5 мм, то есть их можно отнести ко второму сорту.

Приведенные сравнения, конечно, являются условными. Нужно полагать, что на родине кедров — в Сибири и на Дальнем Востоке — условия для его выращивания будут более благоприятными по сравнению с условиями Архангельской области, и требования ГОСТа, применимые к выращиваемому посадочному материалу на Дальнем Востоке, в условиях Архангельской области будут завышены.

4. Прирост по высоте сеянцев как в одном, так и в другом питомнике до четырехлетнего возраста не превышает 2,5—3,0 см в год. И только на пятый год жизни сеянцев он уже свыше 10 см. Следует предположить, что в последующие годы прирост будет возрастать.

О медленном росте кедров в первые годы говорится во многих литературных источниках. М. К. Турский [12], К. П. Соловьев [10], Д. Я. Гиргидов [1] и др. считают рост кедров медленным до 5—6 лет; В. А. Поварницын [8] пишет, что медленный рост кедров продолжается до 10—15 лет. Исследования М. Н. Ширской [14] показали, что в условиях Сибири на втором году прирост сеянцев во всех экологических условиях был одинаков — 1,1 см; на третьем — 2,3—2,6 см, на четвертом — 4 см, что приблизительно соответствует нашим данным.

Говоря о качественной стороне сеянцев в обоих питомниках, следует добавить, что внешний вид трех-пятилетних сеянцев вполне удовлетворителен (рис. 1). Хвоя темно-зеленого цвета, длиной 8—12 см.

В литературе слабо освещен вопрос об отношении сеянцев кедров к выжиманию морозом. По данным М. Н. Ширской [14] в ряде питомников, заложенных в различных экологических условиях, «первые два года сеянцы страдали от выжимания корней морозом, хотя и в значительно меньшей степени по сравнению с другими хвойными породами».

Нашими наблюдениями установлена большая устойчивость сеянцев кедров к выжиманию. Начиная с первого года выращивания сеянцев, наблюдались лишь единично выжатые сеянцы, главным образом, в слабой степени выжимания.



Рис. 1. Трехлетние сеянцы кедра сибирского

Слабое выжимание всходов кедра наблюдалось и в посевах, произведенных непосредственно на лесокультурных площадях, — на вырубках и гарях. Даже на тяжелых почвах количество выжатых всходов не превышало 1%, в то время как на посевах ели насчитывалось до 40—50% выжатых всходов.

Большинство литературных источников признает кедр породой, устойчивой к холодам и заморозкам — В. П. Князев (1931), В. В. Гроздов [13] и др. М. К. Турский [12] считает, что кедр на открытых местах иногда побивается весенними заморозками.

Наши наблюдения за сеянцами кедра в питомниках показали, что на протяжении шести лет, начиная с 1952 г., сеянцы всех возрастов ни разу не побивались морозами. Однако в 1958 г. сеянцы кедра значительно пострадали от поздних весенних заморозков (в первой декаде июля), редко наблюдаемых в Архангельской области. Молодая хвоя (1958 г.) сеянцев с однолетнего до шестилетнего возраста на 30—60% была побиита заморозком, но хвоя более старых лет не была им затронута. Верхушечные почки у подавляющего большинства сеянцев оставались целыми.

При осеннем учете 1958 г. оказалось, что сеянцы кедра в питомнике оправившись и следом повреждения была лишь сильно укороченная хвоя текущего года. Осенняя почка у всех сеянцев оказалась здоровой. Заморозок, по-видимому, слабо повлиял на прирост по высоте, так как он оказался во всех случаях выше прироста предыдущего 1957 г.

В 1957 г. нами были проведены наблюдения над влиянием мульчирования на прорастание семян кедра и появление всходов. С указанной целью треть весенних посевов 1957 г. сплошь покрывалась мхом слоем в 3—4 см. Вторая треть площади покрывалась мхом только между посевными бороздками (65—70% площади); сами посевные бороздки оставались открытыми. Последняя треть посевов была оставлена без мульчирования. Семена кедра стратифицировались в течение 2,5 месяца.

Заметной разницы в сроках появления всходов не наблюдалось. Во всех трех случаях около 50% всех всходов появилось через 35—40 дней после посева. Остальные всходы появились весной следующего года.

Через 50 дней покрытие с участка со сплошным мульчированием было снято с посевных бороздок и оставлено между ними.

При осеннем учете 1958 г. результаты оказались следующими (табл. 2):

Таблица 2

Влияние мульчирования на развитие сеянцев кедра

Степень мульчирования гряд	Количество сеянцев на 1 пог. м	Высота сеянцев в см	Диаметр у шейки корня в мм
Сплошное	12	6,0	1,5
Частичное	17	5,0	2,0
Без мульчирования	14	3,5	2,2

Из приведенной таблицы видно, что лучшие результаты по количеству и качеству всходов оказались на участке с частичным мульчированием. Как уже сообщалось ранее, поливы в питомниках не проводились. При частичном мульчировании мох предохранял почву от излишнего испарения с поверхности между бороздками. С другой стороны, посевные бороздки, будучи открытыми, лучше прогревались солнечными лучами, что увеличивало грунтовую всхожесть семян.

Работы Д. Я. Гиргидова [1], Р. И. Ивановой и И. И. Неудачина (1958) показали, что сеянцы кедра сибирского необходимо в течение первого года затенять.

Наблюдения над влиянием затенения сеянцев кедра в условиях Архангельской области, произведенные нами в питомнике № 2 в 1958 г. на посевах кедра 1957 г., показали, что в прохладное пасмурное лето, какое было в 1958 г., затенять гряды со всходами однолетнего кедра нет необходимости. Разницы в количестве и качестве всходов, затененных щитами и не затененных — не оказалось. Возможно, в теплые солнечные дни затенение щитами всходов кедра в условиях Севера следует производить, однако это требует проверки на практике.

Весною 1958 г., вследствие значительного подъема грунтовых вод, высохшее карстовое озеро снова заполнилось водой, и западная часть гряд в питомнике № 1 с пятилетними сеянцами кедра на протяжении 5—6 м оказалась затопленной. До 70% сеянцев были полностью затоплены, остальные оказались под водой на $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ надземной части.

Несмотря на длительное пребывание в воде как полностью затопленные, так и частично затопленные сеянцы продолжали свое развитие.

Частично затопленные всходы развивались в воде с момента затопления (конец мая) и до начала июля, то есть свыше месяца. Прирост по высоте не уступал приросту незатопленных сеянцев.

Что касается полностью затопленных сеянцев, то они хотя и уступали в приросте по высоте частично затопленным сеянцам, однако до начала июля продолжали расти.

У многих сеянцев верхушечная почка вышла из воды на дневную поверхность. Дальнейшее повышение уровня воды в озере в июле, вызвавшее вторичное полное затопление сеянцев, привело к полной гибели их. Указания на то, что кедр сибирский переносит периодические затопления, имеются в работе В. А. Поварницына [8].

В 1957 и 1958 гг. нами проводились стационарные наблюдения за ходом роста сеянцев кедра по высоте в течение вегетационного периода.

Около каждого из пяти наблюдаемых сеянцев ставился колышек с площадкой для установки измерительной линейки (рис. 2). Измерение с точностью до 1 см проводилось через каждые десять дней, начиная с 20 мая. Подекадный процент прироста брался по отношению к приросту за весь вегетационный период.

В табл. 3 приведены результаты наблюдений. Из таблицы видно, что наибольший прирост в высоту у сеянцев кедра происходит в конце мая и в июне.

В 1953 г. рост в высоту сеянцев продолжался до 10 июля, то есть в течение 40 дней. По данным З. И. Трофимовой [11] в условиях Свердловска период максимального прироста наблюдается в мае — июне. По ее же данным, у восьмилетних кедров рост заканчивается по истечении 30—35 дней.

Несколько иную картину показали наблюдения за ростом кедра в 1957 г. Прирост сеянцев по высоте происходил до 20 июня на протяжении 30 дней, то есть на десять дней меньше по сравнению с 1958 г. Однако после некоторого покоя, начиная с 20/VII, начался вторичный прирост по высоте, продолжавшийся до 10/VIII. За это время прирост составил 29,2% ко всему приросту за вегетационный период. В августе была заложена нормальная верхушечная почка. Следует предположить, что вторичный рост сеянцев в течение лета 1957 г. был вызван теплой и влажной погодой*.

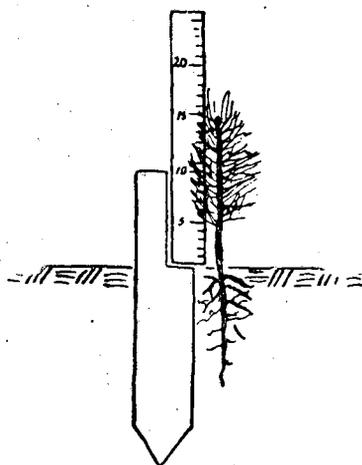


Рис. 2. Схема измерения высоты сеянца.

Таблица 3

Подекадный прирост по высоте сеянцев кедра сибирского

Ход роста	Даты наблюдений									Прирост за вегетационный период
	20/V	1/VI	10/VI	20/VI	1/VII	10/VII	20/VII	1/VIII	10/VIII	
Наблюдения в 1957 г. за трехлетками										
Средняя высота в см . . .	4,1	6,3	6,6	6,8	6,8	6,8	7,1	7,3	7,9	
Подекадный прирост в см	—	2,2	0,3	0,2	0	0	0,3	0,2	0,6	3,8
Прирост в %	—	58	7,9	5,2	0	0	7,8	5,2	15,9	100
Наблюдения в 1958 г. за четырехлетками										
Средняя высота в см . . .	6,9	8,1	8,9	9,4	9,7	10,1	10,1	10,2	10,2	
Подекадный прирост в см	—	1,2	0,8	0,5	0,3	0,4	0	0,1	0	3,3
Прирост в %	—	36,3	24,2	15,4	9,0	12,1	0	3,0	0	100

* В третьей декаде июля 1957 г. средняя температура воздуха 20° С; количество осадков — 22 мм. В августе средняя температура — 15° С; количество осадков — 75,4 мм; относительная влажность воздуха 81%.

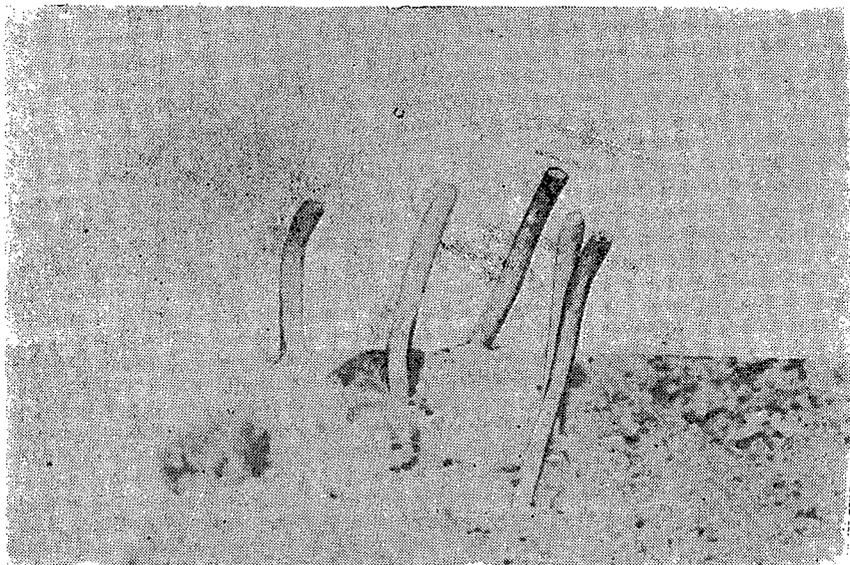


Рис. 3. Всходы кедр сибирского, обгрызенные слизнем.

О вторичном распускании почек у сеянцев кедр сибирского в горно-таежных лесах Сибири упоминается в работе М. Н. Ширской [14].

Из заболеваний сеянцев кедр сибирского нами обнаружены следующие. Начиная с двухлетнего возраста сеянцев, на них поселяется грибок *Lophodermium pinastri*. По нашим данным, сеянцы кедр являются более устойчивыми против шютте по сравнению с сеянцами сосны. Так, например, в питомнике № 2 сеянцы сосны весной 1958 г. полностью погибли от этой болезни, в то время как растущие на соседней гряде сеянцы кедр были заражены в незначительной степени (у 50—60% было пожелтение хвои в нижней части сеянцев). Погибших не оказалось.

К малоизученным заболеваниям сеянцев кедр надо отнести довольно часто встречаемое отмирание верхушечной почки. Одной из причин этого у трех-четырёхлетних сеянцев является нападение грибка из рода *Cladosporium*. После отмирания верхушечной почки начинают развиваться одна или несколько боковых почек. В результате часть сеянцев имеет многовершинность. При учете, проведенном в 1958 г., таких сеянцев в питомнике № 2 насчитывалось до 7%.

Значительный вред молодым всходам до одного-двухмесячного возраста в Архангельской области причиняет слизень (*Agrotimax*), перегрызающий ствол в месте прикрепления семядолей. По-видимому, слизень питается соком молодого растения, так как и оставшийся ствол и семядоли остаются нетронутыми. В 1958 г. в питомнике № 2 погибло от слизня около 15% однолетних всходов. Особенно значительные повреждения были обнаружены на культурах кедр 1957 г. в квартале 21 учебно-опытного лесхоза АЛТИ (до 30%). В питомнике Онежского лесхоза (Архангельская область) до 70% всходов было объедено слизнем. На рис. 3 показан характер повреждения сеянцев кедр слизняком. В литературе отсутствуют указания на повреждения слизняком сеянцев хвойных. В. Я. Шиперович [15] в «Лесной зоологии» пишет, что «пищей слизням служат листья прорастающих древесных пород, самые различные дикие и культурные растения, грибы и ягоды, у которых они выедают мякотные части». Нужно полагать, что массовому появлению

слизня в Архангельской области в 1958 г. способствовала дождливая весенняя и летняя погода. К повреждениям посевов кедра также следует отнести наблюдающееся в отдельные годы склевывание птицами появляющихся всходов.

В литературе можно встретить указания на то, что при посевах кедра сибирского семена часто повреждаются мышевидными грызунами (М. Н. Ширская [3], А. В. Смирнов [9] и др.): Однако ни в одном из питомников учебно-опытного лесхоза повреждений грызунами семян кедром обнаружено не было.

Выводы

1. Результаты выращивания в питомниках учебно-опытного лесхоза АЛТИ сеянцев кедра сибирского следует признать удовлетворительными как с количественной, так и с качественной сторон. Нормы выхода сеянцев с единицы площади и качество их соответствует ГОСТу 3317—55.

2. Сеянцы оказались устойчивыми против выжимания как на легких, так и на тяжелых почвах. Сеянцы кедра устойчивы и против весенних и осенних заморозков (исключение — июльский заморозок в 1958 г.).

3. Частичное мульчирование посевов (между посевными бороздками) дало лучшие результаты по сравнению со сплошным мульчированием и посевами без мульчирования.

4. Сеянцы кедра выносят длительное затопление (около месяца).

5. Рост сеянцев кедра весной продолжается 30—40 дней. В некоторые годы при благоприятной погоде наблюдается летне-осенний рост сеянцев.

6. Сеянцы кедра устойчивы против заболевания шютте. Чаще встречается отмирание верхушечной почки, вызывающее многовершинность. Значительный вред в некоторые годы причиняют слизни.

7. Уничтожение семян кедра на посевах в питомниках мышевидными грызунами обнаружено не было.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. Я. Гиргидов. Культуры новых хвойных пород в северо-западных районах СССР. Географический сб. 5. Географические вопросы лесного хозяйства. АН СССР, М.-Л., 1955. [2]. Государственный общесоюзный стандарт 3317—55. [3]. В. В. Гроздов. Дендрология. 1952. [4]. Е. П. Заборовский. О предпосевной подготовке семян кедра сибирского. Бюллетень научно-технической информации ЛЕННИИЛ, 2, 1956. [5]. В. В. Огиевский и др. Лесные культуры. М.-Л., 1949. [6]. О. П. Олисова. Методические указания по подготовке к посеву семян кедра сибирского. Техническая информация. Красноярск, 1956. [7]. Ф. Б. Орлов, В. М. Веснин, В. П. Тарабрин. Рекомендации по разведению кедра сибирского в Архангельской области. НИТОлес. Архангельск, 1958. [8]. В. А. Поварницын. Кедровые леса СССР. Красноярск, 1944. [9]. А. В. Смирнов. Возобновление кедров в Восточной Сибири. «Лесное хозяйство» № 4, 1956. [10]. К. П. Соловьев. Некоторые факторы, влияющие на возобновление кедров под пологом леса и на лесосеках. Сб. работ ДальНИИЛХ, т. 1, Хабаровск, 1948. [11]. З. И. Трофимова. О росте кедров сибирского в Свердловском ботаническом саду. Труды ин-та биологии Уральского филиала АН СССР, 6, 1955. [12]. М. К. Турский. Сборник статей по лесоразведению. М., 1899. [13]. М. Н. Ширская. Опыт посева кедров сибирского. «Лесное хозяйство» № 2, 1955. [14]. М. Н. Ширская. О способах искусственного возобновления кедров сибирского в горно-таежных лесах Сибири. Труды по лесному хозяйству Западной Сибири. АН СССР, 3, Новосибирск, 1957. [15]. В. Я. Шинерович. Лесная зоология. Л., 1936.

ОСОБЕННОСТИ СВЕТОВОГО РЕЖИМА В БИОГРУППАХ СОСНЫ РАЗЛИЧНЫХ ГУСТОТ

О. М. КОЛПИКОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Изучению такого важного экологического и биологического фактора, как световой режим в лесу, посвящено много работ (Л. А. Иванова, Н. Л. Коссович, А. П. Тольского, Кнухеля, Г. Люндегорда и др.)

Признавая большую роль света в процессах заселения вырубок и формирования на них молодняка, в частности сосны, мы поставили задачу изучить особенности освещенности в естественных и искусственных биогруппах сосны в разные периоды их возраста. С этой целью на вырубках Уральского лесхоза Свердловской области нами были обследованы групповые культуры сосны на площади около 30 га.

В том же лесхозе объектами стационарного исследования послужили опытные групповые (площадками) и полосные чистые культуры сосны различной густоты, посаженные в 1949 г. на площади 4,2 га. В групповых культурах размер площадок составлял 1—2 м², расстояние в рядах 2 м и междурядьях 2,5 м. Почва супесчаная, соответствовавшая типу леса — сосняк-брусничник. При этом были условно приняты следующие градации густоты посадки: редкая — 5, средняя — 10, густая — 25, очень густая — 50 сосенок на 1 м².

Общая освещенность изучалась объективными люксметрами, когда эти группы достигли шестилетнего (в 1953 г.) и десятилетнего (в 1957 г.) возраста. В 1957 г. теми же объективными люксметрами с красным, желтым, зеленым и синим светофильтрами, предварительно проверенными при помощи спектрального анализа, дополнительно определялся качественный состав света, в частности, физиологическая радиация. При этом пользовались указаниями проф. В. Г. Нестерова, доц. Н. Л. Коссович, асс. В. Г. Атрохина. Общая освещенность и физиологическая радиация определялись с тройной повторностью в центральной части биогрупп сосны на поверхности почвы и в зоне средней части вертикального смыкания живого полога биогрупп. Контрольные наблюдения проводились на открытом месте. Исследования проводились в безоблачные дни в июле и начале августа в 7, 13 и 19 часов.

Результаты исследования показали, что в шестилетних культурах сосны (разной густоты посадки) интенсивность общей освещенности крайне неодинакова и сильно изменяется в течение дня (см. табл. 1). Так, в редких биогруппах у поверхности почвы она в утренние часы (7 час.) достигала почти половины солнечного светового потока; в полуденные часы (13 час.) общая освещенность была много выше — около

Таблица 1

Общая освещенность (в %) на поверхности почвы и в зоне середины вертикальной сомкнутости полога в биогруппах сосны различной густоты посадки

Год наблюдения	Состав и возраст биогрупп сосны	Место наблюдения	Часы наблюдения	Степень густоты биогрупп			
				редкая	средняя	густая	очень густая
1953	10С 6 лет	На поверхности почвы	7	48	30	1	1
			13	69	41	6	3
			19	40	22	1	1
1957	10С 10 лет		7	6	2	0,5	0,2
			13	22	8	5,0	4,0
			19	3	1	0,3	0,3
1957	10С 10 лет	В середине древесного полога	7	18	7	2	2
			13	38	28	18	6
			19	20	6	1	0,5

Примечание. За 100% принята общая освещенность на открытом месте.

70%, а в вечерние (19 час.) интенсивность ее была несколько ослаблена, но в абсолютном выражении весьма значительной, достигая 40% освещенности в открытом месте. Значительная общая освещенность в этих биогруппах обуславливает развитие злаков под ними, относительно слабое накопление мертвой хвои, а также отсутствие мертвых сучьев даже в самых нижних мутовках деревьев.

В биогруппах сосны того же шестилетнего возраста, но средней густоты, общая освещенность на поверхности почвы составляла в утренние часы — 30, в полуденные — около 40 и в вечерние — 22%. Таким образом, она была почти в два раза меньше общей освещенности в редких биогруппах и в соответствующих по густоте полосных чистых культурах сосны.

В густых и очень густых шестилетних биогруппах общая освещенность на поверхности почвы была крайне слабой (1—6% освещенности в открытом месте).

К десятилетнему возрасту общая освещенность на поверхности почвы в тех же биогруппах редкой и средней густоты резко уменьшилась, а в густых и очень густых биогруппах оставалась по-прежнему крайне незначительной. Так, в редких десятилетних биогруппах общая освещенность даже в полуденное время едва достигала 22%, то есть с 1953 по 1957 г. уменьшилась почти в три раза, а в утреннее и вечернее время освещенность составляла всего лишь 6—3%, то есть была в 8—13 раз слабее общей освещенности в тех же биогруппах шестилетнего возраста. В связи с резким снижением общей освещенности на поверхности почвы, злаки в этих биогруппах были в основном вытеснены, а опад мертвой хвои к этому времени значительно возрос.

В густых и очень густых сосновых биогруппах десятилетнего возраста, как указывалось, общая освещенность у поверхности почвы изменилась мало, оставаясь крайне незначительной (5—0,2%). Столь слабая общая освещенность в этих биогруппах вызвана большой сплошной сомкнутостью крон деревьев, явившейся следствием чрезмерно большой густоты биогрупп сосны (25—50 сосенок на 1 м²). В таких вариантах густоты биогрупп к десятилетнему возрасту резко проявляется дифференциация деревьев по росту в высоту и диаметру. В очень густых био-

группах, наряду с этим, среди сильно отставших экземпляров появились мертвые деревья. У многих экземпляров ряд нижних мутовок полностью отмирает. Живой напочвенный покров в таких биогруппах совершенно исчез, а из опавшей хвои накопился мощный слой мертвой лесной подстилки.

Результаты исследований показали, что в зависимости от степени густоты биогрупп сосны общая освещенность изменяется различно и в их древесном пологе.

Данные, приведенные в табл. 1, свидетельствуют, что при редкой и средней густоте биогрупп общая освещенность в середине их древесного полога достигала в полуденные часы 38—28% полного солнечного освещения, в густых и очень густых биогруппах она была в это время в 1,5—6 раз меньше и соответственно составляла 18 и 6% общей освещенности в открытом месте, что обуславливало в этой зоне полога биогрупп отмирание у деревьев отдельных мутовочных сучьев.

Следует отметить, что в древесном пологе в утреннее и вечернее время освещенность примерно одинаковая в одной и той же биогруппе и резко уменьшается по мере увеличения густоты биогрупп сосны.

В древесном пологе десятилетних биогрупп общая освещенность в 1,5—3 раза выше, чем на поверхности почвы в тех же биогруппах сосны. На основе анализа данных отметим, что к десятилетнему возрасту лучшим ростом в высоту характеризуются биогруппы средней густоты.

В изученных биогруппах сосны, наряду с изменением общей освещенности, наблюдалось изменение качественного состава света.

Таблица 2

Освещенность в десятилетних биогруппах сосны
разной степени густоты в лк

Часы наблюдения	Лучи	Степень густоты				Степень густоты				Открытое место
		редкая	средняя	густая	очень густая	редкая	средняя	густая	очень густая	
		В середине вертикальной сомкнутости древесного полога				На поверхности почвы в середине биогрупп				
7	Красные	864	408	120	45	96	36	18	3	7540
	Желтые	1920	1320	840	200	208	60	48	35	37712
	Зеленые	976	524	180	75	144	48	36	9	5866
	Синие	192	180	108	18	96	12	12	3	3532
13	Красные	5016	1440	720	540	2514	264	156	120	10560
	Желтые	33625	8380	2280	1920	24526	5028	845	756	63688
	Зеленые	7524	1920	960	720	3352	380	264	216	8640
	Синие	2514	864	360	216	838	120	108	108	5552
19	Красные	280	180	60	30	96	24	6	6	6528
	Желтые	1920	1440	156	90	288	96	48	45	30168
	Зеленые	408	360	120	60	—	42	9	9	4320
	Синие	120	84	40	15	12	12	4	4	2440

Результаты исследования (см. табл. 2) показали, что в десятилетних биогруппах сосны освещенность красными лучами во много раз меньше, чем на открытом месте. Так, в редких биогруппах (5 сосенок на 1 м²) в утреннее и вечернее время освещенность красными лучами в середине вертикальной сомкнутости полога соответственно составляла 864 и

280 лк, то есть в 9 и 23 раза, а у поверхности почвы 96 лк, то есть в 78 и 68 раз меньше, чем на открытом месте (7542 лк утром и 6528 лк вечером). В полдень в этих биогруппах красных лучей значительно больше. Их оказалось в середине древесного полога 5016 лк, а у поверхности почвы 2514 лк, то есть только в 2 и в 4 раза меньше, чем на открытом месте (10560 лк). Данные той же таблицы показывают, что с увеличением густоты биогрупп резко уменьшается количество красных лучей в них. Так, в очень густых биогруппах (50 деревьев на 1 м²) в полдень в середине древесного полога и у поверхности почвы соответственно освещенность красными лучами составила 540 и 120 лк, то есть в 19 и 88 раз меньше, чем на открытом месте (10560 лк). Зеленых лучей в изучаемых объектах в течение дня всегда было больше, чем красных. Во всех вариантах густоты исследованных биогрупп желтые лучи в абсолютных величинах преобладали над всеми прочими.

Сопоставляя данные о количестве физиологических лучей в биогруппах различной густоты, можно отметить, что у поверхности почвы в утренние часы количество красных лучей было в биогруппах средней густоты в 2,5 раза, в густых — в 5 раз и в очень густых в 32 раза меньше, чем в редких биогруппах. Примерно такая же картина наблюдалась и в полуденные часы: в биогруппах средней густоты красных лучей было 264 лк, то есть в 9 раз и в густых — 156 лк или в 16 раз меньше, чем в редких биогруппах, где освещенность красными лучами составляла 2541 лк. Наряду с этим отмечено, что в полуденное время под полог (особенно редких биогрупп) проникает физиологических лучей значительно больше, чем в утренние и вечерние часы.

Иные особенности светового режима в древесном пологе изучаемых биогрупп сосны. В зоне середины вертикальной сомкнутости полога биогрупп физиологических лучей в течение всего дня значительно больше у поверхности почвы. Так, красных лучей в утренние часы в редких биогруппах было в 9 раз, в биогруппах средней густоты в 11 раз и в очень густых в 15 раз более, чем у поверхности почвы. В полуденные часы освещенность красными лучами оказалась в редких биогруппах 5016 лк, то есть в 2 раза, в биогруппах средней густоты 1440 лк или в 5 раз и в густых 720 лк или в 4 раза больше, чем у поверхности почвы.

Таким образом, степень густоты и возраст биогрупп обуславливают значительные особенности и динамичность освещенности и качественного состава света в них.

Обобщая изложенное, можно отметить следующее:

1. В биогруппах шестилетнего возраста редкой и средней степени густоты общая освещенность у поверхности почвы соответственно составляет 40—69% и 22—41% освещенности в открытом месте. Такая освещенность вполне достаточна для процесса ассимиляции хвои сосны, так как даже при освещенности, равной 30%, поглощение углекислоты культурами сосны составляет более 70% углекислоты воздуха, усваиваемой при полном солнечном освещении*. Значительная общая освещенность в редких биогруппах обуславливает, наряду с развитием злаков под ними, слабое накопление мертвой подстилки, отсутствие мертвых сучьев даже в нижних мутовках сосенок. В биогруппах средней густоты злаки развиты слабо, а деревья отличаются хорошим ростом.

2. В густых и очень густых шестилетних биогруппах общая освещенность у поверхности почвы крайне слабая (1—6%), что обусловлено сомкнутостью крон деревьев. Злаковая растительность отсутствует.

* Л. А. Иванов. Свет и влага в жизни наших древесных пород. Изд. АН СССР, М.-Л., 1946.

3. К десятилетнему возрасту в биогруппах редкой и средней степени густоты общая освещенность у поверхности почвы соответственно в 3—13 раз и 5—22 раза меньше, чем в шестилетнем их возрасте, что вызвано смыканием крон деревьев. В первых происходит вытеснение злаков, а во вторых биогруппах злаки исчезли вообще. Имея такую освещенность, сосенки биогрупп средней густоты наиболее энергично растут в высоту, обгоняя в росте биогруппы сосны других вариантов густоты.

4. В густых и очень густых десятилетних биогруппах общая освещенность на поверхности почвы составляет всего лишь 0,2—5,0% освещенности в открытом месте. У многих деревьев ряд нижних мутовок оказался отмершим, появились мертвые деревья среди сильно отставших экземпляров.

Общая освещенность в середине древесного полога биогрупп в 1,5—3 раза больше, чем на поверхности почвы в тех же биогруппах сосны. Общая освещенность в древесном пологе в утренние и вечерние часы в одной и той же биогруппе примерно одинаковая и резко уменьшается по мере увеличения густоты биогрупп сосны.

5. Качественный состав света в биогруппах сосны обеднен физиологически ценными лучами. Особенно сильно это проявляется в густых и очень густых биогруппах не только на поверхности почвы, но и в середине вертикального смыкания полога. Деревца, отставшие в росте и находящиеся вершиной в средней зоне древесного полога, отмирают, а часть их слабоохвоена и имеет выраженную теневую хвою.

6. Исходя из всего изложенного, можно рекомендовать, применительно к условиям наших объектов, следующие хозяйственные мероприятия: в редких биогруппах сосны (5 шт. на 1 м^2) до шестилетнего их возраста требуется проводить уход (в частности, удаление сорняков). В густых и очень густых биогруппах (25—30 шт. на 1 м^2), начиная с шестилетнего их возраста, необходимо проводить изреживания, доводя численность экземпляров к десятилетнему возрасту до 10 сосенок на 1 м^2 . Биогруппы средней густоты (10 шт. на 1 м^2) к десятилетнему возрасту отличаются наилучшим ростом и ухода за собой не требуют. Поэтому целесообразно создавать культуры сосны на вырубках биогруппами по 10 семян на 1 м^2 с интервалами в рядах и междурядьях в 2 м, то есть иметь 1000—1100 площадок на 1 га. При такой густоте биогруппы сосны не забиваются сорняками и устойчивы против неблагоприятных факторов.

Поступила в редакцию
15 июля 1959 г.

О ХАРАКТЕРЕ РОСТА ЕЛОВОГО ПОДРОСТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ НА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБКАХ

Г. Е. ПЯТЕЦКИЙ

Младший научный сотрудник

(Институт леса Карельского филиала АН СССР)

В условиях Севера основным способом восстановления лесов на вырубках является естественное возобновление, наиболее эффективным способом содействия которому является сохранение при рубке леса хвойного подроста. Идею о необходимости сохранения и использования хвойного подроста для восстановления леса на вырубках высказывали многие лесоводы [2], [5], [6], [11], [16], [18]. Сохранение подроста на вырубках освобождает от затрат труда и средств на производство лесных культур и сокращает период наступления эксплуатационной спелости древостоев на 20—40 лет [6], [7], [14]. Для создания древостоев с преобладанием хвойных оказывается достаточным сохранить на 1 га нескольких сотен штук жизнеспособного подроста [17].

В условиях Карелии преобладают перестойные низкополнотные древостои, количество благонадежного подроста в которых доходит до нескольких тысяч экземпляров на 1 га [1], [4]. Многочисленные исследования показывают, что современная технология лесозаготовок позволяет сохранить до 60—70% этого подроста без ущерба для производительности труда лесозаготовителей [1], [10], [15]. На концентрированных вырубках Карелии при механизированных лесозаготовках может быть обеспечена сохранность 1,5—3 и более тысяч экземпляров благонадежного подроста на 1 га. Этот подрост, как показывают наши наблюдения, в большей своей части через 4—5 лет полностью оправляется, достигая текущего прироста в высоту более, чем на 50 см. За счет этого подроста, как свидетельствуют исследования Н. Е. Декатова [6], А. А. Молчанова [3], И. С. Мелехова [11], [12], А. И. Квицинского [9], Хейкурайнена [9], а также наши, образуется новый древостой. Акад. И. С. Мелехов указывает [12], что сохранение елового подроста приводит к возможности перевода наших лесозаготовительных предприятий в постоянно действующие.

На вырубках, где еловый подрост был уничтожен, возобновление ели идет под пологом лиственных пород. Таким способом в Карелии возобновляется до 60% вырубок. Формирование еловых древостоев на них вследствие слабого роста ели затягивается на многие десятилетия. Чтобы ускорить формирование еловых древостоев, необходимо в определенный период роста ели проводить рубки ухода. Для этого необходи-

мо изучить ход роста ели под пологом лиственных пород. Это важно знать также потому, что в условиях механизированных рубок роль последующего возобновления возрастает.

Целью данной работы и является изучение роли и характера роста ели предварительного и последующего возобновления на вырубках южной Карелии. Исследования двух пробных площадей проводились в Виданском лесничестве Петрозаводского лесхоза, на которых 25—27 лет назад был вырублен ельник-черничник III класса бонитета. Почва подзолистая железистая супесчаная на легком валунном суглинке.

На одной пробной площади, где еловый подрост предварительного возобновления был уничтожен, сформировался березовый древостой 8Б2Ос ед. Ол. Полнота его составляет 0,9—1,0; средняя высота равна 11 м, возраст — 25 лет. Под пологом молодняка имеется одновозрастный (25 лет) с лиственными породами подрост ели (до 5—6 тыс. экземпляров на 1 га). Обсеменение вырубки елью произошло, по-видимому, в год рубки леса.

На второй пробной площади, расположенной рядом с первой, при лесозаготовках сохранился еловый подрост предварительного возобновления высотой 0,5—1,5 м в возрасте 15—35 лет. Здесь сформировался елово-березовый древостой состава 6ЕЗБ1Ос с полнотой 0,8—0,9; средняя высота ели равна 11 м, средний диаметр 11 см. По таблицам хода роста ели, составленным для Ленинградской области, указанные размеры еловых древостоев ($H = 11$ м, $D = 11$ см, возраст 25 лет) соответствуют при данных условиях местопроизрастания (ельник-черничник) 45—55-летнему возрасту «нормальных» древостоев. При сравнении нами берется возраст молодняка, равный времени, истекшему с момента вырубки материнского древостоя, то есть — 25 лет (возраст рубки). Таким образом, в условиях южной Карелии выращивание леса из сохранившегося подраста сокращает период наступления эксплуатационной спелости древостоев на 20—30 лет.

Елово-березовый молодняк относится здесь к I классу бонитета. Если рост его будет продолжаться с такой же производительностью и в дальнейшем, то к столетнему возрасту запас ели в нем будет превышать 300 м³/га при среднем диаметре больше 31 см. С учетом запаса березы и осины (около 100 м³/га) общий запас на 1 га составит 400 м³. Средний же запас древесины на 1 га для лесов южной Карелии, имеющих возраст 140—180 лет, составляет всего 156 м³ (по хвойному хозяйству 158 м³, по лиственному — 130 м³).

Сохранение елового подраста предварительного возобновления на сплошных вырубках ускоряет выращивание нужной для народного хозяйства ценной древесины и оборот рубки леса. Добавочное количество древесины может быть получено также за счет вырубки обсеменителей, которые в этом случае нет необходимости составлять. Кроме того, возникшие елово-березовые молодняки не требуют рубок ухода, так как ель находится в первом ярусе. Если принять во внимание, что на посев или посадку одного гектара леса, без последующего ухода, потребуется 12 трудодней [3], то это значит, что для производства работ на площади 120—130 тыс. га, которые будут вырубаться в Карелии в конце шестой пятилетки, необходимо затратить 1440—1560 тыс. трудодней, то есть привлечь на эти работы в весенний период до 45—55 тыс. человек. Сюда надо добавить затраты труда, связанные со сбором семян. Ясно, что на привлечение к лесокультурным работам такого количества рабочих в условиях Севера рассчитывать невозможно.

Сохранение на сплошных концентрированных вырубках елового подраста предотвращает или ослабляет имеющий широкое распростра-

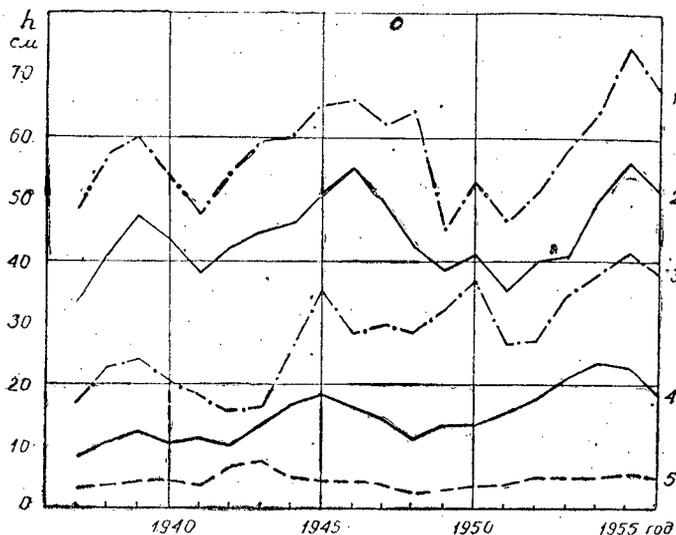


Рис. 1. Текущий прирост у елового подростка предварительного и последующего возобновления на сплошных вырубках.

1 — максимальный текущий прирост у подростка предварительного возобновления; 2 — средний текущий прирост у подростка предварительного возобновления; 3 — максимальный текущий прирост у одновозрастного подростка последующего возобновления (подрост расположен в просветах полога); 4 — средний текущий прирост у одновозрастного подростка последующего возобновления; 5 — минимальный текущий прирост у одновозрастного подростка последующего возобновления (подрост полностью затенен, высота его равна 0,5—1 м).

нение процесс заболачивания почв (А. С. Дмитриев [8] и наши исследования), приводит к улучшению гидрологического режима вырубок. Следовательно, сохранение подростка на вырубках имеет весьма большое многостороннее значение и, главное, решает вопрос сокращения времени выращивания деловой древесины.

Рост ели предварительного возобновления в елово-березовом молодняке, где она образует первый ярус, резко отличается от роста ели последующего возобновления, развивающегося под пологом березового молодняка. В последнем случае рост ели в высоту зависит от условий затенения ее березой и осинкой (рис. 1)*.

Из рис. 1 видно, что средний текущий прирост ели в высоту в елово-березовом молодняке по отдельным годам колеблется в пределах 28—56 см, средний прирост за 20 лет (1937—1956 гг.) составил 44,3 см, а максимальный текущий прирост достигал 75,1 см (1956 г.). Текущий прирост у одновозрастного елового подростка последующего возобновления в зависимости от степени его затенения, а значит и угнетения листовыми, варьирует в пределах 2,3—41,1 см, средний прирост за 20 лет равен всего 15,1 см, высота колеблется от 0,5 до 7 м.

Из рис. 1 также видно, что резкое ухудшение роста более затененной части подростка последующего возобновления (высота 0,5—1 м) под пологом листовых пород началось в возрасте 13—14 лет. Это говорит о том, что при наличии под листовым пологом елового подростка осветление его необходимо проводить в конце первого десятилетия роста насаждения.

* Данные получены на основании замера прироста в высоту у 20 моделей ели предварительного возобновления и у 1715 экз. подростка последующего возобновления.

Анализ роста в высоту елового подростка предварительного возобновления показывает, что удовлетворительный прирост (20—25 см) этот подрост начал давать на 4—5-й год после вырубki леса.

Наблюдения за ростом елового подростка последующего возобновления показывают, что чем больше он затенен лиственными породами, тем меньше его высота и прирост в высоту (табл. 1).

Таблица 1

Величина таксационных элементов елового подростка последующего возобновления в зависимости от степени затенения (сомкнутости крон) березой и осинкой

Степень затенения (сомкнутость крон)	Средняя высота в м	Средний диаметр у шейки корня в см	Средний прирост в см за период 1937—1956 гг.
1—0,9	0,80	1,2	4,3
0,9—0,8	1,27	2,3	6,0
0,8—0,7	1,72	2,8	8,3
0,7—0,6	2,22	3,6	9,2
0,6—0,5	2,76	3,7	12,3
0,5—0,4	3,43	3,8	16,9
0,4—0,3	4,45	5,0	20,0
0,3—0,2	5,50	6,1	28,8

Из этой таблицы видно, что при степени затенения, превышающей 0,5—0,6, прирост ели резко уменьшается; такой подрост постепенно переходит в группу неблагонадежного и отмирает. Следовательно, при степени затенения подростка больше 0,5 необходимо производить его осветление.

Величина прироста елового подростка прямо пропорциональна интенсивности и продолжительности роста. Наблюдения за ростом елового подростка в высоту в течение трех вегетационных периодов (1955—1957 гг.) показывают, что затенение и угнетение елового подростка пологом лиственных пород влияет как на интенсивность роста, так и на продолжительность вегетационного периода (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что чем больше затенен еловый подрост, тем меньше интенсивность роста и продолжительность вегетации. В то время, как максимальный прирост за сутки у подростка последующего возобновления в окнах в отдельные дни достигал 1,6 см (у подростка предварительного возобновления — 2,2 см), у подростка полностью затененного он равнялся всего 0,28 см, то есть был меньше почти в шесть раз. Рост в первом случае продолжался на 20—25 дней дольше.

Таким образом, данные исследований показывают, что еловый подрост предварительного возобновления на сплошных вырубках отличается большей интенсивностью и продолжительностью роста, чем подрост последующего возобновления под пологом лиственных пород. Осветлением последнего можно значительно увеличить прирост и продлить вегетационный период на 3—4 недели. Ель к 40—50 годам при этом условии сможет выйти в первый ярус.

Обобщая все сказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Сохранение на сплошных концентрированных вырубках Карелии елового подростка предварительного возобновления сокращает период наступления эксплуатационной спелости древостоев на 20—30 лет, что делает возможным проведение рубки леса через 100—120 лет. Это один из эффективных методов повышения производительности таежных лесов.

Таблица 2

Продолжительность и интенсивность роста елового подроста в зависимости от степени затенения (сомкнутости крон) листовыми породами (данные, стоящие в числителе, получены в 1956 г., а в знаменателе — в 1957 г.)

Степень затенения (сомкнутость крон)	Средняя высота подроста в м	Прирост в высоту по пятидневкам												Общий прирост в см	Продолжительность роста, дней		
		25/V	30/V	5/VI	10/VI	15/VI	20/VI	25/VI	30/VI	5/VII	10/VII	15/VII	20/VII			25/VII	
1—0,9	0,80	0,4	—	0,2	1,1	1,3	1,5	0,5	0,1	—	—	—	—	—	—	4,5	25/40
0,9—0,8	1,41	0,6	0,1	—	0,7	1,1	2,0	0,4	0,1	—	—	—	—	—	—	4,3	25/40
0,8—0,7	1,72	0,4	—	0,3	1,8	2,0	2,2	1,6	0,7	—	—	—	—	—	—	8,5	29/40
0,7—0,6	2,22	0,6	0,1	—	1,6	1,8	2,0	2,5	1,3	0,1	—	—	—	—	—	9,3	29/42
0,6—0,5	2,76	0,6	—	0,2	1,5	1,6	2,7	2,7	2,5	1,8	1,0	—	—	—	—	13,8	35/50
0,5—0,4	2,43	1,0	—	—	1,5	1,9	3,7	5,0	4,3	3,8	2,8	0,8	—	—	—	23,8	39/57
0,3—0,2	5,50	0,8	—	—	1,8	2,3	3,8	7,9	5,2	6,2	6,0	2,0	0,5	—	—	35,7	47/62
			0,1	0,1	1,0	3,3	3,7	3,1	4,7	3,8	3,2	5,6	3,1	1,5		34,0	

Одновозрастный подрост последующего возобновления

Подрост предварительного возобновления

0,0	10,8	1,4	—	—	4,2	5,6	9,4	10,8	7,0	7,0	6,0	3,7	2,8	—	—	56,5	47
			0,1	1,0	2,2	6,1	5,7	5,3	4,5	4,5	4,2	8,0	5,0	1,8		50,9	62

2. Сохранившийся на сплошных вырубках еловый подрост оправляется на 4—5-й год и дает хороший прирост (30—75 см).

3. Рост елового подроста последующего возобновления и период его вегетации под пологом лиственных молодняков зависит от степени сомкнутости лиственного полога. Чем выше степень сомкнутости крон лиственных, тем меньше прирост и длительность вегетационного периода елового подроста.

4. Осветление елового подроста, возникшего на вырубках одновременно с березой и осиной и находящегося под их пологом, необходимо проводить в конце первого десятилетия роста насаждения. Это значительно увеличит его прирост и удлинит вегетационный период на 3—4 недели. Такой подрост к 40—50 годам образует первый ярус.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ф. И. А к а к и е в. Влияние технологического процесса лесозаготовок на сохранность подроста предварительного возобновления. Труды Карельского филиала АН СССР, вып. VII, Петрозаводск, 1957. [2]. С. В. Алексеев. Рубки в лесах Севера. Гослесбумиздат, 1948. [3]. И. Я. Валентик. О состоянии и задачах лесного хозяйства Карело-Финской ССР. Труды научно-технической конференции по лесному хозяйству Карело-Финской ССР, Петрозаводск, 1950. [4]. В. С. Воронова, А. Ф. Лисенков. Работа Карельского филиала АН СССР по вопросам лесного хозяйства и лесной промышленности. Известия Карельского и Кольского филиалов АН СССР № 1, 1957. [5]. Н. Е. Декатов. Возобновление ели в Дружносельском и Орлиском районах Сиверского опытного лесхоза в связи с прежним хозяйством. Труды по лесному опытному делу, вып. 12, Л., 1931. [6]. Н. Е. Декатов. Простейшие мероприятия по возобновлению леса на концентрированных вырубках. Л., 1936. [7]. М. А. Демин. Условно-сплошные рубки. «Лесное хозяйство и лесозэксплуатация» № 11—12, 1931. [8]. А. С. Дмитриев. Заболачивание и разболачивание концентрированных вырубок в борах черничниках в бассейне р. Сысола. Труды Коми филиала АН СССР, № 1, 1953. [9]. А. И. Квицинский. Методы сокращения сроков выращивания спелого леса и повышения производительности древостоев. Научные труды Львовского лесотехнического института. № 1, 1954. [10]. П. Н. Львов, В. Г. Чертовской. О влиянии лебедочной и тракторной трелевки на возобновление леса. Сб. статей «Концентрированные рубки в лесах Севера». Изд. АН СССР, М., 1954. [11]. И. С. Мелехов. Пути повышения производительности лесов в таежной зоне. Сб. статей. «Некоторые вопросы ведения лесного хозяйства на Севере», Архангельск, 1953. [12]. И. С. Мелехов. Механизация лесозаготовок и возобновление леса. Сб. статей «Концентрированные рубки в лесах Севера». Изд. АН СССР, М., 1954. [13]. А. А. Молчанов. Естественное возобновление концентрированных вырубок. «Восстановительные процессы на концентрированных вырубках». Изд. АН СССР, 1949. [14]. Н. Семенов. Роль елового подроста в ускорении выращивания балансового сырья. «Лесное хозяйство и лесозэксплуатация» № 10, 1935. [15]. И. Е. Сытников, В. М. Раковская. Сохранение подроста и оставление обсеменителей при разработке лесосек лебедкой Л-19, Л., 1955. [16]. М. Е. Ткаченко. Концентрированные рубки, эксплуатация и возобновление леса. Сельхозгиз, 1931. [17]. М. Е. Ткаченко. Общее лесоводство. М.-Л., 1952. [18]. Л. И. Ягнов. О сохранении естественного подроста при рубке лесосек. «Русское лесное дело» № 3, 1892. [19]. L. Heikurainen. Rämemänniköiden uudistamisesta paljaaksihakkausta Käyttäen. Acta forest. fennica, 1954, 61, № 27.

Поступила в редакцию
20 ноября 1958 г.

РУБКИ ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИХТОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

А. М. МУШЕГЯН

Доцент, кандидат биологических наук

(Казахский сельскохозяйственный институт)

Системы рубок главного пользования, применявшиеся в лесах Казахстана, изучены слабо и в настоящее время практика лесного хозяйства ощущает острую потребность в анализе результатов проводившихся ранее рубок для установления системы, обеспечивающей восстановление эксплуатируемых лесных площадей.

Поскольку большие лесные массивы эксплуатационного значения сосредоточены в восточной части Казахстана и в запасах указанных массивов значительная доля приходится на пихтовые древостои, мы в первую очередь рассматриваем системы рубок главного пользования в пихтовых древостоях Восточно-Казахстанской области.

Кафедра лесоводства и кафедра лесной таксации и лесоустройства Казахского государственного сельскохозяйственного института за последние несколько лет практиковала в порядке выполнения студенческих дипломных работ проведение обследования лесосек главного пользования в пихтовых насаждениях Восточно-Казахстанской области. В ходе работ было обследовано свыше 40 лесосек и установлено, что успешное возобновление лесосек в пихтовых древостоях имеет место только при наличии предварительного возобновления, ни на одной из них не наблюдалось удовлетворительного последующего возобновления. Состояние естественного возобновления на лесосеках обследовалось по методу, изложенному в § 187 «Инструкции по устройству и обследованию лесов государственного значения» 1952 г., а оценка естественного возобновления производилась по § 395 той же Инструкции. Результаты обследования 30 лесосек представлены в приводимой табл. 1. (стр. 44, 45).

На всех лесосеках вырубалось 59—90% запаса и полнота доводилась до 0,1—0,2, редко до 0,35—0,37.

I группа, составляющая 30% (9 лесосек общей площадью 899,6 га); имела предварительное возобновление, и восстановление леса на этих лесосеках обеспечено; к II группе относим 13%, или 4 лесосеки общей площадью 501,0 га, на которых пихта сменилась березой и осиной, и к III группе 57%, или 17 лесосек общей площадью 1022,5 га, на которых возобновление отсутствует или плохое (таких случаев было три).

Характерной особенностью всех без исключения лесосек является сильная захламленность независимо от того, какими способами проводились заготовки.

Т а б л и ц а 1
Состояние лесосек условно-сплошных рубок в пихтовых насаждениях Восточно-Казахстанской области

№ п/п	Лесхоз хозяйственная часть	Квартал	Год рубки	Площадь лесосеки в га	Состояние лесосеки к моменту обследования	Дата обследования и фамилия исследователя
1	Кировский лесхоз, Верхне-Улыбинская дача	14	1942	61,6	Возобновление отсутствует, огдльно стоящие деревья высохли на корню, некоторые вырваны ветром и усохли. Лесосека захламлена, заросла травой и бурьяном	Июль 1952 г., А. М. Савченко
2	"	32	1946	16,4	Возобновление отсутствует. Лесосека захламлена, имеются ветровал и сухостой	"
3	Тургусунский лесхоз	82	1939—1940	50	Возобновление отсутствует. Лесосека заросла травой и бурьяном	Июль 1953 г., Р. С. Абязова
4	"	82	1940—1941	48	Возобновление отсутствует. Лесосека заросла травой и бурьяном	"
5	"	22	1941	32	Возобновление отсутствует. Лесосека покрыта высокотравьем	"
6	"	22	1941	160	Возобновление отсутствует. Лесосека заросла травой и бурьяном	"
7	"	—	1940—1941	139	Возобновление неудовлетворительное, сгруппировано у куртинно стоящих деревьев в районах, отстоящих от куртин на расстояниях до 20 м	Лето 1953 г., Р. И. Семке
8	"	—	1939—1940	57	Лесосека обеспечена предварительным возобновлением	"
9	"	—	1939—1940	35	Лесосека возобновляется осиной	"
10	Лениногорский лесхоз, Риддерская хозчасть	3	1937	328	Возобновление отсутствует; имеется осина 7 лет	Июль 1953 г., Ф. А. Рязанцев
11	"	4	1948	48	Возобновление отсутствует; отдельно стоящие деревья высохли на корню	"
12	"	5	1939	46,5	Возобновление отсутствует; отдельно стоящие деревья высохли на корню	"
13	Черемшанский лесхоз, Орловская дача	4	1949	20	На лесосеке имеются 556 деревьев 8—36 см в диаметре с запасом 42 м ³ на 1 га. Возобновление отсутствует	Лето 1952 г., Н. Рыжов
14	"	4	1950	20	На лесосеке имеются молодой и подрост в возрасте, превосходящем год рубки на несколько лет	"
15	Черемшанский лесхоз, дача Черемшанская	5	1942	35,6	На лесосеке оставлен древостой III класса возраста полнойой 0,3. Подрост старше года рубки	"
16	Запорожный лесхоз, Лёво-Убынская хозчасть	12	1946	88	Оставленные после рубки крупные деревья свалены ветром; лесосека в целом обеспечена предварительным возобновлением	Лето 1952 г., А. В. Технеряднов

№ п/п.	Лесхоз, хозяйственная часть	Квар-тал	Год рубки	Пло-щадь лесо-секи в га	Состояние лесосеки к моменту обследования	Дата обследования и фамилия обследователя
17	Запорожский лесхоз, Лево-Убинская хозяй- часть	12	1951	32	Оставшийся после рубки древостой находится на грани отми- рания, многие деревья свалены ветром и гибнут. Лесосека обес- печена предварительным возобновлением	Лето 1952 г., А. В. Технеряднов
18	"	12	1946	87	Лесосека до рубки имела густой и равномерный подрост; под- нота древостоя до рубки была 0,7, после рубки 0,36; склон 5—10° после рубки подрост чувствует себя хорошо	"
19	"	12	1946	98	На лесосеке было выбрано 90% запаса; оставшиеся деревья или, высохли на корню или свалены ветром; лесосека возобновилась березой и осиной	"
20	Запорожский лесхоз, Право-Убинская хозяй- часть	10	1930	252	Лесосека в высшей степени захламлена; оставленные после руб- ки деревья усохли и повалены ветром; лесосека обеспечена предварительным возобновлением	Лето 1952 г., Ю. В. Калашников
21	"	40	1940	195	Лесосека в высшей степени захламлена; было вырублено 59% запаса в порядке "полневольно-выборочной рубки"; оставшиеся деревья усыхают и вываливаются; возобновление предварительное	"
22	"	33 34	1930	49	Лесосека сильно захламлена; возобновление отсутствует	Лето 1952 г., А. И. Голянкин
23	"	33 34	1930	30	Лесосека захламлена; возобновление отсутствует	"
24	Запорожский лесхоз, урочище "Овчиниха"	12	1928—1931	40	Лесосека возобновляется березой	Лето 1952 г., Ю. Н. Акулинин
25	Зырянковский лесхоз, урочище "Широкий лог"	54	1949	143	Рубка проводилась без системы и без технических приемов при отводе; лесосека захламлена валежом и порубочными остатками, на лесосеке имеется подрост средней густоты 15—20 лет	Лето 1956 г., Т. К. Резникова
26	Зырянковский лесхоз, урочище "Мягкая речка"	62	1933	144	Лесосека захламлена и представляет собой редину и пустырь, покрытый буйно разросшейся травянистой растительностью; во- зобновление отсутствует	Лето 1956 г., Т. К. Резникова
27	"	63	1944	118	Оставшиеся на лесосеке деревья усохли и вывалились; возоб- новление отсутствует	"
28	Пихтовский лесхоз	14	1952	40	Лесосека сильно задернела, подрост пихты старше года рубки, плохого роста, неблагонадежный	Лето 1956 г., С. В. Стулицкий
29	"	32	1935	40	На лесосеке много бурелома, валежа ветровала; лесосека пред- ставляет участок, лишенный леса и сильно задернелый	"
30	"	30	1940	40	Лесосека представляет захламленный, лишенный леса и задер- нелый участок; подрост куртинами, плохого роста, неблагонадеж- ный	"

Пихта — теневыносливая порода и после изреживания древостоя в порядке условно-сплошной рубки отдельно стоящие деревья, попадая в резко изменившиеся условия освещения и влажности, либо усыхают, либо вываливаются ветром.

Ни одна система рубки не способствует в такой сильной степени захламлению лесосек, как условно-сплошная, так как при этой системе на лесосеке обычно выбираются здоровые, качественно деловые стволы и остаются на корню больные, фаутные, дровяные стволы, которые в силу своих биологических особенностей рано или поздно усыхают и сваливаются. Захламление лесосек делает возобновление пихты безнадежным; лесозаготовители, выполняя планы заготовки деловой древесины определенных размеров, используют лесосеку с нарушением сортиментной структуры, что влечет за собой понижение норм выработки и повышение себестоимости продукции. Следует подчеркнуть также, что при условно-сплошных рубках исключается возможность применения более рациональных способов трелевки (лебедкой, тракторами и т. д.), а известно, что более рациональная трелевка может на 15—20% повысить выход деловой древесины, сокращая требуемое число рабочих на 10—15% и увеличивая нагрузку на механизмы и машины на 15—20%. Это означает, что условно-сплошные рубки препятствуют внедрению прогрессивных способов валки деревьев и трелевки древесины.

Таким образом, дальнейшее применение условно-сплошных рубок в пихтовых насаждениях Восточно-Казахстанской области ведет к расстройству пихтовых лесов, преждевременному истощению сырьевых баз, нерациональному использованию лесосечного фонда, к сокращению лесопокрытой площади, потере лесом определенной доли водоохранных, противозерозионных и климатических функций, одновременно тормозя и препятствуя внедрению более прогрессивной технологии лесозаготовок.

Сплошные рубки для пихтовых древостоев также неприемлемы. Молодые всходы пихты очень скоро либо получают ожоги корневой шейки, либо подвергаются заморозкам и гибнут. Такой же участи подвергаются неокрепший молодняк и подрост, способные нормально развиваться только под пологом. Но в густых древостоях пихты полнотой 1,0 и 0,9, как правило, подрост и молодняк отсутствуют, поэтому сплошная рубка в таких древостоях не может сопровождаться возобновлением. На узких лесосеках в непосредственной близости от стен (в нескольких метрах) возобновление пихты может иметь место, но это не решает вопроса эксплуатации пихтовых насаждений, так как всю расчетную лесосеку пихты разверстать узкими лесосеками, конечно, невозможно, не говоря уже о том, что это означало бы вовлечение в лесозаготовки сразу почти всей площади пихтовых насаждений. На более широких и концентрированных лесосеках сплошных рубок возобновление может следовать через смену пихты осинной и березой. Наше рекогносцировочное обследование лесосек сплошных рубок, проведенное в порядке выполнения дипломных проектов студентами пятого курса, установило, что во всех типах леса пихтовых древостоев лесосеки сплошных рубок или не возобновляются или иногда возобновляются осинной и березой. Цикл возобновления пихты на лесосеках сплошных рубок через смену пород очень велик (равен примерно 150 годам), и поэтому такая система рубки не может считаться экономически выгодной. К сожалению, «Леспроект» проектирует в пихтовых лесах Восточно-Казахстанской области сплошную рубку, не считаясь с ее экономической невыгодностью.

Выборочные рубки также не могут быть рекомендованы для пихтовых насаждений. При этом способе рубки растягиваются во времени

на несколько классов возраста и, помимо невыгодности для лесозаготовки, ведут к ухудшению технических качеств древесины. Можно считать приемлемыми группово-выборочные рубки, использующие предварительное возобновление и продолжающиеся не более сорока лет. При этом способе не снижаются технические качества древесины, хотя и создается иногда разновозрастное насаждение. Однако этот способ требует большей квалификации от техника, отводящего лесосеку, а потому может иметь ограниченное распространение в интенсивных хозяйствах.

Гораздо более приемлемыми для пихтовых древостоев, произрастающих в условиях Восточно-Казахстанской области, являются постепенные рубки, ибо сочетая в себе преимущества и достоинства сплошных и выборочных рубок, они свободны от их недостатков. При сроке возобновления в один класс возраста постепенные рубки фактически являются сплошными, но осуществляются в несколько приемов и рубка сопровождается предварительным возобновлением. При проведении рубок в несколько приемов и с промежутками в несколько лет подрост и всходы, находясь под изреженным материнским пологом, растут и развиваются успешно, а когда совсем окрепнут, вовсе освобождаются от полога при последнем, окончательном приеме рубки. Так как весь цикл рубки и возобновления длится не более 15—16, максимум 20 лет, то восстановленный на месте вырубленного новый древостой является одновозрастным. Устанавливая число приемов и процент выборки по массе за каждый прием, следует исходить из трех факторов: полноты древостоя, наличия предварительного возобновления и крутизны склона. В древостоях полноты 1,0—0,9, при отсутствии возобновления, рубки следует вести в 3—4 приема в зависимости от крутизны склона и темпа появления всходов и роста подроста, причем в первый прием полноту следует довести до 0,7—0,6, в последующие приемы — в зависимости от указанных выше факторов. Проф. В. З. Гулисашвили не советует применять постепенные рубки в горных елово-пихтовых лесах на крутых (выше 25°) склонах с малоразвитыми почвами, подстилаемыми плотными, малопроницаемыми для корней материнскими породами и в субальпийском поясе*.

В пихтовых древостоях с полнотой 0,8—0,7—0,6, при наличии благонадежного подроста, рубки можно проводить в два приема, в древостоях же с полнотой 0,5 и ниже при наличии благонадежного подроста можно провести последний прием и вырубить весь верхний полог.

Во всех случаях при отсутствии возобновления первый прием заменяется мероприятиями по содействию естественному возобновлению и только после появления возобновления проводятся последующие приемы.

Для концентрации лесосек площади под постепенную рубку можно отводить блоками. Проф. В. З. Гулисашвили предлагает определить величину блока делением всей площади древостоев данной породы на количество блоков, а число блоков — путем деления возраста рубки на число лет возобновительного периода. Так, например, если имеется пихтовый лес площадью 5 тыс. га, то при возрасте рубки в 100 лет и возобновительном периоде в 20 лет число блоков равно 5, а площадь одного блока — 1000 га.

Имеется мнение, что поскольку пихтовые насаждения Восточно-Казахстанской области большей частью входят в состав лесов третьей группы, и так как в лесах третьей группы постепенные рубки неприме-

* В. З. Гулисашвили. Горное лесоводство. М.-Л., Гослесбумиздат, 1956.

нимы, то эти рубки практического и производственного значения не имеют. Нужно сказать, что не всегда лесные массивы в пределах Восточно-Казахстанской области правильно отнесены к третьей группе, так как к этой группе нельзя относить леса водоохранного и противозерозийного значения, а мы видели, что все пихтовые древостои расположены в бассейнах водных артерий гидроэнергетического значения. Следовало бы пересмотреть распределение по группам лесов Восточно-Казахстанской области с точки зрения их гидрологических, противозерозийных и других народнохозяйственных функций.

Существует мнение, будто в лесах Восточно-Казахстанской области рельеф спокойный и эрозионных процессов не наблюдается. Эрозионные процессы в лесах Восточно-Казахстанской области местами протекают в медленном темпе и это дает основание некоторым наблюдателям делать ошибочные выводы. Если за последние 2—3 года не произошло катастрофических разрушений, он считает, что впредь все будет благополучно. Но если бы этот же наблюдатель имел возможность наблюдать склон в продолжение нескольких десятков лет, он убедился бы, что малые эрозионные процессы накапливаются из года в год, чтобы внезапно произвести большое непоправимое разрушение. Как только лесная обстановка нарушится, эрозионные процессы начинают развиваться тем быстрее и мощнее, чем склон круче и чем сильнее вмешательство человека. Это следует учитывать при любой рубке на любых склонах. От того, что лес причислен к третьей группе, эрозионные процессы не прекратятся. В лесах третьей группы только пользование может не ограничиваться, поскольку имеется большой запас спелых и перестойных древостоев, а способ рубки не предрешен и если данный способ рубки не гарантирует сохранение народнохозяйственных функций леса, он должен заменяться другим, более совершенным способом. Естественное возобновление, как самый дешевый и более легкий способ восстановления леса, должно занимать первостепенное место при проектировании способов рубки, поэтому для пихтовых древостоев третьей группы лесов также может применяться постепенная рубка. Только в этом случае естественное возобновление главной породы может быть гарантировано. С целью же лучшего сохранения подроста необходимо широко внедрять в практику лесозаготовок воздушную трелевку.

Для большей концентрации и скорейшего омоложения спелых и перестойных древостоев весь массив следует вырубать за амортизационный период предприятия, пользующегося массивом, как сырьевой базой. Проф. В. З. Гулисашвили предлагает в этом случае число блоков установить путем деления амортизационного периода на число лет возобновительного периода, а площадь блока — путем деления площади массива на число блоков. Так, например, если площадь массива равна 5 тыс. га, период амортизации предприятия — 40 лет и возобновительный период — 20 лет, то число блоков будет 2, а площадь блока — 2,5 тыс. га.

Предлагаемый способ постепенных рубок для пихтовых лесов Рудного Алтая, по нашему убеждению, единственный, гарантирующий полное всестороннее использование лесных продуктов для народного хозяйства Казахстана и восстановление вырубаемых лесных площадей.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЕКУЩЕГО ОБЪЕМНОГО ПРИРОСТА СРУБЛЕННОГО ДЕРЕВА

В. Г. ЯРОШЕВИЧ

Главный лесничий

(Днепропетровское управление лесного хозяйства)

Проф. А. В. Тюрин в 1936 г. предложил для приближенного определения абсолютного объемного текущего прироста на срубленном древесном стволе пользоваться выражением $Z_v^t = S \iota$, где S боковая поверхность древесного ствола, ι — средняя толщина годичного слоя за период определения текущего прироста. Для вычисления А. В. Тюрин предложил считать $S = \pi D_{1/2} L$, где $D_{1/2}$ — диаметр поперечного сечения ствола на половине его высоты (длины), L — высота (длина) ствола.

Средней толщиной годичного слоя А. В. Тюрин предложил считать $\iota_{1/2}$, то есть ту, которая окажется в поперечном сечении на $1/2 L$.

Предложение А. В. Тюрин изучалось М. Л. Дворецким. Последний опытным путем установил, что оно дает систематическую ошибку с положительным знаком, достигающую в среднем для молодых стволов сосны +15,7% и для старых +4,2%. М. Л. Дворецкий предложил считать $Z_v^t = 2,8 D_{1/2} L \frac{\iota_{1/2} + \iota_{1/4}}{2}$, где $\iota_{1/4}$ — средняя толщина годичного слоя за период определения текущего прироста в поперечном сечении на $1/4 L$ от основания ствола.

Оба предложения не имеют теоретического обоснования. Совершенно очевидно, что $S \neq \pi D_{1/2} L^*$ и $\iota \neq \iota_{1/2}$. Величину ι трудно разыскать в натуре. Предложение М. Л. Дворецкого правильно только для изученной им

* Если считать древесный ствол цилиндрическим параболоидом вращения с образующей $y^2 = px^m$, то для значений $0,05 \leq m \leq 0,40$ и $0,7 \leq m \leq 1,8$ элементом боковой поверхности такого параболоида можно взять поверхность цилиндра с радиусом основания y и бесконечно малой высотой Δx . Тогда

$$S = \int_0^L 2\pi y dx = \int_0^L 2\pi p^{1/2} x^{m/2} dx = [2\pi p^{1/2} x^{m/2+1}]_0^L = \frac{2\pi p^{1/2} x^{m/2+1}}{m/2+1} = \frac{4\pi}{m+2} p^{1/2} x^{m/2+1} = \frac{4\pi}{m+2} yx.$$

Обозначим D_0 — диаметр поперечного сечения основания ствола. Заменяем y на $\frac{D_0}{2}$ и x на L , получим $S = \frac{4\pi}{m+2} \frac{D_0}{2} L = \frac{2\pi}{m+2} 2^{m/2} D_{1/2} L = u_0 D_{1/2} L$. Вычислив для различных значений m величину u_0 , будем иметь

m	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
u_0	2,96	2,96	2,98	3,00	3,04	3,09

совокупности стволов. Вместе с этим имеется возможность аналитического вывода выражения $Z_v^t = u D_{1/2} L$, не связанного ни с S , ни с ι .

Уподобляя древесный ствол цилиндрическому параболоиду вращения и принимая m неизменным за период определения текущего прироста, можно считать $Z_v^t = \left(\frac{1}{m+1} G_0 L - \frac{1}{m+1} g_0 l \right) : n$, где n — число лет в периоде, за который определяется текущий прирост, g_0 — площадь поперечного сечения ствола у шейки корня в начале этого периода, G_0 — площадь поперечного сечения ствола у шейки корня в конце периода, l — высота (длина) ствола в начале периода. Преобразуем исходное выражение

$$Z_v^t = \frac{1}{n(m+1)} G_0 L \left(1 - \frac{g_0 l}{G_0 L} \right) = \frac{1}{n(m+1)} \left(1 - \frac{l^{m+1}}{L^{m+1}} \right) G_0 L \quad (1)$$

Такое преобразование возможно, так как по свойству параболоида

$$G_0 : g_0 = L^m : l^m.$$

Возьмем

$$D_{1/2}^2 : (D_{1/2} - \Delta D_{1/2})^2 = \left(\frac{1}{2} L \right)^m : \left(l - \frac{1}{2} L \right)^m, \quad (2)$$

примем $\Delta D_{1/2} = k D_{1/2}$, подставим в (2), произведем сокращение и получим

$$1 - (1 - k)^{2/m} = \frac{1}{2} L : \left(l - \frac{1}{2} L \right); \text{ откуда } \frac{l}{L} = \frac{1 - (1 - k)^{2/m}}{2} \quad (3)$$

Подставим (3) в (1), после чего имеем

$$Z_v^t = \frac{1}{n(m+1)} \left\{ 1 - \left[\frac{1 + (1 - k)^{2/m}}{2} \right]^{m+1} \right\} G_0 L \quad (4)$$

По свойству параболоида $G_0 = 2^m \frac{\pi}{4} D_{1/2}^2$ подставим в (4) и получим

$$Z_v^t = \frac{2^m \pi}{4n(m+1)} \left\{ 1 - \left[\frac{1 + (1 - k)^{2/m}}{2} \right]^{m+1} \right\} D_{1/2}^2 L \quad (5)$$

Вспомним, что $\Delta D_{1/2} = k D_{1/2}$, откуда $D_{1/2} = \frac{\Delta D_{1/2}}{k}$; кроме того $\iota_{1/2} = \frac{\Delta D_{1/2}}{2n}$, вследствие чего $D_{1/2} = \frac{2 \iota_{1/2} n}{k}$. Произведем подстановку в (5), сократим и окончательно получим

$$Z_v^t = \frac{2^{m-1} \pi}{k(m+1)} \left\{ 1 - \left[\frac{1 + (1 - k)^{2/m}}{2} \right]^{m+1} \right\} D_{1/2} L \iota_{1/2} = u D_{1/2} L \iota_{1/2} \quad (6)$$

Вычисленные u для разных значений m и k представлены в таблице 1.

Величина $k = \frac{\Delta D_{1/2}}{D_{1/2}}$ получается из измерений. Величину m непосредственным измерением получить нельзя, но ее можно связать с $q_2 = \frac{D_{1/2}}{D_{1.3}}$, где $D_{1.3}$ — диаметр поперечного сечения ствола на высоте 1,3 м от его основания. Связь между m и q_2 устанавливается из свойства параболоида:

$$q_2^2 = \left[\frac{L_{1/2}}{2(L-1.3)} \right]^m, \text{ откуда } m = \frac{2 \lg q_2}{\lg L - \lg 2(L-1.3)}.$$

Таблица 1

$k \backslash m$	0,03	0,05	0,10	0,15
0,7	3,49	3,40	3,17	2,95
0,8	3,29	3,23	3,02	2,86
0,9	3,15	3,07	2,93	2,76
1,0	3,05	2,99	2,85	2,70
1,1	2,97	2,92	2,79	2,63
1,2	2,93	2,88	2,77	2,65
1,3	2,91	2,86	2,77	2,65
1,4	2,90	2,86	2,76	2,66
1,5	2,90	2,87	2,77	2,69
1,6	2,93	2,89	2,79	2,71
1,7	2,95	2,91	2,83	2,75
1,8	2,98	2,95	2,87	2,79

Величины m , вычисленные для разных значений L (в м) и q_2 приводятся в табл. 2:

Таблица 2

$L \backslash q_2$	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
12	—	1,77	1,50	1,24	1,00	0,77
20	1,80	1,63	1,37	1,14	0,92	0,71
28	1,74	1,58	1,34	1,10	0,88	0,69
36	1,71	1,56	1,32	1,09	0,88	0,68

Объединив табл. 1 и 2, получим табл. 3 значений с тремя входами: по q_2 по L и k :

Таблица 3

$k \backslash q_2$	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	L
0,03	—	2,97	2,90	2,92	3,05	3,35	12
0,05	—	2,94	2,87	2,87	2,99	3,28	
0,10	—	2,90	2,77	2,77	2,85	3,06	
0,05	—	2,77	2,69	2,65	2,70	2,89	
0,03	2,98	2,94	2,90	2,95	3,13	3,49	20
0,05	2,95	2,90	2,86	2,90	3,03	3,38	
0,10	2,94	2,80	2,76	2,78	2,91	3,16	
0,15	2,79	2,72	2,66	2,64	2,80	2,93	
0,03	2,96	2,92	2,91	2,97	3,16	3,51	28
0,05	2,95	2,88	2,86	2,92	3,08	3,42	
0,10	2,87	2,78	2,76	2,79	2,94	3,18	
0,15	2,76	2,70	2,65	2,63	2,77	2,96	
0,03	2,95	2,92	2,91	3,04	3,17	3,53	36
0,05	2,91	2,87	2,86	2,93	3,10	3,44	
0,10	1,84	2,77	2,76	2,80	2,95	3,20	
0,15	2,71	2,70	2,65	2,64	2,73	2,97	

Таблица 4

Показатели и способы определения	№ стволов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Порода	Сосна	Сосна	Дуб	Сосна	Сосна	Сосна	Дуб	Дуб	Дуб	Сосна
Возраст, лет	65	76	108	109	65	93	71	55	72	96
Период п. лет	5	6	8	9	5	13	11	5	12	6
$D_{1/2}$ без коры см	27,2	22,7	34,0	48,5	26,7	29,7	23,5	22,5	24,7	29,0
Z	26,3	26,1	31,6	27,1	26,3	30,6	28,0	21,8	22,4	26,0
$D_{1/2}$ без коры см	19,1	17,1	22,3	25,1	19,0	21,8	16,7	16,0	17,0	20,2
$\Delta D_{1/2} = 2_{1/2} \cdot n$	0,8	1,0	1,5	3,2	0,8	2,6	2,6	2,1	2,8	1,1
$\Delta D_{1/4} = 2_{1/4} \cdot n$	0,7	0,9	2,4	2,5	0,7	2,4	1,7	1,8	2,7	0,9
q_2	0,7	0,75	0,66	0,52	0,71	0,73	0,71	0,71	0,69	0,70
$k = \frac{\Delta D_{1/2}}{D_{1/2}}$	0,04	0,06	0,07	0,13	0,04	0,12	0,16	0,16	0,15	0,05
и по табл 3	2,95	3,05	2,84	2,85	2,98	2,81	2,63	2,63	2,64	2,92

Результаты определения Z_{σ}^t в м ³	
По анализу ствола	0,0133
По формуле (1) $Z_{\sigma}^t = \pi D_{1/2} L_{1/2} \cdot 10^{-4}$	0,0115
По формуле (2) $Z_{\sigma}^t = 2,8 D_{1/2} L_{1/2} \cdot 10^{-4}$	0,0117
По формуле (3) $Z_{\sigma}^t = \frac{v_{1/2} + v_{1/4}}{2} \cdot 10^{-4}$	0,0099
По формуле (3) $Z_{\sigma}^t = \pi D_{1/2} L_{1/2} \cdot 10^{-4}$	0,0113

Отклонения результатов по формулам (1), (2) и (3) от определения Z_{σ}^t по анализу ствола в %	
Формула (1)	-5,3
Формула (2)	-21,1
Формула (3)	-10,5

Отклонения результатов по формулам (1), (2) и (3) от определения Z_{σ}^t по анализу ствола в %

Формула (1)	+1,7	+5,1	+17,3	-5,3	+12,4	+21,9	+15,0	+28,2	+10,3
Формула (2)	-15,4	+21,2	-6,8	-21,1	-3,2	-12,3	-5,0	+13,0	-8,9
Формула (3)	-1,7	-5,1	+6,5	-10,5	+0,5	+0,7	+3,5	+10,2	+3,7

По табл. 3, применяя линейную интерполяцию, можно определять i для последующего вычисления периодического текущего объемного прироста срубленного древесного ствола по выражению $Z_v^t = uD_{1/2}L_{1/2}$.

Ниже, в табл. 4, приводятся результаты определения объемного текущего прироста по предлагаемому способу, а также по способам А. В. Тюрина и М. Л. Дворецкого.

Для определения относительного прироста по Пресслеру

$$p_v = \frac{200}{n} \cdot \frac{V \cdot v}{V + v} \text{ или } p_v n = 200 \frac{V - v}{V + v}$$

может быть использовано выражение

$$p_v n = \frac{1 - \left[\frac{1 + (1 - k)^{2/m}}{2} \right]^{m+1}}{1 + \left[\frac{1 + (1 - k)^{2/m}}{2} \right]^{m+1}}, \quad (7)$$

где V — объем ствола в момент определения Z_v^t ;

v — объем ствола в начале периода n .

Для пользования выражением (7) также может быть составлена таблица, аналогичная табл. 3.

Табл. 3 построена на связи m и коэффициента формы. Не исключена возможность, что использование связи m и класса формы даст лучшие результаты.

Поступила в редакцию
25 ноября 1958 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

О ПЕРЕРАБОТКЕ ХЛЫСТОВ
НА ЛЕСОПЕРЕВАЛОЧНЫХ КОМБИНАТАХ *

А. Н. ПИМЕНОВ

Доцент, кандидат технических наук

Н. И. ЛЕБЕДЕВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Сплав леса в хлыстах в Советском Союзе впервые начал применяться в 1951 г. и к 1958 г. объем древесины, сплавляемой этим способом, достиг 2,9 млн. м³.

Итоги работы лесозаготовительных и лесосплавных предприятий, а также рейдов приплава показывают, что при соответствующей подготовке последних и рациональном использовании хлыстовой древесины для нужд народного хозяйства страны, новая технология лесозаготовок и сплава оказывается экономически эффективнее технологии заготовки и последующего сплава леса в сортиментах.

По отчетным данным Цимлянкой лесоперевалочной базы, выход деловой древесины при разделке хлыстов в 1956—1957 гг. был на 12—15% выше, чем при разделке хлыстов на нижнем складе Городищенского ЛПХ, откуда хлысты в основном поступали на лесобазу. За счет увеличения выхода деловой древесины средняя отпускная цена 1 м³ лесоматериалов, определенная по результатам разделки хлыстов на Цимлянкой лесобазе, оказалась на 17 руб. выше отпускной цены 1 м³ лесоматериалов, определенной по результатам разделки хлыстов на нижнем складе Городищенского ЛПХ. Благодаря комплексной механизации работ по разделке хлыстов, эксплуатационные и трудовые затраты по всему комплексу лесозаготовительных и лесопильных работ, а также работ на Цимлянкой лесобазе при сплаве в хлыстах, оказались ниже соответствующих затрат при сплаве леса в сортиментах. Так, например, в 1956 г. эксплуатационные затраты на 1 м³ при сплаве леса в хлыстах и их разделке на Цимлянкой лесобазе были на 1 р. 50 к. ниже, а трудозатраты на 1000 м³ на 106 человеко-дней меньше, чем при сплаве и поставках той же лесобазе сортиментного леса. Необходимо отметить, что совершенствуя технологию и применяя на выгрузке и разделке хлыстов соответствующее оборудование, можно добиться значительного улучшения приведенных показателей. Например, в 1957 г. на Цимлянкой лесобазе по проекту ВКФ ЦНИИЛесосплава была построена

* Материал доложен и получил одобрение на межвузовской научно-технической конференции «Пути развития транспорта леса», проходившей в г. Красноярске 19—24 января 1958 г.

на и испытана установка для разделки хлыстов. Комплексная производительность рабочих при этом составила 15,2 м³ на человеко-день, что почти в три раза выше комплексной производительности рабочих, зафиксированной при разделке хлыстов в 1956—1957 гг.

Однако сплав леса в хлыстах с последующей переработкой их на существующих лесоперевалочных базах (типа Цимлянской или Астраханской) оказывается неприемлемым в силу следующих обстоятельств:

1. Существующие лесоперевалочные базы в значительном большинстве ориентированы на перевалку крепежного леса. Доля крепежного леса в общем объеме перевалки круглого леса составляла по всему Союзу в прошлом около 51%, а в ближайшие годы достигнет 60%. На некоторых наиболее крупных лесобазах (Средней и Нижней Волги, Исакогорской, Лимендской, Маймаксанской и др.) удельный вес перевалки крепежа достигает 70 и даже 90%.

Перевод таких лесоперевалочных баз на приемку хлыстов вызвал бы серьезные трудности в обеспечении угольных шахт крепежным лесом, так как выход его при разделке хлыстов обычно колеблется в пределах только 15—18%.

2. При приемке и разделке хлыстов на таких лесоперевалочных базах создаются и другие затруднения: например, невозможность сбыта на месте, и следовательно, потребность в обратных перевозках ряда сортиментов (баланса, фанерного, спичечного, шпального и др. сырья), потребители которых находятся по реке выше мест расположения лесоперевалочных баз. Это затруднение является также следствием неудачного, в свете современных требований, географического размещения лесоперевалочных предприятий (в нижних течениях рек, вдали от сырьевых баз).

Не оправдала себя и поставка хлыстов непосредственно потребителям — деревообрабатывающим, лесопильным и другим специализированным предприятиям, которые рассчитаны на использование только одного-двух сортиментов. Остальную часть хлыста эти предприятия разделяют на свои сортименты, хотя это может быть экономически невыгодным, а часть идет в дрова.

Правильным решением задачи дальнейшего развития хлыстового сплава, с использованием его преимуществ, является организация переработки хлыстов на комбинированных (лесоперевалочных и одновременно лесоперерабатывающих) комбинатах, создаваемых в непосредственной близости от пунктов лесозаготовок для приема и разделки хлыстов, а также последующей полной или частичной переработки хлыстовой древесины.

Такие комбинаты должны иметь следующие цехи:

- а) разделочный цех для приема и разделки хлыстов;
- б) лесопильно-деревоперерабатывающий цех и цех шпалопиления для переработки шпальника на пиломатериалы и шпалы, а также на черновые заготовки для мебельной промышленности и строительства;
- в) цех стандартного домостроения;
- г) цех разделки рудничного долготья и балансового сырья на рудничную стойку и балансы;
- д) цех переработки дров на тарные комплекты и черновые заготовки для мебельной промышленности и строительства;
- е) цех изготовления фанеры или сухого шпона;
- ж) рубительные станции для переработки на технологическую щепу кусковых отходов, получаемых в процессе переработки хлыстовой древесины;
- з) цехи утилизации отходов производства (цехи строительных плит, тарного картона, энергохимических установок и т. д.).

Необходимость организации на лесоперевалочных комбинатах полной или частичной переработки хлыстовой древесины диктуется требованием уменьшить транспортные расходы на доставку потребителям лесопродукции, а также концентрировать все древесные отходы для последующего их использования в других производствах. В круглом виде могут отгружаться лишь некоторые сортименты.

Лесоперевалочные (лесоперерабатывающие) комбинаты, рассчитанные на прием и разделку хлыстов, должны создаваться в пунктах перевалки значительных объемов древесины (в бассейнах рек Мезень, Печора, Амур, Вычегда, Обь, Северная Двина и др.). Одному такому лесоперевалочному комбинату будут поставлять сплавом хлысты несколько лесозаготовительных предприятий, работающих в сплавном бассейне. Срок службы этих комбинатов будет определяться не сроком эксплуатации лесосырьевой базы одного леспромхоза, а лесного массива в целом.

При такой организации создаются благоприятные возможности для увеличения объемов сплава леса в хлыстах с лучшим использованием хлыстовой древесины, особенно лиственных пород и лиственницы.

Концентрация на лесоперевалочных комбинатах значительных объемов хлыстов создает необходимые условия для применения на разделке хлыстов высокопроизводительных разделочных установок с максимальной механизацией и автоматизацией трудоемких процессов.

В зависимости от конкретных условий размещения лесоперевалочного комбината, дальнейшая транспортировка круглого леса и готовой продукции может производиться как по железнодорожному, так и по водным путям (в плотах и в судах или только в судах).

Энергоснабжение может быть организовано как от существующих энергосистем, так и путем строительства на комбинате собственной электростанции.

Сама разделка хлыстов может быть организована или сезонно, или круглогодично.

Кафедрой водного транспорта леса МЛТИ были разработаны схемы организации технологического процесса таких комбинатов.

Первая группа схем (см. рис. 1) предусматривает разделку хлыстов круглогодично на береговых и плавучих разделочных установках. Дальнейшая транспортировка круглого леса и готовой продукции в этой группе схем предусматривается водным транспортом (в судах).

Вторая группа схем (рис. 2) предусматривает разделку только в навигационный период на береговых и плавучих разделочных установках. В этом случае запас сырья, необходимый для работы деревоперерабатывающих цехов в межнавигационный период, хранится на берегу.

В третьей группе технологических схем (рис. 3) разделка организуется круглогодично на береговых разделочных установках. Дальнейшая транспортировка круглого леса и готовой продукции осуществляется железнодорожным транспортом.

Во всех вариантах технологический процесс лесоперевалочных комбинатов организуется по следующей схеме:

Секции или плоты из хлыстов устанавливаются у причалов и после приемки их расчлениваются на линейки или секции. На участке расформирования с линеек (секций) снимается транзитный формировочный талкаж, после чего хлыстовые пучки буксируются или к пункту выгрузки хлыстов на берег в зимний запас, или к размолевочным станкам разделочных установок. В размолевочных станках 1 пучки размолевываются и хлысты по одному выгружаются на береговые 2 или плавучие 3 разделочные установки, на которых производится разметка и разделка хлыстов.

При применении береговых разделочных установок сортировка производится береговыми сортировочными бревнотасками 4, оборудованными устройствами для автоматического учета и сброски бревен. При разделке хлыстов на плавучих разделочных установках последующие учет и сортировка бревен будет производиться на установках типа сортировочно-сплоточного агрегата ВКФ-7. На этих установках во избежание утопа будут формироваться пучки, отвечающие требованиям выгрузки их механизмами.

Пиловочник и шпальник определенных размеров из воды или с береговых сортировочных транспортеров поперечными элеваторами 5 перемещаются в бассейн 6, а оттуда в лесопильный цех 7. Другая часть пиловочника, не соответствующая данному поставу лесопильных рам, при помощи кранов 8 и 9 (мосто-кабельных, ККУ-7,5 или порталных) выгружается из подступных мест или из воды и укладывается в штабеля 10. В последующем из штабелей пиловочник теми же механизмами подается в бассейн лесопильного цеха.

Рудничное долготье и дрова при помощи продольных и поперечных транспортеров 11 частично поступает в рудстоечный и дрово-тарный цехи 12, а частично в штабеля запаса 13.

Круглые лесоматериалы, не подлежащие переработке на комбинате, из подступных мест грузятся в железнодорожные вагоны или в суда, или укладываются в штабеля 14.

При применении на разделке хлыстов плавучих разделочных установок, погрузка круглого леса в суда в навигационный период организуется непосредственно с воды 15.

При организации на лесокомбинате круглогодовой работы, разделка хлыстов в зимний период может быть осуществлена на тех же береговых разделочных установках. В этом случае подача хлыстов из штабелей 16 к разделочным установкам будет осуществляться с помощью мосто-кабельных кранов 17 и гидравлических лотков 18.

При переработке пиловочника, шпальника, руддолготья, дров, а также при разделке хлыстов получается значительное количество кусковых отходов, опилок и коры. Исследования ЦНИИМОДа, Гипролеспрома, Гипробума, Гипролестранса, а также опыт зарубежных стран показывают, что эффективным направлением использования отходов является переработка их на древесно-стружечные или древесно-волоконистые плиты, тарный картон, на различные продукты химической промышленности и т. п.

Древесно-волоконистые и древесно-стружечные плиты, как известно, с успехом используются в строительстве, мебельном и других производствах взамен пилопродукции и столярных плит. При этом 1 т твердых древесно-волоконистых плит заменяет 5 м³, а древесно-стружечные плиты 3 м³ пиломатериалов или соответственно 7,56 и 4,5 м³ круглого леса.

Производство тарного картона также является перспективным.

Для производства тонны тарного картона, заменяющего 12—18 м³ круглого леса, требуется всего 2,5 м³ дров или древесных отходов хвойных и лиственных пород. Благодаря замене деревянной тары картоном, расход древесины снижается в 6 раз, а вес тары снижается в 4—6 раз.

При производстве указанных плит и картона требуется значительное количество пара, получение которого может быть организовано в котельных установках, оборудованных устройствами для выделения лесохимических продуктов (например, установки ЦКТИ системы Померанцева).

При расположении вблизи лесокомбината предприятий целлюлозно-бумажной промышленности кусковые отходы могут быть переработаны на технологическую щепу с последующим использованием ее в качестве

сырья для получения целлюлозы. Расчеты Гипролестранса показывают, что при расположении целлюлозно-бумажных предприятий не далее 300 км транспортировка отходов к ним будет эффективной.

Получаемое от разделки хлыстов фанерное сырье может быть переработано в специальных цехах 19 на шпон, используемый в дальнейшем для облицовки древесно-волоконистых или древесно-стружечных плит.

В зависимости от планируемого выхода сортиментов, а также объемов разделки хлыстов на лесокombинате, лесопильный, рудстоечный, дрово-тарный цехи и цехи по изготовлению строительных плит и тарного картона 20 могут быть построены по соответствующим типовым проектам.

Транспортировка готовой продукции из деревоперерабатывающих цехов на склад 21 и со склада к месту погрузки ее в железнодорожные вагоны, или к причалам 22 для погрузки в суда, будет производиться автопогрузчиками или автолесовозами.

Для выявления технико-экономических показателей лесоперевалочных комбинатов разработанные варианты были обчислены. При расчетах было принято, что при круглогодичной работе одной поточной линии комбината (поточных линий на комбинате может быть несколько) будет перерабатываться 400 тыс. м³ хлыстовой древесины. Выход сортиментов от разделки хлыстов был принят равным среднему выходу сортиментов по предприятиям б. МЛП СССР за 1950—1956 гг.; принято также, что телеграфные и прочие специальные столбы, строевые бревна, и некоторые другие деловые сортименты отгружаются потребителям в круглом виде.

Пиловочник, шпальник, дрова, руддолготье и балансы перерабатываются в соответствующих цехах на пиломатериалы, шпалы, тарные комплекты и рудстойку. Для переработки дров на тарные комплекты служит дрово-тарный цех.

В результате переработки хлыстовой древесины в указанном выше объеме общее количество отходов составит 117,3 тыс. м³, в том числе кусковых 83,4 тыс. м³ и внебалансовой коры 8,0 тыс. м³.

Расчеты показали, что с точки зрения окупаемости первоначальных капиталовложений наиболее целесообразным является использование отходов производства для изготовления древесно-стружечных плит.

Общие капиталовложения на организацию лесоперевалочного комбината (без затрат на жилищное строительство, строительство мастерских, такелажного склада и других вспомогательных и производственных зданий) составят 27—31 млн. руб. Экономический эффект от использования отходов на производство древесно-стружечных плит и дровяной древесины на производство тарных комплектов составит около 37 млн. руб. Таким образом, капиталовложения окупятся менее чем за один год.

При определении эффективности необходимо учитывать, что за счет последующей доставки лесоматериалов потребителям в обработанном виде (пиломатериалы, шпалы, рудстойка и т. д.) сокращаются расходы на транспортировку. Нужно учитывать также, что при применении на таких комбинатах комплексной механизации всех работ и автоматизации снизятся эксплуатационные затраты на переработку хлыстовой древесины. Все это еще более повысит рентабельность такого комбината.

Благодаря использованию отходов производства, выход деловой древесины при разделке хлыстов на комбинате составит 93—95%, а ресурсы деловой древесины в пересчете выпускаемой продукции на круглый лес увеличатся примерно в 1,5 раза.

При показанном выше объеме переработки хлыстов (400 тыс. m^3) потребное количество основных и вспомогательных рабочих при двухсменной работе основных цехов комбината, в зависимости от применяемой технологической схемы, составит 620—690 человек, а выработка по биржевым работам — 14,3—16,5 m^3 на 1 человеко-день.

По нашим расчетам, эксплуатационные затраты по биржевым работам составят 10—14 руб. на 1 m^3 . Наименьшие эксплуатационные и трудовые затраты будут при организации разделки хлыстов в навигационный период. Однако при этом будет иметь место неравномерность трудовых затрат в навигационный и межнавигационный периоды.

В заключение необходимо отметить, что выбор направления переработки хлыстов на лесоперевалочных комбинатах и утилизации получающихся при этом древесных отходов будет определяться нуждами того или иного экономического района или народного хозяйства страны в целом. Степень переработки хлыстов, объем и характер отдельных производств лесоперевалочного комбината должны устанавливаться в процессе проектирования с учетом конкретных естественногеографических, экономических и транспортных условий.

Как видно из изложенного, эффективность работы лесоперевалочных (деревоперерабатывающих) комбинатов является достаточно высокой и такие комбинаты нужно создавать. Осуществление предлагаемых мероприятий будет способствовать решению задач, поставленных XXI съездом КПСС в области комплексного использования сырья.

Поступила в редакцию
4 мая 1959 г.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ПРОЙДЕННОГО ПУТИ ПРИ ДОРОЖНЫХ ИСПЫТАНИЯХ АВТОМОБИЛЯ

В. И. СИРОТОВ, В. Т. СУРИКОВ

Ассистенты

(Московский лесотехнический институт)

В настоящее время при дорожных испытаниях автомобилей широко пользуются электрическими методами измерения механических величин.

Применяемые для исследований осциллографы дают возможность одновременно записывать несколько исследуемых величин на одну и ту же осциллограмму, что позволяет анализировать динамические качества автомобиля и соотношения между изучаемыми параметрами.

Для измерения скорости движения автомобиля применяются отметки чисел оборотов, устанавливаемые на «пятом колесе», таходинамо или униполярные машины.

Датчик чисел оборотов «пятого колеса» прост в изготовлении и надежен в работе, но обладает существенным недостатком: с его помощью замер скорости производится косвенным путем, что влечет за собой неточность, и кроме того, вносит осложнения при обработке осциллограмм. При этом замеряется не мгновенная скорость, а средняя за один оборот «пятого колеса».

Таходинамо постоянного тока с приводом от «пятого колеса» обладает мощностью, достаточной для записи величины скорости на осциллографе. Этот датчик надежен в работе, имеет прямолинейную зависимость силы тока от числа оборотов и позволяет записывать скорость в виде непрерывной кривой. Недостатком таходинамо является наличие коллектора у тахогенератора постоянного тока, который обуславливает появление в измерительной цепи коллекторной частоты. Поэтому, если не применять фильтр, то запись на осциллограмме получается в виде зубчатой или расплывчатой линии. В свою очередь фильтр, являясь инерционным элементом, вносит некоторую погрешность в результаты измерений. Особенно это проявляется при измерении переменных скоростей.

Наиболее совершенным прибором для измерения скорости движения является униполярная (однополюсная) машина, работающая без коллектора. Отсутствие коллектора устраняет применение фильтра и дает возможность получить на осциллограмме запись в виде четкой линии. Этот датчик также имеет прямолинейную зависимость силы тока от числа оборотов. Однако применяемые в настоящее время униполярные машины обладают значительным весом и сложны в изготовлении.

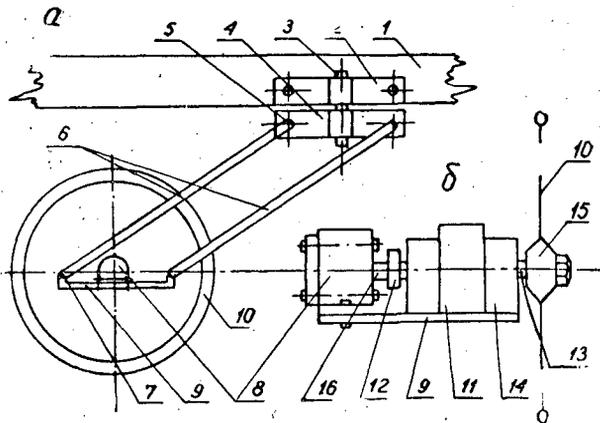


Рис. 1. Схема установки «пятого колеса» с компоновкой датчика скорости и датчика числа оборотов.

Поэтому авторами настоящей статьи была сконструирована и применена для дорожных испытаний малогабаритная; простая в изготовлении и надёжная в работе униполярная машина, сконструированная с датчиком числа оборотов «пятого колеса» и имеющая строго линейную и постоянную зависимость между числом оборотов и силой тока.

Общий вид всей установки представлен на рис. 1.

К раме автомобиля 1 крепится на два болта неподвижная планка 2, соединенная с помощью шкворня 3 с подвижной планкой 4. Такое сочленение позволяет «пятому колесу» идти строго по колею колес автомобиля даже на поворотах. К подвижной планке посредством шарниров 5 крепятся две параллельные тяги 6. Два других конца этих тяг при помощи шарниров 7 соединены с площадкой 9, на которой расположены подшипники 14, датчики числа оборотов 11 и скорости 8. Ось униполярной машины 16 через муфту 12 соединяется с осью 13 велосипедного колеса 10 и заканчивается втулкой 15.

Крепление площадки на двух параллельных тягах применено для того, чтобы при прохождении «пятым колесом» неровностей дороги, площадка все время занимала горизонтальное положение. Если этого не предусмотреть, то при записи величины скорости неизбежны погрешности, возникающие за счет дополнительной угловой скорости латунного барабана датчика при прохождении «пятым колесом» неровностей пути.

Устройство униполярной машины представлено на рис. 2. В алюминиевый корпус 1 вставляется кольцообразный магнит 8, kern 2 и фланец 13, которые взяты от динамического громкоговорителя радиоприемника «Москвич». В kern запрессовывается эбонитовое кольцо 4 с закрепленными на нем двумя щетками 7, прижатыми к латунному барабану 10. Внутри kern просверливается отверстие и вытачиваются гнезда для подшипников 5, в которых устанавливается ось 6. На конический конец оси запрессовывается латунный барабан.

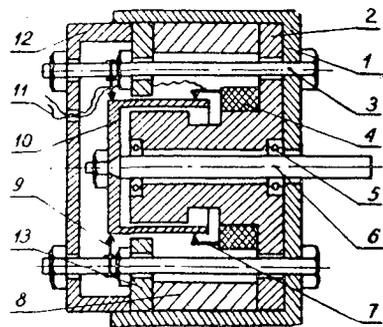


Рис. 2. Схема униполярной машины.

вается крышкой 12, которая с помощью трех болтов 3 закрепляет все детали в корпусе. На болтах устанавливается вторая пара щеток 9, прижатая к латунному барабану. От каждой пары щеток даются выводы, соединенные с гальванометром осциллографа.

При движении автомобиля вращение «пятого колеса» через ось передается латунному барабану, пересекающему при своем вращении магнитные силовые линии, идущие от кольцеобразного магнита через фланец к керну. При этом в латунном барабане возникает ЭДС. Электрический ток снимается с барабана щетками и подводится к гальванометру осциллографа. Величина электрического тока находится в прямой зависимости от числа оборотов «пятого колеса», а, следовательно, и скорости движения автомобиля.

Эта машина позволяет измерять не только скорость, но и пройденный путь. Для этой цели служит датчик числа оборотов, установленный вместе с датчиком скорости. Такое размещение датчиков позволило создать компактную, малогабаритную установку, работающую безотказно и показывающую с достаточной точностью соотношение между скоростью и числом оборотов.

Общий вид датчика числа оборотов представлен на рис. 3.

Перпендикулярно продольной оси «пятого колеса» 3 просверливается отверстие, в котором закрепляется шпилька 4. Концы шпильки имеют форму шара и выступают за поверхность оси на 1,5—2 мм.

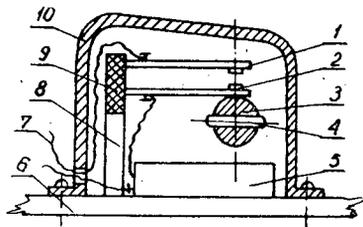


Рис. 3. Датчик числа оборотов.

На площадке 6 «пятого колеса» закрепляется стойка 8, заканчивающаяся диэлектриком 9. В диэлектрике смонтированы два пружинных контакта 1 (неподвижный) и 2 (подвижный), промежуток между которыми соответствует величине выступающих концов шпильки (1,5—2 мм). Напряжение от батарейки карманного фонаря 5 через пружинные контакты подается на гальванометр осциллографа. Весь прибор закрывается крышкой 10. При вращении оси «пятого колеса» выступы шпильки замыкают пружинные контакты, и ток от батарейки через выводы 7 поступает на гальванометр осциллографа. Запись производится в виде прерывистой линии. За каждый оборот колеса датчик дает два разрыва цепи.

Запись времени на осциллограмме производится с помощью метки времени, установленного на осциллографе. Точность временной метки равна 0,01 сек.

Перед опытными заездами и после них производится тарировка униполярной машины и датчика числа оборотов.

Велосипедному колесу с помощью стороннего двигателя сообщается некоторая постоянная угловая скорость. При достижении установившегося режима вращения колеса включается запись. На осциллограмме фиксируется число оборотов, время и показания датчика скорости. Затем запись прекращается, колесу сообщается другая угловая скорость и запись повторяется. Таким образом, для каждого числа оборотов на осциллограмме получаем величину отклонения линии скорости. После тарировки осциллограммы проявляются и обрабатываются. Образец осциллограммы представлен на рис. 4.

При обработке осциллограммы для каждого значения угловой скорости «пятого колеса» измеряется величина отклонения линии скорости от нулевого положения. Зная периметр «пятого колеса», число оборотов

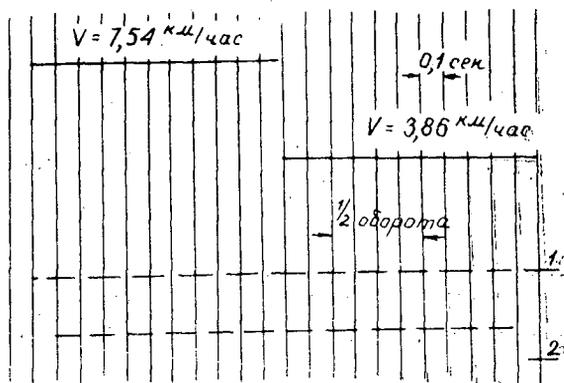


Рис. 4. Образец оциллограммы.

и время, нетрудно определить пройденный путь, и скорость движения. По полученным данным строится график зависимости отклонения линии скорости от величины числа оборотов «пятого колеса» или скорости его движения.

Эта зависимость при работе на пятом типе гальванометра оциллографа ОГ-24 выражается формулой

$$V = 0,153\Delta l,$$

где V — скорость движения автомобиля в км/час;

Δl — отклонение линии скорости от нулевой отметки оциллограммы в мм.

Как видно из формулы, описанная униполярная машина обладает большой чувствительностью (при изменении скорости на 1 км/час отклонение линии скорости на оциллограмме составляет 6,5 мм), что позволяет измерять скорость с высокой точностью ($\pm 0,1$ км/час).

В течение всего периода проведения опытов оба датчика работали удовлетворительно и ни разу не выходили из строя.

Поступила в редакцию
6 апреля 1959 г.

РАСЧЕТ ОСАДОК НАСЫПЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА БОЛОТАХ

А. А. ТКАЧЕНКО

Кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Предлагавшиеся до настоящего времени методы определения осадок насыпей автомобильных дорог на болотах подразделяются на две основных группы. Одни исследователи предлагали производить расчет на основании изучения осадок насыпей построенных дорог. Другие считали, что осадка может быть определена по результатам механических испытаний образцов торфов, слагающих болото.

Наиболее законченным, представляющим первое направление, можно считать труд Л. А. Братцева и Н. П. Кузнецовой [2], в котором на основании большого экспериментального материала по исследованию построенных и эксплуатируемых насыпей предлагается таблица для определения осадки насыпей высотой в 1 м, в зависимости от влажности и степени разложения торфа, а также приводятся графики поправочных коэффициентов для насыпей другой высоты (в пределах от 0,4 до 2,0 м).

Второе направление наиболее полно представлено работами проф. Н. Н. Иванова [4], [6], в которых была предложена формула для послойного определения осадки на основании характеристик пластов торфа, полученных в результате компрессионных испытаний.

Анализируя оба метода определения осадок насыпей на болотах, можно отметить следующее.

В первом методе отправные характеристики для определения процента сжатия залежи не учитывают генетического происхождения и условий образования торфа. Так, например, в таблице указывается, что может быть жидкий сильно разложившийся торф и слабо увлажненный неразложившийся. Однако природа образования торфа такова, что подобные сочетания для залежей, находящихся в естественном состоянии, практически исключены.

Кроме того, и само понятие степени разложения в рассмотренном методе взято условно. Она здесь колеблется от 0 до 100%, хотя, как известно, степень разложения торфа в действительности не превышает 50—70%. Ссылка на то, что разложенность торфа установлена по методу шведского инженера Вальгрена [5] не обоснована, поскольку Вальгреном было предложено классифицировать торф по разложенности на пять групп в зависимости от характера и количества воды и торфяной массы, выделяющихся из торфа при сжатии его рукой, то есть на основании качественных показателей. Количественная же характеристика

разложенности в 100% предложена Н. П. Кузнецовой [5] без достаточного обоснования.

Определение осадок насыпей иной высоты по приводимым графикам поправочных коэффициентов практически затруднено, так как по ним осадка насыпей в ряде случаев получается больше 100% от глубины залежи, что по существу абсурдно.

Неудобством этого метода является и то, что соседние границы изменения влажности приводят к очень большой разнице в осадках. Так, при степени разложения 20% увлажненный торф имеет осадку 30%, а сильно увлажненный — 80%, то есть в 2,7 раза больше, хотя эти границы влажности находятся рядом.

Указание в этой работе на то, что при глубине залежи больше 5,0 м слои, расположенные ниже 5,0 м, не сжимаются, тоже вызывает сомнение и не подтверждается действительностью.

Из-за перечисленных выше недостатков метод трудно применим для практических целей и не получил широкого распространения.

Второй метод (проф. Н. Н. Иванова) для определения осадок насыпей автодорог, основанный на результатах компрессионных испытаний, получил более широкое распространение главным образом из-за того, что он предлагался «Техническими правилами проектирования и постройки дорог на болотах» [6].

В литературе приводятся расчетные коэффициенты для каждого типа торфа, однако практически применимость этого метода в значительной степени затруднена тем, что в формулу проф. Иванова введена величина P_1 , называемая внутренним давлением в торфе. Эту характеристику предлагается определять либо опытным путем по излому компрессионной кривой, либо принимать равной давлению столба воды, высота которого равна половине глубины болота, на котором определяется осадка. Как показали проверочные расчеты, это приводит к значительному занижению величины осадки. А. А. Арсеньев предложил [1] для вычисления осадки объединить формулы Н. Н. Иванова и М. Н. Троицкой. Однако такое объединение повело к увеличению числа неопределенных коэффициентов*.

При практическом использовании метода проф. Иванова для определения осадки по компрессионным кривым большие затруднения возникают как при нахождении величины внутреннего давления, так и при самом проведении испытаний, которые требуют гораздо большего времени, чем то, которым могут располагать проектировщики.

Трудности использования обоих методов привели к тому, что ряд проектно-изыскательских организаций (например, институт «Севпромпроект»), занимающихся проектированием автомобильных дорог, вообще отказались от предварительного расчета величины осадки насыпей на болотах. Обычно эти организации либо принимают, что величина осадки насыпи равна половине глубины болота, либо вообще проектируют дороги с вырезкой торфа из-под насыпи.

Первое допущение приводит к резкому несоответствию между проектным и фактическим объемом земляных работ, а второе — к значительным дополнительным затратам, которых можно избежать.

Высказанные выше соображения привели к мысли о необходимости разработки нового метода расчета осадок насыпей автомобильных дорог на болотах, который был бы свободен от перечисленных выше недостатков, а по своей простоте и наглядности приемлем для применения в практических целях.

* Более подробно критику этого предложения см. в работе [8].

В основу нового метода положена классификация болот для строительных целей и способ расчета осадок насыпей узкоколейных дорог на болотах [7].

Основным различием в расчете осадок насыпей железных и автомобильных дорог является неодинаковый характер передачи давления, создаваемого временной нагрузкой. Это объясняется тем, что верхнее строение железных дорог и покрытия автомобильных дорог существенно отличны друг от друга.

Поэтому при разработке метода расчета осадки насыпей автомобильных дорог была принята та же основная расчетная формула, что и для определения осадок ужд, но при этом была разработана методика учета временной нагрузки.

Расчетная формула имеет следующий вид:

$$S = \frac{2bP}{E_0} \omega_0, \quad (1)$$

- где $2b$ — ширина условной площадки передачи давления;
 P — равномерно распределенное давление на условную площадку;
 E_0 — модуль остаточной осадки;
 ω_0 — функция отношения $\left(\frac{H}{b}\right)$, определяемая по данным Горбунова-Посадова [3].

Для расчета осадок насыпей автодорог по этой формуле необходимо:

1. Установить зависимость размеров условной площадки от толщины насыпного слоя грунта.
2. Выбрать методы расчета удельного давления на условную площадку, создаваемого временной нагрузкой.
3. Разработать метод приведения создаваемого временной нагрузкой удельного давления, передающегося на торф по прямоугольной площадке, к условному давлению, передающемуся по бесконечной полосе.

Решение перечисленных задач начнем с рассмотрения схемы передачи давления от постоянных и временных нагрузок и распределения давления по поверхности торфа (рис. 1). Задача сводится к приведению этой схемы к расчетной, изображенной на рис. 2.

Величина условной площадки передачи давления зависит от высоты насыпи, величины осадки насыпи в болото, очертания осевшей части насыпи, а также от характера распределения давления, создаваемого временной нагрузкой.

Поскольку вызываемое постоянной нагрузкой давление зависит от высоты насыпного слоя грунта, оно постоянно в пределах между бровками насыпей, а в пределах откосов уменьшается и у подошвы насыпи равно нулю.

Величину условной площадки выбираем так, чтобы давление от веса насыпи можно было заменить равномерным, сохранив равенство его суммы весу насыпи. Тогда ширина условной площадки, зависящая от толщины насыпного слоя грунта, определится выражением

$$2b = B_1 + (h_{\text{нас}} + S) 2\text{tg}\gamma,$$

- где $2b$ — ширина условной площадки передачи давления;
 B_1 — ширина проезжей части полотна дороги;
 $h_{\text{нас}}$ — высота насыпи над поверхностью болота;
 S — осадка насыпи в болото;
 γ — угол распространения давления.

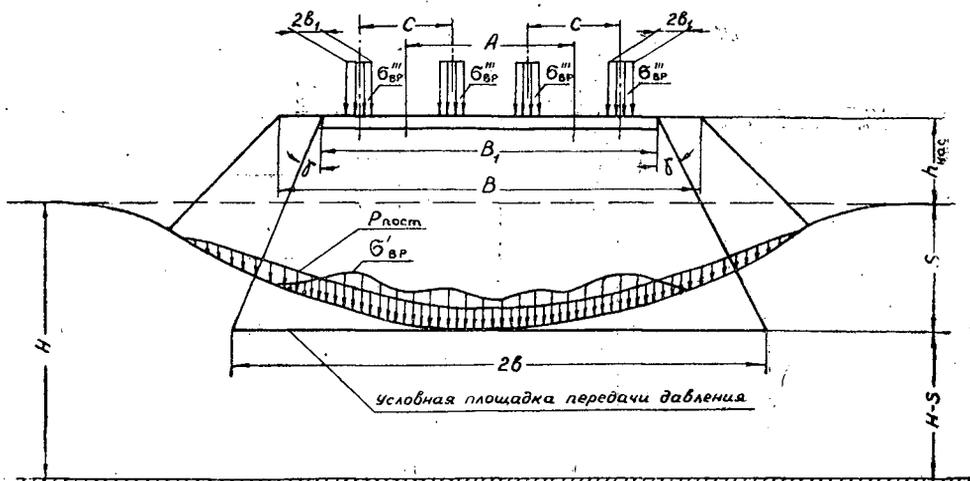


Рис. 1. Временная нагрузка.

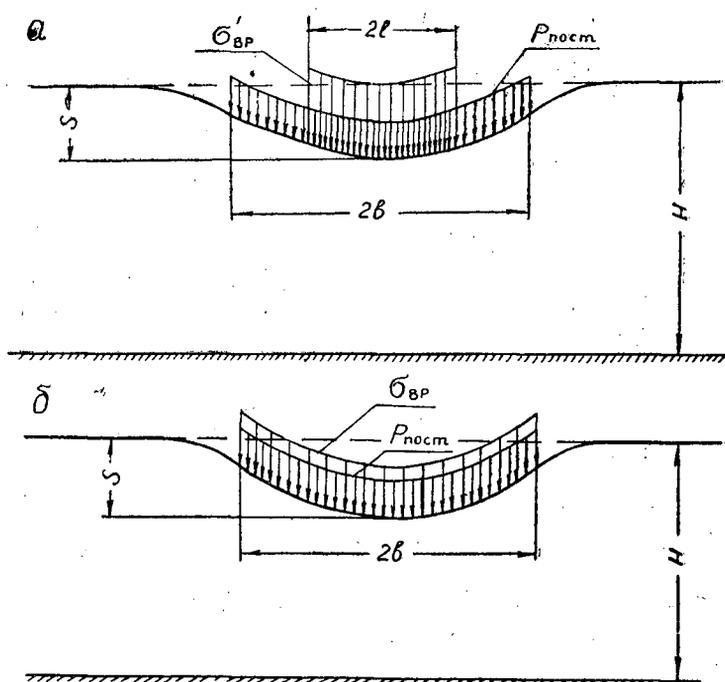


Рис. 2. а — действительная нагрузка; б — приведенная нагрузка.

Величина угла γ подбирается таким образом, чтобы давление на условную площадку равнялось весу насыпи (обычно $\gamma = 30^\circ$).

Давление от веса насыпи является основной нагрузкой, передаваемой на болото, поэтому ширину условной площадки целесообразно принять равной ширине условной площадки, по которой передается давление, создаваемое постоянной нагрузкой. При этом необходимо привести тем или иным способом величину временной нагрузки к данной

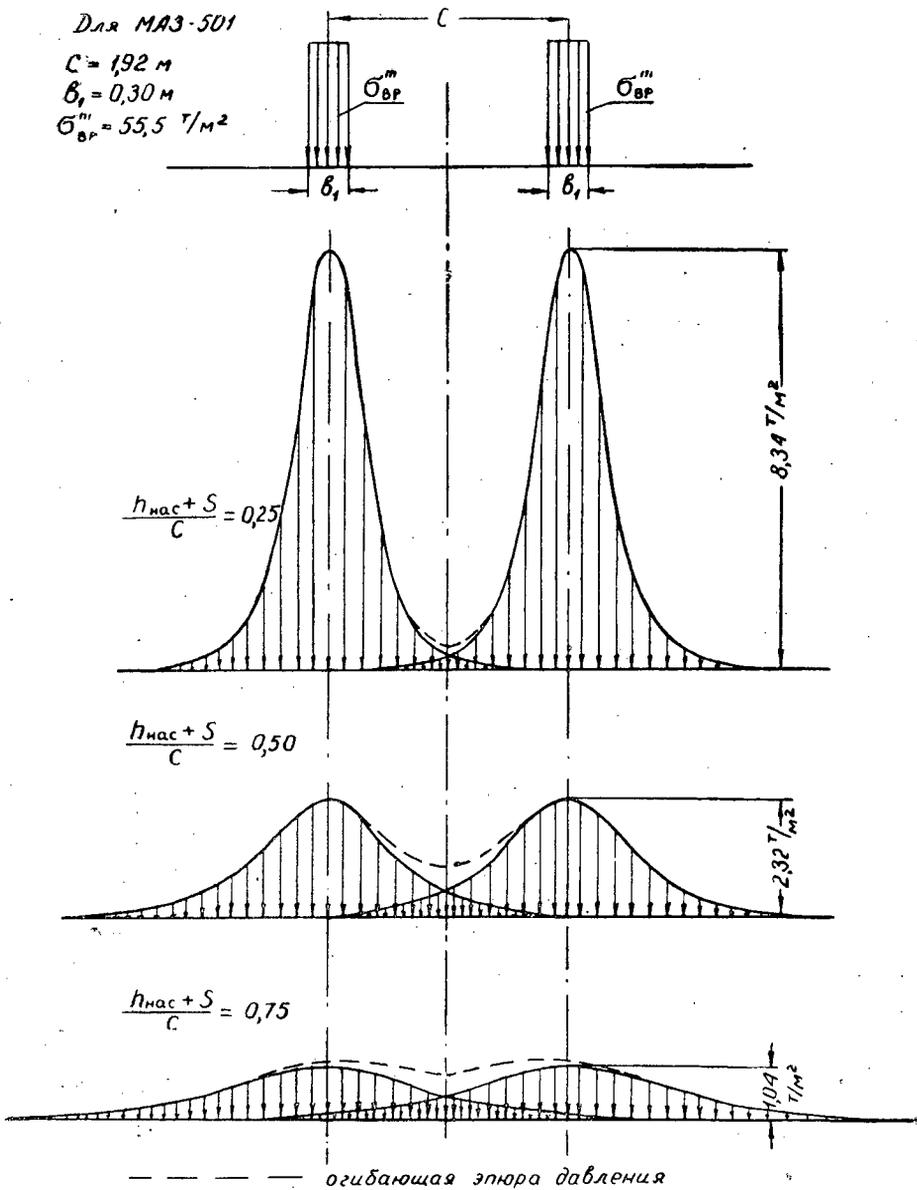


Рис. 3.

ширине, так как если постоянная нагрузка действует по бесконечной полосе шириной $2b$, то действие временной нагрузки распространяется по площадкам, имеющим сравнительно незначительные размеры по длине и ширине.

Размеры этих площадок принимаются на основании изучения эпюр давлений от квадратных площадок, равновеликих площадкам отпечатков колес автомобиля. Расстояние же между площадками равно ширине колеи расчетного автомобиля.

На рис. 3 приводятся эпюры давлений на различных глубинах в зависимости от отношения толщины насыпного слоя грунта ($h_{\text{нас}} + S$) к

ширине колеи C автомобиля. При построении эпюр использован способ Штрейбреннера [3].

Из рассмотрения эпюр видно, что до отношения, равного 0,25, эпюры друг на друга не влияют, а при отношении, равном 0,75; суммарная эпюра получается близкой к той, какая получалась бы при равномерно распределенной нагрузке.

Исходя из сказанного, устанавливаем следующие формулы для определения размеров условной площадки передачи давления от временной нагрузки:

а) при $0 < \frac{h_{\text{нас}} + S}{C} \leq 0,25$,

$$2l_1 = 2a_1 = 2b_1 + 2(h_{\text{нас}} + S) \operatorname{tg} \gamma,$$

б) при $0,25 < \frac{h_{\text{нас}} + S}{C} \leq 0,75$,

$$2a_1 = 2b_1 + 2(h_{\text{нас}} + S) \cdot \operatorname{tg} \gamma,$$

$$2l_1 = 2b_1 + 2(h_{\text{нас}} + S) \operatorname{tg} \gamma + \left(\frac{h_{\text{нас}} + S}{0,5C} - 0,5 \right) [nC + (n-1)(A-C)];$$

в) при $\frac{h_{\text{нас}} + S}{C} > 0,75$

$$2a_1 = 2b_1 = 2(h_{\text{нас}} + S) \operatorname{tg} \gamma$$

$$2l_1 = 2b_1 + 2(h_{\text{нас}} + S) \operatorname{tg} \gamma + nC + (n-1)(A-C),$$

где $2l_1$ — сторона условной площадки передачи давления в направлении, перпендикулярном продольной оси насыпи;

$2a_1$ — сторона условной площадки передачи давления в направлении, параллельном продольной оси насыпи;

$2b_1$ — сторона квадратной площадки, равновеликой площади отпечатка колеса автомобиля;

γ — угол распространения давления от временной нагрузки;

A — расстояние между осями полос движения;

n — число полос движения.

Переходим к рассмотрению методики определения давления на условную площадку временной нагрузки.

Величина давления на условную площадку, создаваемого временной нагрузкой до глубины $\frac{h_{\text{нас}} + S}{C} < 0,25$, может быть определена либо по формуле, предлагаемой ДОРНИИ [2], а именно

$$\sigma'_{\text{вр}} = \frac{\sigma''_{\text{вр}}}{1 + \left[\frac{(h_{\text{нас}} + S) + h_{\partial} \left(\sqrt{\frac{E_1}{E_2}} - 1 \right)}{D} \right]^2}, \quad (2)$$

где $\sigma''_{\text{вр}}$ — удельное давление, передаваемое колесом на дорогу;

$h_{\text{нас}} + S$ — толщина слоя насыпного грунта;

h_{∂} — толщина дорожной одежды (при ее наличии);

D — диаметр круга, равновеликого площади отпечатка колеса;

E_1 — модуль деформации покрытия;

E_2 — модуль деформации грунта насыпи,

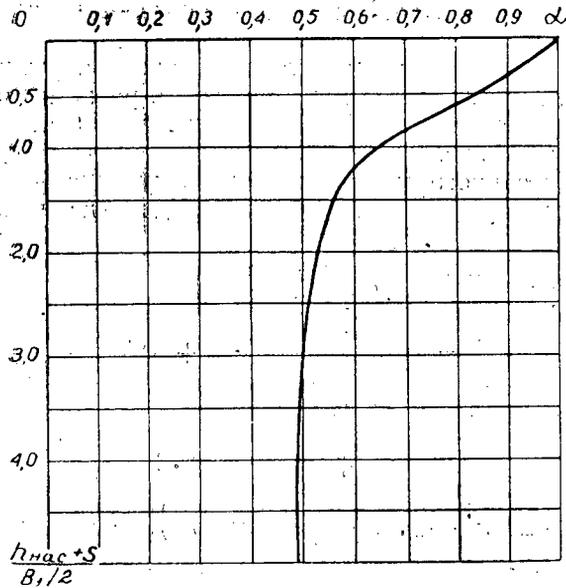


Рис. 4.

либо, если насыпь без покрытия или покрытие из сборных плит, по известным формулам для определения давления, полученным на основании выводов теории упругости.

Результаты в обоих случаях получаются близкими друг к другу, так как в основе формулы ДОРНИИ лежат выводы теории упругости.

Формула ДОРНИИ и график составлены в предположении, что грунт насыпи по глубине однороден, но так как в данном случае под насыпью залегает более сжимаемый грунт, то к полученной величине давления необходимо ввести коэффициент α , учитывающий рассеивание давления из-за слабого подстилающего слоя (рис. 4).

Однако поскольку имеющиеся теоретические работы позволяют установить такой коэффициент лишь для полосовой нагрузки, в настоящем расчете он вводится позднее, после приведения нагрузки, действующей по конечной площадке с размерами сторон $2l_1 \times 2a_1$, к давлению, действующему по полосе шириной $2b$.

В основу метода приведения давления, действующего по площадке конечных размеров, к полосовой нагрузке положим условие равенства осадки в обоих случаях, тогда можно записать:

$$S = \frac{\sigma'_{вр} \cdot 2a_1}{E_0} \omega'_0 = \frac{\sigma''_{вр} \cdot 2b}{E_0} \omega_0,$$

откуда

$$\sigma''_{вр} = \sigma'_{вр} \frac{a_1 \cdot \omega'_0}{b \cdot \omega_0} = \sigma'_{вр} \cdot \beta,$$

где $\sigma'_{вр}$ — удельное действительное давление на площадку конечных размеров;

$2a_1$ — ширина площадки конечных размеров;

$2b$ — ширина полосы;

E_0 — модуль остаточной осадки;

ω'_0 — коэффициент Горбунова-Посадова для площадки конечных размеров ($2a_1 \times 2l_1$);

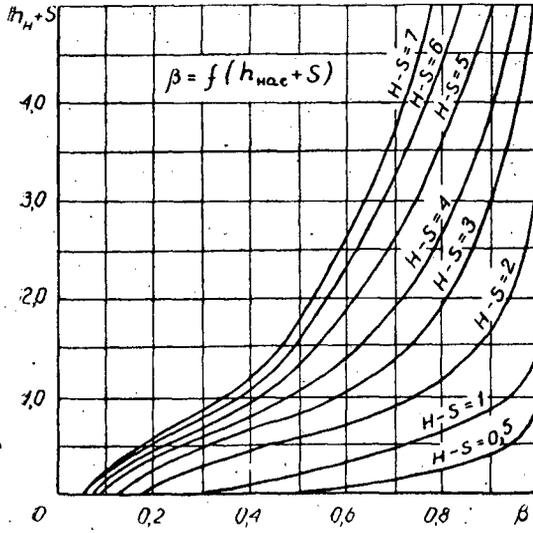


Рис. 5.

Ширина проезжей части $B_1=3$ м.

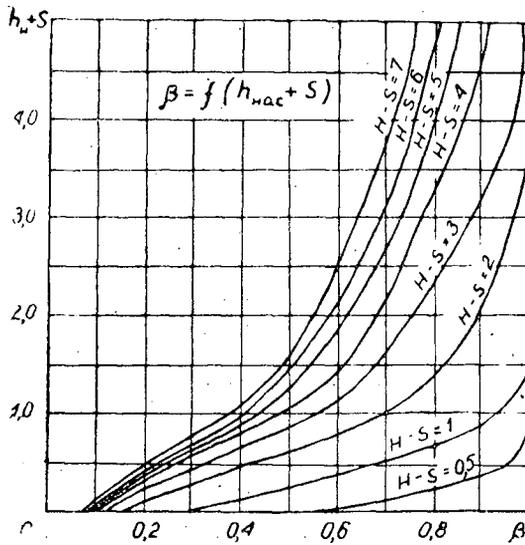


Рис. 6.

Ширина проезжей части $B_1=6$ м.

ω_0 — то же для полосы шириной $2b$;

$\sigma''_{вр}$ — приведенное удельное давление, при котором осадка полосы равна осадке площадки конечных размеров;

$\beta = \frac{a_1 \cdot \omega'_1}{b\omega_0}$ — коэффициент приведения, определяемый по графикам (рис. 5 и 6), рассчитанным соответственно для дорог с трех- и шестиметровой проезжей частью.

В результате расчетная временная нагрузка, учитывающая рассеивание давления из-за слабого торфяного основания, будет равна:

$$\sigma_{вр} = c''_{вр} \cdot \alpha = \alpha \beta^2 \sigma''_{вр}$$

где α и β — коэффициенты, определяемые по графикам (рис. 4, 5 и 6).

В данном случае при определении коэффициента α следует условно считать, что временная приведенная полосовая нагрузка передается по площадке шириной B_1 . Тогда коэффициент α может быть найден по относительной глубине $\frac{h_{\text{нас}} + S}{\frac{B_1}{2}}$ (рис. 4).

Суммарное давление на условную площадку шириной $2b$ (см. рис. 1) равно

$$P = P_{\text{пост}} + \sigma_{\text{вр}} = \gamma h_{\text{нас}} + \gamma_{\text{взв}} \cdot S + \alpha \cdot \beta \cdot \sigma_{\text{вр}}.$$

Из рассмотренных выше эпюр давления (рис. 3) видно, что максимальное давление, создаваемое временной нагрузкой, может быть определено по формуле (2) лишь для относительной глубины $\frac{h_{\text{нас}} + S}{C} = 0,75$, так как можно считать, что максимальная величина давления под грузом не зависит от воздействия соседних грузов (колес) только до этого значения глубины. При большей же глубине на величину максимального давления под грузом (колесом) будут влиять соседние грузы (колеса; см. рис. 3).

Таким образом, рассчитывая давление, создаваемое временной нагрузкой на относительной глубине, ниже чем $\frac{h_{\text{нас}} + S}{C} = 0,75$, нужно учитывать влияние давления соседних грузов.

Осуществляется это следующим образом: площадка передачи суммарного давления на глубине $h_{\text{нас}} + S = 0,75 C$ принимается как основная площадка с размерами $2l_1 \times 2a_1$, а давление, передаваемое на нее (определенное по формуле 2), как нагрузка на эту площадку. Тогда ниже этой площадки давление может быть рассчитано обычным методом как давление от площадки конечных размеров; затем, после определения этого давления, имея в виду изложенные выше соображения, величина его должна быть умножена на коэффициенты α и β .

Для удобства расчета по изложенной методике построен график давления, создаваемого временной единичной нагрузкой на торфяное основание для различных значений толщин насыпного слоя $h_{\text{нас}} + S$ (рис. 7).

После определения суммарного давления на условную площадку шириной $2b$ величина осадки может быть подсчитана по формуле (1) способом итерации (последовательного приближения). Итерация здесь необходима, поскольку величина осадки S неявным образом входит и в правую часть формулы (1). От величины S зависят значения $2b_1$, P и ω_0 .

Для облегчения вычислений по изложенному выше методу были рассчитаны и построены графики осадок насыпей автомобильных дорог для всех трех строительных типов залежей. За расчетную нагрузку при этом был принят автомобиль МАЗ-501*. При расчете графиков осадок для каждого типа залежей принимались средние значения модуля остаточной осадки E_0 (см. раб. [7], [8]). На рис. 8, 9, 10 даны графики осадок для однополосного движения, а на рис. 11, 12, 13 для двухполосного.

Таким образом, по разработанным графикам можно получить среднюю величину осадки для каждого типа залежи при данной глубине болота и высоте насыпи. Точность определения осадки предлагаемым методом соответствует точности геологических работ, проводимых при

* Расчеты были выполнены инженером Б. А. Порядиным.

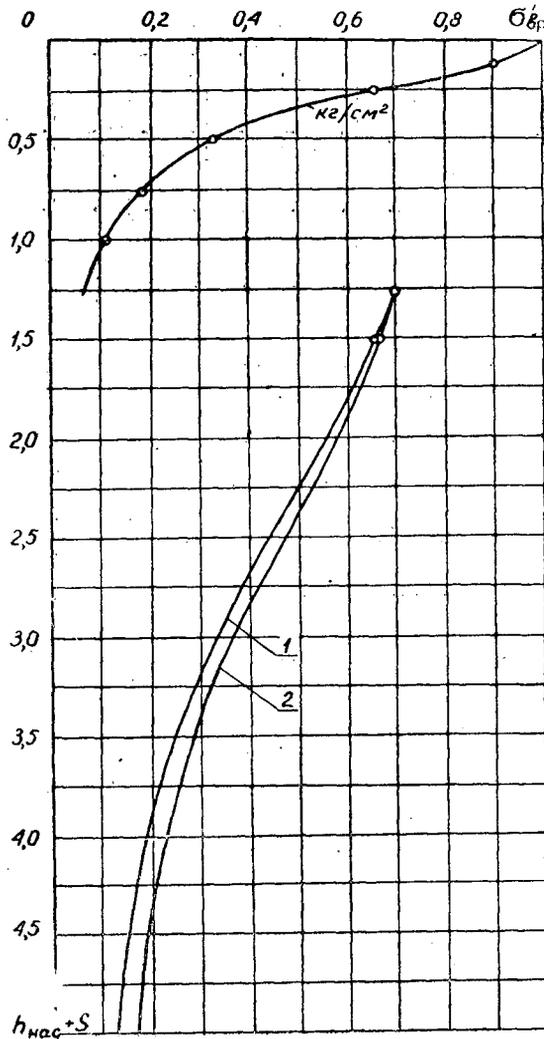


Рис. 7. 1 — однополосное движение;
2 — двухполосное движение ($\text{т}/\text{м}^2$).

изысканиях лесовозных дорог, и вполне достаточна для большинства случаев проектирования. В ответственных случаях, когда имеются болота значительной глубины и протяжения, точность определения величины осадки в пределах каждого типа может быть повышена на основании исследования физических и механических свойств торфов, слагающих эти залежи.

Методика расчета величины осадки на основании данных о физических и механических свойствах торфа изложена в работах [7], [8].

Проверка предлагаемого метода расчета была выполнена в двух направлениях.

Во-первых, было произведено сравнение с результатами расчета по методам Н. Н. Иванова, а также Л. А. Братцева и Н. П. Кузнецовой для высоты насыпи в 1,0 м. Сравнение (рис. 14) показывает, что метод Н. Н. Иванова дает заниженные, а метод Л. А. Братцева и Н. П. Кузнецовой при глубине болота до 5 м дает близкие к рассмотренному ме-

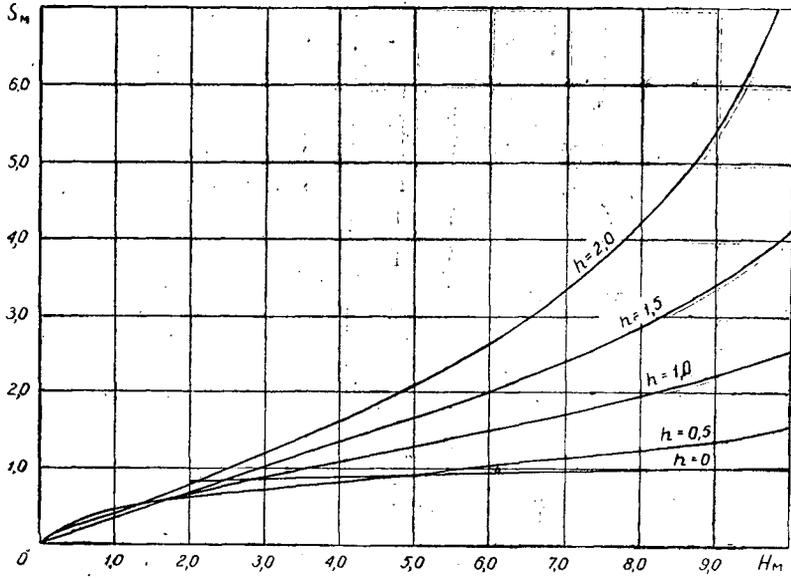


Рис. 8. Лесная залежь. $E_0 = 21,70 \text{ т/м}^3$.
Ширина проезжей части $B_1 = 3 \text{ м}$.

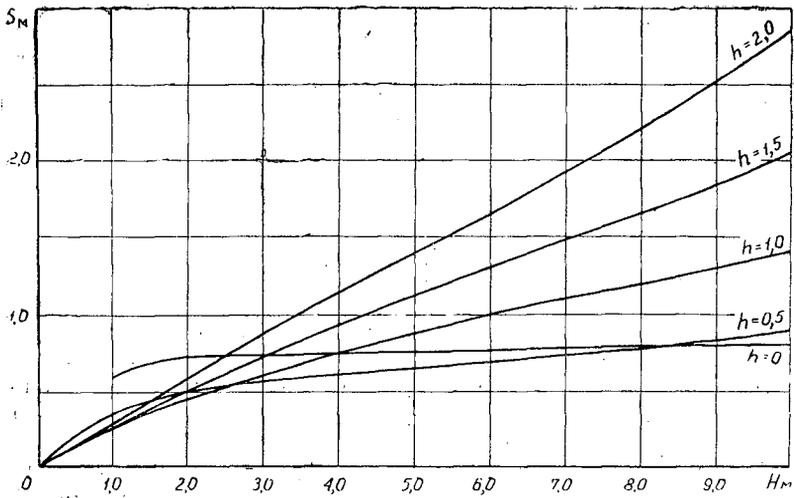


Рис. 9. Лесотопяная залежь $E_0 = 16,30 \text{ т/м}^3$.
Ширина проезжей части $B_1 = 3 \text{ м}$.

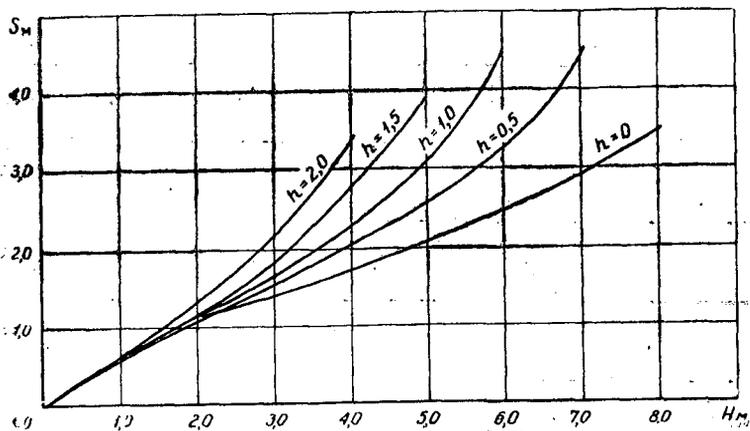


Рис. 10. Топяная залежь. $E_0 = 10,20 \text{ т/м}^3$.
Ширина проезжей части $B_1 = 3 \text{ м}$.

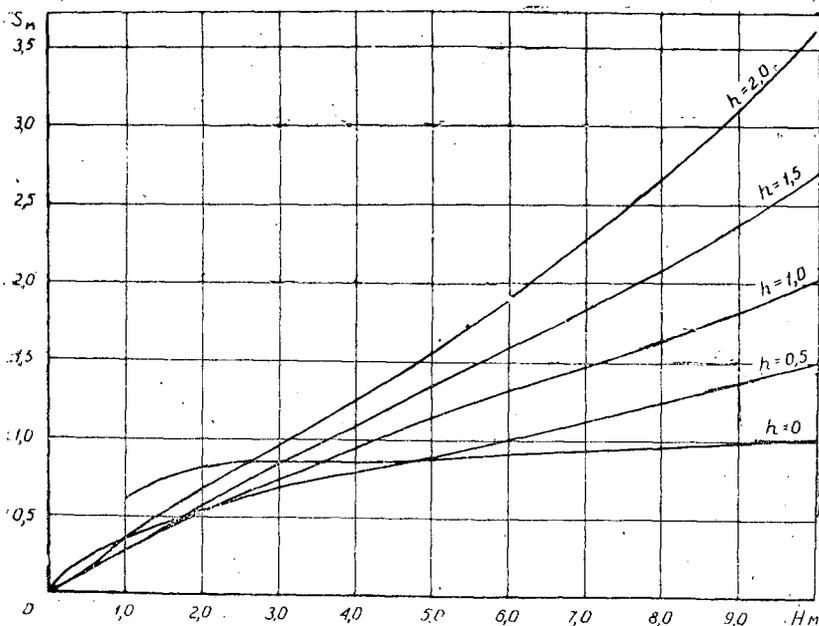


Рис. 11. Лесная залежь. $E_0 = 21,70 \text{ т/м}^3$.
Ширина проезжей части $B_1 = 6 \text{ м}$.

тому результаты. При большей глубине болота совпадение отсутствует, поскольку Л. А. Братцев и Н. П. Кузнецова считают, что деформация болот под насыпями наблюдается до глубины в 5,0 м.

Второй путь проверки был осуществлен нахождением осадок по графикам для ряда поперечников, полученных «Севпромпроектom», и сравнением этих осадок с действительными осадками на этих поперечниках.

Результаты сравнения приводятся в табл. 1.

Среднее расхождение составляет 16,4%. Абсолютное расхождение не превышает 0,15 м.

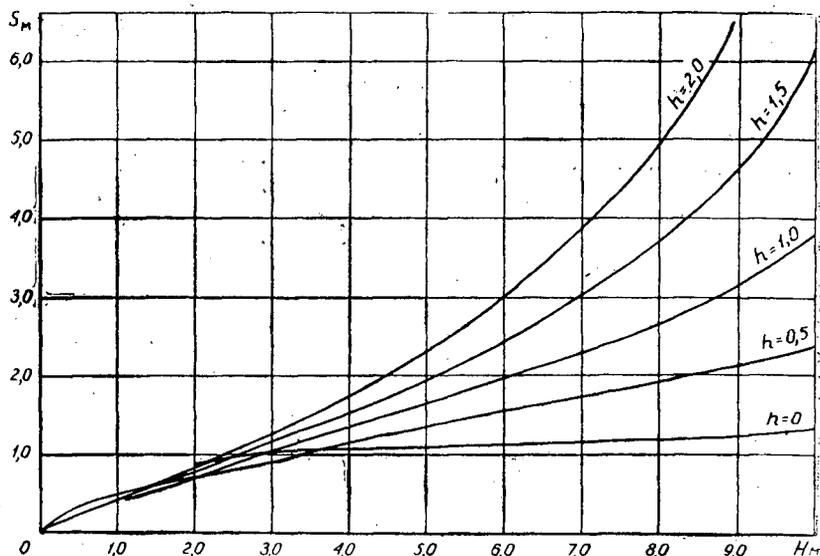


Рис. 12. Лесотопяная залежь. $E_0 = 16,30 \text{ т/м}^3$.
Ширина проезжей части $B_1 = 6 \text{ м}$.

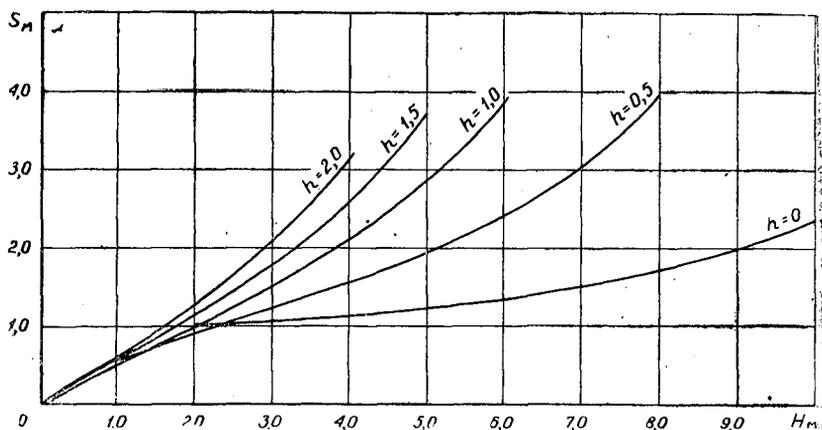


Рис. 13. Топяная залежь. $E_0 = 10,20 \text{ т/м}^3$.
Ширина проезжей части $B_1 = 6 \text{ м}$.

Таблица 1

Сравнение фактических осадок насыпей на лесотопяных залежах
(Пудожский тракт, Каргопольский район) с осадками, определенными по графикам:

№ поперечника	Глубина болота в м	Высота насыпи в м	Фактическая осадка в м	Осадка по графикам в м	Абсолютное расхождение в см	Расхождение в %
1	1,70	0,30	0,50	0,60	0,10	20,0
2	0,75	0,33	0,35	0,40	0,05	14,3
3	0,85	0,50	0,35	0,40	0,05	14,3
4	2,80	0,30	0,70	0,85	0,15	21,4
5	2,40	0,45	0,60	0,75	0,15	25,0
6	1,45	0,45	0,55	0,57	0,02	3,6
						Среднее расхожд. 16,4

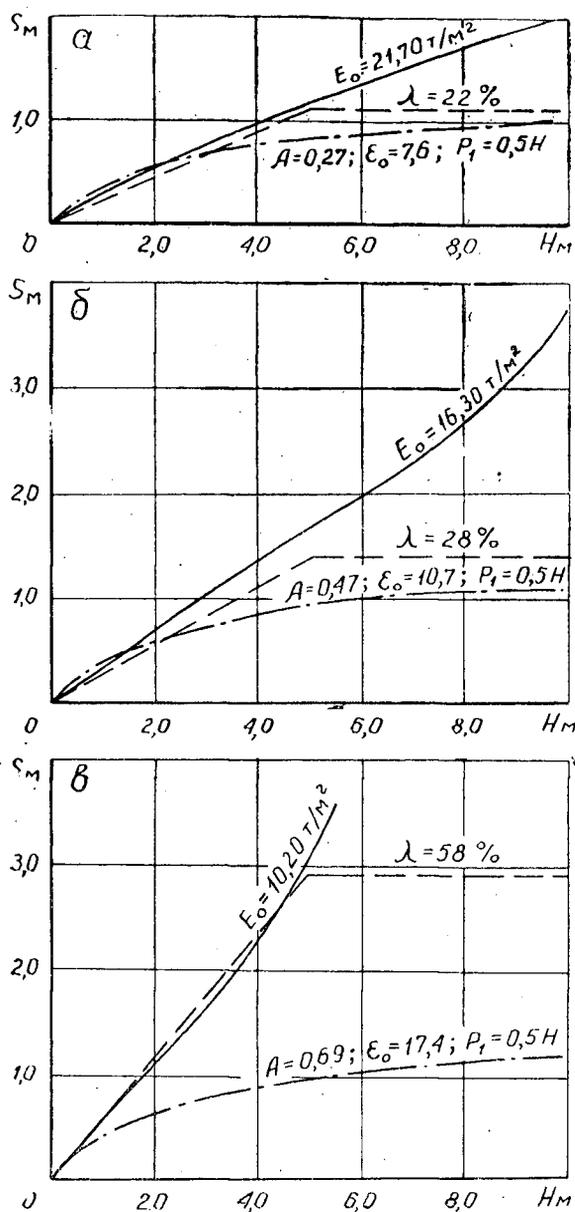


Рис. 14. Временная нагрузка МАЗ-501.
Высота насыпи $h_{\text{нас}} = 1$ м.

а — лесная залежь $W = 470\%$; б — лесотопяная залежь, $W = 676\%$; в — топяная залежь, $W = 1060\%$.
 - - - по Н. Н. Иванову (технические правила ДОРНИИ),
 - - - по Л. А. Братцеву и Н. П. Кузнецовой.
 ————— по нашим исследованиям.

Как видно из табл. 1, при определении осадок по графику наблюдается отклонение их от фактических в сторону увеличения. Это объясняется тем, что в качестве временной нагрузки при расчете графиков с учетом перспективы был принят автомобиль МАЗ-501, фактическая же

временная нагрузка несколько меньше. Этим же объясняется и сравнительно большая величина среднего расхождения.

Применение изложенного метода определения осадок насыпей автодорог на болотах позволяет более точно рассчитывать объем земляных работ при проектировании этих дорог.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Арсеньев. Проектирование устойчивых насыпей на болотах. Сборник ДОРНИИ, вып. VII, М., 1947. [2]. Л. А. Братцев, Н. П. Кузнецова. Дороги на болотах. Л., 1936. [3]. М. И. Горбунов-Посадов. Осадки фундаментов на слое грунта, подстилаемом скальным основанием. М., 1946. [4]. Н. Н. Иванов. Некоторые теоретические обоснования деформаций насыпей на болотах. Сборник ДОРНИИ, «Устройство земляных насыпей на болотах взрывным способом». М., 1939. [5]. Качественная оценка земляного полотна на болотах. Сборник ДОРНИИ, под ред. Н. П. Кузнецовой. М., 1941. [6]. Технические правила на проектирование, постройку и содержание дорог на болотах. ДОРНИИ. М., 1939. [7]. А. А. Ткаченко. Исследование осадок насыпей магистральных узкоколейных дорог на болотах. Труды АЛТИ, т. 17, Архангельск, 1957. [8]. А. А. Ткаченко. Осадки насыпей магистральных узкоколейных лесовозных дорог на болотах. Диссертация, АЛТИ, Архангельск, 1956.

Поступила в редакцию
1 июня 1959 г.

О РАБОТЕ РЕЛЬСОВОЙ ШЕЙКИ В ЗОНЕ СТЫКА

Л. П. БИРИЧЕВСКИЙ

Инженер

(Архангельский лесотехнический институт)

Наиболее слабым местом рельсовых дорог является стык. Изломы рельсов в стыковой зоне составляют около половины всех случаев выхода рельсов из строя по различным дефектам. Одним из наиболее распространенных (основных) является дефект № 10 [3], характеризующийся трещинами с торца под головкой и отколами головок вне болтовых отверстий в пределах стыка.

Этот дефект вызывается вертикальными напряжениями, возникающими в рельсовой шейке вследствие силового воздействия накладок на головку и подошву рельса.

В настоящей статье* рассматривается один из вопросов, касающихся весьма сложной задачи о вертикальных напряжениях в рельсовой шейке зоны стыка, — вопрос о невыгоднейшем положении нагрузки на рельсовой нити.

В нашей статье [1] на основании теоретических и опытных исследований установлено, что напряжение в торцевом сечении шейки под головкой рельса будет больше тогда, когда нагрузка P , изгибающая стык, приложена к концу противоположного рельса (см. рис. 1). Из возможных положений нагрузки на рельсовой нити рассмотрено только три, а именно: сила приложена к правому рельсу, к левому (в обоих случаях в непосредственной близости от стыкового зазора) и на середине стыка, то есть таким образом, что на каждый рельсовый конец приходится нагрузка, равная $P/2$.

Представляется целесообразным рассмотреть и другие положения нагрузки на рельсовой нити и при иных условиях опирания стыка, более близких к действительной работе его в пути.

С этой целью нами были поставлены дополнительные опыты, для проведения которых из рельсов типа Р18 был собран опытный участок узкоколейного железнодорожного пути длиной 7 м при ширине колеи 750 мм (рис. 2). При монтаже стыка использовались угловые накладки длиной $2b = 372$ мм, $I_n = 76,2$ см⁴; подуклонка составляла 1 : 20; основание пути — торф ($\gamma \cong 10$). Нагрузка на путь осуществля-

* Работа выполнялась под руководством кандидата технических наук доцента В. В. Щелкунова. В подготовке и проведении опытов участвовал кандидат технических наук доцент Н. Н. Буторин.

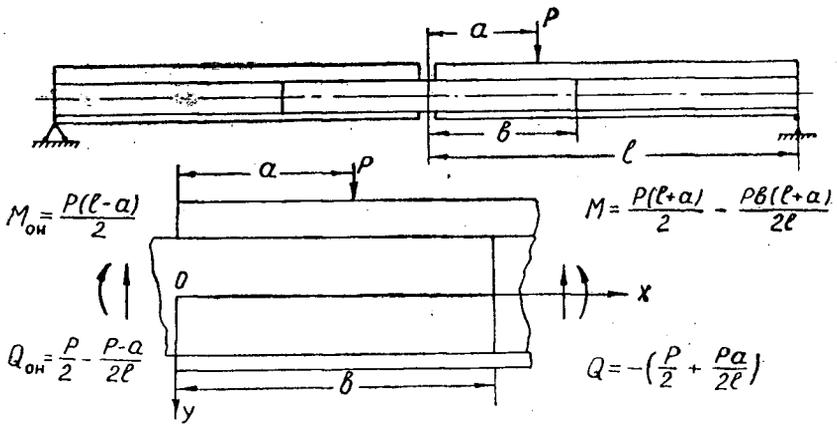


Рис. 1.

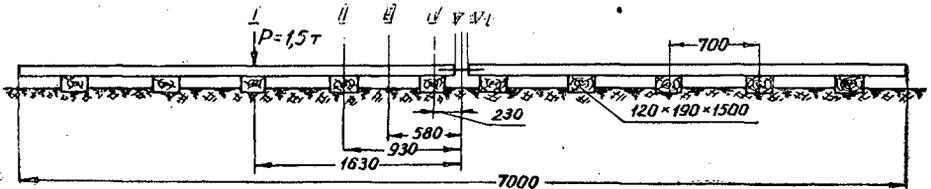


Рис. 2. Положение нагрузки на рельсе.

лась при помощи гидравлического домкрата. Давления на обе рельсовые нити передавались посредством пуансонов, заменяющих бандажи колес. На торцах рельсов было наклеено по два пятимиллиметровых датчика. Один из них под головкой рельса (на расстоянии 32 мм от верха головки), а другой у подошвы (на расстоянии 71 мм от верха головки). Исследованные положения нагрузки ($P = 1,5 \text{ т}$) на рельсовую нить показаны на рис. 2. Результаты опыта приведены в табл. 1.

Таблица 1

Положение нагрузки на рельсовой нити (рис. 2)	Напряжение в кг/см ²			
	у подошвы левого рельса	под головкой левого рельса	у подошвы правого рельса	под головкой правого рельса
I	+75	-41	+15	-86
II	-71	+40	-25	-78
III	-28	+338	-36	+39
IV	-77	+680	-78	+280
V	-94	+485	-55	+773
VI	-132	+760	-61	+522

Из табл. 1 видно, что наибольшее напряжение под головкой рельса получается тогда, когда изгибающая нагрузка P приложена к противоположному рельсу стыка. Таким образом, этот опыт подтверждает ранее сделанный вывод о наиболее опасном положении нагрузки на рельсовой нити.

Далее рассмотрим еще одно положение нагрузки на рельсовом стыке, а именно: когда усилие P приложено к правому рельсу стыка на некотором небольшом расстоянии a от его торца (рис. 1).

Очевидно, что напряжение в торцевом сечении шейки под головкой левого рельса будет убывать по мере увеличения расстояния a . Наибольшее значение этого напряжения будет при $a = 0$.

Исследуем величину вертикальных напряжений в торцевом сечении шейки под головкой правого рельса стыка.

Вывода расчетных формул делать не будем вследствие почти полной аналогии его с выводом, изложенным автором в другой работе [1]. Приведем лишь окончательные результаты.

Давление накладок на правый рельс стыка:

$$q_x = u \left[y_{\text{он}} Y_1 + \frac{\varphi_{\text{он}}}{k} Y_2 - \frac{P(l-a)}{2EI_H k^2} Y_3 - \frac{P(l-a)}{2IEI_H k^3} Y_4 \right], \quad (1)$$

где

$$y_{\text{он}} = \frac{\frac{P(l-a)}{2EI_H k^2} (Y_1 Y_3 + 4Y_2^2) - \frac{P(l-a)}{2IEI_H k^3} (Y_1 Y_4 - Y_2 Y_3)}{4(Y_2 Y_4 - Y_3^2)}, \quad (2)^*$$

$$\varphi_{\text{он}} = \frac{-\frac{P(l-a)}{2EI_H k} (Y_1 Y_2 + 4Y_3 Y_4) - \frac{P(l-a)}{2IEI_H k^2} (Y_2^2 Y_1 - Y_3)}{4(Y_2 Y_4 - Y_3^2)}, \quad (3)^*$$

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

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

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

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

$y_{\text{он}}$ и $\varphi_{\text{он}}$ — прогиб и угол поворота начального сечения накладки;

$$k = \sqrt[4]{\frac{u}{4EI_H}},$$

u — жесткость упругого основания;

I_H — момент инерции площади поперечного сечения пары накладок относительно горизонтальной центральной оси.

Нагрузка, действующая на головку правого рельса, показана на рис. 3.

Давление накладок на головку рельса заменим равновеликой по площади треугольной нагрузкой. Рассматривая головку как балку, лежащую на сплошном упругом основании, роль которого выполняет шейка рельса, найдем напряжение в торцевом сечении шейки под головкой правого рельса. Это напряжение определяется по формуле

$$\sigma_r = -\frac{2Pk_r}{b_{\text{ор}}} Z_2 \cdot k_r a + \frac{q_0}{b_{\text{ор}}} \left[1 - \frac{1}{k_r c} Z_4 \cdot (k_r c) \right], \quad (4)$$

где

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

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

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

* В формулах (2) и (3) значения аргументов kb при Y_1, Y_2, Y_3 и Y_4 для краткости опущены.

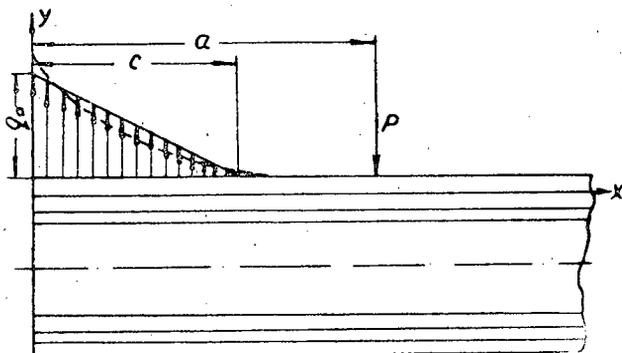


Рис. 3.

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

$$k_r = \sqrt[3]{\frac{u_r}{4EI_r}},$$

u_r — жесткость упругого основания;

I_r — момент инерции площади поперечного сечения головки рельса;

$b_{ог}$ — толщина шейки рельса под головкой.

Первое слагаемое формулы (4), представляет собой напряжение, вызываемое сосредоточенной силой P , действующей на головку рельса, второе — растягивающее напряжение от давления накладок на головку рельса.

Легко видеть, что постоянные коэффициенты при Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 в формуле (1) пропорциональны расстоянию a , следовательно, этому расстоянию пропорционально давление q_x , а значит и величина q_0 (рис. 3). Таким образом, напряжение, определяемое вторым слагаемым в формуле (4), графически может быть представлено некоторой прямой AB (рис. 4), отсекающей на оси абсцисс отрезок, равный длине полупролета l (при $a=l, q_0=0$), а на оси ординат отрезок, соответствующий напряжению при $a=0$. Таким образом, чтобы построить график зависимости напряжений в торцевом сечении шейки под головкой правого рельса от расстояния, надо от прямой AB отложить ординаты напряжений, вычисленные по первому слагаемому формулы (4).

Такая теоретическая кривая $\sigma_r = f(a)$ показана на рис. 4 для стыка рельсов Р18, с угловой накладкой $I_n = 76,2 \text{ см}^4$, длиной $2b = 372 \text{ мм}$. При построении графика нагрузка P принята равной 2 т , стыковой пролет $2l = 800 \text{ мм}$. На этом же графике нанесены значения напряжений, полученные из опыта. Опытные кривые на рис. 4 не показаны, вследствие почти полного совпадения величин напряжений, найденных теоретическим и опытным путем.

В нашей работе [1] указывалось, что в наиболее напряженном месте контакта накладок и головки рельса (рис. 3) образуется постепенно развивающаяся пластическая деформация. Установлено, что возникновение вмятины на накладках оказывает существенное влияние на величину напряжений, возникающих в торцевом сечении шейки под головкой. Для того чтобы избежать этого влияния при проведении опыта, усилие $P = 2 \text{ т}$, изгибающее стык, прикладывалось сначала в наиболее удаленном месте от стыка ($a = 30 \text{ см}$), а затем расстояние a постепенно уменьшалось. При уменьшении величины a давление накладок на головку рельса уве-

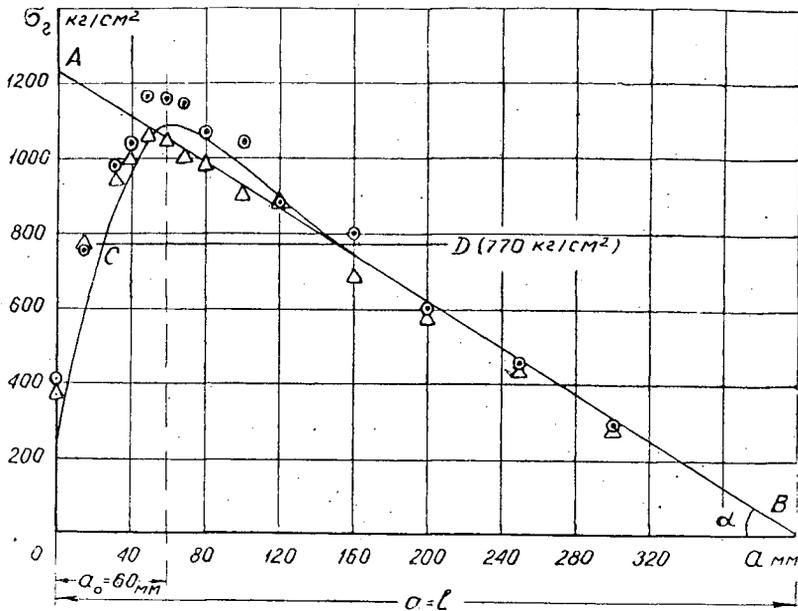


Рис. 4. △ — правый рельс; ⊙ — левый рельс.

личивалось, а следовательно, образующаяся на накладках вмятина при каждом испытании полностью выбиралась и, таким образом, не оказывала никакого влияния на величину замеренного напряжения.

Исследование формулы (4) дает возможность сделать ряд важных выводов, а именно: положение максимума напряжений σ_r почти не зависит от момента инерции накладок, длины их, длины стыкового пролета и величины изгибающей нагрузки P . От них зависят размеры отрезков OA и OB , отсекаемых прямой AB на осях координат (рис. 4).

Расстояние a_0 от торца рельса до максимальной ординаты σ_r зависит лишь от типа рельса (параметра k_r , характеризующего его упругие свойства основания и балки, и от толщины шейки рельса $b_{ог}$). Для узкоколейных рельсов Р15, Р18, Р24 это расстояние составляет примерно $a_0 = 6-7$ см, при условии, что $15 < \operatorname{tg} \alpha < 200$ (α — угол, образованный прямой AB с осью абсцисс).

Необходимо отметить, что при крайних значениях ($\operatorname{tg} \alpha = 15$ и $\operatorname{tg} \alpha = 200$) положение максимальной ординаты σ_r смещено от положения $a_0 = 6$ см в первом случае на 2 см вправо, а во втором случае на 3,5 см влево. Это смещение можно во внимание не принимать, так как разность между максимальным значением σ_r и значением σ_r при $a_0 = 6$ см в обоих случаях не превышает 5%.

Кроме того, при крайнем значении $\operatorname{tg} \alpha = 15$, напряжения, вычисленные по формуле (4), оказываются весьма малыми и поэтому не представляют практического значения. При другом крайнем значении ($\operatorname{tg} \alpha = 200$) напряжения оказываются настолько большими, что вряд ли могут иметь место в работе стыка. Таким образом, и при работе стыка в условиях действительного рельсового пути можно полагать, что максимальное напряжение в торце рельса под головкой будет тогда, когда нагрузка P приложена на расстоянии $a_0 = 6$ см от торца рельса.

Во всех опытах, описанных в настоящей статье, и в ранее опубликованной работе [1], значение $\operatorname{tg} \alpha$ не выходило из указанных пределов.

На рис. 4 нанесена прямая CD , показывающая величину напряжения в торцевом сечении шейки под головкой правого рельса стыка в том случае, когда нагрузка P приложена к левому рельсу стыка (в непосредственной близости к стыковому зазору). Это напряжение оказалось равным 770 кг/см^2 , что значительно меньше максимального напряжения, равного 1060 кг/см^2 , полученного при положении нагрузки P на правом рельсе при $a_0 = 6 \text{ см}$. Таким образом, опасным положением нагрузки на рельсовой нити для рельсов Р15, Р18 и Р24 следует признать такое, когда $a_0 = 6 \text{ см}$. Наибольшее вертикальное растягивающее напряжение при этом оказывается в торцевом сечении шейки под головкой того рельса, к которому приложена изгибающая нагрузка P .

Распределение напряжений по длине этого рельса определяется формулой:

$$\sigma_r = \frac{q_0}{b_{ор}} \left[1 - \frac{x}{c} - \frac{1}{k_r c} Z_4(k_r c) Y_1(k_r x) + \frac{1}{k_r c} Z_3(k_r c) Y_2(k_r x) \right] - \frac{2Pk_r}{b_{ор}} \left[Z_2(k_r a) Y_1(k_r x) - Z_1(k_r a) Y_2(k_r x) \right]^* \quad (5)$$

Формула справедлива при $0 \leq x \leq c$ (рис. 3).

Вычисления по формуле (5) показывают, что напряжения по мере удаления от торца рельса резко падают.

В нашей статье [1] все теоретические и опытные зависимости $\sigma_r = f(2b)$ и $\sigma_r = f(I_{II})$ построены для случая, когда изгибающая нагрузка P приложена к концу противоположного рельса стыка в непосредственной близости от стыкового зазора. Был сделан ряд важных практических выводов, которые остаются справедливыми, хотя они основаны на графиках, полученных не при опасном положении нагрузки на стыке. Дело в том, что очертания графиков остаются неизменными при любом положении нагрузки на рельсовом стыке, — изменяется лишь величина напряжения.

В заключение необходимо отметить, что допущения, принятые в расчетах и подробно изложенные нами ранее [1], являются вполне целесообразными и приемлемыми потому, что различные теоретические зависимости, вычисленные на основании этих допущений, хорошо подтверждаются опытами (рис. 4 настоящей работы, а также рис. 23 и 24 в нашей статье [1]). О целесообразности принятых допущений свидетельствует то, что все выведенные формулы не являются чрезмерно громоздкими. Кроме того, вычисления значительно облегчаются, так как имеется возможность широко использовать таблицы фундаментальных функций акад. А. Н. Крылова, а также таблицы функций Z_1, Z_2, Z_3 и Z_4 .

* Вывод аналогичной формулы приведен в нашей статье [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. П. Биричевский. Вертикальные напряжения в торцах шеек узкоколейных рельсов. «Труды АЛТИ», вып. XVIII, Архангельск, 1957. [2]. Л. П. Биричевский. К вопросу о вертикальных напряжениях в шейках узкоколейных рельсов в зоне стыка. Известия высших учебных заведений. «Лесной журнал» № 3, 1959. [3]. Исследование рельсов и стыковых креплений. «Труды ВНИИЖТ», вып. III, Трансжелдориздат, 1955.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО РАССТОЯНИЯ ПРЯМОЙ ВЫВОЗКИ ЛЕСА ТРАКТОРАМИ С-80

З. Б. ВАСИЛЬЕВ

Старший преподаватель

(Сибирский технологический институт)

В леспромхозах Сибири и Дальнего Востока широкое применение на прямой вывозке леса получили тракторы С-80.

Это диктуется характером размещения запасов древесины, преимущественно тяготеющих к сплавающим рекам. Например, в зоне затопления Братской ГЭС до 65% запасов древесины размещается на прибрежной полосе, расстояние вывозки в которой не превышает 4—5 км.

Кроме того, сам способ прямой (бестрелевочной) вывозки леса имеет значительные преимущества по сравнению с обычной технологией. При прямой вывозке леса тракторами отпадает надобность в строительстве временных путей лесовозной дороги, устройстве погрузочных площадок; упраздняются такие операции, как трелевка и погрузка леса; разгрузка древесины на нижнем складе сводится к отцепке вывезенных тракторами хлыстов или деревьев. Предприятия, применяющие прямую вывозку леса, имеют, как правило, высокие показатели по производительности труда и низкую себестоимость продукции. Так, комплексная выработка на одного рабочего в леспромхозах комбината «Братсклес», применяющих прямую вывозку тракторами, превышает 600—650 м³ в год.

Высокая производительность и экономичность работы леспромхозов, применяющих прямую вывозку тракторами С-80, зависит от правильного обоснования среднего расстояния вывозки. По отчетным данным предприятий комбинатов «Братсклес» и «Енисейсклес» средневзвешенное расстояние вывозки тракторами С-80 колеблется в значительных пределах (от 1,0 до 3,5—4,0 км).

Чтобы правильно установить среднее расстояние прямой вывозки тракторами С-80, сравниваем фактические затраты, приходящиеся на 1 м³ древесины при прямой вывозке и при работе по обычной технологии (рис. 1). При обычной технологии трелевка леса предусматривается теми же тракторами, погрузка стреловыми кранами, автомобильная хлыстовая вывозка и разгрузка на нижнем складе бревновалом.

Для сравнения фактических затрат были проведены фотохронометражные наблюдения за работой трактора С-80 на трелевке и прямой вывозке. Кроме этого, были собраны данные о стоимости машино-смен, зарплаты обслуживающего персонала и сменной выработки механизмов

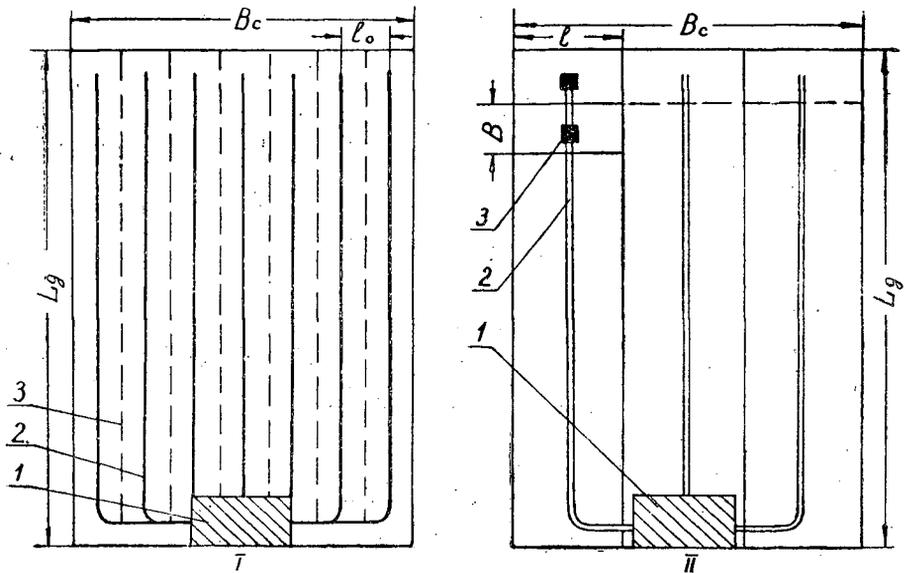


Рис. 1. Схемы освоения лесосырьевой базы.

I — прямая вывозка тракторами: 1 — нижний склад; 2 — магистральный волок; 3 — граница пазек.
 II — обычная технология: 1 — нижний склад; 2 — ус автодороги; 3 — погрузочная площадка.

на отдельных операциях. На основании фотохронометражных наблюдений были установлены нагрузки на рейс трактора С-80 в зимних и летних условиях, средняя техническая скорость движения, время, затрачиваемое на набор воза на лесосеке и отцепку на складе.

Это дало возможность подсчитать стоимость выполнения отдельных операций при обоих способах вывозки древесины.

1. Стоимость прямой вывозки 1 м^3 древесины трактором С-80 (C) складывается из приходящихся на 1 м^3 расходов по устройству магистральных волоков (A) и расходов по вывозке тракторами (B), то есть

$$C = A + B. \quad (1)$$

При стоимости устройства 1 км магистральных волоков 900 руб. и расстоянии между ними $l_0 = 0,2 \text{ км}$, устанавливаем, что

$$A = \frac{45}{M}, \quad (2)$$

где M — запас древесины на 1 га в м^3 .

Стоимость непосредственной вывозки 1 м^3 тракторами определяем путем деления стоимости машино-смены с учетом зарплаты рабочих (C_{τ}) на производительность трактора в смену ($P_{\text{см}}$), то есть

$$B = \frac{C_{\tau}}{P_{\text{см}}}. \quad (3)$$

В свою очередь сменная производительность, как известно, определяется уравнением

$$P_{\text{см}} = \frac{(480 - t_{\text{п.з}}) \cdot Q}{\frac{120 \cdot L_{\text{ср}}}{V_{\text{ср}}} + t_1 + t_2}, \quad (4)$$

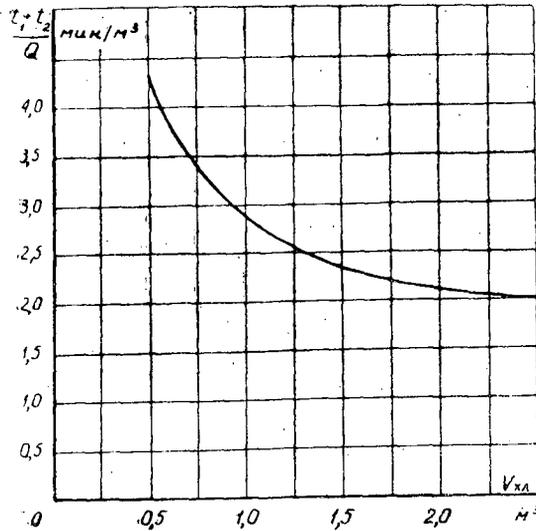


Рис. 2. Зависимость удельного расхода времени на формирование и отцепку пачки (от среднего объема хлыста на лесосеке).

- где Q — нагрузка на рейс (в зимних условиях по снежному волоку $Q = 12,5 \text{ м}^3$, а в летних условиях $Q = 9 \text{ м}^3$);
 $L_{\text{ср}}$ — среднее расстояние прямой вывозки в км;
 $V_{\text{ср}}$ — средняя техническая скорость движения трактора ($V_{\text{ср}} = 3,15 \text{ км/час}$);
 $t_{\text{п.з}}$ — подготовительно-заключительное время на смену (в зимних условиях $t = 45 \text{ мин}$, а в летних условиях 25 мин);
 $t_1 + t_2$ — время на формирование воза на лесосеке и отцепку на нижнем складе в мин.

В зависимости от среднего объема хлыста на лесосеке время на формирование воза и отцепку определяем по следующей формуле, полученной на основании обработки материалов фотохронометражных наблюдений:

$$t_1 + t_2 = \left(1,4 + \frac{1,45}{V_{хл}}\right)Q, \quad (5)$$

где $V_{хл}$ — средний объем хлыста на лесосеке в м^3 .

Множитель в скобках представляет собой удельный расход времени на формирование воза на лесосеке и отцепку на нижнем складе в мин/м^3 . На рис. 2 графически показана его зависимость от среднего объема хлыста на лесосеке.

Подставив в формулу (4) значения Q , $V_{\text{ср}}$, $t_{\text{п.з}}$ и $t_1 + t_2$, после некоторого преобразования получаем зависимость сменной производительности трактора С-80 от среднего расстояния прямой вывозки и среднего объема хлыста на лесосеке. Эта зависимость графически показана на рис. 3.

Стоимость машино-смены трактора С-80 равна $C_{\text{т}} = 315 \text{ руб}$. Тогда полную стоимость прямой вывозки 1 м^3 древесины можно определить по следующим формулам:

в летних условиях

$$C_{\text{лет}} = 2,94L_{\text{ср}} + \frac{1,0}{V_{хл}} + 0,97 + \frac{45}{M}; \quad (6)$$

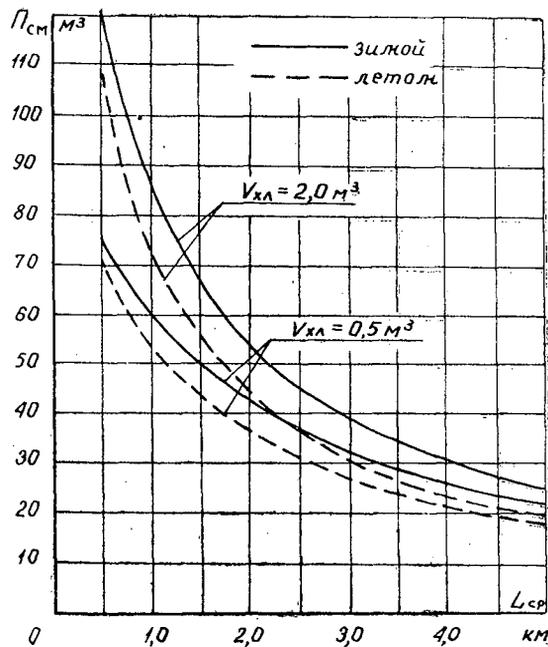


Рис. 3. График зависимости сменной производительности трактора С-80 от расстояния вывозки.

В зимних условиях

$$C_{\text{зим}} = 2,16L_{\text{ср}} + \frac{1,05}{V_{\text{хл}}} + 1,0 + \frac{45}{M}. \quad (7)$$

Таким образом, стоимость прямой вывозки 1 м^3 древесины зависит, при прочих равных условиях, от сезона года, то есть от состояния волока, средневзвешанного расстояния вывозки, среднего объема хлыста на лесосеке и запаса древесины на 1 га .

На рис. 4 приведен график зависимости стоимости прямой вывозки от среднего расстояния при запасе древесины на 1 га 200 м^3 и среднем объеме хлыста $1,0 \text{ м}^3$.

2. Стоимость вывозки 1 м^3 древесины при обычной технологии складывается из приходящихся на 1 м^3 затрат: на строительство временных путей лесовозной дороги (A'), на устройство погрузочной площадки (B'), на трелевку древесины (C'), на погрузку древесины на верхнем складе (D'), на вывозку древесины по автодороге (E') и на разгрузку древесины на нижнем складе (F'):

$$C = A' + B' + C' + D' + E' + F'. \quad (8)$$

Выражение (8) можно записать следующим образом:

$$C = \frac{f}{100 \cdot l \cdot M} + \frac{C_{\text{п}}}{100 \cdot M \cdot l \cdot B} + \frac{C_{\text{т}}}{P'_{\text{см}}} + \frac{C_{\text{к}}}{P_{\text{к}}} + \frac{C_{\text{а}}}{P_{\text{а}}} + \frac{C_{\text{р}}}{P_{\text{р}}}, \quad (9)$$

где f — стоимость переноски, устройства и содержания 1 км временных путей лесовозной дороги в руб.;

l — расстояние между временными путями лесовозной дороги в км;

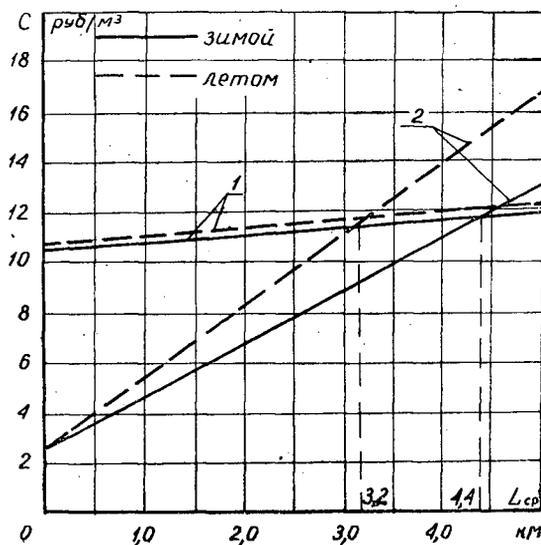


Рис. 4. График зависимости стоимости 1 м³ древесины от среднего расстояния вывозки.

- C_n — стоимость устройства одной двухсторонней погрузочной площадки;
- B — расстояние между погрузочными площадками в км;
- C_t — стоимость содержания машино-смены трактора С-80 в руб.;
- C_k — стоимость содержания машино-смены погрузочного механизма в руб.;
- C — стоимость содержания машино-смены автомашины ЗИЛ-151* в руб.;
- C_p — стоимость содержания машино-смены разгрузочного механизма в руб.;
- $P'_{см}$ — сменная производительность трактора С-80 на трелевке древесины в м³;
- P_k — среднесменная производительность погрузочного механизма в м³;
- P_a — сменная выработка автомашины на вывозке леса в м³;
- P_p — среднесменная производительность разгрузочного механизма в м³.

По данным предприятий Иркутской области можно принять следующие средние значения: $C_n = 1000$ руб.; $C_t = 315$ руб.; $C_k = 312$ руб.; $C_a = 225$ руб.; $C_p = 240$ руб. Среднесменная производительность погрузочного крана составляет $P_k = 80$ м³, разгрузочного 160 м³. Производительность лесовозного автомобиля ЗИЛ-151 в смену в зависимости от среднего расстояния вывозки подсчитываем по формуле, рекомендуемой в справочнике «Нормы выработки, расценки и оплата труда на лесозаготовках». При этом нагрузка на рейс автомашины при хлыстовой вывозке принимается по фактическим данным предприятий равной 15 м³.

* Автомашинa ЗИЛ-151 — наиболее распространенный лесовозный тягач на автодорогах в условиях Иркутской области.

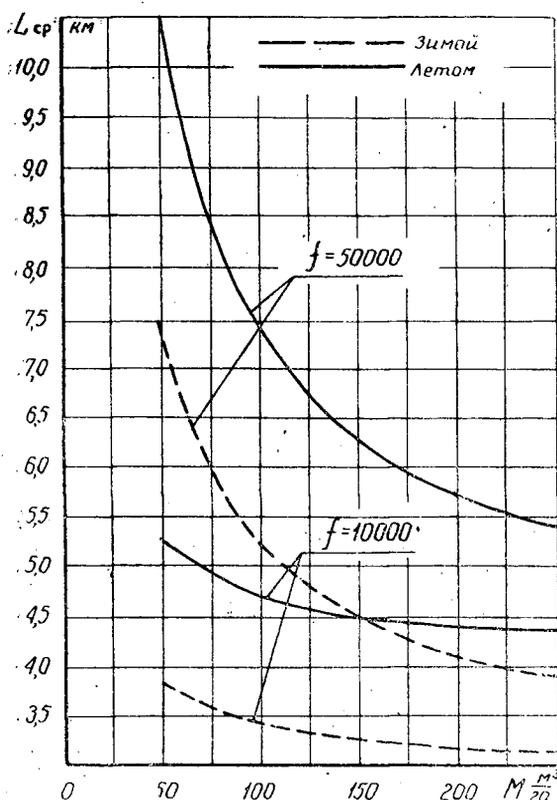


Рис. 5. График зависимости допустимого среднего расстояния прямой вывозки от запаса древесины на 1 га.

Производительность трактора С-80 на трелевке леса определяется по формуле (4) при среднем расстоянии трелевки $L_{\text{ср}} = 0,3$ км. Этому среднему расстоянию трелевки соответствуют размеры лесосек $l = 0,8$ км; $B = 0,4$ км.

После соответствующих подстановок и преобразований будем иметь:

$$A' = \frac{f}{80 \cdot M}; \quad B' = \frac{31}{M}; \quad C'_{\text{зим}} = 1,66 + \frac{1,05}{V_{\text{хл}}};$$

$$C'_{\text{лет}} = 1,85 + \frac{1,0}{V_{\text{хл}}}; \quad D' = 3,9; \quad E' = 0,26L_{\text{ср}} + 1,82; \quad F' = 1,5. \quad (10)$$

Полная стоимость вывозки 1 м^3 древесины при применении обычной технологии может быть определена по следующим формулам:

$$C_{\text{лет}} = \frac{f + 2500}{80 M} + 0,26L_{\text{ср}} + \frac{1,0}{V_{\text{хл}}} + 9,07; \quad (11)$$

$$C_{\text{зим}} = \frac{f + 2500}{80 M} + 0,26 L_{\text{ср}} + \frac{1,05}{V_{\text{хл}}} + 8,88. \quad (12)$$

Из выражений (11) и (12) видно, что стоимость вывозки 1 м^3 древесины при обычной технологии зависит от стоимости строительства вре-

менных путей лесовозной дороги, запаса древесины на 1 га, среднего объема хлыста на лесосеке и среднего расстояния вывозки. На рис. 4 приведен график зависимости стоимости вывозки 1 м³ древесины от среднего расстояния при запасае древесины на 1 га 200 м³, объеме хлыста 1,0 м³ и стоимости строительства 1 км временных путей лесовозной дороги 10 тыс. руб.

3. Определение допустимого среднего расстояния прямой вывозки. Установление стоимости вывозки 1 м³ древесины при обоих способах позволяет определить значение допустимого среднего расстояния прямой вывозки, при котором стоимость вывозки 1 м³ древесины будет одинакова при обоих способах. Для этого приравниваем правые части выражений (6) и (11), (7) и (12). После соответствующего преобразования получим следующие формулы для определения допустимого среднего расстояния прямой вывозки леса тракторами С-80:

в летних условиях

$$L_{\text{ср}} = \frac{f - 1100}{220 \cdot M} + 3,0; \quad (13)$$

в зимних условиях

$$L_{\text{ср}} = \frac{f - 1100}{152 \cdot M} + 4,1. \quad (14)$$

Из выражений (12) и (14) видно, что допустимое среднее расстояние прямой вывозки тракторами С-80 зависит от стоимости строительства 1 км временных путей лесовозной дороги, запаса древесины на 1 га. На величину допустимого среднего расстояния вывозки средний объем хлыста на лесосеке влияния не оказывает. На рис. 5 графически показана зависимость допустимого среднего расстояния прямой вывозки от запаса древесины на 1 га. Из графика видно, что допустимое среднее расстояние прямой вывозки увеличивается с увеличением стоимости строительства 1 км временных путей лесовозной дороги и уменьшением запаса древесины на 1 га. При этом влияние запаса древесины на 1 га увеличивается с увеличением стоимости строительства 1 км временных путей дороги. Например, при запасае древесины на 1 га в 50 м³ допустимое среднее расстояние увеличивается с 5,2 км до 10,5 км при увеличении стоимости 1 км временных путей дороги с 10 тыс. руб. до 50 тыс. руб. При запасае древесины на 1 га в 200 м³ допустимое среднее расстояние увеличивается с 4,4 до 5,7 км.

4. Радиус действия трактора С-80 на прямой вывозке древесины к сплавным рекам определяется средней расстоянием вывозки и расстоянием между нижними складами по следующей формуле:

$$L_{\text{д}} = 2L_{\text{ср}} + 0,5B_{\text{с}} \quad (15)$$

где $L_{\text{д}}$ — радиус действия трактора (длина лесосеки) в км;
 $B_{\text{с}}$ — расстояние между нижними складами в км.

Для определения значения длины лесосеки, то есть расстояния от берега реки до границы лесосеки, построена номограмма (рис. 6). При пользовании номограммой на оси абсцисс находят значение среднего расстояния прямой вывозки, затем восстанавливают перпендикуляр до пересечения с линией, показывающей расстояние между складами. Ордината точки пересечения дает искомое значение длины лесосеки.

При оставлении водоохранной зоны вдоль берега реки радиус дейст-

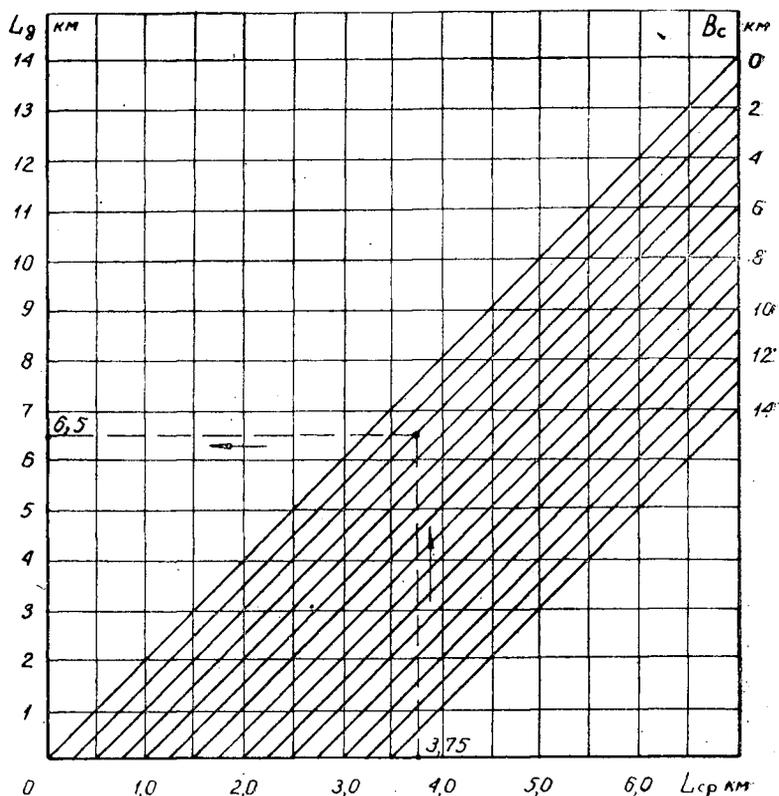


Рис. 6. График зависимости радиуса действия от расстояния между складами и расстояниями вывозки.

вия трактора С-80 на прямой вывозке уменьшается. Его величину можно определить по формуле

$$L_d = 2L_{ср} + L_з + 0,5B_c, \quad (16)$$

где $L_з$ — ширина водоохранной зоны в км.

Выводы

1. Применение прямой вывозки тракторами С-80 требует экономического обоснования среднего расстояния. Допустимое среднее расстояние вывозки зависит от запаса древесины на 1 га и стоимости строительства в данных условиях 1 км уса лесовозной дороги.

2. Прямая вывозка тракторами С-80 в условиях Красноярского края и Иркутской области экономически выгодна в летний период при среднем расстоянии не более 3,2 км, а зимой — не более 4,4 км. При этих расстояниях вывозки производительность трактора составляет около 25 м³ в смену, а конечная выработка на одного рабочего в день с учетом трудовых затрат на устройство магистральных волоков — 10,6 м³, то есть на 30% выше, чем при обычной технологии (8,2 м³).

3. При вывозке древесины к сплавающим рекам с молевым сплавом нижние склады можно устраивать на расстоянии 2—3 км один от дру-

того. При этих условиях максимальное расстояние от берега реки до границы лесосеки будет составлять 5—8 км.

4. Широкие перспективы применения прямой вывозки леса тракторами открываются в связи с перебазированием лесозаготовок в предстоящем семилетии в многолесные районы страны, а также в связи со строительством гидроэлектростанций на Ангаре, Енисее и других реках Сибири и Дальнего Востока. В этих условиях, наряду с использованием тракторов С-80 на прямой вывозке, должны получить распространение тракторы С-100Л и С-140.

Поступила в редакцию
16 апреля 1959 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

О СТЕПЕНИ АВТОМАТИЧНОСТИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

В. И. САНЕВ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

При создании автоматических линий и производств необходимо обеспечить непрерывность, параллельность, ритмичность и пропорциональность производственного процесса в целом и по составным звеньям.

Эти условия обеспечиваются проведением мероприятий по синхронизации и правильным подбором оборудования как по производственным возможностям, так и по степени автоматичности выполнения операций. Для того чтобы осуществлять подбор оборудования по степени автоматичности, необходимо располагать соответствующим критерием. Последний должен отражать не только качественную сторону автоматичности оборудования, но и обладать реальным количественным выражением. Наша концепция в этом вопросе может быть сформулирована таким образом: степень автоматичности деревообрабатывающих станков в общем является величиной переменной и может быть определена, как отношение математического ожидания длительности автоматической работы станка к сумме величин математического ожидания длительностей автоматической и ручной работы.

Для доказательства выдвинутого положения проанализируем работу станков, введя следующие обозначения величин:

T_v — время автоматической работы станка;

t_v — время ручной работы станочника по обслуживанию станка.

В этих обозначениях степень автоматичности любого станка может быть определена, как отношение суммарного времени автоматической работы станка к общему времени, то есть

$$K = \frac{\Sigma T_v}{\Sigma T_v + \Sigma t_v} \quad (1)$$

Так как $0 \leq K \leq 1$, то определение степени автоматичности может быть распространено на все деревообрабатывающие станки и является наиболее общим. В действительности на деревообрабатывающем станке обрабатывается несколько (или много) различных заготовок, для кото-

рых составляющие времени обработки различны. Поэтому установленная таким образом степень автоматичности не является постоянной величиной, а определяется характером операций, необходимых для обработки той или иной заготовки. Для того чтобы степень автоматичности была постоянной величиной для данного станка, суммы времени ΣT_v и Σt_v должны складываться из времен, затрачиваемых на все самые различные операции и все наладки, выполняемые в течение срока амортизации станка. Суммы времен автоматической и ручной работ станка таким образом принимают следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sum_v T_{vi} &= \sum_{i=1}^n T_{Ai} + \sum_{i=1}^n T_{Bi} + \dots + \sum_{i=1}^n T_{Ki} \\ \sum_{i=1}^n \sum_v t_{vi} &= \sum_{i=1}^n t_{Ai} + \sum_{i=1}^n t_{Bi} + \dots + \sum_{i=1}^n t_{Ki} \end{aligned} \right\} (2)$$

где n — число наладок, выполненных в течение срока амортизации станка;

v — индекс операции, необходимой для обработки одного изделия.

Чтобы сократить вычисления, можно подразделить времена длительности операций на классы, тогда формулы (2) переписываются следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^q \sum_v T_{vi} m_i &= \sum_{i=1}^q T_{Ai} m_i + \dots + \sum_{i=1}^q T_{Ki} \cdot m_i \\ \sum_{i=1}^s \sum_v t_{vi} m_i &= \sum_{i=1}^s t_{Ai} m_i + \dots + \sum_{i=1}^s t_{Ki} \cdot m_i \end{aligned} \right\} (3)$$

где m_i — частота операций, время длительности которых попадает в i -тый класс;

$q = s$ — число классов.

Степень автоматичности станка желательно определять на стадии проектирования, но это затрудняется незнанием числа возможных типов деталей, которые предстоит обрабатывать на данном станке. Однако можно допустить, что каждому достаточно точно определенному характеру процесса обработки деталей на данном станке соответствует определенная вероятность каждой отдельной операции, выполняемой вручную или автоматически. В соответствии с законом теории вероятностей, в достаточно больших партиях обрабатываемых деталей относительная частота появления длительности времен (T и t) будет близка к теоретической вероятности.

В виду того, что степень автоматизации представлена нами в виде дробей, частоту можно заменить вероятностью.

Известно, что вероятность представляет собой отношение:

$$\frac{m_T}{n} = p_T \quad \text{и} \quad \frac{m_t}{n} = p_t$$

После подстановки данных выражений в уравнение (1) получим:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^s \sum_{v} T_{vi} p_i}{\sum_{i=1}^s T_{vi} p_i + \sum_{i=1}^s \sum_{v} t_{vi} p_i}.$$

Длительность времен автоматической и ручной работы можно считать случайными величинами дискретного типа, попадающими в интервал группировки \dot{i} .

В принципе можно построить гистограмму, которая дает эмпирическое распределение длительности времен операций. Для исключения статистических флуктуаций относительной частоты p , на основе эмпирической гистограммы, применяется теоретическое распределение случайной величины, которое является распределением непрерывным.

Переходя к непрерывному распределению длительности операций, выражение для степени автоматичности можно переписать в виде отношения:

$$K = \frac{\sum_v I_{Tv}}{\sum_v I_{Tv} + \sum_v I_{tv}},$$

где

$$\sum_v I_{Tv} = \sum_v \int_{T_1}^{T_2} T \cdot f_v(T) dT = \int_{T_1}^{T_2} T \cdot f_1(T) dT + \dots + \int_{T_1}^{T_2} T \cdot f(T) dT$$

$$\sum_v I_{tv} = \sum_v \int_{t_1}^{t_2} t \cdot f_v(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} t \cdot f_1(t) dt + \dots + \int_{t_1}^{t_2} t \cdot f_K(t) dt;$$

v — пробегает значения от a до k , которые являются символами операций A, \dots, K .

Исследуем свойства интегралов I_{Tv} и I_{tv} . Предположим, что длительность операций различных неполадок распределяется по нормальному закону, то есть функции $f_v(T)$ и $f_v(t)$ имеют вид:

$$f_v(T) = \frac{h_{Tv}}{\sqrt{\pi}} e^{-h_{Tv}^2 (T - a_{Tv})^2}$$

$$f_v(t) = \frac{h_{tv}}{\sqrt{\pi}} e^{-h_{tv}^2 (t - a_{tv})^2}.$$

Тогда интеграл I_{Tv} , можно переписать в следующем виде:

$$I_{Tv} = \frac{h_{Tv}}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} T \cdot e^{-h_{Tv}^2 (T - a_{Tv})^2} dT.$$

Обозначим $h_{Tv}(T - a_{Tv}) = x$, тогда последнее равенство примет вид:

$$I_{Tv} = \frac{a_{Tv}}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx + \frac{1}{h_{Tv} \sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} x e^{-x^2} dx.$$

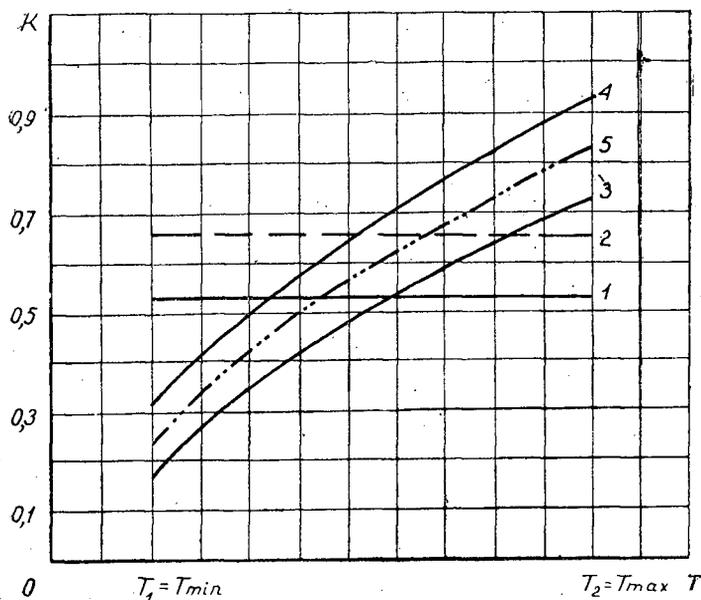


Рис. 1. График степени автоматичности станка.

Из курса теории вероятностей известно, что

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi},$$

интеграл же $\int_{-\infty}^{\infty} xe^{-x^2} dx$ есть интеграл от нечетной функции и в данных пределах обращается в нуль. С учетом последних замечаний получим окончательно, что

$$I_{Tv} = a_{Tv}.$$

Кроме того, известно, что

$$a_{Tv} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{vi} = \bar{T}_v,$$

то есть наиболее вероятное значение центра группирования есть среднее арифметическое наблюдаемых значений. Таким образом, в случае нормального распределения длительности времени операции, выражение для степени автоматичности принимает простой вид:

$$K = \frac{\sum_v I_{Tv}}{\sum_v I_{Tv} + \sum_v I_{tv}} = \frac{\sum_v \bar{T}_v}{\sum_v \bar{T} + \sum_v \bar{t}}$$

В общем случае интегралы I_{Tv} и I_{tv} представляют собой математическое ожидание случайных величин длительности операции v и, следовательно, степень автоматичности есть отношение математического ожидания длительностей автоматической работы станка к сумме вели-

чин математического ожидания длительностей автоматической и ручной работы. При определении степени автоматичности заданными являются время цикла работы станка (или для универсальных станков основное технологическое время T , в течение которого происходит обработка) и вспомогательное время t , в течение которого происходит управление станком, снятие готовой детали, установка новой детали и контроль детали. Степень автоматичности выражается равенством:

$$K = \frac{T}{\bar{T} + \bar{t}},$$

где \bar{T} — математическое ожидание длительности автоматической работы станка в данном интервале времени;

\bar{t} — математическое ожидание длительности вспомогательного времени в том же интервале.

Пусть известно, что длительность времени автоматической работы станка в данном интервале времени амортизации распределяется по закону $f(T)$ и пусть известно, что $T = T_{min} = T_1$, а $T = T_{max} = T_2$. Длительность вспомогательного времени в том же интервале времени амортизации распределяется по закону $f(t)$ и соответственно,

$$t = t_{min} = t_1, \quad \text{а} \quad t = t_{max} = t_2.$$

Для выяснения характера изменения степени автоматичности на основе формулы (4) построен график, приведенный на рис. 1. На графике линии имеют следующее значение: 1 — степень автоматичности станка до модернизации; 2 — степень автоматичности станка после модернизации; 3 — график

$$\psi(K) = \frac{T}{T + t_2}; \quad 4 — \text{график } \psi(K) = \frac{T}{T + t_1}; \quad 5 — \text{график } \psi(K) = \frac{T}{T + t_0}.$$

Условно возьмем те крайние значения T и t , для которых

$$f(T) dT \geq \frac{1}{n}$$

и

$$f(t) dt \geq \frac{1}{n},$$

то есть такие значения, которые при n наблюдениях появляются хотя бы один раз. Однако с каждым значением длительности цикла работы станка может сочетаться любое вспомогательное время. Поэтому коэффициент степени автоматичности применительно к обработке определенной детали может принимать любое значение в зоне, указанной на графике. Верхний край этой зоны получается из сочетания T с t_{min} а нижний — из сочетания T с t_{max} . Из теории вероятностей известно, что вероятность совмещения двух событий равна произведению вероятностей одного из них на вероятность другого. Следовательно, вероятность того, что T_2 появится вместе с t_2 , есть

$$p(T_2, t_2) = f(T_2) s(t_2).$$

Очевидно, что наименее вероятное значение степени автоматичности получается как отношение среднего значения длительности цикла работы станка к сумме средних значений длительности цикла и вспомогательного времени.

Полученные теоретические выводы могут быть использованы при анализе степени автоматичности деревообрабатывающих станков.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕСТКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛУЩИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Ю. П. ГОНЧАРОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Как показало исследование динамики лущения шпона, проведенное автором, горизонтальная составляющая усилия резания, вследствие прогиба чурака, к концу лущения уменьшается.

Изменение усилий приводит к значительным упругим перемещениям элементов технологической системы нож — станок — чурак, вызывающим колебания толщины шпона в пределах одного чурака. Это приводит к необходимости рассмотрения вопросов, связанных с жесткостью лущильных станков.

Автором разработан и испытан метод исследования жесткости лущильных станков при статическом нагружении. Опыты показали, что жесткость технологической системы лущильных станков весьма невелика и составляет примерно

$$j = \frac{P_x}{f_x} = (1200 - 2000) \text{ кг/мм},$$

где P_x — горизонтальная составляющая усилия резания в кг;
 f_x — деформация технологической системы в горизонтальной плоскости * в мм.

Исследованиями также установлено наличие гистерезиса, то есть запаздывание разгрузочной ветви графика в цикле нагружения и разгрузки станка статическим усилием. Простукивание станины станка свинцовым молотком уменьшает гистерезис. Очевидно, что простукивание ослабляет влияние сил статического трения в стыках технологической системы и приводит к уменьшению гистерезиса (рис. 1).

При работе станка в условиях неизбежных вибраций картина отжатий не будет соответствовать по своему характеру той, которая представлена на рис. 1.

Кроме того, статический метод исследования не дает возможности оценить влияние механизма подачи на характер изменения упругих перемещений технологической системы.

* Деформация представляет собой сумму величин отжима кромки ножа и концов распаренного чурака от неподвижной фиксированной точки. (собственный прогиб чурака не учитывается).

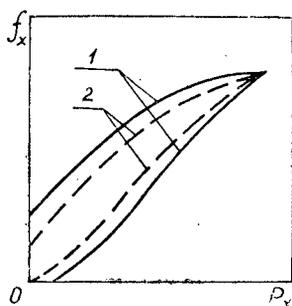


Рис. 1.

1 — статическая спокойная нагрузка; 2 — статическая нагрузка с простукиванием.

Предлагаемый в статье метод является, прежде всего, динамическим, лишенным перечисленных выше недостатков и позволяющим оценить жесткость технологической системы исследуемого станка, учитывая при этом инерционное влияние цепи подачи. Последнее обстоятельство, как будет показано ниже, дает возможность сделать ряд принципиальных выводов, объясняющих трудность получения шпона малых толщин на универсальных серийных станках.

Проведение экспериментов по предлагаемому ниже методу не требует специальных и сложных приспособлений, а простота и универсальность его позволяют пользоваться им в производственных условиях. Опыты могут быть поставлены собственными силами любого предприятия. Если разлущивать конический чурак, предварительно обточенный на токарном станке (рис. 2), то ширина ленты шпона, а вместе с ней и усилия в системе нож — станок — чурак будут постепенно возрастать.

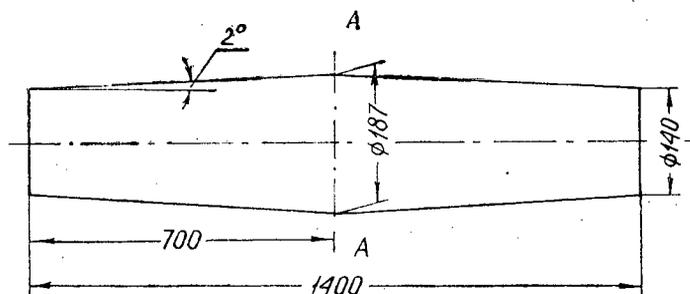


Рис. 2.

За каждый оборот чурака технологическая система будет отжиматься на величину, соответствующую мгновенному действующему усилию. Степень отжатия можно характеризовать изменением толщины шпона, если пренебречь тем увеличением толщины, которое связано с геометрической особенностью лущения (разлущивание по спирали). Это увеличение не превосходит, как показали исследования А. В. Андресена, 0,65% номинальной толщины.

Размеры чураков, используемых в опытах, могут быть произвольными.

Однако необходимо придерживаться следующих требований:

1. Диаметры торцов должны быть не менее 150 ÷ 140 мм, так как в противном случае изгиб чурака в конце лущения затруднит расчет горизонтальной составляющей усилия резания.

2. Чурак должен быть симметричным относительно среднего сечения AA, чтобы избежать перекосов суппорта и неравномерного изменения толщины шпона по краям ленты.

3. Длина чурака должна соответствовать обычной длине разлущиваемых на данном станке чураков.

Опыты, проведенные в научно-исследовательском институте мебели и фанеры (НИИМФ), позволяют рассчитать горизонтальную составляющую

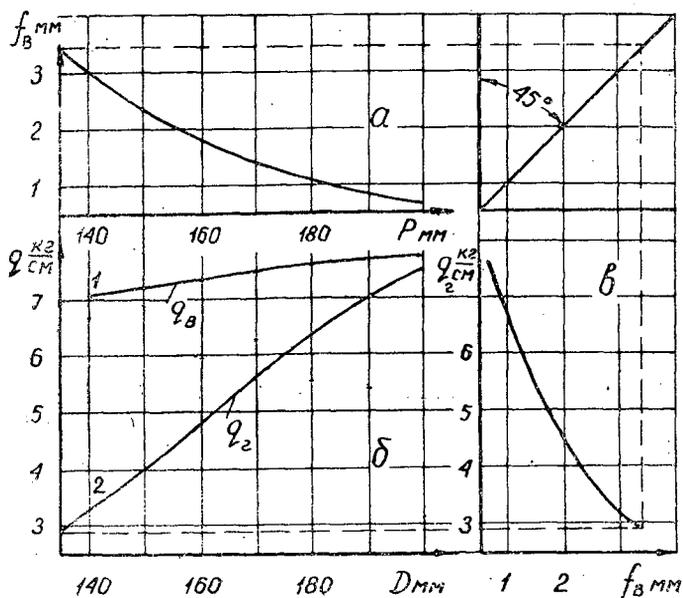


Рис. 3.

1 — вертикальная составляющая; 2 — горизонтальная составляющая.

шую усилия резания только лишь для толщины шпона $t = 1,49$ мм. Поэтому и следует рекомендовать для опыта режимы лущения, совпадающие или близкие к тем, в условиях которых ставились эксперименты:

- Материал чурака — береза
- Температура чурака — $t^0 = (25 \div 30)^\circ$
- Линейка — с закругленной нажимной кромкой
- Степень обжима шпона — $\Delta = 15\%$
- Подача — $S = (1,50 \div 1,85)$ мм/об
- Число оборотов шпинделей — $n = (45 \div 110)$ об/мин
- Задний угол ножа — $\alpha = 1^\circ 30'$
- Угол заточки ножа — $\beta = 19^\circ 30' \div 20^\circ 30'$.

На рисунках 3, а и 3, б изображены графики изменения вертикальной составляющей прогиба чурака и горизонтальной и вертикальной составляющих усилия резания в зависимости от диаметра лущения (по данным НИИМФА).

Далее методом графического исключения общего аргумента был построен график $q_r(f_B)$, определяющий горизонтальные усилия в зависимости от величины вертикальных прогибов чурака (рис. 3, в).

В случае лущения конического чурака закон изменения вертикального прогиба в зависимости от диаметра (угла поворота) будет иным.

Расчет деформаций для среднего сечения производился по схеме, изображенной на рис. 4. Причем в расчетной формуле учитывался коэффициент упругого защемления концов балки-чурака в кулачках шпинделей [3]. Помимо этого было

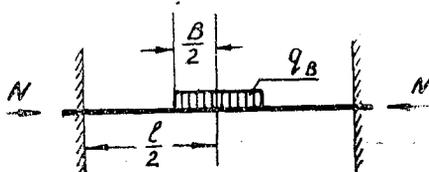


Рис. 4.

принято допущение о постоянстве жесткости сечения чурака вдоль его длины*.

Ширина шпона в зависимости от угла поворота определяется формулой

$$B = \frac{S}{\pi b} \varphi,$$

где

S — подача;

$b = \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$ — тангенс половины угла при вершине конуса;

φ — угол поворота в радианах;

$N = (1600-1800)$ кг — осевое усилие зажима чурака** [3];

$q_b = 7,5 \frac{S}{0,149}$ кг/см — вертикальное погонное усилие, интерполированное по частным условиям для любой подачи в диапазоне $S = (0,150-0,185)$ см/об.;

l — длина чурака.

Упрощенная расчетная формула для прогиба чурака в среднем сечении имеет вид

$$y_0 = \frac{qS}{192E\pi b} \cdot \frac{\varphi}{0,05 \left(D_n - \frac{S}{\pi} \varphi \right)^4} \left(-l^3 + \frac{1S^2}{\pi^2 b^2} \varphi^2 - \frac{S^3}{2\pi^3 b^3} \varphi^3 \right) \cdot 1,38, \quad (1)$$

где D_n — начальный диаметр конического чурака в среднем сечении;

$E = 4 \cdot 10^4$ кг/см² — модуль упругости распаренной древесины.

При исследовании жесткости лущильного станка, находящегося в лаборатории фанерного производства Лесотехнической академии, разлушивался конический чурак.

Подача составляла $S = 0,156$ см/об.

На основании формулы (1) построен график (рис. 5, а). Кроме того, дан график зависимости q_r (f_b). Методом графического исключения общего аргумента построен график изменения горизонтальной составляющей погонного усилия в зависимости от угла поворота чурака для конкретного случая обследования (рис. 5, а). Полученная кривая хорошо описывается эмпирической формулой

$$q_r = (8,5 - 4 \cdot 10^{-4} \varphi^2) \text{ кг/см}. \quad (2)$$

Если конический чурак разлушивается при подаче S , а в процессе обработки толщина шпона уменьшилась на Δt , то окончательно закон изменения горизонтальной составляющей усилия можно представить формулой

$$q_r = \frac{8,5 - 4 \cdot 10^{-4} \varphi^2}{0,149} \left(S - \frac{\Delta t}{\varphi_n} \varphi \right),$$

где φ_n — угол поворота чурака до полной оцилиндровки конической части.

После преобразования получим

$$q_r = 57 \cdot S - 57 \frac{\Delta t}{\varphi_n} \varphi - 2,68 \cdot 10^{-3} S \varphi^2 + 2,68 \cdot 10^{-3} \frac{\Delta t}{\varphi_n} \varphi^3. \quad (3)$$

* Это допустимо в связи с тем, что конусность чурака на длине $l = (1400 \div 1600)$ весьма незначительна.

** Изменение величины N в указанных пределах мало влияет на результаты расчета [6].

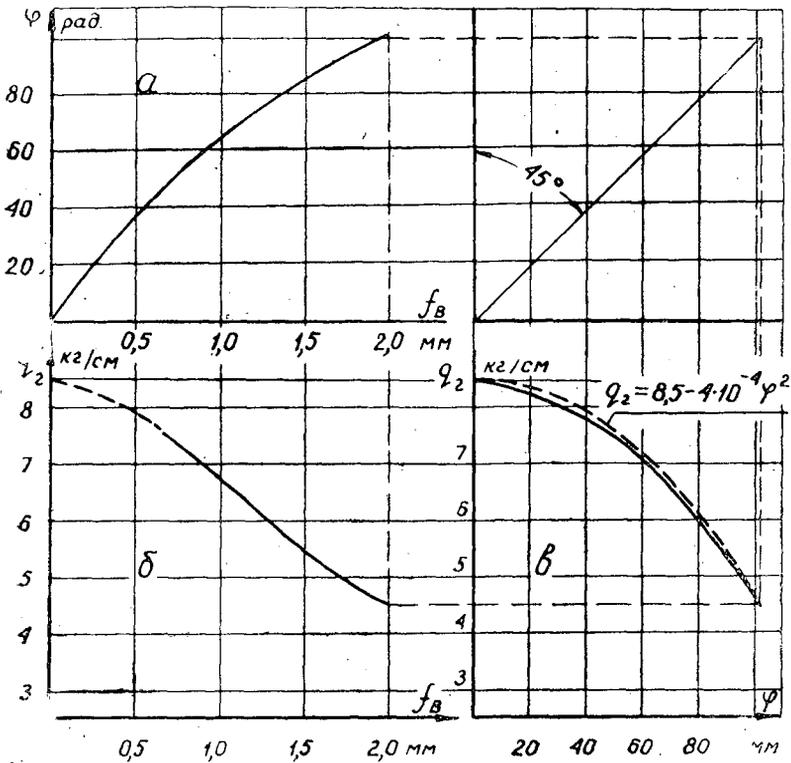


Рис. 5.

Найдем ширину ленты шпона при лущении конического чурака в зависимости от угла поворота φ . Ширина ленты B изменяется так, как и удвоенная координата z пространственной кривой, образованной пересечением цилиндра, построенного на спирали Архимеда и смещенного конуса (с учетом неизбежного эксцентриситета конического чурака при его зажиме в кулачках).

Решая совместно уравнения конуса и цилиндра Архимеда и считая, что $B = 2z$, получим

$$B = \frac{S}{\pi b} \varphi + \frac{2e}{b} (1 - \cos \varphi) - \frac{S}{b}, \quad (4)$$

где e — эксцентриситет зажима чурака, измеренный в среднем сечении.

Таким образом, полная горизонтальная составляющая в случае лущения конического чурака определится произведением

$$P_x = q_r(\varphi) \cdot B(\varphi).$$

Подставляя значение q_r из формулы (3) и B из формулы (4), получим после ряда преобразований:

$$\begin{aligned} P_x = & 57 \frac{S}{b} \left(\frac{S}{\pi} + \frac{\Delta t}{\varphi_n} \right) \varphi - 2,68 \cdot 10^{-3} \frac{S}{b} \left(21,2 \cdot 10^3 \frac{\Delta t}{\pi \varphi_n} - S \right) \varphi^2 - \\ & - 2,68 \cdot 10^{-3} \frac{S}{b} \left(\frac{S}{\pi} + \frac{\Delta t}{\varphi_n} \right) \varphi^3 + 2,68 \cdot 10^{-3} \frac{S}{b} \frac{\Delta t}{\pi \varphi_n} \varphi^4 - 57 \frac{S^2}{b} + \left(114 \frac{S e}{b} - \right. \\ & \left. - 114 \frac{\Delta t e}{b \varphi_n} \varphi - 5,36 \cdot 10^{-3} \frac{S \cdot e}{b} \varphi^2 + 5,36 \cdot 10^{-3} \frac{\Delta t e}{b \varphi_n} \varphi^3 \right) (1 - \cos \varphi). \end{aligned} \quad (5)$$

B не растет беспредельно, поэтому P_x ограничена величиной $P'_x = q_r(\varphi) B_{max}$, где $B_{max} = l$ — длина разлуциваемого конического чурака.

Подставляя q_r из формулы (3), получим выражение для граничного значения горизонтальной составляющей:

$$P'_x = \left(57S - 57 \frac{\Delta t}{\varphi_{II}} \varphi - 2,68 \cdot 10^{-3} S \varphi^2 + 2,68 \cdot 10^{-3} \frac{\Delta t}{\varphi_{II}} \varphi^3 \right) l.$$

На рис. 6, а по формуле (5) построен график изменения горизонтальной составляющей усилия в зависимости от угла поворота. Пунктирная кривая сверху ограничивает величину P_x .

При исследовании жесткости луцильного станка был разлуцен предварительно обточенный конический чурак. Эксцентриситет зажима замерялся с помощью индикатора в среднем сечении АА. Для отсчета углов чурак предварительно размечен рисками, нанесенными по образующим конусов через каждые 30° . Толщина лушеного шпона замерялась индикаторной скобой с точностью до $0,01$ мм в пяти точках по ширине ленты. Средние значения толщины откладывались на графике (рис. 6, б).

Графически исключая общий аргумент (угол поворота чурака), строим зависимость изменения толщины шпона от величины горизонтальной составляющей усилия. Последний график (рис. 6, в) характеризует упругое суммарное отжатие системы станок — инструмент — чурак в процессе динамической нагрузки станка.

Если считать ветвь огибающей кривой α_1 нагрузочной, а ветвь α_2 — разгрузочной, то, по аналогии со статическим испытанием, можно говорить о явлении гистерезиса. Величина гистерезиса, как видно из построения, зависит от сдвига фаз и от соотношения величин амплитуд.

Система станок — инструмент — чурак представляет собой цепь звеньев, связанных между собой упругими элементами (стыки конечной жесткости). Тогда P_x является возмущающей силой, а Δt величина отклонения конечного звена (кромки ножа) от положения равновесия в колебательном движении системы с многими степенями свободы.

Анализируя график, изображенный на рис. 6, б, можем отметить возрастание амплитуд в районе, соответствующем четвертому — пятому обороту чурака, причем величина сдвига фаз в этом месте становится приблизительно равной $\frac{\pi}{2}$.

Такое явление означает прохождение области резонанса одной из низших частот собственных колебаний системы с частотой возмущающей силы. Из теории малых колебаний, изложенной Николаи [4], известно, что сдвиг фаз определяется из выражения

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{2n\omega}{k_1^2 - \omega^2},$$

где n — приведенный коэффициент затухания;

k_1 — одна из частот собственных колебаний системы;

ω — угловая частота изменения возмущающей силы. В нашем кон-

кретном случае: $\omega = 6 \frac{1}{\text{сек}} = \text{const.}$

Отсюда становится очевидным, что прохождение резонансной области является результатом изменения частоты одной из низших гармоник собственных колебаний технологической системы. Так как частоты собственных колебаний зависят от масс (моментов инерций) движущихся (вращающихся) элементов системы и от жесткости упругих связей.

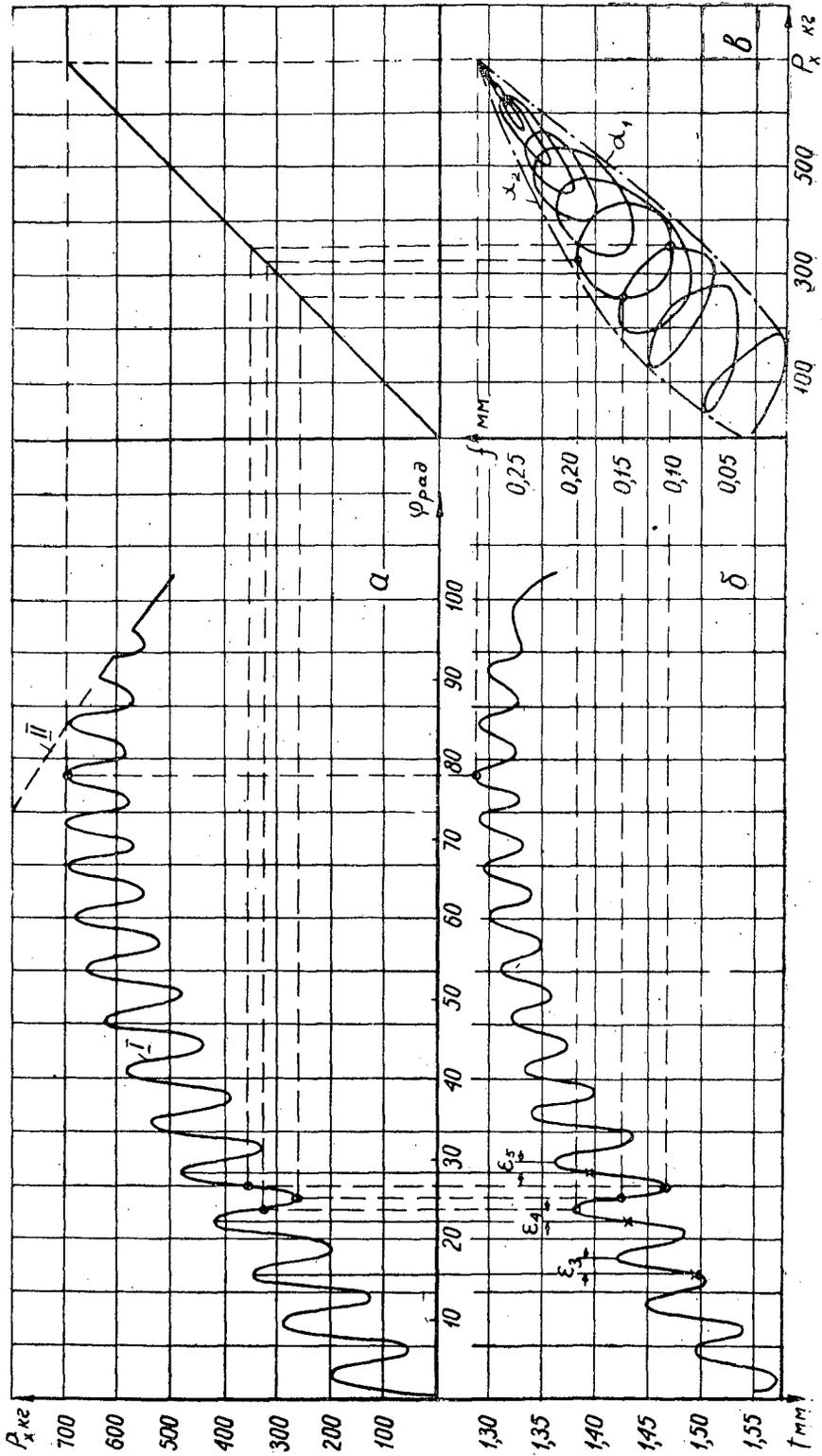


Рис. 6.

то при постоянных массах (моментах инерции) изменение собственных частот вызывается изменением жесткости упругих связей. При сравнительно небольших нагрузках в цепи подачи и большом запасе прочности деталей упругость связей, в основном, сводится к упругости стыков. Жесткость же стыков увеличивается с ростом контактных напряжений [5].

Иначе говоря, при нагружении станка периодическим усилием в его технологической системе происходит увеличение контактных напряжений, жесткости упругих связей (стыков) и частот собственных колебаний.

При нагрузке $P_x = (250 \div 400)$ кг и при скорости вращения шпинделей $n = 57,5$ об/мин в системе наступает резонанс с одной из частот низших гармоник собственных колебаний.

Последнее обстоятельство крайне нежелательно, так как оно является одним из условий возникновения автоколебаний системы.

Действительно, при попытке лущить на станке тонкий шпон ($t = 0,5$ мм), наблюдалось явление автоколебаний системы, что приводило к периодическому разрыву ленты шпона и изменению толщины его элементов от $t = 0,8$ до $t = 0$ (в месте разрыва).

Возвращаясь к анализу графика, изображенного на рис. 5, в, можно объяснить явление гистерезиса влиянием собственных колебаний технологической системы. В случае, когда $k_1 \leq \omega$, разгрузочная ветвь значительно отстает; при $k_1 \gg \omega$ гистерезис кривой быстро уменьшается и исчезает совсем при нагрузке $P_x \geq 650$ кг.

Таким образом, предлагаемый метод производственного динамического исследования, являясь весьма простым и универсальным, дает возможность рассчитать жесткость технологической системы и примерно определить ту критическую толщину шпона, при которой возможно появление автоколебаний.

В качестве простого и эффективного мероприятия, устраняющего автоколебания системы при лущении тонкого шпона, можно предложить искусственное повышение усилия F_x с помощью нагружения суппорта (против подачи) грузом $200 \div 300$ кг через систему тросов и блоков.

К конструктивным рекомендациям для проектирования новых моделей лущильных станков, способных производить предельно тонкий шпон, можно отнести ряд предложений, направленных на повышение собственных частот системы, что исключит возможность появления резонансов. К ним относятся: 1. Предельное облегчение веса движущихся элементов станка, что приведет к уменьшению масс и моментов инерции. 2. Замена цепной передачи от шпинделя на первый валик коробки подач зубчатой передачей, что повысит жесткость системы. 3. Сокращение цепи подачи с применением для настройки сменных шестерен.

Варьирование числа оборотов шпинделя с целью избежания резонанса не даст должного эффекта, ибо понижение скорости приведет к потере производительности, а повышение — к попаданию в резонанс с более высокой гармоникой собственных колебаний системы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. А. Воскресенский. Теория резания древесины. Гослесбуиздат, М.-Л., 1955. [2]. Е. Г. Ивановский. Пособие к курсовому проектированию. Л., 1938. [3]. Е. Г. Кротов. Фанерное производство. Гослестехиздат, М.-Л., 1947. [4]. Е. Л. Николаи. Теоретическая механика. ГОНТИ, Л.-М., 1939. [5]. А. П. Соколовский. Жесткость в технологии машиностроения. ГОНТИ, Машгиз, М., 1948. [6]. Энциклопедический справочник «Машиностроение», т. 1, кн. 2, ГОНТИ, Машгиз, М., 1951.

Поступила в редакцию
30 августа 1959 г.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ИЗ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

Ф. И. КОПЕРИН

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

При изучении, совместно с Ю. В. Адо, возможности использования гнилой древесины в народном хозяйстве, автору удалось в лабораторных условиях получить древесно-волокнистые плиты из различных деструктивных и коррозионных гнилей без добавления к ним связующих*.

В результате этих исследований установлено, что в процессе пьезотермической обработки гнилей под давлением 180 кг/см^2 и при температуре 200°C происходит изменение форм связи веществ, входящих в состав гнилей.

Сравнительно равномерно распределенные среди целлюлозной массы ферментативный лигнин, фенол, фурфурольные группы и их производные приобретают клеящие свойства и стабилизируют форму и размеры получаемого лигнопласта. Примесь бурых гнилей всегда положительно влияет на механическую прочность плит.

Как показали лесопатологические исследования, в таежных и особенно в перестойных лесах имеется значительное количество деревьев, поврежденных гнилями.

При раскряжке стволов часть этих гнилей вырезается и образует одну из разновидностей лесосечных отходов, другая часть переходит в дровяную древесину.

Совершенно очевидно, что экономически нецелесообразно выбирать из огромной массы лесосечных отходов чистые гнили и готовить из них древесные пластики. Это обстоятельство заставило нас продолжить начатые работы и попытаться получить древесные плиты без добавления связующих из всего многообразия лесосечных отходов.

Первоначально исследования велись по следующей методике:

Отходы лесозаготовок (вершины, крупные сучья, гнили и кора) доставляли в лабораторию; высушивали до такой степени, что их влажность составляла 10—12% веса абсолютно сухой древесины, а затем превращали в стружку толщиной около 0,5 мм, длиной 8—15 мм. Бурые гнили, достигшие третьей стадии разрушения, размельчались в порошок.

* Ф. И. Коперин, Ю. В. Адо. Использование гнилой древесины для изготовления древесно-волокнистых и древесно-стружечных плит. Известия высших учебных заведений, «Лесной журнал» № 3, 1959.

Стружки отдельных видов отходов и древесных пород смешивались в разном соотношении, и приготовленная таким образом стружечная масса поступала в пресс-формы, где подвергалась в течение 10 мин пьезотермической обработке при температуре 200°C и давлении 180 кг/см². Таким путем было изготовлено около ста образцов древесных плит размером 140 × 20 × 10 мм*.

Физико-механические испытания плит, проведенные с некоторыми описанными ниже отступлениями от ГОСТа 6336-52, дали следующие результаты:

Объемный вес — 0,95—1,05 г/см³;

Влажность плит после изготовления — 2,5—3,5%;

Влажность плит после трехсуточного выдерживания их в воздухе, насыщенном парами воды, 10—14%.

Однако описанная технология получения плит, основанная на предварительном высушивании отходов до комнатно-сухого состояния, в условиях леспромхозов неудобна и трудно осуществима.

Чтобы выявить возможность упрощения будущей технологии производства плит, в методику исследований были внесены существенные изменения:

1. Все лесосечные отходы, поступающие для производства плит, стали перерабатываться на стружку в сыром состоянии. Подготовленная таким образом смесь имела среднюю влажность около 100%.

2. Стружечная масса, в которой компоненты смешаны в определенном соотношении, поступала в пресс-формы и подвергалась прессованию. В результате механического отжима при давлении 150—160 кг/см² влажность стружки доводилась до 40—50% от абсолютно сухого состояния. Одновременно с прессованием прессформы нагревались до 150°C. Под влиянием такого нагрева происходило интенсивное выделение пара (это обстоятельство следует учитывать при конструировании прессформ), и влажность стружки за 3—4 мин становилась равной 16—20%.

После подсушивания массы температура в прессформах поднималась до 180°C, (а давление до 180 кг/см²) и на этом уровне поддерживалась в течение 15 мин.

В результате всех операций получались древесно-стружечные плиты серого или светло-коричневого цвета.

Затем плиты выдерживались от 13 до 30 суток на открытом воздухе и поступали для лабораторных испытаний.

Для практического решения вопроса о возможности получения древесных плит из отходов лесозаготовок существенно важно выявить особенности классификации отходов различных древесных пород, возникающие под влиянием пьезотермической обработки. С этой целью исследовались раздельно плиты, изготовленные из лесосечных отходов сосны, ели, березы, осины и ольхи, при одинаковом соотношении составляющих их компонентов:

Здоровой древесины	4	весовых	части
Ситовидной гнили	4	»	»
Трухлявой гнили	1	»	»
Коры	2	»	»

Средняя влажность перечисленных отходов колебалась от 90 до 120%.

Показатели физических свойств плит, приготовленных из таких смесей, приводятся в табл. 1.

* Более крупные размеры плит нельзя было получить из-за отсутствия пресса большой мощности.

Таблица 1

Порода, из которой изготовлялись плиты	Количество плит	Влажность плит в %			Объемный вес в г/см ³	
		после изготовления	после 13 дней выдерживания на открытом воздухе	после 35 дней выдерживания на открытом воздухе	после изготовления	через 13 дней выдерживания на воздухе
Сосна	5	7,7	8,5	10,1	1,08	1,08
Ель	5	8,1	9,4	11,3	1,06	1,07
Береза	5	5,0	6,8	9,3	1,12	1,14
Осина	5	3,8	6,5	10,6	1,06	1,09
Ольха	5	5,0	6,6	9,1	1,08	1,09

Для изучения гигроскопичности плиты помещались в эксикатор, на дно которого была налита вода, и выдерживались в нем по три дня. При исследовании водопоглощения плиты погружались в воду и выдерживались также в течение трех дней. Во время этих испытаний, одновременно с определением влажности, измерялись размеры плит, что дало возможность определить степень их набухания. Гигроскопичность плит характеризуется данными табл. 2.

Таблица 2

Порода, из которой изготовлялись плиты	Влажность, установленная на открытом воздухе в %	Влажность плит в % после выдерживания в воздухе, насыщенном парами воды		
		в 1-е сутки	на 2-е сутки	на 3-и сутки
Сосна	8,5	10,8	11,8	12,2
Ель	9,4	11,4	12,2	12,9
Береза	6,8	8,8	10,0	10,4
Осина	6,5	9,0	10,0	11,1
Ольха	6,6	7,9	8,9	9,7

Водопоглощение плит представлено в табл. 3.

Таблица 3

Порода, из которой изготовлялись плиты	Первоначальная влажность в %	Влажность плит в % после выдерживания в воде					
		1 час	3 часа	6 час	1 сутки	2 суток	3 суток
Сосна	12,2	34,9	45,3	49,3	55,7	58,9	61,1
Ель	12,9	48,7	62,2	65,8	73,1	75,6	78,2
Береза	10,4	49,2	54,8	56,9	62,5	65,4	67,7
Осина	11,1	91,9	103,5	106,4	118,2	121,5	128,9
Ольха	9,7	42,0	51,5	55,2	62,7	65,6	68,8

В процессе влагопоглощения и водопоглощения происходило изменение размеров плит (разбухание). Причем коэффициент разбухания, то есть увеличение выраженных в процентах линейных размеров плит на один процент приращения влажности оставался примерно одинаковым при изменении влажности от 10 до 65% (несколько уменьшаясь по мере увеличения влажности плит). При последующем увеличении влажности разбухание по длине и ширине плит не происходит, а разбухание по толщине прекращается при влажности 75—85%.

Коэффициенты разбухания плит в трех взаимно-перпендикулярных направлениях представлены в табл. 4.

Таблица 4

Порода, из которой изготовлялись плиты	Коэффициент разбухания плит в %		
	по длине	по ширине	по толщине
Сосна	0,07—0,06	0,12—0,11	0,60—0,58
Ель	0,06—0,05	0,19—0,14	0,90—0,62
Береза	0,05—0,05	0,12—0,10	0,98—0,92
Осина	0,05—0,03	0,10—0,06	0,84—0,90
Ольха	0,05	0,12—0,10	0,80—0,75

Как видно из табл. 4, значительное изменение размеров плит при увеличении влажности происходит только по направлению прессования.

Плиты, изготовленные из осины, обнаружили значительно большую способность к водопоглощению и разбуханию по толщине по сравнению с другими породами: в нашем опыте после вымачивания в воде они резко изменили свою первоначальную форму и снизили механическую прочность.

Плиты, приготовленные из других пород, с повышением влажности также снижают свою механическую прочность, но об этом будет сказано специально. Образцы плит испытывались на растяжение, статический изгиб и твердость по Бринеллю.

Вследствие отсутствия мощных прессов и невозможности по этой причине изготовить плиты больших размеров, из которых можно было бы вырезать образцы, точно соответствующие требованиям ГОСТа 6336—52, испытания велись на образцах меньших размеров: $140 \times 20 \times 10$ мм.

При испытаниях на статический изгиб расстояние между опорами составляло 120 мм, нагружение производилось по середине образца в одной точке. Результаты испытаний вычислялись по формуле

$$\sigma = \frac{3 \cdot P \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2} \text{ кг/см}^2.$$

Указанные отклонения от ГОСТа допустимы, а показатели механических свойств плит сравнимы с механическими свойствами древесины. Так, например, предел прочности при статическом изгибе еловых брусьев по ГОСТу составляет 868 кг/см^2 , а тот же показатель у испытанных нами образцов при принятых в нашей работе размерах — 837 кг/см^2 .

Это положение подтверждают исследования Т. М. Шкири (Львовский ЛТИ), который, проводя сравнительные испытания механических свойств древесины бука на образцах, указанных ГОСТом 6336—52, и на образцах вдвое меньших размеров, установил, что отклонения в показателях не превышают 2% при статических испытаниях и 10% при ударных. Механические испытания плит приводятся в табл. 5.

Таблица 5

Порода, из которой изготовлялись плиты	Влажность в момент испытаний в %	Предел прочности в кг/см^2		Твердость по Бринеллю в кг/см^2	Влажность в % после выдерживания в воде	Предел прочности при растяжении во влажном состоянии
		растяжение	статический изгиб			
Сосна	8,5	28	106	7,4	61,1	18
Ель	9,4	33	56	10,1	78,2	14
Береза	6,8	36	60	9,0	67,7	14
Осина	6,5	60	117	7,4	128,9	—
Ольха	6,6	84	102	7,9	68,8	13

Приведенные в табл. 5 цифры говорят о том, что полученные в лаборатории плиты, хотя и не обладают высокими механическими свойствами, но с успехом могут быть широко использованы в строительстве и других отраслях народного хозяйства, но так, чтобы во время эксплуатации они не имели непосредственного контакта с водой и другими жидкостями.

Совершенно естественно, что при промышленном производстве подобных плит будут найдены пути увеличения их механической прочности и уменьшена влагоемкость. Так, например, плиты могут быть покрыты различными пленками, имеющими декоративное и водоизоляционное назначение.

В состав сырьевой базы лесозаготовительных предприятий Европейского Севера в основном входят сосна и ель со значительными примесями березы, осины и ольхи. Практически на нижних складах леспрохозов в процессе обработки стволов скапливаются отходы в виде вершин, сучьев, коры и гнилей как хвойных, так и лиственных пород.

Поэтому для лесозаготовительных предприятий весьма важно иметь разработанную технологию изготовления плит из смесей отходов разных пород. С этой целью в лаборатории были изготовлены и исследованы плиты из различного вида отходов, взятых в различных весовых частях.

А) Здоровая сосновая древесина	3	весовых части
Здоровая еловая древесина	3	» »
Ситовидная гниль сосны и ели	4	» »
Трухлявая гниль	1	» »
Кора сосны и ели	1	» »
Сосновые и еловые лапки (хвоя)	2	» »
Б) Здоровая древесина сосны и ели	3	» »
Здоровая древесина березы, осины, ольхи	3	» »
Ситовидные гнили хвойных и лиственных пород	2	» »
Трухлявые гнили	1	» »
Кора лиственных и хвойных пород	2	» »
В) Здоровая древесина сосны и ели	4	» »
Здоровая древесина березы, ольхи и осины	3	» »
Ситовидные гнили лиственных и хвойных пород	2	» »
Трухлявые гнили	1	» »
Кора лиственных и хвойных пород	2	» »
Сосновые и еловые лапки	2	» »

Средняя влажность отходов в перечисленных смесях колебалась от 82 до 112%.

Физические свойства плит, определенные в соответствии с требованиями ГОСТа 6336 — 52, представлены в табл. 6.

Таблица 6

Наименование плит	Объемный вес в г/см ³	Влажность в %		Влажность после выдерживания в воздухе, насыщенном парами воды, в течение		
		в момент получения	через 13 суток после выдерживания на воздухе	1 суток	2 суток	3 суток
Тип А	1,12	4,4	7,4	9,7	10,9	11,9
» Б	1,10	5,8	6,6	7,8	8,9	9,6
» В	1,13	4,5	6,9	9,0	10,4	21,2

Показатели водопоглощения и разбухания плит, приготовленных из смешанных отходов, приводятся в табл. 7.

Таблица 7

Наименование плит	Первоначальная влажность в %	Влажность плит в % после выдерживания в воде в течение				Коэффициент разбухания в %		
		1 суток	2 суток	3 суток	20 суток	длина	ширина	толщина
Тип А	11,9	69,9	—	—	74,1	0,04	0,14	0,81
„ Б	9,6	66,6	70,5	73,6	77,9	0,05	0,19	0,76—0,6
„ В	11,2	77,5	—	—	98,1	0,04	0,15	0,82

Механические свойства плит этого типа испытывались по вышеописанной методике. Результаты испытаний приводятся в табл. 8.

Таблица 8

Наименование плит	Влажность в момент испытания в %	Предел проч. ости кг/см ²		Твердость по Бригеллю в кг/мм ²
		растяжение	статический изгиб	
Тип А	7,4*	65	88	8,3
„ Б	6,6	54	91	11,5
„ В	6,9	70	82	9,7

Чтобы определить степень усушки плит в процессе удаления из них влаги, проводилось специальное исследование. Для этого плиты, влажность которых составляла 10—11%, измерялись в трех взаимно-перпендикулярных направлениях и погружались в воду. Вторичное измерение тех же линейных размеров образцов проводилось при влажности плит 60—80%. После высушивания плит до абсолютно сухого состояния проводилось третье их измерение. На основании двух последних измерений вычислялся коэффициент усушки. Коэффициент усушки плит по длине оказался равным 0,02%, по ширине — 0,04%, по толщине усушки не происходит. Так как коэффициент усушки в несколько раз меньше коэффициента разбухания, то при высушивании плиты не достигают прежних размеров. Механическая прочность вымоченных плит после высушивания также не восстанавливается и составляет примерно одну треть той прочности, которой они обладали до вымачивания.

В результате приведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Из всех видов лесосечных отходов при определенном их сочетании можно изготавливать древесные плиты без применения посторонних связующих.

2. Наличие в составе отходов бурых гнилей улучшает качество плит.

3. Физико-механические испытания образцов плит показывают, что они с успехом могут применяться в качестве тепло-изоляционного материала в различных строительных конструкциях, не имеющих непосредственного соприкосновения с водой.

4. Пребывание плит в воде приводит к изменению их размеров и снижению механической прочности.

5. Лабораторные исследования показывают, что технология изготовления плит будет в основном состоять из следующих операций:

- а) измельчение лесосечных отходов,
- б) сепарация,
- в) формирование стружечного слоя,

- г) предварительное прессование для отжима воды из стружки и ее подсушивания,
- д) горячее прессование,
- е) обработка готовых плит.

6. Как известно, в стоимости выпускаемых сейчас древесных плит большой удельный вес занимает древесное сырье и связующие материалы. Производство плит на нижних складах из лесосечных отходов без применения связующих резко снизит себестоимость этих плит и ускорит решение проблемы утилизации лесосечных отходов.

В процессе освоения производства плит инженеры и рабочие промышленности внесут много новых предложений по рассматриваемому способу использования древесных отходов и, бесспорно, улучшат качественные показатели плит, сделают их пригодными для многих видов производства.

Поступила в редакцию
17 августа 1959 г.

МЕХАНИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИИ НАМАЗКИ ЛИСТОВ ШПОНА

А. А. МАЯТИН

Кандидат технических наук

Б. М. ПЕТРОВ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

Сборка пакетов при склеивании фанеры в настоящее время производится вручную. Операция намазки срединок в клеенамазочных вальцах очень трудоемка и протекает в плохих санитарно-гигиенических условиях. Намазка же смоляными клеями, имеющими в своем составе фенол, кроме всего прочего, вредно отражается на здоровье рабочих, выполняющих эту операцию.

Авторам известна лишь одна попытка механизировать намазку срединок. На Усть-Ижорском фанерном заводе было изготовлено приспособление системы тов. Галиндос для автоматической сборки стоп намазанных срединок после клеенамазочных вальцов. Испытания окончились неудачно, и это приспособление из-за дефектов конструкции не было внедрено в производство.

Настоящая статья посвящена вопросу механизации намазки листов шпона (срединок)*.

Шпон является типичным листовым материалом. Механизация укладки и разборки стоп листового материала широко внедрена в полиграфической промышленности. В частности, в печатных машинах имеется специальный автоматический укладчик листов бумаги, так называемое листовыводное устройство.

Изучая работу печатных машин, авторы пришли к заключению, что принцип укладки листового материала, лежащий в основе их конструкции, применим для создания аналогичных устройств на фанерных заводах.

Лист шпона существенно отличается по своим качественным признакам от листа бумаги. Он значительно тяжелее и больших размеров, чем лист бумаги, обладает несколько гофрированной поверхностью, после намазки имеет на своей поверхности с обеих сторон слой клея.

* Работа проводилась кафедрой деталей машин Ленинградской лесотехнической академии (ЛТА) в содружестве с Центральным научно-исследовательским институтом фанеры и мебели (ЦНИИФМ). Кроме рассматриваемого в настоящей статье вопроса, разрабатывались и другие проблемы, связанные с механизацией сборки фанеры перед склеиванием в прессах.

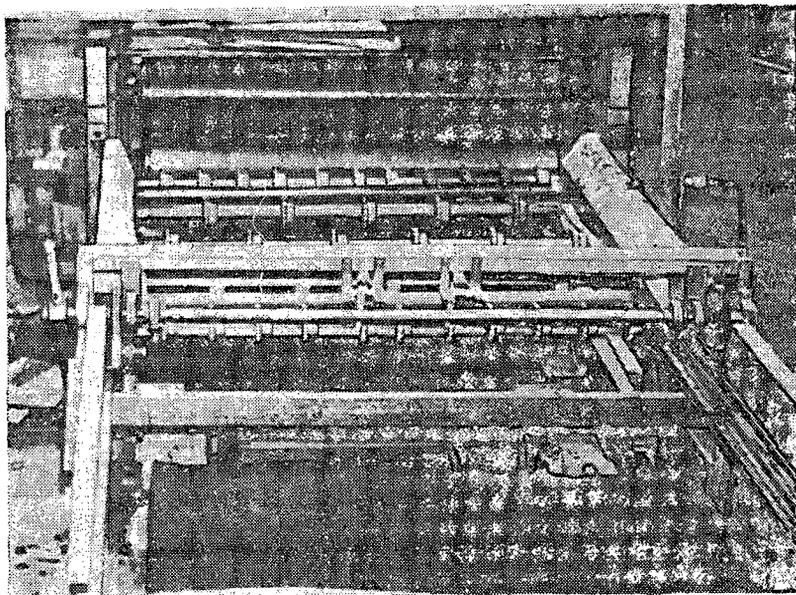


Рис. 1.

Все эти особенности были учтены при разработке конструкции укладчика. Укладчик представляет собой сваренную из швеллеров станину, по которой возвратно-поступательно движется тележка (рис. 1).

Намазка осуществляется обычными клеенамазочными вальцами типа тех, которые изготовляет завод «Пролетарская Свобода».

Станина укладчика не связана со станиной клеенамазочных вальцов, поэтому укладчик может быть приставлен к клеенамазочным вальцам любого типа.

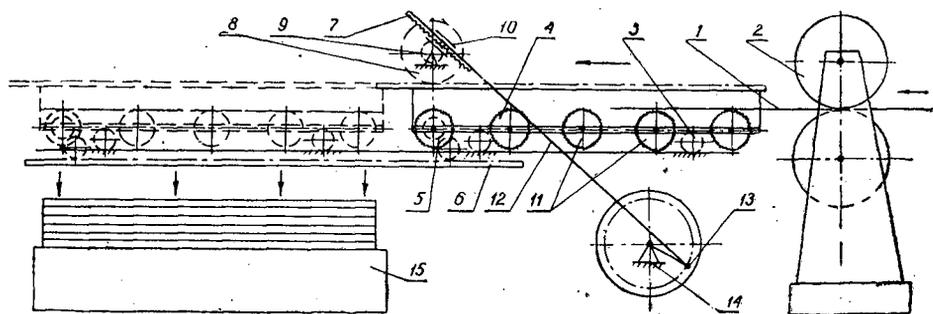


Рис. 2.

На рис. 2 представлена принципиальная схема укладчика. Лист шпона 1 из клеенамазочных вальцов 2 поступает на тележку 3, на которой установлен роликовый транспортер, состоящий из пяти валиков с рифлеными роликами 4. Соприкосновение листа намазанного шпона с роликами минимально и нарушения клеевого слоя не происходит.

С помощью кривошипно-кулисного механизма 12, 13, 14 и зубчатых колес 8 и 9, укрепленных на неподвижной станине, соединенной с шату-

ном 12 зубчатой рейкой 7, и направляющей кулисы 10, тележка перемещает намазанный лист шпона к месту сборки пакетов.

При возвратном движении тележки включается обгонная муфта и соединенные с ней зубчатые колеса 5, находящиеся в зацеплении с неподвижно укрепленной на станине рейкой 6, валики транспортера начинают вращаться против часовой стрелки и рифленые ролики 4 помогают сбросить лист шпона на сборочный стол 15. При повороте сборочного стола на угол 90° набранная стопа намазанных срединок опрокидывается в вертикальном положении на специальную транспортную тележку, которая перемещается к месту сборки пакетов.

Электродвигатель кривошипно-кулисного механизма укладчика включается и выключается автоматически действующими концевыми выключателями.

Возможен вариант сборки пакетов фанеры непосредственно на столе 15. При этом вручную накладываются сухие листы шпона (рубашки) на только что сброшенную средину, и процесс повторяется.

Укладчик может быть использован для отбора срединок, намазанных смоляными клеями от клеенамазочных вальцов, и укладки их в конвейерную сушилку конструкции Стерлина. Необходимо только синхронизировать движение тележки укладчика и захватов сушилки. С технической стороны это не представляет трудности.

Внедрение механического укладчика позволит сократить на два человека бригаду, выполняющую операцию сборки пакетов, улучшить культуру и гигиену труда, особенно при работе с вредными для здоровья смоляными клеями, позволит более полно использовать машинное время клеенамазочных вальцов.

Опытный экземпляр изготовлен и испытан в лаборатории оборудования ЦНИИФМ. Внедрение этого укладчика в производство намечено провести на Усть-Ижорском фанерном заводе.

Поступила в редакцию
27 июля 1959 г.

К ВОПРОСУ О ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОПРАВКАХ ДЛЯ ПРЕДЕЛОВ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Р. П. БОЛДЕНКОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Действующим в настоящее время ГОСТом 6336—52 («Методы физико-механических испытаний древесины»), предусмотрена температура воздуха в лаборатории в момент испытаний 15—25° С (в южных районах до 35° С). Колебание допускаемых температур (до 20° С) не может не отражаться на результатах испытаний. Отсюда вытекает необходимость в разработке метода пересчета показателей механических свойств древесины к единой стандартной температуре, равной +20° С, что и явилось целью работы, основные результаты которой приведены в настоящей статье.

Методика экспериментов

При проведении работы особое внимание было обращено на доведение древесины до заданного температурно-влажностного состояния и на сохранение этого состояния в процессе испытаний. Эксперименты проводились на специальной установке, которая состояла из климатической камеры, устройства для автоматического регулирования и замера температуры и влажности воздуха в камере и прибора для контроля температуры древесины. В камере этой установки производилось не только выдерживание образцов, но и их испытание на специально устанавливаемой испытательной машине.

Перед проведением основных опытов были поставлены методические опыты, которые показали, что температура образцов в процессе нагрева и испытаний была равна заданной. Изменение влажности образцов в процессе нагрева составляло в среднем около 0,4%, что не имело практического значения.

Время, необходимое для прогрева (30 мин), мы установили, замеряя температуру внутри образцов при помощи термопары.

Исследовалось влияние температуры на основные механические характеристики древесины: на пределы прочности при сжатии вдоль волокон, при скалывании вдоль волокон (по радиальной плоскости) и при статическом изгибе. Нами испытывались сосна, дуб и бук как основные группы пород (хвойных и лиственных — кольцесосудистых и рассеяно-сосудистых). В некоторых опытах были взяты дополнительно и другие породы.

Предварительные опыты подтвердили имеющиеся литературные данные ([1], [3], [4], [8] и др.) о наличии прямолинейной зависимости между исследуемыми механическими свойствами древесины и темпера-

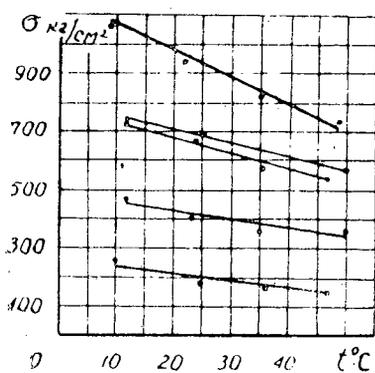


Рис. 1.

турой. В качестве примера на рис. 1 приведен график зависимости пределов прочности при сжатии и статическом изгибе от температуры. Как можно видеть, указанная зависимость весьма близка к прямолинейной (такая же картина наблюдалась и при скалывании вдоль волокон). Высокая корреляционная связь между пределами прочности и температурой (коэффициенты корреляции колебались в пределах от 0,99 до 0,72), а также небольшие отклонения опытных значений пределов прочности от вычисленных по уравнению прямой линии (в большинстве случаев значительно ниже $+5\%$, лишь в двух случаях равные -7%) позволили производить дальнейшие испытания при двух крайних температурах воздуха $t_1 = +10^\circ\text{C}$, $t_2 = +50^\circ\text{C}$.

Для установления совместного влияния температуры и влажности на механические характеристики древесины, испытания сосны, дуба и бука проводились при различных градациях влажности (другие породы испытывались при одном значении влажности, равном 15%). В целях равномерного распределения влажности по объему образцы для испытания на сжатие и скалывание выдерживались в эксикаторах в течение двух месяцев, а образцы на статический изгиб в течение трех месяцев. Число образцов на каждую температурно-влажностную точку составляло 25—30 шт.

Условия проведения испытаний (в отношении формы и размеров образцов, скорости нагружения) соответствовали ГОСТу 6336—52.

Результаты исследования

Основные результаты испытаний на сжатие, скалывание и статический изгиб приведены в табл. 1. При этом средний объемный вес древесины был следующий: сосны — $0,50\text{ г/см}^3$, дуба — $0,67\text{ г/см}^3$, бука — $0,65\text{ г/см}^3$.

При анализе данных табл. 1. можно отметить, что снижение прочности древесины тем сильнее, чем выше температура и больше влажность древесины, а суммарное влияние температуры и влажности больше, чем влияние каждого фактора в отдельности.

Исходя из прямолинейной зависимости пределов прочности от температуры, можно написать следующую формулу для их пересчета к стандартной температуре:

$$\sigma_{20} = \sigma_T + \beta(T - 20), \quad (1)$$

где σ_{20} — предел прочности при температуре 20°C ;
 σ_T — предел прочности при температуре $T^\circ\text{C}$;
 β — температурная поправка, характеризующая изменение предела прочности на единицу изменения температуры в кг/см^2 на 1°C , и, представляющая собой тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс;
 T — температура древесины в момент испытаний;
 20° — температура, к которой производится перечисление пределов прочности.

Температурную поправку (или как мы будем ее называть, поправочное число на температуру*) можно найти из выражения:

$$\beta = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Анализ порядка пересчета показывает, что вначале необходимо производить пересчет к стандартной влажности ($W = 15\%$), а затем к стандартной температуре. Для пересчета к стандартной влажности используется формула, приведенная в ГОСТе 6336—52:

$$\sigma_{15} = \sigma_w [1 + \alpha(W - 15)]. \quad (3)$$

Пересчет в обратной последовательности (то есть вначале к температуре $t = 20^\circ \text{C}$, а затем к влажности $W = 15\%$) искажает результат, так как поправка на влажность вводится не только в предел прочности при данной влажности, но и в температурную поправку для предела прочности. Ошибка получается за счет того, что поправка на влажность выражается в процентах от первоначального значения предела прочности, а пересчет в принятой последовательности не искажает результата, так как поправочное число на температуру выражается в абсолютных единицах (кг/см^2 на 1°C). Поправочное число в этом случае берется, следовательно, при влажности 15% .

*Исследование влияния
объемного веса
на поправочные числа*

Чтобы установить степень влияния объемного веса на величину поправочных чисел, результаты испытаний были обработаны следующим образом.

Таблица 1

t°С	Сжатие						Статический изгиб						Скелывание					
	сосна		дуб		бук		сосна		дуб		бук		сосна		дуб		бук	
	W	σ	W	σ	W	σ	W	σ	W	σ	W	σ	W	σ	W	σ	W	σ
10	9,1	517	8,9	627	7,0	795	9,0	1018	9,0	992	9,0	83	8,9	89	11,2	113	9,0	124
50	8,8	418	9,0	506	7,0	742	9,0	784	9,0	806	9,0	76	8,9	89	11,3	110	9,0	119
10	16,5	355	16,5	474	15,6	526	17,0	672	14,5	832	14,5	67	15,9	67	16,5	119	15,9	115
50	16,5	321	16,5	298	15,3	342	17,0	500	14,5	621	14,5	53	16,0	53	16,3	96	16,0	105
10	20,8	337	22,4	432	21,0	429	21,0	568	22,0	696	22,0	65	20,0	65	22,7	104	19,8	108
50	20,5	189	22,6	232	20,2	256	27,0	378	22,0	469	22,0	52	20,8	52	22,2	81	19,9	88
10	26,0	278	29,0	391	24,0	370	25,0	501	29,0	576	24,0	59	24,0	59	—	—	25,5	97
50	25,7	164	29,2	215	23,9	222	25,0	352	29,0	456	29,0	47	23,6	47	—	—	25,5	68
10	32,0	274	—	—	29,7	351	27,0	506	—	—	—	52	30,6	52	—	—	—	—
50	32,0	141	—	—	29,8	192	27,0	351	—	—	—	37	31,0	37	—	—	—	—

Примечание: W — влажность в %; σ — предел прочности в кг/см^2 .

* По разъяснению комитета технической терминологии АН СССР размерные величины не рекомендуется называть коэффициентами.

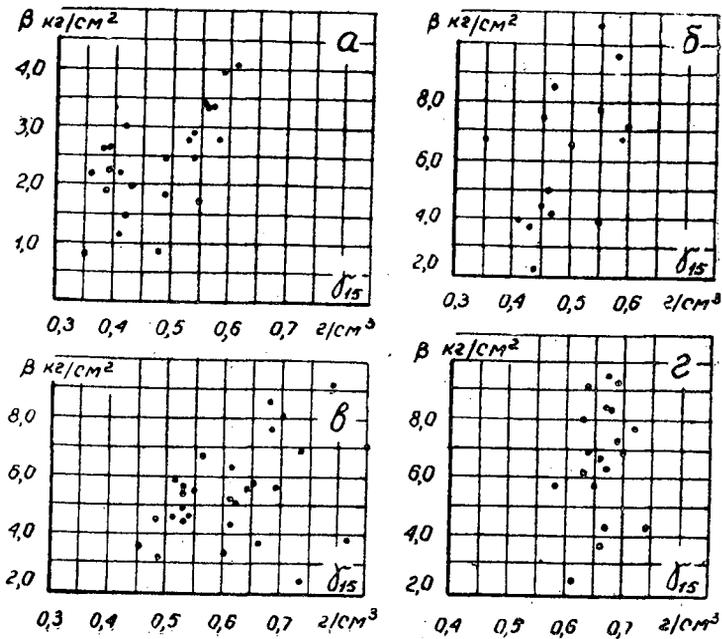


Рис. 2. а — сосна, сжатие вдоль волокон; б — сосна, статический изгиб; в — лиственница, сжатие вдоль волокон; г — дуб, статический изгиб.

Для группы образцов при испытаниях на сжатие вдоль волокон и статический изгиб был вычислен коэффициент корреляции и построены графики зависимости между β и γ (при влажности древесины 15%; см. рис. 2). Результаты вычислений представлены в табл. 2.

Таблица 2

Вид испытаний	Порода	r	$\pm m_r$	$\frac{r}{m_r}$	Колебания объемного веса g/cm^3
Сжатие вдоль волокон	Сосна	0,614	$\pm 0,139$	4,40	0,35—0,60
	Лиственница	0,387	$\pm 0,158$	2,45	0,45—0,80
Статический изгиб	Сосна	0,468	$\pm 0,193$	2,40	0,40—0,60
	Дуб	0,182	$\pm 0,220$	0,83	0,58—0,74

Как видно из табл. 2, коэффициент корреляции между β и γ оказался наибольшим для сосны при сжатии вдоль волокон. Во всех других случаях он значительно ниже и недостоверен.

На рис. 2 показано характерное расположение точек на диаграммах. Обращает на себя внимание значительная изменчивость поправочных чисел при одном объемном весе древесины. В некоторых случаях имеется тенденция к возрастанию поправочных чисел с увеличением объемного веса древесины, но учитывая малый коэффициент корреляции, его недостоверность и значительную изменчивость γ , можно считать, что практически влияние объемного веса мало и им можно пренебречь.

Исследование изменчивости поправочных чисел

Большое рассеивание точек при исследовании зависимости β от объемного веса послужило основанием для исследования изменчивости поправочных чисел. При этом пределы прочности образцов с влажностью от 8 до 20% пересчитывались к стандартной влажности. Вычисленные поправочные числа на температуру подвергались статистической обработке с вычислением всех необходимых величин (табл. 3).

Таблица 3.

Порода	Среднее арифметическое $M \frac{кг}{см}$	Среднее квадратичное отклонение $\pm \sigma \frac{кг}{см^2}$	Коэффициент изменчивости $\nu \%$	Ошибка среднего арифметического $\pm m$	Точность опыта $p \%$	Число образцов n	$\frac{M}{m}$
Сжатие вдоль волокон							
Ель	2,59	0,459	18	0,0611	2,1	55	42,5
Пихта	2,37	0,710	30	0,137	5,8	27	17,3
Сосна	3,10	0,653	21	0,0923	3,0	50	34,6
Осина	3,96	1,14	29	0,208	5,3	30	19,0
Лиственница	4,23	1,45	34	0,265	6,0	30	16,0
Клен	3,76	1,06	28	0,193	5,0	29	19,5
Бук	4,72	0,766	16	0,122	2,6	39	38,7
Дуб	4,31	0,590	14	0,091	2,1	42	47,4
Ясень	4,62	1,065	23	0,226	4,9	24	20,4
Граб	5,08	1,01	20	0,194	3,8	27	26,2
Береза	4,49	1,23	27	0,246	5,5	25	18,3
Статический изгиб							
Сосна	4,91	1,71	35	0,312	6,5	30	15,7
Дуб	5,36	1,39	27	0,297	5,5	22	18,0
Береза	6,20	2,44	39	0,498	8,0	24	12,4
Скалывание вдоль волокон							
Сосна	0,364	0,152	42	0,0211	5,8	53	17,3
Дуб	0,723	0,412	57	0,0470	6,5	77	15,3

Как видно из табл. 3, поправочные числа во всех случаях достоверны. Коэффициенты изменчивости поправочных чисел составляют в среднем: для сжатия вдоль волокон — 24%, для статического изгиба — 34%, для скалывания — 50%. Одной из причин этого является различие между парными образцами. Так, по данным Н. Л. Леонтьева [5], разница в величине пределов прочности парных образцов колеблется в среднем (в зависимости от вида действия сил и способа выбора парных образцов) от 5 до 12%, достигая иногда 30—50%.

Высокие значения коэффициентов изменчивости для поправочных чисел не являются случайными. По данным Н. Л. Леонтьева [3], коэффициенты изменчивости поправочных чисел на влажность для модулей упругости древесины достигают при сжатии вдоль волокон — 36%, статическом изгибе — 42%, модуле сдвига — 61%. Отсюда следует, что при определении окончательных значений поправочных чисел необходимо учитывать их изменчивость. В табл. 4 приведены округленные значения поправочных чисел при влажности 15%, рекомендуемых для пользования при пересчете пределов прочности, и поправочные числа, вычисленные по данным других авторов. Зависимость пределов прочности от температуры при растяжении вдоль и поперек волокон, а также при сжатии

поперек волокон, по данным этих авторов, прямолинейна. Поэтому все сказанное о пересчете пределов прочности к $W = 15\%$ и $t = +20^\circ\text{C}$ справедливо и для этих видов действия сил.

Таблица 4

Порода	Поправочные числа на температуру $V \frac{кг}{см^2}$ на 1°C					
	сжатие вдоль волокон	стати- ческий изгиб	скальвание вдоль волокон в радиальной плоскости	растяжение вдоль волокон	растяжение попе- рек волокон в радиальном направлении в тангентальном направлении	сжатие поперек волокон
Граб	5,0	—	—	—	— 0,8***	—
Береза	4,5	6,0	0,6	—	— 0,5	—
Бук	4,5	—	0,3	—	—	—
Дуб	4,5	5,5	0,6	7,2**	— 0,4***	0,9**
Лиственница	4,5	—	—	—	—	—
Ясень	4,5	—	—	—	—	—
Сосна	3,5	4,5	0,4	3,7**	— 0,3***	0,1****
Клен	3,5	—	—	—	— 0,2	0,3
Ель	2,5	3,0	—	—	—	—
Пихта	2,5	—	—	—	—	—
Осина	4,0	3,5*	0,30 0,43	2,7*	—	—
Ольха	1,90*	2,70*	0,38 0,58	1,9*	—	—

* По В. Н. Макаренкову [6]. ** По Ф. П. Белянкину [1]. *** По М. М. Чернецову [7]. **** По Н. Л. Леонтьеву [4].

Эти данные получены на небольшом числе образцов и поэтому могут рекомендоваться как предварительные. Учитывая величину тройной ошибки, для поправочных чисел (см. табл. 3), можно считать, что рекомендуемые округленные значения являются допустимыми.

В заключение следует отметить: подсчеты показывают, что для древесины даже при отклонении температуры в пределах $\pm 5^\circ$ от стандартной ($+20^\circ\text{C}$), точность проведения испытаний превышает установленную и температурная поправка является необходимой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ф. П. Белянкин. Механические характеристики древесины сосны и дуба при разных гидротермических состояниях в связи с теорией гнутарного процесса. АН УССР, Киев, 1939 (на украинском языке). [2]. М. Д. Бойко. Влияние температурно-влажностного состояния древесины на ее прочность. Госиздат по строительству и архитектуре, 1952. [3]. Н. Л. Леонтьев. Показатели упругих деформаций древесины основных древесных пород СССР и методы их определения. Докторская диссертация, 1950. [4]. Н. Л. Леонтьев. Влияние температуры на механические свойства древесины сосны. Вестник инженеров и техников, № 1, 1952. [5]. Н. Л. Леонтьев. Исследование изменчивости физико-механических свойств древесины парных образцов. Информационный листок, № 14 (201), ЦНИИМОД. [6]. В. Н. Макаренко. Влияние температуры и влажности на механические свойства древесины осины и черной ольхи. Кандидатская диссертация, 1957. [7]. М. М. Чернецов. Исследование прочности древесины при растяжении поперек волокон. «Деревообрабатывающая промышленность» № 3, 1957. [8]. F. Kollmann. Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe. Zweite Auflage. 1. Band, Springer — Verlag, 1951.

Поступила в редакцию
27 июля 1959 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ САХАРА В ПРОЦЕССЕ
ГИДРОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ

А. И. МУДРЕЦОВ

Аспирант

В. Н. КОЗЛОВ

Профессор, доктор технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

При гидролизе древесины существенное значение имеет скорость диффузии образующегося сахара из толщи гидролизующейся древесины в омывающий ее гидролизат.

В литературе имеются данные, касающиеся изучения явлений диффузии сахара при гидролизе древесины разбавленными кислотами [1], [2], [5]. Одним из методов изучения этих явлений может быть определение коэффициента распределения образующегося при гидролизе сахара.

Авторами настоящей статьи экспериментальным путем изучалось изменение относительного коэффициента распределения сахара в зависимости от различных условий гидролиза древесины: концентрации серной кислоты, величины гидромодуля, степени измельчения гидролизующего сырья, времени реакции гидролиза, строения древесины, степени деструкции ее в процессе гидролиза и т. д. в пределах температур 170—200° С.

Под относительным коэффициентом распределения понимается отношение количества сахара, перешедшего в гидролизат, омывающий древесину, к общему его количеству, образовавшемуся в процессе гидролиза, то есть

$$K = \frac{V_2 \cdot C_2}{V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2},$$

где V_1 — объем гидролизата, удерживаемый древесиной;
 C_1 — концентрация сахара в гидролизате древесины;
 V_2 — объем гидролизата вне древесины;
 C_2 — концентрация сахара в гидролизате вне древесины;
 K — относительный коэффициент распределения.

Для гидролиза были взяты опилки и щепа заболонной и ядровой древесины сосны, а также древесина ветвей сосны. Гидролиз проводился в бронзовых ампулах емкостью 120 мл, снабженных бронзовыми же жарманами, в которых помещались термометры. Древесина загружалась в ампулу, заливалась необходимым количеством серной кислоты определенной концентрации и выдерживалась некоторое время для равномерной пропитки сырья. Затем ампула герметически закрывалась и опу-

скалась в предварительно нагретый термостат с парафиновым заполнением. Термостат имел мешалку и ртутный терморегулятор с двойным электромагнитным реле, позволявший поддерживать температуру с точностью до $\pm 0,4^\circ \text{C}$. За начало выдержки принимался момент, когда теплоноситель (парафин) достигал той температуры, которую показывал термометр, вставленный в карман ампулы. Время подогрева во всех опытах составляло пять минут. После необходимой выдержки ампула быстро переносилась в холодную воду, где в течение 1,5—2 мин охлаждалась до комнатной температуры, а затем вскрывалась; содержимое ее переносилось на стеклянный фильтр Шотта № 2, где гидролизат отсасывался под легким вакуумом (50—60 мм рт. ст.) в мерный цилиндр. В гидролизате производилось определение общих РВ по методу Бертра-на, содержание кислот — кондуктометром ВНИИГСа и титрованием 0,1 н. NaOH. Остаток на фильтре промывался водой до отрицательной реакции на РВ и кислотность. В промывных водах определялось содержание РВ и общая кислотность титрованием щелочью. Объем гидролизата, удерживаемый остатком, вычислялся по разности между общим количеством гидролизата и количеством его вне сырья. Остаток далее подсушивался при температуре 60—70° С и взвешивался; в нем определялась влажность, после чего рассчитывалось количество растворившейся древесины в процентах к первоначальному абс. сухому весу навески, взятой для гидролиза.

В табл. 1 показано изменение относительного коэффициента распределения в зависимости от концентрации серной кислоты для древесины различной степени крупности. Гидролизу подвергалась заболонная сосновая древесина при температуре 180° С и гидромодуле 10. Количество удерживаемого сырья гидролизата (в % к абс. сухому остатку) составило: для опилок 360—540%; для щепы 10 × 10 × 5 мм 240—350%; для щепы 28 × 25 × 6 мм 240—340%.

Как видно из данных табл. 1, коэффициент K для опилок в пределах исследованных концентраций серной кислоты изменяется незначительно. Для щепы, наоборот, увеличение концентрации серной кислоты уменьшает величину коэффициента, и тем больше, чем крупнее щепы: для щепы размером 10 × 10 × 5 мм с увеличением концентрации серной кислоты с 0,8 до 1,2% коэффициент уменьшился на 2,5%, а при гидролизе щепы размером 28 × 25 × 6 мм величина K уменьшилась в тех же условиях примерно на 6%. Можно считать, что величина коэффициента для опилок практически мало изменяется во времени. Для более крупного сырья она всегда меньше при гидролизе гемицеллюлоз, затем возрастает и держится также постоянной в течение гидролиза трудногидролизуемых полисахаридов. По окончании гидролиза всех полисахаридов величина K снова возрастает. Снижение относительного коэффициента для щепы можно объяснить тем, что с увеличением концентрации кислоты увеличивается скорость гидролиза, возрастает концентрация сахара C_1 в гидролизате, удерживаемом остатком. Влияние увеличения размера сырья на величину K обусловлено двумя факторами: с одной стороны увеличивается диффузионный путь и уменьшается диффузионный поток сахара; концентрация последнего в гидролизате, удерживаемом щепой, значительно выше, чем в гидролизате, удерживаемом опилками. С другой стороны, щепы удерживают меньший объем гидролизата (от 240 до 340%), чем опилки (от 360 до 540%), то есть изменяется соотношение свободного объема гидролизата и гидролизата, удерживаемого сырьем. Однако первый фактор играет решающую роль, и величина коэффициента K для щепы ниже, чем для опилок. Зависимость коэффициента от изменения температуры приведена в табл. 2.

Таблица 1

Гидролизуемое сырье	Концентрация H ₂ SO ₄	Время выдержки в мин.	Концентрация РВ в %			Выход РВ в % к абс. сухому сырью			Концентрация общих кислот в % в гидролизате	
			в гидролизате		разность C ₁ -C ₂	в гидролизате		коэффициент распределения К	вне сырья	сырья
			вне сырья C ₂	сырья C ₁		вне сырья	сырья			
Опилки 1—2 мм	0,5	0	1,906	2,662	0,756	16,55	6,86	0,707	0,567	0,697
		13	2,264	3,229	0,965	19,76	8,19	0,707	0,678	0,860
		26	2,252	2,888	0,636	19,62	7,37	0,726	0,814	0,973
		40	2,187	2,938	0,751	19,33	7,12	0,730	1,015	2,049
		90	1,810	2,708	0,898	16,15	6,34	0,717	1,436	2,010
	0,8	0	2,079	2,219	0,140	18,11	5,66	0,763	0,907	0,976
		5	2,265	3,149	0,884	19,67	8,12	0,705	0,926	1,062
		10	2,327	3,041	0,714	20,21	7,84	0,720	1,005	1,161
		20	2,288	3,222	0,934	20,25	7,77	0,722	1,229	1,491
		40	2,031	3,282	1,251	18,26	7,46	0,711	1,484	2,071
	1,2	0	1,435	2,357	0,922	13,14	4,99	0,724	2,011	2,741
		5	2,265	2,651	0,386	19,76	6,72	0,745	1,352	1,492
10		2,356	3,233	0,877	20,65	8,06	0,720	1,405	1,617	
15		2,384	3,302	0,918	20,74	8,47	0,710	1,560	1,793	
25		2,412	3,188	0,776	21,18	7,91	0,727	1,750	1,967	
Шепа 10×10×5 мм	0,5	0	1,179	5,635	4,456	11,07	9,77	0,531	0,542	0,775
		15	1,906	4,492	2,586	17,79	8,12	0,686	0,718	0,880
		30	1,892	4,163	2,271	17,58	7,62	0,698	0,875	1,013
		45	1,860	3,538	1,678	17,33	6,38	0,732	1,033	1,131
		96	1,619	3,204	1,585	15,71	4,39	0,782	1,575	1,732
	0,8	0	1,548	5,357	3,709	14,53	9,29	0,610	0,892	1,122
		5	1,838	4,709	2,871	17,18	8,36	0,673	0,963	1,044
		10	1,945	4,702	2,757	18,26	8,16	0,691	1,023	1,288
		20	1,955	4,076	2,121	18,06	7,97	0,694	1,164	1,328
		40	1,848	4,114	2,266	17,33	7,42	0,699	1,488	1,737
	1,2	0	1,520	2,909	1,389	14,33	4,92	0,745	1,978	2,299
		5	1,526	5,169	3,643	14,18	9,46	0,600	1,348	1,519
10		1,916	4,902	2,986	17,94	8,64	0,675	1,462	1,683	
15		1,906	5,318	2,412	18,11	8,64	0,678	1,593	2,165	
25		1,921	4,908	2,987	18,12	8,31	0,683	1,803	1,971	
Шепа 28×25×6 мм	0,5	0	1,824	4,859	3,035	16,95	8,89	0,656	1,961	2,126
		15	1,638	4,295	2,557	15,22	7,86	0,660	2,328	2,885
		30	1,339	5,399	4,060	12,92	9,00	0,590	—	—
		50	1,736	4,417	2,681	16,46	8,23	0,667	0,875	0,869
		91	1,736	4,099	2,363	16,29	7,98	0,671	0,910	0,968
	0,8	0	1,667	4,079	2,412	15,88	7,37	0,683	1,032	1,253
		5	1,528	4,448	2,920	14,88	6,79	0,686	1,368	1,884
		10	1,474	4,782	3,308	13,62	9,98	0,577	0,858	1,107
		20	1,736	4,551	2,715	16,22	9,05	0,641	0,945	1,090
		40	1,800	4,888	3,088	17,02	9,17	0,650	1,007	1,156
	1,2	0	1,726	4,981	3,155	16,44	9,00	0,647	1,190	1,409
		5	1,596	4,809	3,313	15,15	8,82	0,633	1,419	1,593
10		1,310	4,554	3,244	12,99	6,44	0,668	1,926	2,300	
15		1,345	6,208	4,863	13,00	10,35	0,558	1,351	1,584	
25		1,637	5,861	4,224	15,75	10,01	0,612	1,435	1,656	

Гидролизу (при гидромодуле 10) подвергались опилки заболонной сосновой древесины размером 1—2 мм. Из табл. 1 и 2 можно видеть, что при одинаковой глубине гидролиза опилок в пределах исследованных температур 180—200°С относительный коэффициент распределения

Таблица 2*

Температура в °С	Концентрация H ₂ SO ₄ в %	Время выдержки в мин.	Концентрация РВ в %			Выход РВ в % от абс. сухого сырья			концентрация об- щих кислот в %	
			в гидролизате		разность C ₁ —C ₂	в гидролизате		коэффи- циент распре- деления K	в гидролизате	
			вне сырья C ₂	сырья C ₁		вне сырья	сырья.		вне сырья	сырья
190	0,5	0	2,304	2,553	0,249	19,88	6,73	0,741	0,630	0,623
		5	2,407	3,059	0,652	20,80	8,02	0,722	0,683	0,770
		10	2,430	3,410	0,980	21,58	8,13	0,727	0,770	0,906
		15	2,399	3,319	0,920	21,41	7,77	0,734	0,893	1,042
		30	2,297	2,944	0,647	20,01	7,51	0,728	1,225	1,539
	0,8	0	2,371	2,753	0,382	20,66	7,02	0,748	0,915	1,030
		5	2,590	3,324	0,734	22,93	8,02	0,741	1,050	1,226
		10	2,547	3,354	0,707	22,30	8,42	0,750	1,225	1,422
		15	2,522	3,222	0,700	22,32	7,77	0,744	1,466	1,673
		25	1,976	2,738	0,762	17,63	6,40	0,734	1,759	2,124
	1,2	0	1,286	1,765	0,484	12,32	2,90	0,810	2,100	2,567
		5	2,434	2,891	0,457	21,51	7,01	0,755	1,400	1,509
		10	2,630	3,570	0,940	23,24	8,66	0,728	1,593	1,935
		15	2,537	3,514	0,977	23,34	7,25	0,762	1,926	2,275
		20	2,061	3,113	1,052	19,68	5,36	0,786	2,363	3,120
200	0,5	0	1,615	2,551	0,936	15,98	3,48	0,821	2,538	3,572
		5	0,879	1,342	0,463	8,58	2,02	0,808	2,748	3,531
		10	2,495	3,162	0,667	21,59	8,06	0,721	0,648	0,754
		15	2,775	3,771	0,996	24,37	9,35	0,723	0,788	1,024
		20	2,607	3,769	1,062	24,73	6,72	0,785	1,155	1,420
	0,8	0	1,922	2,795	0,873	18,22	4,99	0,786	1,470	—
		5	2,646	3,209	0,563	23,24	7,96	0,745	0,954	—
		10	2,902	3,490	0,588	25,49	8,66	0,747	1,182	1,399
		15	2,656	3,418	0,762	24,06	7,53	0,761	1,628	2,003
		20	1,824	2,455	0,631	17,92	3,69	0,829	2,039	2,556
	1,2	0	1,192	1,674	0,482	11,08	3,29	0,771	2,101	2,531
		3	2,426	2,778	0,352	21,03	7,20	0,745	1,365	1,502
		6	2,786	3,481	0,695	24,27	8,88	0,732	1,540	1,708
		9	2,732	3,839	1,107	24,94	8,19	0,754	1,978	1,877
		12	2,092	3,569	1,477	20,99	4,38	0,828	2,171	3,366
			1,290	2,112	0,822	12,86	2,74	0,825	2,451	3,620

остается практически одинаковым, равным $\approx 0,74$. При гидролизе более крупного сырья возможно, что величина K будет уменьшаться так же, как и в случае увеличения концентрации кислоты. Обращает на себя внимание тот факт, что в начале гидролиза древесины опилок, когда с большой скоростью гидролизуются гемицеллюлозы, коэффициент K заметно не изменяется. Так, например, при нагреве гидролизуемой массы до 190°С в течение 5 мин с серной кислотой концентрации 0,5; 0,8 и 1,2% выход РВ соответственно получен 26,61; 27,68 и 28,52%. Следовательно, можно считать, что гемицеллюлозы за это время гидролизировались полностью, и около 75% всех полученных в результате такого гидролиза сахаров продиффундировало в гидролизат, омывающий гидролизуемый остаток. Разность концентраций РВ в этот период значительно ниже, чем в последующие стадии гидролиза, когда гидролизуется трудногидролизуемая целлюлоза. Объяснить данное явление можно тем, что в начале гидролиза создается особенно высокий диффузионный градиент $C_1 - C_2$, так как C_2 в начале гидролиза равно нулю, а C_1 быстро возрастает из-за большой скорости гидролиза гемицеллюлоз.

Для выяснения зависимости относительного коэффициента распределения от величины гидромодуля гидролизу при $t = 170^\circ\text{C}$ с 0,5%-ной H₂SO₄ и при разной величине гидромодуля подвергали опилки сосновой:

Таблица 3

Гидролизуемое сырье	Величина гидро модуля	Время выдержки в мин.	Концентрация РВ в %			Выход РВ в % к абс. сухому сырью		
			в гидролизате		разность $C_1 - C_2$	в гидролизате		коэффициент распределения K
			вне сырья	сырья		вне сырья	сырья	
Опилки 1—2 мм	7	0	2,480	2,791	0,311	12,79	7,70	0,624
		30	3,131	3,703	0,572	16,15	10,22	0,613
		60	2,925	3,569	0,644	15,09	9,85	0,605
		90	2,646	3,422	0,776	13,64	9,30	0,595
		120	2,515	3,415	0,900	12,95	9,22	0,585
		150	2,480	3,227	0,747	12,79	8,91	0,590
		180	2,178	2,921	0,743	11,23	8,06	0,569
		210	2,275	2,921	0,646	11,73	8,06	0,592
	240	2,009	2,888	0,879	10,50	7,77	0,575	
	11	0	1,079	1,215	0,136	10,38	3,35	0,753
		30	1,928	2,380	0,452	18,54	6,57	0,740
		60	1,710	2,454	0,644	16,45	6,77	0,710
		90	1,755	2,450	0,695	16,64	6,83	0,710
		120	1,592	2,216	0,624	15,31	6,12	0,719
		150	1,563	2,176	0,613	15,03	6,00	0,715
		180	1,505	1,990	0,485	13,64	5,49	0,723
		210	1,485	1,940	0,455	14,28	5,35	0,735
	240	1,369	1,847	0,478	13,36	5,10	0,724	
	15	0	0,910	0,947	0,037	12,68	2,75	0,821
		30	1,505	1,762	0,257	20,98	5,11	0,805
		60	1,349	1,869	0,520	18,93	5,25	0,785
		90	1,359	2,151	0,792	19,45	5,44	0,782
		120	1,268	1,661	0,393	18,50	3,74	0,832
		150	1,245	1,808	0,563	18,39	3,74	0,832
180		1,183	1,638	0,455	16,93	4,14	0,804	
210		1,141	1,371	0,240	16,33	3,43	0,825	
240	1,070	1,303	0,233	15,41	3,66	0,810		

заболонной древесины. Результаты опытов приведены в табл. 3. Данные ее показывают, что относительный коэффициент распределения возрастает при повышении величины гидро модуля. Очевидно, чем больше относительное количество гидролизата вне сырья, тем меньше в нем концентрация РВ (C_2), тем больше разность $C_1 - C_2$, тем большую величину имеет относительный коэффициент распределения. Из таблицы видно, что концентрации C_1 и C_2 , а также разность концентраций $C_1 - C_2$ с увеличением гидро модуля непрерывно снижаются.

Известно, что водообмен между трахеидами отмерших тканей хвойного дерева обеспечивается с помощью окаймленных пор, расположенных на радиальных стенках трахейд. В литературе [3], [4] отмечается, что на успешность пропитки древесины (например, раствором хлористого цинка) решающее влияние оказывает суммарная площадь пор. Известно также, что по мере старения трахейд часть окаймленных пор выключается из работы, и древесина становится труднопроницаемой для воды: чем ближе к центру ствола, тем большее количество пор выключено из действия [6].

Древесина ядра и ветвей имеет несколько более высокий объемный вес по сравнению с заболонной частью, то есть плотность ее несколько выше, чем плотность заболонной древесины. Кроме того, древесина заболони сосны менее смолиста, чем ядровая часть. Поэтому представляет интерес исследовать влияние этих особенностей строения на диффузию сахара из древесины в окружающий раствор через относительный коэффициент распределения K . В табл. 4 показаны результаты опытов по-

Гидролизуемое сырье	Концентрация H_2SO_4 в %	Время выдержки в мин.	Концентрация РВ в %			
			в гидролизате вне сырья C_2		в гидролизате сырья C_1	
			заболонь	ядро	заболонь	ядро
Щепа $10 \times 10 \times 5$ мм	0,5	0	1,527	1,016	3,832	3,928
		30	2,707	2,304	4,500	4,562
		60	2,798	2,470	3,798	4,106
		120	2,509	2,353	3,568	3,433
		180	2,417	2,119	3,587	3,316
		240	2,340	1,921	3,086	2,726
	0,8	0	1,654	1,315	4,815	3,962
		15	2,691	2,275	4,707	4,604
		30	2,672	2,499	4,658	4,236
		60	2,590	2,327	4,619	4,001
		120	2,187	2,119	4,111	3,888
		180	1,879	1,745	3,572	3,051
	1,2	0	2,041	1,515	5,851	6,178
		15	2,672	2,270	5,307	5,490
		30	2,591	2,356	4,687	4,572
100		2,217	1,800	4,050	4,196	
Щепа $28 \times 25 \times 6$ мм	0,8	0	1,632	0,992	5,123	5,135
		15	2,333	1,671	5,135	5,558
		30	2,310	1,879	5,128	5,170
		60	2,270	2,051	4,314	4,840
		120	2,074	1,986	4,045	4,406
		180	1,755	1,691	4,053	3,712
	1,2	0	1,901	1,290	5,703	7,872
		15	2,340	1,963	5,544	6,421
		30	2,197	1,680	4,893	5,283
		45	2,122	1,870	5,553	4,602
		70	2,061	1,772	5,361	4,450

гидролизу щепы заболони и ядра сосны. Гидролиз проводился при $170^\circ C$ и гидромодуле 7. Относительный коэффициент распределения при гидролизе ядровой части хотя и незначительно, но снижается в первый период варки примерно до момента гидролиза 50% всех содержащихся в древесине полисахаридов. Данное явление объясняется тем, что к этому моменту в раствор переходят смолистые вещества, ткани окаймленных пор разрушаются и ядровая древесина по своей проницаемости уже ничем не отличается от заболонной.

При гидролизе крупной щепы значительно возрастает разность концентраций сахара $C_1 - C_2$, особенно для ядровой древесины. Так, в начале гидролиза с 1,2% H_2SO_4 для заболонной щепы ($28 \times 25 \times 6$ мм) она равна 3,802%, а для ядра — 6,582%. Однако величина коэффициента снизилась лишь с 0,546 до 0,481, несмотря на такую большую разницу в концентрациях сахара. Объясняется это тем, что ядровая древесина в этих условиях впитывает и удерживает меньшее количество влаги, чем заболонная древесина (влажность остатка заболонной древесины составила 66,7%, а ядровой 58,8).

Для удаления смолистых веществ сосновые опилки ядровой древесины экстрагировались авиационным бензином и бутанолом. При этом удалилось, соответственно, 4,72 и 6,37% веществ от веса абс. сухого сырья. Данные по гидролизу экстрагированных таким образом опилок представлены в табл. 5. Здесь же показаны и результаты опытов по гидролизу древесины ветвей сосны. Гидролиз проводился при $170^\circ C$ и гидромодуле 10.

Таблица 4

разность $C_1 - C_2$		Выход РВ в % к весу абс. сухого сырья					
		в гидролизате вне сырья		в гидролизате сырья		коэффициент распределения K	
		заболонь	ядро	заболонь	ядро	заболонь	ядро
2,205	1,912	9,39	6,45	6,75	4,08	0,582	0,612
1,793	2,258	16,40	13,52	7,93	8,53	0,673	0,614
1,000	1,636	16,95	14,56	6,69	7,68	0,717	0,655
1,059	1,080	15,20	13,65	6,29	6,65	0,707	0,673
1,170	1,197	14,31	12,15	6,81	6,65	0,678	0,647
0,805	0,805	13,53	11,54	6,29	4,74	0,682	0,710
3,161	2,647	10,13	8,08	8,15	6,33	0,555	0,560
2,016	2,329	16,11	13,20	8,62	8,92	0,652	0,598
1,986	1,787	16,19	14,50	8,21	8,31	0,663	0,636
2,029	1,674	16,04	13,50	7,50	7,76	0,672	0,632
1,924	1,769	13,25	12,29	7,24	7,54	0,647	0,620
1,693	1,306	11,38	9,88	6,29	6,33	0,444	0,611
3,810	4,663	12,64	9,62	9,50	8,69	0,571	0,525
2,635	3,220	16,37	13,79	8,99	9,22	0,646	0,599
2,096	2,216	15,69	13,66	8,26	8,86	0,655	0,608
1,833	2,396	13,73	11,18	6,58	6,41	0,677	0,636
3,491	4,143	10,40	6,36	8,18	5,83	0,560	0,522
2,802	3,887	14,37	10,37	9,28	7,42	0,607	0,582
2,818	3,291	14,24	11,04	9,26	8,63	0,607	0,561
2,044	3,789	13,51	12,19	8,70	7,75	0,608	0,612
1,971	2,420	12,35	11,67	8,16	7,35	0,602	0,613
2,298	2,021	10,74	9,82	7,49	6,44	0,589	0,605
3,802	6,582	11,85	8,27	9,90	8,93	0,546	0,481
3,204	4,458	14,72	11,93	9,47	9,43	0,608	0,559
2,696	3,603	13,14	10,09	9,73	8,11	0,575	0,555
3,431	2,732	13,08	10,74	10,00	8,30	0,567	0,564
3,300	2,678	13,42	10,03	7,81	8,38	0,632	0,545

Несмотря на то, что древесина ветвей обладает несколько большей плотностью по сравнению со стволовой, величина коэффициента K практически одинакова с данными, полученными при гидролизе заболонной древесины с гидромодулем 11 (табл. 3), и несколько выше, чем в случае гидролиза ядровой древесины. Общий выход РВ для экстрагированных опилок пересчитывался на абс. сухой вес неэкстрагированных опилок. Из табл. 5 видно, что общий выход РВ не увеличивается при обработке древесины авиационным бензином и бутанолом. Не изменяется и концентрация РВ в гидролизате вне сырья и в гидролизате, удержанном опилками; одинаковым остается и относительный коэффициент распределения.

Таким образом, в данном случае анатомическое строение не имеет существенного влияния на изменение величины K . Незначительное влияние на его величину имеет и физическое строение древесины; хотя в процессе гидролиза и происходит значительное разрушение древесных тканей, величина K остается практически постоянной до момента полного гидролиза полисахаридов, лишь несколько увеличиваясь к концу. Объясняется это тем, что хотя вес гидролизуемой лигноцеллюлозы уменьшается, структура ее остается прежней, ненарушенной, и только количество жидкости, удерживаемое такой частично деструктурированной древесиной, незначительно уменьшается. Лишь после того, как заканчивается полный гидролиз всех полисахаридов, содержащихся в древесине, относительный коэффициент распределения K увеличивается, так как пополнения количества сахаров в гидролизате, удерживаемом

Таблица 5

Гидролизуемое сырье	Концентрация H_2SO_4 в %	Время выдержки в мин.	Концентрация РВ в %			Выход РВ в % от веса абс. сухого сырья		
			в гидролизате		разность $C_1 - C_2$	в гидролизате		коэффициент распределения K
			вне сырья C_2	сырья C_1		вне сырья	сырья	
Опилки 1—2 мм	0,8	0	1,780	2,144	0,364	14,17	6,62	0,681
		10	2,221	3,102	0,881	17,83	9,35	0,657
		20	2,243	2,713	0,470	17,85	8,38	0,680
		30	2,132	2,944	0,812	16,97	9,09	0,650
		92	1,879	2,562	0,683	15,29	7,45	0,672
а) Ядровой древесины не экстрагированной	0,8	180	1,404	1,848	0,444	11,56	5,19	0,692
		0	2,025	2,265	0,240	16,43	6,79	0,707
		15	2,341	2,803	0,462	18,67	8,79	0,680
		13	2,244	2,653	0,409	18,21	7,95	0,697
экстрагированной авиационным бензином	0,8	60	1,976	2,688	0,712	16,17	7,87	0,672
		120	1,801	2,284	0,483	14,36	7,16	0,668
		0	1,921	2,046	0,125	15,34	6,42	0,706
экстрагированной бутанолом	0,8	15	2,366	2,813	0,447	18,89	8,83	0,682
		30	2,243	2,749	0,506	18,06	8,63	0,677
		60	2,087	2,443	0,356	16,66	8,02	0,675
		120	1,838	2,398	0,560	16,05	7,13	0,679
б) Древесины ветвей	0,8	0	1,911	2,198	0,287	16,09	6,24	0,720
		10	2,412	2,794	0,382	20,93	7,10	0,746
		20	2,252	2,847	0,595	19,86	6,84	0,744
		30	2,119	3,186	1,067	19,32	6,78	0,744
		90	1,654	2,745	1,132	15,19	5,65	0,728
		180	1,160	2,292	1,091	10,72	4,59	0,701

сырьем, не происходит и C_1 уменьшается. Обращает на себя внимание и то обстоятельство, что в процессе гидролиза увеличивается разность концентраций общих кислот в гидролизате вне сырья, и в гидролизате, удерживаемом сырьем (см. табл. 1 и 2). Это явление едва ли можно объяснить более замедленной диффузией кислот из толщи сырья в гидролизат или сорбционными явлениями. Возможно, что в гидролизате, удерживаемом древесиной, распад сахаров идет интенсивнее, чем в гидролизате вне сырья, так как концентрация их в первом случае значительно выше, чем во втором, особенно при гидролизе крупной щепы.

Выводы

1. Показана зависимость величины относительного коэффициента распределения образующихся при гидролизе сахаров от концентрации серной кислоты, времени, величины гидромодуля, степени измельчения древесины, строения древесины в пределах температур 170—200° С.

2. Основным фактором, определяющим величину коэффициента K , является величина гидромодуля, то есть соотношение между объемами гидролизата вне сырья и в самом сырье.

3. Показано, что на величину относительного коэффициента распределения оказывает значительное влияние также степень измельчения гидролизуемой древесины. Условия жесткости гидролиза — температура среды и концентрация катализатора — оказывает влияние только при гидролизе крупной щепы. При гидролизе тонко измельченного сырья, например опилок, условия жесткости гидролиза никакого влияния на величину коэффициента распределения не оказывают.

4. Анатомическое строение древесины практически не оказывает влияния на значение коэффициента распределения, который до момен-

та полного гидролиза всех содержащихся в древесине полисахаридов остается постоянным, после чего увеличивается.

5. В процессе гидролиза наблюдается увеличение разности между концентрацией кислот в гидролизате, удерживаемом сырьем, и концентрацией их в гидролизате вне щепы за счет накопления органических кислот.

6. Основными факторами, определяющими выход РВ, являются температура, концентрация серной кислоты, время выдержки и размеры гидролизуемой древесины. Строение древесины значительного влияния на выход РВ не оказывает.

7. Древесина, обработанная органическими растворителями — авиационным бензином и бутиловым спиртом — увеличения в выходе РВ не дает.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. А. Беляевский. О некоторых вопросах макрокинетики процессов гидролиза. «Гидролизная промышленность СССР» № 2, 1952. [2]. И. А. Беляевский, Р. И. Ульяновская. Скорость диффузии сахара при гидролизе древесной щепы разных размеров. «Сборник трудов ВНИИГС». т. V, 1956. [3]. А. Н. Гартман. Влияние факторов анатомического строения ели на качество ее пропитки. «Лесохимическая промышленность» № 5—6, 1932. [4]. А. Н. Гартман. Влияние анатомического строения древесины сосны на качество ее пропитки. «Лесохимическая промышленность» № 2, 1933. [5]. И. И. Корольков, А. В. Крупнова, Е. Н. Гарманова, Е. А. Ивлиева. Влияние диффузии сахара на выход его при перколяционном гидролизе древесины. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 2, 1958. [6]. Л. М. Перелыгин. Строение древесины. АН СССР, 1954.

Поступила в редакцию
27 апреля 1959 г.

К ВОПРОСУ ОБ ОМЫЛЕНИИ ЭФИРОВ ИЗОБОРНЕОЛА ВОДНОЙ ЩЕЛОЧЬЮ

Сообщение 5

ОМЫЛЕНИЕ ИЗОБОРНИЛ-АЦЕТАТА В ЖИДКОЙ ФАЗЕ*

В. А. ВЫРОДОВ

Младший научный сотрудник

(Всесоюзный заочный лесотехнический институт)

Ранее нами уже отмечалось [1], что омыление изоборнил-формиата в жидкой фазе водной щелочью, начиная с 150°C , проходит в диффузионной области. Если процесс вести при температурах $195\text{--}200^{\circ}\text{C}$, то скорость его не зависит от концентрации и избытка щелочи, физических свойств жидкости и температуры системы.

Исходя из аналогии физико-химических свойств изоборнил-формиата и изоборнил-ацетата, можно полагать, что закономерности, установленные для эфира изоборнеола муравьиной кислоты [1], будут верны и для уксусного эфира изоборнеола. Но поскольку скорость химической реакции омыления изоборнил-ацетата много меньше скорости реакции омыления изоборнил-формиата, то условия проведения процесса омыления уксусного эфира изоборнеола, с точки зрения химической кинетики, должны быть более жесткими. Если скорость процесса омыления изоборнил-формиата при температурах $195\text{--}200^{\circ}\text{C}$ определяется диффузионными закономерностями, то для изоборнил-ацетата этот температурный предел является только началом перехода процесса из кинетической области в диффузионную. Поэтому для успешного проведения омыления изоборнил-ацетата нужно значительно повысить химическую активность компонентов системы, что пока проще всего сделать за счет увеличения температуры реакционного объема. Как сказано ниже, расчет показывает, что «химическое сопротивление» реакции можно сделать ничтожно малым, по сравнению с диффузионным, при температуре порядка 300° . Но такие температуры связаны с большим давлением, свыше 100 атм , в результате чего поставить прямых опытов нам не удалось.

Весьма интересной стороной вопроса при изучении процесса омыления изоборнил-ацетата являются добавки поверхностно-активных веществ. Как показали опыты, только за счет добавок поверхностно-активных веществ при температурах $180\text{--}200^{\circ}\text{C}$ еще нельзя достичь полного успеха, так как «химическое сопротивление» реакции остается очень большим, хотя скорость процесса значительно возрастает.

* Работа выполнена под руководством проф. С. Я. Коротова.

Методика работы

Методика проведения опытов, отбор проб, анализ продуктов и схема установки, на которой изучался процесс омыления изоборнил-ацетата, уже были описаны [1]. Для опытов было использовано два образца технического изоборнил-ацетата: № 1 — Горьковского лесохимического завода, № 2 — Новосибирского химзавода. Анализ показал следующий состав:

	Образец № 1	Образец № 2
Изоборнил-ацетата	84,43	98,0
Изоборнеола	16,85	2,0

Омыление вели 25%-ным NaOH ЧДА, ГОСТ 4328—48.

В опытах исследовалось влияние на величину комплекса KF температуры, числа оборотов мешалки (n), влияние температуры при наличии поверхностно-активного вещества («контакт Петрова») и количества поверхностно-активного вещества в процентах от навески эфира (1 ÷ 7%). Обработку опытных данных вели по уравнению (14) [1]:

$$KF = \frac{\Delta G}{VC_{cp} \Delta \tau}$$

(Все обозначения прежние).

Обсуждение результатов

Результаты опытов представлены на рис. 18, 19, 20, 21.

На рис. 18 представлена зависимость величины $K_x F$ от температуры. Величина $K_x F$ была вычислена из уравнения (4) [3], представленного в виде

$$K_x F = \frac{1}{\frac{1}{KF} - \frac{1}{K_g F}}, \quad (4a)$$

где KF — значение комплекса, найденное из опыта.

Для вычисления величины $K_g F$ воспользовались выведенным ранее уравнением (16a) [1]:

$$(KF)_{иф} = 200(nd^2)^{0,4}.$$

Индексами $иф$ впредь будем обозначать константы, коэффициенты, комплексы для изоборнил-формиата, а индексами $иа$ — для изоборнил-ацетата. Значит

$$(K_g F)_{иа} = (KF)_{иф} = 200(nd^2)^{0,4},$$

где n — число оборотов мешалки, об/мин,

d — диаметр мешалки, м.

Поскольку опыты по выявлению влияния температуры на скорость омыления изоборнил-ацетата проводились при $n = \text{const} = 950$ об/мин, то $(K_g F)$ в этом случае будет постоянным и составит

$$230 \frac{\text{кг-моль}}{\text{м}^3 \text{ час единица концентрации}} = 200(950 \cdot 0,04^2)^{0,4}.$$

На основе опытных данных был подсчитан температурный коэффициент скорости реакции φ .

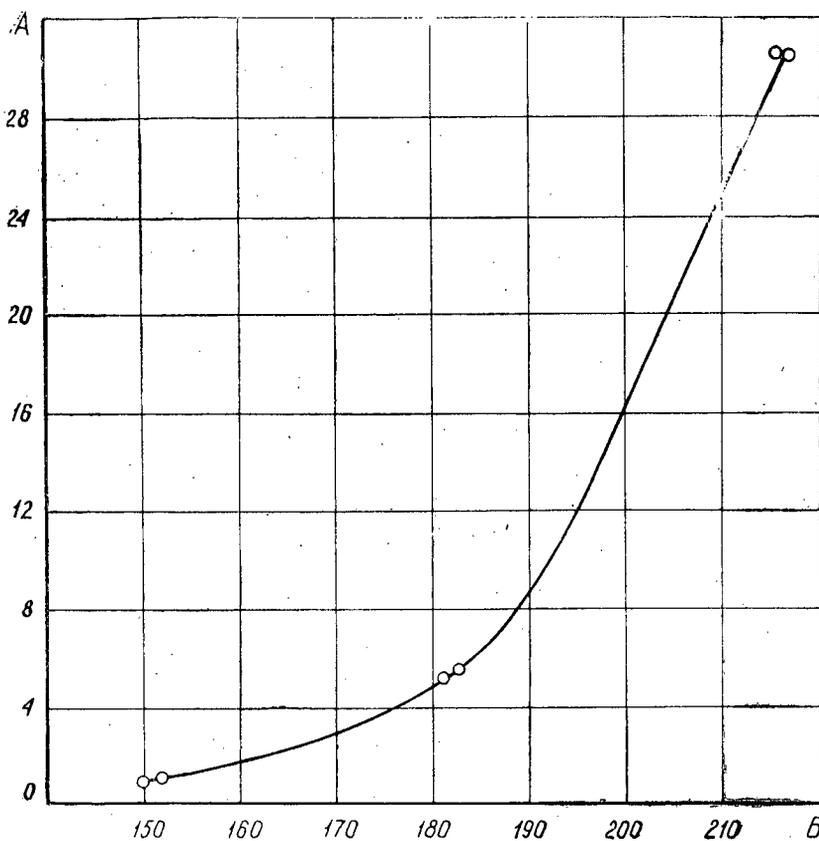


Рис. 18. Зависимость величины KF от температуры при омылении изоборнил-ацетата в жидкой фазе.

$A - KF$ в $\frac{\text{кг-моль}}{\text{м}^3 \text{ час единица концентрации}}$; $B - t^\circ \text{C}$.

Величина температурного коэффициента вычислялась по формуле

$$(K_x F)_{на} = (K_x F)_t \cdot \varphi^n \quad (25)$$

$$t + n \cdot 10.$$

Как видно из табл. 1, температурный коэффициент φ в интервале температур 150—216°C сохраняет постоянное значение $\approx 1,68$. Полученные данные позволяют подсчитать температуру, при которой омыление изоборнил-ацетата пойдет со скоростью омыления изоборнил-формиата, то есть при которой сопротивление химической реакции будет ничтожным. Согласно ранее принятому, $(K_g F)_{на} \approx (KF)_{иф}$ при $nd^2 = 1,52$ составляет 230. Допустим, что химическое сопротивление составляет 5% от диффузионного сопротивления. Тогда $(K_x F)_{на} = 4400$.

Это будет при температуре t_x°

$$1,68 \frac{t_x^\circ - 215}{10} = \frac{(K_x F)_{на} t_x^\circ}{(K_x F)_{на 215}} = \frac{4000}{8,6} = 510.$$

Откуда $t_x^\circ = 330^\circ \text{C}$.

При сопротивлении химической реакции в 10% от диффузионного сопротивления, получаем $t_x = 320^\circ \text{C}$.

Таблица 1

Температура реакции, °C	$KF^* = \frac{G}{VC_{cp}\tau}$	$(K_x F)_{на} = \frac{1}{\frac{1}{(KF)_{на}} - \frac{1}{(K_g F)_{на}}}$	$n \lg \varphi = \frac{(K_x F)_{на t_1}}{(K_x F)_{на t_2}}$	$\frac{(K_x F)_{на t_1}}{(K_x F)_{на t_2}}$	φ
152	0,298	0,300	0,232	$\frac{(K_x F)_{на 182}}{(K_x F)_{на 152}}$	1,69
151	0,280	0,282			
182	1,470	1,491	0,234	$\frac{(K_x F)_{на 181}}{(K_x F)_{на 151}}$	1,70
181	1,400	1,420			
215	8,300	8,600	0,220	$\frac{(K_x F)_{на 216}}{(K_x F)_{на 182}}$	1,66
216	8,300	8,600			
			0,226	$\frac{(K_x F)_{на 215}}{(K_x F)_{на 181}}$	1,68

* Приводятся средние из пяти — шести опытов значения KF .

Приведенная на рис. 18 зависимость относительного роста $K_x F$ от температуры подтверждает кинетический характер процесса омыления изоборнил-ацетата. График на рис. 19 наглядно показывает рост KF с увеличением числа оборотов мешалки.

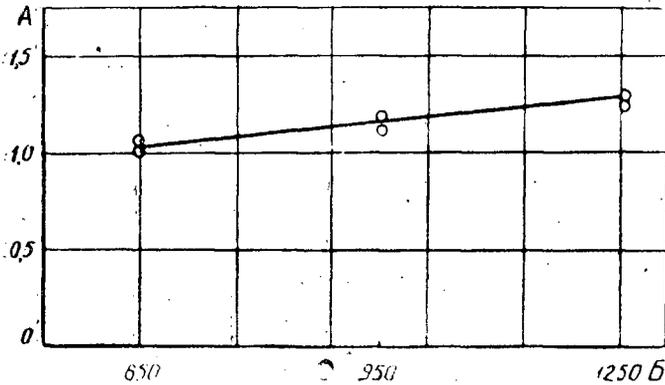


Рис. 19. Зависимость KF от числа оборотов мешалки (n) при омылении изоборнил-ацетата в жидкой фазе.

A — KF в $\frac{кг-моль}{м^3 \text{ час единица концентрации}}$;
 B — n — число оборотов мешалки об/мин.

Полагая, что при постоянной температуре величина скорости химической реакции остается неизменной, то есть при $t = \text{Const } K \approx K_x = \text{Const}$, можно составить математическую зависимость относительного роста поверхности раздела фаз от числа оборотов мешалки. Для наших опытов эта зависимость удовлетворяет уравнению:

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^{0,335} \quad \text{или} \quad F = B(n)^{0,335}. \quad (26)$$

Так как раньше [1] зависимость величины KF от числа оборотов выражалась уравнением (16):

$$KF = 40(n)^{0,4},$$

то из сопоставления уравнений (16) и (26) следует

$$K = \frac{40}{B} n^{0,065}. \quad (27)$$

Из выражения (27) видно, что рост комплекса KF при увеличении числа оборотов происходит в основном за счет роста поверхности контакта фаз. Еще более резко выразилась зависимость KF от роста поверхности раздела фаз при добавках поверхностно-активного вещества. В нашем случае в качестве поверхностно-активного вещества применялся контакт Петрова. В табл. 2 представлены результаты проведенных при одинаковых условиях двух серий опытов, в одной из которых был добавлен эмульгатор в количестве 2% от веса эфира.

Таблица 2

№ п/п.	Наименование опытов	Температура реакционного объема в °С	Величина KF
1	Без эмульгатора	152	0,282
			0,276
			0,288
			0,278
			Среднее 0,281
2	С эмульгатором 2% эфира	148	11,7
			14,2
			11,0
			6,65
			Среднее 10,89

Из табличных данных следует, что в серии опытов, которые проводились с добавкой эмульгатора в количестве 2% от веса эфира, величины комплекса KF более чем в 40 раз превышают KF , полученные в опытах, проведенных без добавки эмульгатора. Однако причины такого большого роста величины KF при внесении эмульгатора требуют уточнения. На рис. 20 показана зависимость величины KF от температуры в присутствии эмульгатора.

В этой серии опытов отмечено, что в интервале температур 148—187°С рост величины KF происходит примерно в 1,7 раза, а при разности температур 187—200°С роста KF не наблюдается.

Объяснить это явление можно следующим образом. В присутствии поверхностно-активного вещества происходит резкое возрастание F , а следовательно и KF . Но наличие поверхностно-активного вещества приводит к стабилизации поверхности раздела фаз в результате образования молекулами эмульгатора на этой поверхности диффузионного слоя — «ламинарной пленки». Проведенные наблюдения показали, что стабильность эмульсии: 25%-ный раствор NaOH — изоборнил-ацетат в случае добавки 2% контакта Петрова приблизительно в 12 раз выше, чем стабильность эмульсии той же системы, но при отсутствии добавки эмульгатора. Поэтому, если процесс вести при высоких температурах и при условии режима свободной развитой турбулентности, то есть когда скорость химической реакции и конвективная диффузия достаточно велики, то определяющей величиной скорости процесса будет молекулярная диффузия через ламинарную пленку. Таким образом, при высоких температурах в присутствии эмульгатора скорость процесса зависит от D — коэффициента диффузии и только в этой мере зависит от температуры.

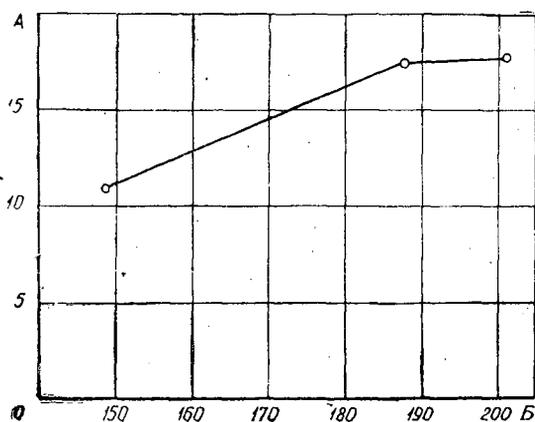


Рис. 20. Зависимость KF от температуры при омылении изоборнил-ацетата в жидкой фазе в присутствии эмульгатора (2%).

A — KF в $\frac{\text{кг-моль}}{\text{л}^3 \text{ час единица концентрации}}$; B — $t^\circ\text{C}$.

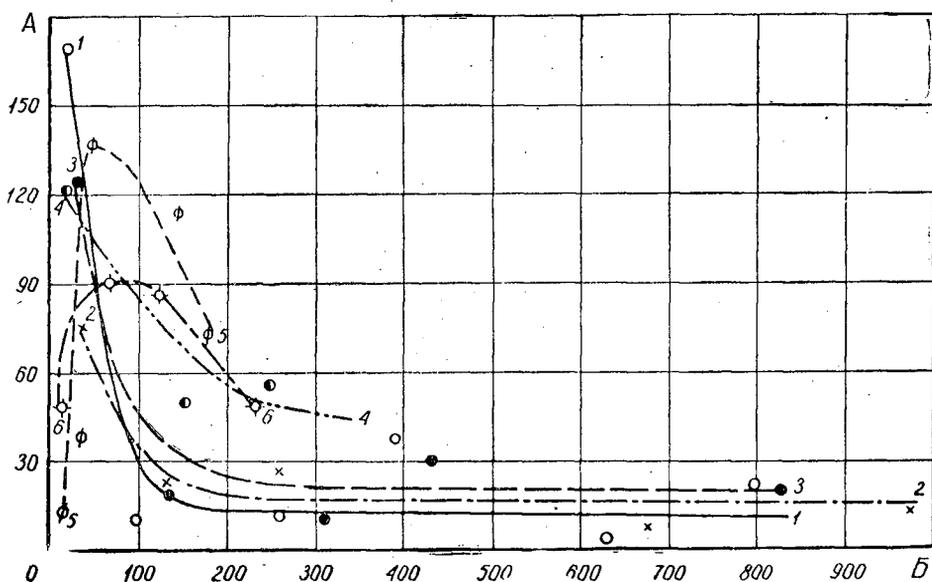


Рис. 21. Зависимость скорости процесса омыления изоборнил-ацетата при различных добавках эмульгатора (в % по отношению к эфиру).

Добавлено эмульгатора: 1—1%; 2—2%; 3—3%; 4—4%; 5—6%; 6—7%.

A — KF в $\frac{\text{кг-моль}}{\text{л}^3 \text{ час единица концентрации}}$; B — время в сек.

Зависимость величины KF от количества добавленного эмульгатора представлена на рис. 21. Для выяснения этой зависимости были поставлены серии опытов, в которых количество эмульгатора изменялось от 1 до 7% по отношению к изоборнил-ацетату.

Здесь любопытно отметить следующую закономерность. В результате добавки эмульгатора величина KF растет. Особенно резкое возрастание величины KF наблюдается спустя некоторое время после добавки эмульгатора, что, очевидно, можно объяснить стадией формирования

«дополнительной» поверхности раздела фаз. Подобное явление можно сравнить с «концевым эффектом» при экстракции, который характеризуется повышенным массообменом на одном из концов экстрактора [2].

При достаточном избытке эмульгатора некоторая часть его будет находиться в объеме, образуя третью объемную фазу. Эта фаза и ламинарная пленка обмениваются молекулами эмульгатора. Вследствие этого происходит обновление поверхностного слоя, и падение массообмена, наблюдаемое при малых добавках эмульгатора, замедляется.

Аналогией этому явлению может служить отмеченная Н. И. Гельпериным [2] зависимость величины «концевого эффекта» от степени диспергирования исходного раствора и экстрагента. Зона действия «концевого эффекта» в этих условиях расширяется.

К сожалению, в настоящее время по вопросу влияния поверхностно-активных веществ в физико-химических процессах имеются очень мало-численные и к тому же противоречивые сведения [4]. Поэтому сделать определенные выводы на основе небольшого числа опытов затруднительно.

Выводы

1. Установлено, что скорость процесса омыления изоборнил-ацетата в жидкой фазе водной щелочью до 216°С определяется скоростью химической реакции. Температурный коэффициент скорости химической реакции в данном случае $\varphi = 1,68$.

2. Расчетным путем показано, что непрерывный процесс омыления изоборнил-ацетата в жидкой фазе можно осуществить при температуре $\approx 300^\circ\text{C}$.

3. При постоянной температуре рост KF с увеличением числа оборотов мешалки можно объяснить в основном ростом F , зависимость которой от числа оборотов выражается формулой

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^{0,335}$$

4. Сделана попытка объяснить отсутствие роста $KF_{\text{на}}$ в присутствии эмульгатора при повышении температуры свыше 187°С зависимостью скорости процесса от коэффициента молекулярной диффузии через ламинарную пленку эмульгатора на границе раздела фаз.

5. Сделана попытка объяснить рост KF с увеличением добавок эмульгатора образованием третьей объемной фазы, из которой эмульгатор непрерывно поступает на образование поверхности раздела фаз, что делает эту поверхность более динамичной. Явление роста KF в первый момент после добавки эмульгатора и сохранение более высокого значения KF в течение всего процесса при больших добавках эмульгатора, можно сравнить с «концевым эффектом» при экстракции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Выродов, С. Я. Коротов. Известия высших учебных заведений, «Лесной журнал» № 3, 1959. (Сообщение 2). [2]. Н. И. Гельперин. Вопросы массо-передачи. Госхимиздат, 1957. [3]. С. Я. Коротов, В. А. Выродов. Известия высших учебных заведений, «Лесной журнал» № 2, 1959. (Сообщение 1). [4]. А. Н. Терновская, А. П. Белопольский. «Журнал физической химии», 24, № 1. стр. 43 и № 8, стр. 980, 1950.

Поступила в редакцию
21 января 1959 г.

ОБМЕННО-АДСОРБЦИОННОЕ РАВНОВЕСИЕ НА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Г. М. СКУРИХИНА

Ассистент

В. И. ЮРЬЕВ

Доцент, кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Обмен двух катионов M_1 и M_2 на целлюлозных материалах можно в общем виде представить следующим уравнением

$$\frac{1}{Z_1} \text{целл. } M_1 + \frac{1}{Z_2} M_2 + n(\overline{H_2O}) = \frac{1}{Z_2} \text{целл. } \overline{M}_2 + \frac{1}{Z_1} M_1 + n(H_2O), \quad (1)$$

где Z_1 и Z_2 — заряды (валентности) соответствующих катионов; \overline{M}_1 и \overline{M}_2 — ионы в поглощенном состоянии, а M_1 и M_2 — эти же ионы в свободном растворе. $(\overline{H_2O})$ и (H_2O) — обозначают соответствующие молекулы воды (растворителя) в связанном состоянии, то есть в двойном электрическом слое (ионная сольватация) и в свободном растворе; n — число миллимолей воды, перенесенных из двойного слоя в свободный раствор при обмене одного миллиэквивалента ионов. Применяя термодинамическое уравнение изотермы реакции к процессу обмена катионов [5], получаем:

$$RT \ln \frac{a_{\overline{M}_1}^{1/z_1} \cdot a_{M_2}^{1/z_2}}{a_{\overline{M}_2}^{1/z_2} \cdot a_{M_1}^{1/z_1}} = k + n(\mu_{H_2O} - \mu_{\overline{H_2O}}), \quad (2)$$

где k — разность стандартных изобарных потенциалов для данной пары обменивающихся ионов, $a_{\overline{M}}$ — активность катионов в двойном электрическом слое на поверхности целлюлозы, a_M — активность катионов в равновесном растворе, μ_{H_2O} и $\mu_{\overline{H_2O}}$ — химические потенциалы воды в свободном растворе и в двойном электрическом слое, R — газовая постоянная и T — абсолютная температура. Уравнения (1) и (2) написаны для случая, когда процесс обмена поглощенных катионов M_1 на катионы M_2 сопровождается освобождением n миллимолей воды. Если в первом приближении пренебречь изменением количества связанной воды при процессе ионного обмена ($n = 0$), то уравнение (2) примет следующий вид:

$$RT \ln \frac{a_{M_1}^{1/z_1} \cdot a_{M_2}^{1/z_2}}{a_{M_2}^{1/z_2} \cdot a_{M_1}^{1/z_1}} = k \quad (3)$$

или

$$\frac{a_{M_1}^{1/z_1} \cdot a_{M_2}^{1/z_2}}{a_{M_2}^{1/z_2} \cdot a_{M_1}^{1/z_1}} = e^{\frac{k}{RT}} \quad (4)$$

При постоянной температуре правая часть уравнения (4) является постоянной величиной, следовательно

$$\frac{a_{M_1}^{1/z_1} \cdot a_{M_2}^{1/z_2}}{a_{M_2}^{1/z_2} \cdot a_{M_1}^{1/z_1}} = K, \quad (5)$$

где K — константа ионного обмена.

Уравнение (5) тождественно с уравнением Б. П. Никольского [4]. Константа K представляет собой изменение свободной энергии при обмене ионов в стандартных условиях без учета изменения свободной энергии в результате изменения количества связанной воды целлюлозой в процессе ионного обмена. В большинстве случаев уравнение (5) удобнее применять в следующей форме

$$\frac{g_1^{1/z_1} \cdot C_2^{1/z_2}}{g_2^{1/z_2} \cdot C_1^{1/z_1}} = K', \quad (6)$$

где g_1 и g_2 — количества поглощенных катионов в мг-экв на 100 г абсолютно сухого целлюлозного материала, C_1 и C_2 — равновесные концентрации соответствующих ионов в г-экв на литр раствора, K' — кажущаяся константа обмена ионов. Уравнение (6) может быть представлено в виде

$$\frac{g_1^{1/z_1}}{g_2^{1/z_2}} = K' \frac{C_1^{1/z_1}}{C_2^{1/z_2}} \quad (7)$$

Если уравнение Б. П. Никольского применимо для данного катионита, то константа K' должна представлять собою угловой коэффициент прямой линии в координатах

$$\frac{g_1^{1/z_1}}{g_2^{1/z_2}} \text{ и } \frac{C_1^{1/z_1}}{C_2^{1/z_2}}.$$

В целях проверки применимости уравнения обменной адсорбции Б. П. Никольского к целлюлозным материалам были определены кажущиеся константы обмена некоторых катионов на препаратах оксигеллюлозы (моно- и дикарбоксилцеллюлозы). В качестве исходного материала была использована белая сульфитная целлюлоза. Образцы монокарбоксилцеллюлозы получались путем окисления целлюлозы двуокисью азота [6]. Образец дикарбоксилцеллюлозы готовился через промежуточный препарат диальдегидцеллюлозы, с последующим окислением его хлоритом натрия [9]. Были получены два образца монокарбоксилцеллюлозы с содержанием 8,74 и 10,5% карбоксильных групп и один образец дикарбоксилцеллюлозы с 4,70% COOH-групп.

Обменно-адсорбционное равновесие на монокарбоксилцеллюлозе было изучено для следующих пар катионов: $\text{Ca}^{++} - \text{Cu}^{++}$, $\text{Mg}^{++} - \text{Ca}^{++}$, $\text{Ca}^{++} - \text{Al}^{+++}$, $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{++}$, а на дикарбоксилцеллюлозе для $\text{Mg}^{++} - \text{Al}^{+++}$. Количество адсорбируемых катионов определялось методом вытеснения 0,1н. HCl [7]. Содержание всех катионов как в адсорбированном состоянии, так и в равновесных растворах определялось аналитическим путем. Кальций определялся весовым методом в виде оксалата [10], двухвалентный ион меди — иодометрически [2], алюминий при помощи осаждения оксихинолином [1], натрий в виде тройной соли натрий-цинк-уранил-ацетата [3] и магний путем осаждения оксихинолином в щелочной среде [2]. В табл. 1—5 приведены соответствующие экспериментальные данные, из которых вычислены кажущиеся константы обмена по уравнению (6).

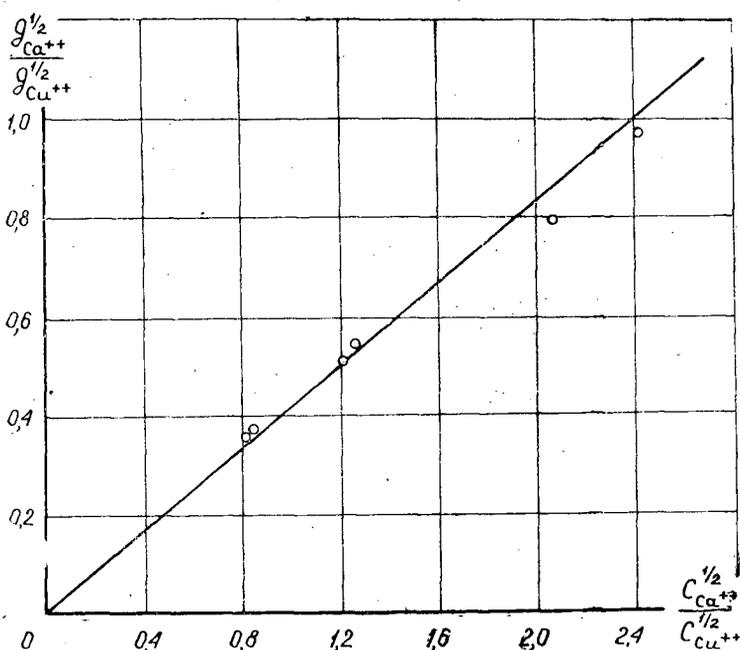


Рис. 1. Обменно-адсорбционное равновесие между ионами Ca^{++} и Cu^{++} на монокарбоксилцеллюлозе.

На рис. 1—4 произведена проверка применимости уравнения (7) к исследованным целлюлозным препаратам.

Рассматривая таблицы и графики, можно сделать заключение, что для таких катионитов, как целлюлозные волокнистые материалы, уравнение обменной адсорбции Б. П. Никольского в форме (6) и (7) вполне применимо для обмена катионов одинаковой валентности ($\text{Ca}^{++} - \text{Cu}^{++}$ и $\text{Mg}^{++} - \text{Ca}^{++}$). Отклонение от среднего арифметического значения для константы обменной адсорбции не превышает в большинстве случаев 2—5%, что находится в пределах ошибок опыта. При обмене же ионов разной валентности ($\text{Na}^+ - \text{Ca}^{++}$, и $\text{Ca}^{++} - \text{Al}^{+++}$) отклонения значительно больше и достигают в ряде случаев 20—33%. Эти отклонения можно объяснить, с одной стороны, некоторым изменением ионной силы раствора с изменением соотношения концентраций разновалентных

Таблица 1
Константа обменной адсорбции для ионов кальция и двухвалентной меди на монокарбоксилцеллюлозе
с содержанием 10,5% карбоксильных групп

Раствор, применяемый при приготовлении исходных препаратов	рН равновесного раствора	Концентрация равновесного раствора в г-экв/л		Адсорбировано м-экв на 100 г абс. сух. целлюлозы		Ионная сила раствора μ	$K' = \frac{g_{Ca^{++}} \cdot C_{Cu^{++}}}{g_{Cu^{++}} \cdot C_{Ca^{++}}}$	Отклонение от среднего значения в %
		$C_{Ca^{++}}$	$C_{Cu^{++}}$	$g_{Ca^{++}}$	$g_{Cu^{++}}$			
0,1н. Ca ⁺⁺ , рН=3,51	3,38	0,04068	0,05752	13,89	100,50	0,1761	0,442	+5,24
0,1н. Cu ⁺⁺ , рН=3,45	3,38	0,03915	0,05950	14,65	114,27	0,1777	0,441	+5,00
0,1н. Ca ⁺⁺ , рН=3,51	3,42	0,06113	0,03940	26,05	88,05	0,1705	0,437	+4,05
0,1н. Cu ⁺⁺ , рН=3,48	3,47	0,06036	0,04092	25,97	101,24	0,1724	0,417	-0,71
0,1н. Ca ⁺⁺ , рН=3,44	3,49	0,08598	0,01478	55,00	58,28	0,1585	0,402	-4,29
0,1н. Cu ⁺⁺ , рН=3,44	3,49	0,08308	0,01938	48,26	76,96	0,1634	0,383	-8,81
Среднее 0,420								

Таблица 2
Константа обменной адсорбции для ионов магния и кальция на монокарбоксилцеллюлозе
с содержанием 10,5% карбоксильных групп

Раствор, применяемый при приготовлении исходных препаратов	рН равновесного раствора	Концентрация равновесного раствора в г-экв/л		Адсорбировано м-экв на 100 г абс. сух. целлюлозы		Ионная сила раствора μ	$K' = \frac{g_{Mg^{++}} \cdot C_{Ca^{++}}}{g_{Ca^{++}} \cdot C_{Mg^{++}}}$	Отклонение от среднего значения в %
		$C_{Mg^{++}}$	$C_{Ca^{++}}$	$g_{Mg^{++}}$	$g_{Ca^{++}}$			
0,1н. Ca ⁺⁺ , рН=3,56	3,65	0,04440	0,05847	25,97	71,03	0,1543	0,698	-1,97
0,1н. Mg ⁺⁺ , рН=3,36	3,64	0,04989	0,05782	28,75	68,94	0,1616	0,699	-1,83
0,1н. Ca ⁺⁺ , рН=3,63	3,63	0,03483	0,08555	17,06	83,78	0,1806	0,698	-1,97
0,1н. Mg ⁺⁺ , рН=3,39	3,66	0,03419	0,08549	17,19	81,24	0,1795	0,724	+1,69
0,1н. Ca ⁺⁺ , рН=3,64	3,67	0,03210	0,06907	18,72	81,25	0,1518	0,707	-0,70
0,1н. Mg ⁺⁺ , рН=3,66	3,66	0,03286	0,06964	20,66	80,17	0,1538	0,744	+4,49
Н-форма	3,69	0,05755	0,03972	43,30	59,00	0,1459	0,712	0,00
Среднее 0,712								

Таблица 3

Константа обменной адсорбции для ионов кальция и алюминия на монокарбоксилцеллюлозе с содержанием 8,74% карбоксильных групп

Исходный препарат	рН равновесного раствора	Концентрация равновесного раствора z -экв/л		Адсорбировано m -экв		Ионная сила раствора μ	Отклонение от среднего значения, в %
		$C_{Ca^{++}}$	$C_{Al^{+++}}$	$g_{Ca^{++}}$	$g_{Al^{+++}}$		
Н-форма	3,54	0,07873	0,02009	26,18	136,96	0,1583	-0,52
"	3,44	0,06057	0,04101	14,89	156,24	0,1729	+3,83
"	3,38	0,04366	0,06255	8,19	160,47	0,1906	+3,41
"	3,31	0,02099	0,08253	1,99	168,57	0,1965	-20,78
"	3,60	0,04158	0,006598	34,20	116,45	0,0756	+13,96
Среднее 0,967							

Таблица 4

Константа обменной адсорбции для ионов натрия и кальция на монокарбоксилцеллюлозе с содержанием 10,5% карбоксильных групп

Раствор, применяемый при приготовлении исходных препаратов	рН равновесного раствора	Концентрация равновесного раствора в z -экв/л		Адсорбировано m -экв		Ионная сила раствора μ	Отклонения от среднего значения, в %
		C_{Na^+}	$C_{Ca^{++}}$	g_{Na^+}	$g_{Ca^{++}}$		
0,1н. Na^+ , рН=3,64	3,55	0,04732	0,05048	2,50	93,05	0,1230	+17,57
0,1н. Ca^{++} , рН=3,61	3,57	0,04694	0,05081	2,50	94,70	0,1232	+17,86
0,1н. Na^+ , рН=3,56	3,55	0,02826	0,07260	0,81	97,28	0,1372	-25,21
0,1н. Ca^{++} , рН=3,54	3,56	0,02555	0,07219	0,74	98,11	0,1338	-25,50
Н-форма	3,56	0,04704	0,04960	2,83	93,05	0,1215	+32,66
Н-форма	3,53	0,03089	0,06994	1,00	98,20	0,1358	-17,38
Среднее 1,047							

Таблица 5

Константа обменной адсорбции для ионов магния и алюминия на дикарбоксилцеллюлозе с содержанием 4,70% карбоксильных групп

Исходный препарат	рН равновесного раствора	Концентрация равновесного раствора г-экв/л		Адсорбировано мг-экв / 100 г абс. сух. целлюлозы		Ионная сила раствора	$\frac{g_{Mg^{++}}^{1/2} \cdot C_{Al^{+++}}^{1/3}}{g_{Al^{+++}}^{1/3} \cdot C_{Mg^{++}}^{1/2}}$	Отклонение от среднего значения в %
		$C_{Mg^{++}}$	$C_{Al^{+++}}$	$g_{Mg^{++}}$	$g_{Al^{+++}}$			
Н-форма	3,49	0,07633	0,01854	3,43	80,17	0,1516	0,411	-6,50
	3,37	0,05639	0,03877	2,03	81,57	0,1621	0,468	+6,50
Среднее 0,4395								

ионов, а с другой — в этом случае уже может сказаться в некоторой степени и изменение в количестве связанной воды в целлюлозном материале (изменения ионной гидратации) при обмене разновалентных ионов.

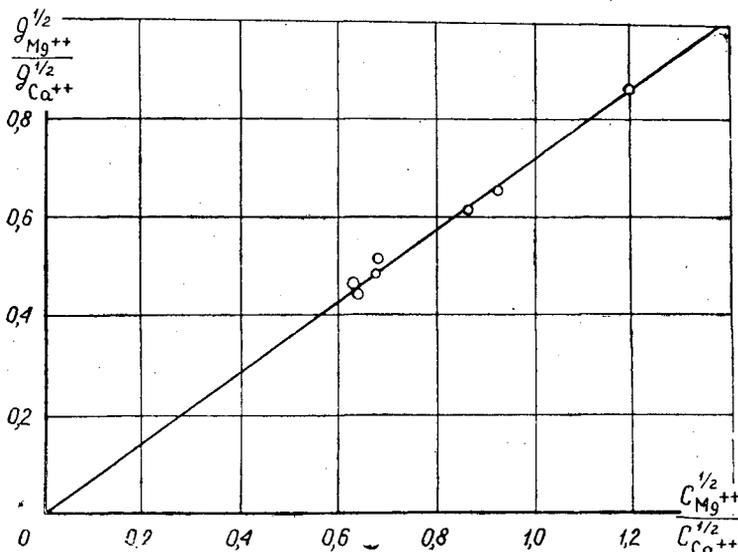


Рис. 2. Обменно-адсорбционное равновесие между ионами Mg^{++} и Ca^{++} на монокарбоксилцеллюлозе.

В целях выяснения обратимости процесса обменной адсорбции катионов на целлюлозных волокнистых материалах были поставлены опыты по определению кажущихся констант обменной адсорбции, исходя из различных солевых форм данного образца оксигеллюлозы. Опыты проводились следующим образом: отдельные навески соответствующих образцов обеззоленной оксигеллюлозы, находящихся в так называемой Н-форме, насыщались каким-либо одним катионом металла при определенном рН растворе. Затем эти образцы тщательно отмывались от механически увеличенного раствора. В результате такой обработки получались препараты, насыщенные катионами натрия, кальция, магния или двухвалентной меди. Далее, насыщенная определенным катионом,

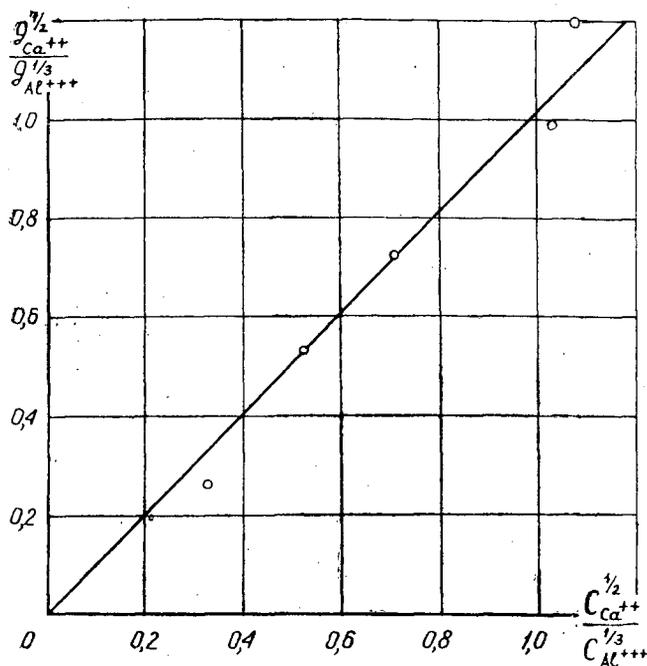


Рис. 3. Обменно-адсорбционное равновесие между ионами Ca^{2+} и Al^{3+} на монокарбоксилцеллюлозе.

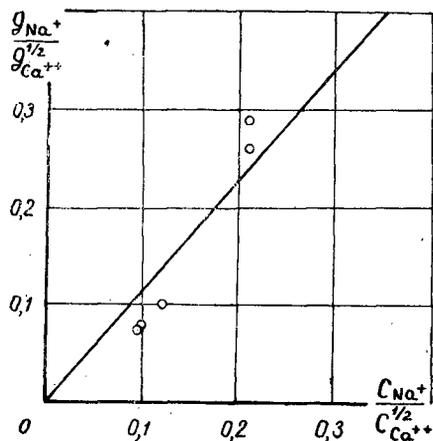
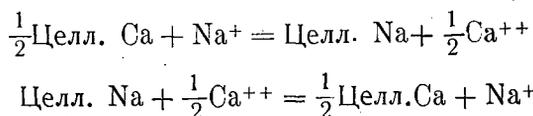


Рис. 4. Обменно-адсорбционное равновесие между ионами Na^+ и Ca^{2+} на монокарбоксилцеллюлозе.

навеска карбоксилцеллюлозы приводилась в соприкосновение с раствором, содержащим одновременно либо ионы натрия и кальция, либо ионы кальция и магния или ионы кальция и двухвалентной меди. После достижения равновесия определялись количества адсорбированных катионов и их концентрация в равновесном растворе. Таким образом, изучались равновесия, достигнутые с разных сторон. Например, для ионов кальция и натрия эти равновесия могут быть представлены следующими химическими уравнениями:



Из полученных данных (см. табл. 1, 2 и 4) можно видеть, что равновесное состояние получается одинаковым, независимо от того, каким катионом был предварительно насыщен данный образец карбоксилцеллюлозы. Константы прямого и обратного процесса очень хорошо совпадают. Ранее аналогичные опыты были нами поставлены с вискозной целлюлозой при обмене ионов кальция и алюминия и на сульфитной небеленой целлюлозе с ионами кальция и двухвалентной меди [8]. В этих случаях также константы обменной адсорбции прямого и обратного процесса практически совпадали. Все эти исследования показывают, что при обмене катионов металлов на волокнистых целлюлозных материалах устанавливается истинное равновесие.

Выводы

1. Изучено обменно-адсорбционное равновесие катионов на различных препаратах карбоксилцеллюлозы. В случае обмена катионов одинаковой валентности уравнение обменной адсорбции Б. П. Никольского применимо к целлюлозным материалам с достаточной точностью ($\pm 2-5\%$). При обмене разновалентных катионов отклонения достигают 20—33%.

2. Показано, что при обмене катионов металла на волокнистых целлюлозных материалах устанавливается истинное равновесие.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. К. Бабко, И. В. Пятницкий. Количественный анализ. М., 1956.
 [2]. И. М. Кольтгоф, Е. Б. Сендэл. Количественный анализ. М., 1938.
 [3]. Н. В. Кондырев, В. И. Юрьев. Памяти Ю. М. Шокальского, ч. 2. Изд. АН СССР, М.-Л., стр. 256, 1950. [4]. Б. П. Никольский, В. И. Парамонова. «Успехи химии» 8, вып. 10, 1535, 1939. [5]. Г. В. Самсонов. Хроматография. Медгиз, 1955. [6]. Г. С. Скурихина и В. И. Юрьев. «Журнал прикладной химии», 31, 931, 1958. [7]. В. И. Юрьев, С. С. Позин, Г. М. Скурихина. Материалы центрального научно-исследовательского института бумажной промышленности, вып. 37, 83, 1948. [8]. В. И. Юрьев, Г. М. Скурихина. Техническая информация по итогам научно-исследовательских работ Ленинградской лесотехнической академии им. С. М. Кирова, № 7, 28, 1954. [9]. А. Г. Яшунская, Н. Н. Шорыгина, З. А. Роговин. ЖПХ, 22, 865, 1949. [10]. E. V. Sandell, and G. M. Kolthoff. Industrial and engineering Chemistry, Analytical edition, 11, 90, 1939.

Поступила в редакцию
12 июня 1959 г.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ХВОЙНОЙ ДРЕВЕСИНЫ, ПОРАЖЕННОЙ СИБИРСКИМ ШЕЛКОПРЯДОМ

Д. С. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

Доцент, кандидат технических наук

(Сибирский технологический институт)

В Сибири и на Дальнем Востоке имеются значительные площади лесов, усохших в результате поражения их сибирским шелкопрядом. Только в одном Красноярском крае площадь таких лесов превышает многие сотни тысяч гектаров. В лесах Иркутской, Томской, Тюменской и других областей Сибири также имеется значительное количество очагов, пораженных шелкопрядом.

Химический состав и морфологическое строение свежесушеной от повреждений гусеницами сибирского шелкопряда древесины, по-видимому, не могут значительно отличаться от химического состава свежесрубленного здорового леса.

Такая усохшая древесина до сих пор не использовалась. Переработка же ее химическими способами на бумагу и картон может дать нашему народному хозяйству дополнительные большие сырьевые ресурсы.

Нами исследована возможность использования хвойной древесины, пораженной сибирским шелкопрядом, для получения технической целлюлозы, полуцеллюлозы и из них — картона и бумаги. Опытам были подвергнуты 16 образцов древесины в различной стадии загнивания и разрушения, отбор которых произведен Сибирским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства на лесных дачах, расположенных в Томской и Иркутской областях.

Образцы древесины распиливались на шайбы высотой 18–20 мм, которые затем раскалывались на щепу размером 20 × 20 × 3 мм. Щепка одного образца тщательно перемешивалась и использовалась для получения целлюлозы, полуцеллюлозы и из них картона и бумаги. Все опилки от каждого образца смешивались, и полученная средняя проба использовалась для определения содержания основных компонентов древесины: альфа-целлюлозы, лигнина, смол, жиров, восков и терпенов, минеральных веществ и влажности. Определения велись стандартными методами. Анализ состава различных образцов древесины, пораженной шелкопрядом, приводит к следующим выводам:

1. Содержание целлюлозы в образцах пихты колеблется от 44,9 до 48,8%; в наименее поврежденной микроорганизмами древесине не имеется заметных различий в составе основных компонентов по сравнению со свежесрубленным здоровым лесом.

2. Повышение содержания в древесине гнили влечет за собою снижение содержания целлюлозы и повышение содержания лигнина до 28,45 ÷ 35,04%, то есть в пределах нормы для здоровой древесины.

3. Содержание целлюлозы в исследованных образцах кедр сибирского равно 50,9 ÷ 51,3%, то есть не отличается от содержания этого компонента в здоровых образцах древесины этой породы.

4. Количество смол в сухостойной древесине, как и можно было ожидать, меньше, чем в свежесрубленной — здоровой. Это является положительным фактором при сульфитном способе варки целлюлозы. Свежесрубленный здоровый кедр обычно имеет более высокое содержание смол.

Для выявления основного состава сухостойной древесины, пораженной сибирским шелкопрядом, были произведены варки из нее сульфатной целлюлозы по двум различным режимам:

Режим № 1 (быстрая варка)		Режим № 2 (замедленная варка)	
Подъем температуры до 172°	1 час 30 мин	Подъем температуры до 167—169°	3 часа 30 мин
Варка при 172—174°	0 « 45 «	Варка при 169°	2 « 00 «
Снижение давления до атмосферного (сдвух)	0 « 15 «	Снижение давления до 4—5 атм	0 « 15 «
		Последующий спуск давления до атмосферного	0 « 15 «
Всего 2 час 30 мин		Всего 6 час. 00 мин	

Варка целлюлозы производилась в автоклаве с электронагревом при жидкостном модуле, равном 5 ÷ 6. Щелок для варки применялся двух составов:

- 1) NaOH — 69,6 г/л
Na₂S — 24,6 »
- 2) NaOH — 97,6 »
Na₂S — 16,9 »

Выход целлюлозы в зависимости от степени загнивания древесины составлял 30,1 ÷ 40,1% по весу. Выгруженная из автоклава масса отделялась от черного щелока и промывалась водой на сите с отверстиями диаметром 2 мм. Непровар и сучки отделялись вручную.

Полученная целлюлоза размалывалась в лабораторном дисковом роле емкостью 6 л до 59 ÷ 71° ШР. Из такой массы приготавливались на листоотливном аппарате «ЛОА-2» отливки бумаги весом 100 г/м². У полученных образцов бумаги были определены объемный вес, разрывная длина и число двойных перегибов. Результаты проведенных испытаний показывают следующее:

1. Из сухостойной пихты, пораженной сибирским шелкопрядом, но не имеющей гнили, можно получить сульфатную техническую целлюлозу с удовлетворительными физико-механическими свойствами.

2. По мере возрастания в сухостое гнили снижается выход целлюлозы и ее физико-механические свойства.

3. Древесину кедр, усохшего от жизнедеятельности шелкопряда и частично пораженного гнилью, можно использовать для получения технической целлюлозы и из нее бумаги с обычными физико-механическими свойствами, достаточно высокими для массовых видов этой продукции.

4. Проведенная опытная двухступенчатая отбелка сульфатной целлюлозы, полученной из пихты, показала возможность получения волокнистого материала, годного для изготовления белых бумаг.

Были проведены варки сульфитной целлюлозы с использованием для этой цели образцов пихты и кедра, пораженных сибирским шелкопрядом.

В опытах использовалась варочная кислота следующего состава:

$$\text{CaO} = 0,92 \div 1,26\%,$$

$$\text{SO}_2 = 7,80 \div 8,40\%.$$

Варка целлюлозы производилась в автоклаве с электронагревом. Сдувок в процессе варки, также как и ввода новых порций кислоты в автоклав, не производилось. Получение целлюлозы осуществлено по двум различным режимам при модуле жидкости, равном $5 \div 6$.

Режим варки № 1		Режим варки № 2	
Подъем температуры до 110°	1 час 50 мин.	Подъем температуры до 105°	2 часа 00 мин.
Варка при 110°	2 « 00 «	Варка при 105°	2 « 00 «
Подъем температуры до 125°	0 « 30 «	Подъем температуры до 145°	1 « 30 «
Варка при 125°	0 « 30 «	Варка при 145°	3 « 30 «
Подъем температуры до 145°	1 « 50 «		
Варка при 145°	0 « 30 «		
			Всего 9 час. 00 мин.
Всего 7 час. 10 мин			

Результаты проведенных опытов по приготовлению сульфитной целлюлозы и бумаги из нее, а также последующие испытания свойств картона и бумаги позволяют сделать следующие выводы:

1. Сульфитная небеленая целлюлоза из пихты оказалась по своим физико-механическим свойствам пригодна для производства массовых видов бумаги.

2. При сульфитной варке кедра, усохшего от объедания хвои сибирским шелкопрядом, получена целлюлоза, которая может быть использована для производства массовых видов бумаги. Гниль в кедре так же, как и в пихте, снижает выход и физико-механические свойства сульфитной целлюлозы.

Следующим этапом работы было получение полуцеллюлозы моносульфитным способом при таком составе варочного раствора:

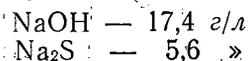


Щелок перед заливкой в автоклав нагревался до 60°. Нагрев до 120° протекал в течение $20 \div 25$ мин. Затем производилась сдувка газов и последующий нагрев до 175° (давление ~ 9 атм) в течение 20 мин. Далее следовала варка (20 мин) и спуск давления до атмосферного (15 мин). После отделения щелока автоклав полностью заливался водой, нагретой до $\sim 100^\circ$. Выгруженную щепу размалывали до образования волокнистой массы. Окончательный домол массы до 30° ШР производился в дисковом ролле при концентрации $\sim 2\%$. Такая масса использовалась для изготовления картона.

Для изготовления бумаги масса размалывалась дальше до 60° ШР. Отлив бумаги и картона производился на листоотливном аппарате «ЛОА-2» при концентрации массы 0,04%. После трехкратного прессования на вальцовом прессе отливки высушивались на сушильном цилиндре при 115° до воздушно-сухого состояния.

Испытания образцов бумаги и картона производились стандартными методами.

Для получения полуцеллюлозы щелочным способом был использован варочный щелок следующего состава:



Варка производилась в течение 30 ÷ 40 мин. После удаления остатков щелока щепы в автоклаве промывалась горячей водой (100°). Дальнейшая переработка щепы в волокнистую массу производилась такими же приемами, как и при моносльфитном способе. Волокнистая масса использовалась только на изготовление картона; бумага не изготовлялась, так как дальнейший помол (сверх 30° ШР), вследствие большого содержания лигнина в волокне, не повышал прочности волокнистых переплетений. По-видимому, фибриллирование волокон в этих условиях (на металлических ножах) не происходит.

Проведенные опыты позволяют сделать следующие выводы:

1. Полуцеллюлоза, приготовленная моносльфитным и щелочным способами из пихты и ели, поврежденных сибирским шелкопрядом; в том числе из древесины со значительным содержанием гнили, вполне пригодна для изготовления картона типа переплетного, коробочного и т. п.; ее качество равно качеству бурой древесной массы с высокой степенью пропарки баланса до дефибрирования.

2. Выход полуцеллюлозы из сухостойной древесины, не поврежденной гнилью, не имеет заметных отличий от выхода из свежесрубленного, здорового древостоя. С повышением количества гнили в древесине выход полуцеллюлозы снижается.

3. Полуцеллюлоза может быть использована как компонент при производстве низкокачественных не белых бумаг.

Поступила в редакцию
28 февраля 1959 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ**А. П. БЕРСЕНЕВ**

Кандидат технических наук

А. Г. ФОКИНА

Младший научный сотрудник

(Научно-исследовательский институт промышленных зданий и сооружений)

А. К. ШТОЛЬЦ

Ассистент

(Уральский политехнический институт)

В деревообрабатывающей промышленности сушка лесоматериалов и изделий является важным технологическим процессом, определяющим качество, внешний вид и долговечность продукции. Чтобы обеспечить нормальную эксплуатацию сушильных установок, контроль за влажностью просушиваемой древесины и выбрать наилучшие режимы, необходимо всесторонне и глубоко изучить закономерности перемещения влаги в древесине.

Решение этой проблемы возможно лишь на основе всемерного использования достижений современной науки, новейших физических методов исследования.

Одним из таких методов является рентгенография.

Рентгеновские лучи нашли некоторое применение для целей дефектоскопии древесины и изучения субмикроскопического строения клеточной оболочки.

Настоящая работа представляет собой описание первой попытки применения рентгеновских лучей для исследования закономерностей, которые позволили бы практически подойти к решению вопросов, связанных с сушкой древесины и скоростным определением ее влажности.

Методика рентгеновского исследования древесины путем просвечивания, принятая авторами, основывалась на различии в поглощении рентгеновских лучей самим древесным веществом и водой, находящейся в древесине. Древесина и вода имеют разные коэффициенты поглощения, поэтому присутствие влаги в древесине можно довольно легко обнаружить. Коэффициент поглощения зависит, кроме того, и от плотности отдельных микроскопических элементов древесины (например поздней и ранней древесины).

В качестве подопытной древесины были использованы береза и сосна. Образцам придавалась цилиндрическая форма (диаметр — 40 мм, толщина 4 мм) и квадратная (70 × 70 × 4 мм).

Образцы готовились таким образом, чтобы просвечивание их рентгеновскими лучами производилось в радиальном направлении.

Чтобы установить влияние влажности древесины на поглощение рентгеновских лучей, и тем самым определить возможность контроля влажности в условиях непрерывного производственного процесса, выяснялось изменение поглощения квантов рентгеновского излучения в образцах древесины, имевших разную влажность. Для этого образцы и погружались в воду до полного насыщения водой, а затем по мере высыхания в сушильном шкафу подвергались периодическим испытаниям.

Съемка рентгеновских снимков производилась на установке типа УРС-70-К1, с рентгеновской трубкой БСВ-4Сu (трубка с медным антикатодом). Полученное излучение частично гомогенизировалось никелевой фольгой толщиной ~10 м.

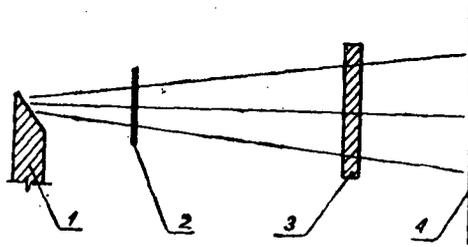


Рис. 1. Схема установки образца и пленки.

1—анод; 2—Ni-фильтр; 3—образец;
4—рентгеновская пленка.

Съемка рентгенограмм производилась при напряжении 15—17 кВ и токе накала 6—10 мА. В зависимости от сорта пленки и толщины образца время съемки составляло 3—10 сек. Пленки одного опыта проявлялись одновременно в стандартном проявителе. Схема установки образца и пленки дана на рис. 1.

Полученные рентгеновские снимки фотометрировались на микрофотометре МФ-4 со щелью высотой 5 мм и шириной 0,4 мм.

За меру интенсивности поглощения рентгеновских лучей опытными образцами брался отброс шкалы гальванометра. Фотометрирование производилось вдоль и поперек волокон.

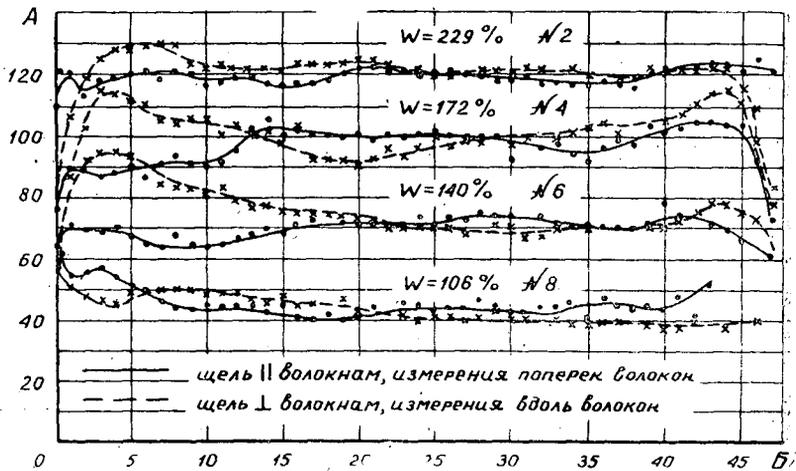


Рис. 2. Зависимость отсчета по шкале гальванометра от влажности древесины.

Из рассмотрения рис. 2 видно, что с понижением влажности образцов уменьшается поглощение рентгеновских лучей (величина отброса шкалы гальванометра уменьшается). В каждом конкретном случае среднюю влажность образцов можно вычислить через площадь, заключенную между кривой и осями абсцисс и ординат, то есть суммой отброса шкалы для всей ширины образца.

На рис. 3 показана зависимость суммы отброса шкалы от влажности.

Рассматривая полученную зависимость, можно установить, что уменьшение количества поглощаемой энергии рентгеновских лучей при уменьшении влажности древесины следует закону изменения объемного веса древесины, происходящему в связи с потерей влаги.

На основании проведенных исследований можно сделать предварительный вывод, что предлагаемый метод определения влажности древесины с помощью рентгеновских лучей является перспективным, поскольку применение его не вызывает нарушения хода производственного процесса и не требует разрушения целостности исследуемого образца.

Следует отметить, что использованный нами фотографический метод регистрации рентгеновских лучей является довольно трудоемким. Применение же радиометрических

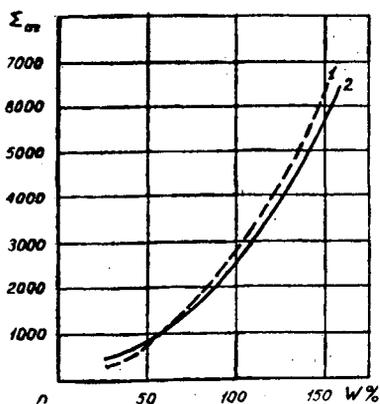


Рис. 3. Зависимость суммы отсчета по шкале гальванометра от влажности древесины.

1 — поперек волокон; 2 — вдоль волокон.

методов регистрации позволит не только резко ускорить определение влажности, но даст также возможность проведения непрерывных измерений.

Рассматривая рентгеновские снимки образцов, снятые в различные периоды сушки, можно видеть, как по мере сушки происходит перераспределение влаги в древесине образцов. Так, например, довольно быстро (за 25—30 мин) влага уходит из середины образцов и концентрируется в виде эллиптической окружности по краям круглых образцов или в виде прямых участков по краям квадратных образцов; на самых же кромках образцов древесина не имеет свободной влаги.

Обнаруженному явлению можно дать следующее теоретическое объяснение.

При сушке влажных образцов испарение влаги происходит сначала с поверхности, а затем из некоторой зоны испарения, которая заглубляется внутрь материала по мере сушки, в первую очередь, в направлении вдоль волокон. Вследствие быстрого прогрева в образцах устанавливается градиент температур, а следовательно, и давлений от центра образцов к периферии. Под действием градиента давления влага в жидком состоянии уходит к кромкам (вдоль волокон), но на кромках уже с самого начала сушки образуется зона испарения, которая препятствует выходу влаги в жидком состоянии. Поэтому влага скапливается на краях образцов и проходит зону испарения в виде пара. Накоплению влаги способствует и то обстоятельство, что скорость перемещения влаги в древесине в виде жидкости значительно выше скорости диффузии пара.

В заключение следует отметить, что изложенный метод использования рентгеновских лучей для определения влажности древесины и изучения механизма перемещения влаги требует дальнейшего совершенствования и накопления экспериментальных данных.

Поступила в редакцию
31 марта 1959 г.

ПОЧВЕННЫЙ БУР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Н. А. ЗУДИН

Старший преподаватель

(Поволжский лесотехнический институт)

Изучение корневых систем древесных растений имеет важное значение при разработке мер по повышению производительности и устойчивости лесных насаждений. Однако следует отметить, что работ в этом направлении проводится пока еще мало. Одной из причин такого положения, по нашему мнению, является несовершенство методики, связанной с большой трудоемкостью работ на раскопке корней. При детальном изучении корневых систем по методике Н. А. Качинского и Уивера, которой до настоящего времени пользуются исследователи, извлекаются и просеиваются сотни кубометров почвогрунта, что, естественно, связано с большой затратой рабочей силы и времени.

Изучая корневую систему сосны и березы в смешанных насаждениях в свежем бору, мы столкнулись с этой трудностью и она привела нас к необходимости применять для учета весового количества корней специальный почвенный бур, с помощью которого можно было отбирать образцы корневых систем на необходимой глубине.

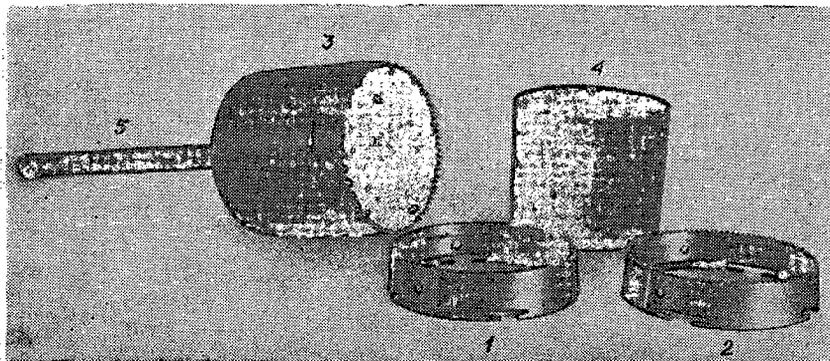


Рис. 1.

Почвенный бур, сконструированный нами (рис. 1), имел объем 1000 см^3 (площадь бура 100 см^2 , высота 10 см).

В отличие от существующих типов почвенных буров наша конструкция имеет три съемных режущих кольца: одно с ровной режущей кромкой 1 для отбора проб с мелкими корнями и два с пилящей режущей кромкой 2, 3, с помощью которых хорошо подрезаются корни диаметром $20\text{--}25 \text{ мм}$. Высота зубцов кромки составляла 2 и 4 мм. Крепление режущих колец на корпусе бура не резьбовое, а на опорных шпильках. Это позволяет быстро снимать кольцо и вращать бур в почве в любую сторону. Бур имеет металлические вставные стаканы 4 для взятия образцов почвы с корнями, а также трехметровый трубчатый стержень с ручкой 5.

При определении только весового количества корней буром можно работать не пользуясь вставными стаканами, но внося поправку на объем бура. Нами проведено предварительное испытание бура на песчаной почве в сосново-березовом насаждении (состав 7СЗБ) 36-летнего возраста.

Весовое количество корней определялось в объеме почвы, равном 1 м^3 , сначала буром, а затем — лопатой с выборкой всех корней. Буром было сделано пять шурфов, в том числе три вертикальных и два наклонных под углом $45\text{--}50^\circ$ к поверхности почвы, чтобы учесть как горизонтальные, так и вертикальные корни.

В результате проведенного испытания получены следующие данные:

Вес корней (абсолютно сухих), извлеченных буром	103,4 г
Вес корней, извлеченных лопатой	1834,1 »
Всего корней сосны и березы в одном кубометре	1937,5 »

Вес корней в каждом отдельном шурфе дается в таблице:

Таблица 1

№ шурфа	Вес корней сосны и березы (абсолютно сухих) в шурфе на глубине 1 м в г
1	45,3
2	11,4
3	11,0
4	15,6
5	20,1
Среднее значение по пяти шурфам	20,6

Исходя из величины среднего веса корней в одном шурфе, можно найти, что вес корней в 1 м^3 почвогрунта составит 2060 г. Фактический вес корней в 1 м^3 почвы составляет 1937,5 г. Разница расчетного и фактического веса корней составляет 122,5 г, то есть ошибка определения равна 6,3%.

В связи с тем, что испытание бура проводилось поздней осенью (30/X-1958 г.), возникли известные трудности при просеивании почвы и отмывке корней. Нами на 1 м^2 сделано всего пять шурфов на глубину одного метра без разделения на генетические горизонты. Большее количество шурфов (до 10) на 1 м^2 даст, естественно, более точные результаты.

Бурение почвы на глубину до 3 м на песчаных, торфянистых, легких суглинистых почвах не вызывает особых затруднений и производится довольно быстро.

Для того чтобы ускорить бурение, крупные корни (толще 3—8 см), встречающиеся в верхних слоях почвы, целесообразно перерубить, расчистив тем самым площадку, необходимую для работы буром.

На тяжелых суглинистых и глинистых почвах бур применять нецелесообразно, так как он с большим трудом врезается в почву. На таких почвах, по-видимому, уместно использовать винтовой бур диаметром 50—80 мм с режущим пером для подрезки корней.

Применение рекомендованного нами бура, естественно, не исключает частичную раскопку горизонтальных и вертикальных корней при проведении соответствующих исследований корневых систем.

Поступила в редакцию
26 января 1959 г.

ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ СТЕРЖНЕЙ ИЗ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ КРУЧЕНИИ

Л. И. КОНДРАТОВ

Кандидат технических наук

(Воронежский сельскохозяйственный институт)

Прессованная древесина, имеющая в 2—3 раза большую прочность и жесткость, чем натуральная, применяется в машиностроительной промышленности для изготовления некоторых деталей машин [1]. При неоднородных нагрузках на деталь (кручение, изгиб) прочность последней целесообразно повышать путем прессования древесины: только в самых напряженных местах.

Одним из видов такого неравномерного прессования является прессование древесины по замкнутому круговому контуру [2]. Исследования показали, что древесину, прессованную по контуру, следует рассматривать как неоднородный материал с переменным по сечению стержня модулем упругости [3].

Формула касательных напряжений при кручении стержня, прессованного из неоднородной древесины с цилиндрической анизотропией, имеет следующий вид:

$$\tau = \tau_{\rho} = \tau_{\theta z} = G_{\theta z}(\rho)\rho \frac{d\varphi}{dz}, \quad (1)$$

где ρ, θ, z — цилиндрические координаты любой точки стержня;
 $\tau_{\theta z}$ — касательные напряжения, возникающие при сдвиге в тангентальном направлении на площадке, нормальной к оси стержня z , и равные касательным напряжениям τ , обусловленным кручением (рис. 1);

$G(\rho)$ — модуль упругости при сдвиге, зависящий от расстояния до центра сечения;

$\frac{d\varphi}{dz}$ — относительный угол закручивания.

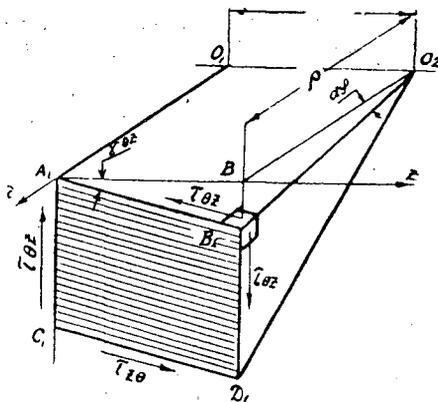


Рис. 1.

Подставив значение τ_ρ в уравнение равновесия, получим

$$\int_{(F)} G_{\Theta z}(\rho) \rho^2 dF \frac{d\varphi}{dz} = M_\kappa.$$

Выражение $\int_{(F)} G_{\Theta z} \cdot \rho^2 \cdot dF$ назовем жесткостью поперечного сечения стержня при кручении и обозначим через D , тогда

$$\frac{d\varphi}{dz} = \frac{M_\kappa}{D}.$$

Нетрудно показать, что формула (2) касательных напряжений, возникающих при кручении стержня, спрессованного по круговому контуру, будет иметь следующий вид

$$\tau = \frac{M_\kappa}{W_\rho} \cdot \frac{1}{\lambda} \cdot \left(\frac{\rho}{r}\right) \cdot \left[1 + (m-1) \frac{\rho}{r}\right], \quad (2)$$

где r — радиус поперечного сечения центра;

$W_\rho \frac{I_\rho}{r}$ — полярный момент сопротивления при кручении, а $I_\rho = \frac{\pi r^4}{2}$ полярный момент инерции для круга;

$\lambda = 1 + \frac{4}{5}(m-1)$ — коэффициент, зависящий от степени прессования древесины;

$m = \frac{G_{\Theta z}(r)}{G_{\Theta z}(0)}$ — отношение модулей сдвига на поверхности и в центре стержня.

На поверхности спрессованного стержня при $\rho = r$ максимальные напряжения равны

$$\tau_{max} = \frac{m}{\lambda} \cdot \frac{M_\kappa}{W_\rho}. \quad (3)$$

Если рассчитывать спрессованный стержень по допускаемым напряжениям и полагать, что разрушение происходит в момент, когда у поверхностных волокон напряжения τ_{max} достигнут значения, равного временному сопротивлению скалывания древесины вдоль волокон $(\tau_{z\Theta})^b$, то из формулы (3) можно получить выражение для разрушающего момента при кручении:

$$M_\kappa = \frac{\lambda}{m} (\tau_{z\Theta})^b W_\rho.$$

На основании наших опытов и исследований акад. Ф. П. Белянкина можно сделать следующий вывод: в процессе кручения деревянная деталь разрушается не вследствие постепенного развития трещины при скалывании от поверхности образца к его середине, а в результате почти мгновенного образования трещины по всей толщине образца. В соответствии с формулой (2) касательные напряжения при кручении в поперечных сечениях спрессованного стержня распределяются по параболическому закону.

Предположим, что параболический закон распределения касательных напряжений при кручении не нарушается и при нарастании этих напряжений. С ростом крутящего момента в меридиональном сечении стержня образуются наружные и внутренние области, в которых касательные напряжения вдоль волокон соответственно выше и ниже предела прочности древесины при скалывании.

Мгновенное разрушение скрученного стержня от скалывания по меридиональному сечению бруска (рис. 2) наступит тогда, когда оставшееся сопротивление внутренней области B уравняется с перегрузкой на наружной области A , превышающей предел прочности древесины. Следовательно, разрушение бруска при его скручивании от скалывания наступит в момент, когда касательные напряжения вдоль волокон на наружной поверхности бруска будут превышать предел прочности при скалывании древесины вдоль волокон. Отношение максимального касательного напряжения при разрушении образца круглого сечения в случае его закручивания к временному сопротивлению скалывания древесины вдоль волокон назовем коэффициентом поддержания K :

$$K = \frac{\tau_{max}}{(\tau_{z\Theta})^b}.$$

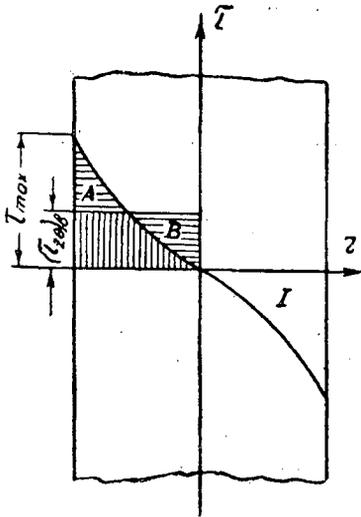


Рис. 2.

Таким образом, если измерять грузоподъемность стержня с учетом коэффициента поддержания, то получим следующую формулу для грузоподъемности скручиваемого стержня из прессованной древесины:

$$M_{\lambda}^* = \frac{6\lambda}{2m+1} (\tau_{z\theta}^0)_b W_p. \quad (5)$$

Грузоподъемность стержня из естественной древесины ($m = 1$, $\lambda = 1$) будет определяться по формуле

$$M_{\lambda} = 2(\tau_{z\theta}^0)_b W_p.$$

где $(\tau_{z\theta}^0)_b$ — предел прочности при скалывании естественной древесины в меридиональной плоскости.

Теоретический коэффициент грузоподъемности, представляющий собой отношение грузоподъемности прессованной и естественной древесины, равен:

$$n_{\tau} \equiv \frac{M_{\lambda}^*}{M_{\lambda}} = \frac{3\lambda}{2m+1} \cdot \frac{(\tau_{z\theta})_b}{(\tau_{z\theta}^0)_b}.$$

Как показывают опыты, отношение $\frac{(\tau_{z\theta})_b}{(\tau_{z\theta}^0)_b}$ примерно равно коэффициенту m , поэтому

$$n_{\tau} = \frac{3\lambda}{2m+1} \cdot m. \quad (6)$$

Приведенный модуль кручения равен:

$$G_{\text{пр}}^* = \lambda \cdot G_{\theta z}(0),$$

где $G_{\theta z}(0)$ — модуль сдвига в центре спрессованного стержня.

Для естественной древесины, рассматриваемой как однородный материал с цилиндрической анизотропией, $\lambda = 1$ и модуль кручения G равен модулю сдвига $G_{\theta z}$, характеризующему изменение угла между направлениями z и θ при сдвиге.

Так как в центре спрессованного цилиндра механические свойства изменяются незначительно, то

$$G_{\text{пр}}^* = \lambda G.$$

В Воронежском сельскохозяйственном институте были проведены не только теоретические, но и экспериментальные исследования кручения стержней из натуральной и прессованной древесины различных пород.

Предельным состоянием стержня является такое, при котором напряжения по всему поперечному сечению стержня достигают временного сопротивления скалывания древесины вдоль волокон. Для сохранения вида формулы при определении максимального касательного напряжения в области пластического течения неоднородное напряженное состояние можно заменить эквивалентным однородным напряженным состоянием с параболическим распределением напряжений. При этом в обоих случаях разрушающий момент должен быть одинаков. Это дает возможность теоретически установить значения касательных напряжений кручения.

Легко найти, что коэффициент поддержания

$$K = \frac{\tau_{\text{max}}}{(\tau_{z\theta}^0)_b} = \frac{m}{\frac{1}{2} + \frac{(m-1)}{3}} = \frac{6m}{2m+1}. \quad (4)$$

Коэффициент поддерживающего действия зависит от общей степени прессования.

При значении $m = 1$, то есть при степени прессования, равной нулю, коэффициент поддержания равен двум и совпадает со значением коэффициента K для естественной древесины.

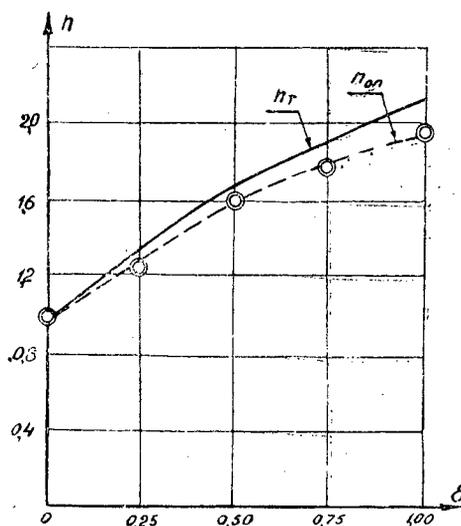


Рис. 3.

Значение коэффициента, равного отношению приведенного модуля кручения прессованного из древесины сосны стержня к модулю кручения естественной древесины, а также значения теоретических и опытных коэффициентов грузоподъемности в зависимости от степени прессования даются в следующей таблице:

Степень прессования	$\lambda = \frac{G^*_{пр}}{G}$	m_t	$n_{т} = \frac{3\lambda}{2m+1} m$	$n_{оп} = \frac{M^*_л}{M_д}$
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,25	1,25	1,26	1,29	1,25
0,50	1,46	1,57	1,66	1,60
0,75	1,62	1,77	1,90	1,78
1,00	1,75	1,94	2,10	1,95

Все прессованные и непрессованные цилиндрические стержни имели влажность, примерно равную 10—12%. При степени прессования, равной 100%, грузоподъемность деревянного стержня возрастет более чем в два раза. Рассчитывая грузоподъемность стержней из прессованной древесины по полученной формуле, можно сэкономить до 25% материала.

Опытные значения грузоподъемности несколько ниже теоретических потому, что при переходе касательных напряжений за предел пластического течения, вследствие наличия релаксации напряжений за счет пластического течения древесины, нарушается параболическое распределение радиуса, а следовательно, уменьшается коэффициент поддерживающего действия. При больших степенях прессования появляются микротрещины, которые также снижают грузоподъемность стержня.

Результаты исследования грузоподъемности при кручении теоретически и экспериментально обосновывают применение в машиностроении прессованной по контуру древесины.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. Н. Житков, П. Н. Хухрянский. Изготовление деталей из прессованной древесины. Воронежское книжное изд., Воронеж, 1957. [2]. Л. И. Кондратов. Прессование древесины по круговому контуру. «Деревообрабатывающая и лесохимическая промышленность» № 5, 1954. [3]. Л. И. Кондратов. Некоторые физико-механические свойства древесины контурного прессования. Ученые записки СХИ. Воронеж, 1955.

Поступила в редакцию.
14 января 1959 г.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

**ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ
И ПРИМЕНЕНИЮ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ
И ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ****Н. В. НИКИТИН**

Доцент, кандидат технических наук
(Архангельский лесотехнический институт)

Двадцать первым съездом КПСС предусмотрен значительный рост лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности. За 7-летие существенно увеличится производство бумаги и картона, древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит, стандартных домов, мебели, фанеры и различных деталей. В 1965 г. предусмотрено выпустить мебели на сумму до 18 млрд. руб.

В 1965 г. должно быть выработано 3,5 млн. м³ древесно-стружечных и 300 млн. м² древесно-волоконистых плит, в том числе на Европейском Севере соответственно 435 тыс. м³ и 50,5 млн. м², а в Архангельской области 160 тыс. м³ и 30 млн. м² плит. Планом развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. предусматриваются капитальные вложения в лесную, бумажную и деревообрабатывающую промышленность в сумме 58—60 млрд. руб. Из этой суммы примерно 60% направляется на развитие целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности.

Основное направление в использовании древесины — ее глубокая переработка на важнейшие виды продукции, полное использование всех отходов путем создания комплексных, комбинированных предприятий.

В настоящее время в СССР количество отходов на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях составляет 70 млн. м³, в лесозаготовительной промышленности более 100 млн. м³.

Большую роль в утилизации отходов может сыграть производство древесно-волоконистых и древесно-стружечных материалов. В связи с этим Министерством высшего и среднего специального образования РСФСР, Государственным научно-техническим комитетом Совета Министров СССР, Госстроем СССР, Академией строительства и архитектуры СССР, НТО бумажной и деревообрабатывающей промышленности, НТО лесной промышленности была созвана Всесоюзная конференция по производству и применению древесно-волоконистых и древесно-стружечных материалов, которая проводилась с 17 по 20 ноября 1959 г., в Архангельском ордена Трудового Красного Знамени лесотехническом институте им. В. В. Куйбышева.

В работе конференции приняло участие около 600 чел.; было заслушано 9 докладов на пленарных заседаниях и 44 — на секционных. Работали 4 секции: древесно-стружечных плит, древесно-волоконистых плит, облагороженной древесины, химии и технологии связующих. В заседаниях секции древесно-стружечных плит участвовало до 250 чел.; в заседаниях других секций — от 40 до 100 чел.

На конференцию представили доклады следующие организации: Госстрой СССР (докл. член Госстроя Ф. Д. Вараксин); НИИПластмасс (докл. канд. химических наук Н. В. Шорыгина); Архангельский лесотехнический институт (докл. доценты, кандидаты технических наук Б. Д. Богомолов, Ф. И. Коперин, Н. В. Никитин, Г. С. Кончевский; доц., канд. химических наук Г. Л. Дранишников, доц., канд. биологических наук Ю. В. Адо, ст. преподаватель М. А. Розов); Ленинградская лесотехническая академия (докл. проф., доктор технических наук Н. Я. Солечник, проф. Д. В. Тищенко); Московский лесотехнический институт (проф., доктор химических наук Н. И. Москвитин, доц., канд. химических наук Т. И. Красовицкая, доц. И. К. Прохоров); Уральский лесотехнический институт (канд. технических наук Л. П. Добрынина, проф., доктор сельско-

хозяйственных наук В. Н. Петри); Сибирский технологический институт (докл. Ю. Н. Виноградов, доц., канд. технических наук В. М. Резников, доц., канд. технических наук А. С. Добровольский), Академия строительства и архитектуры (докл. кандидаты технических наук А. Н. Отливанчик, Н. В. Красновский, В. И. Делле); ЦНИИ механической обработки древесины (докл. канд. технических наук Г. В. Петров, И. И. Аболь, С. Д. Гриншпун); УкрНИИ механической обработки древесины (докл. В. Л. Владышевский); ЦНИИ фанеры и мебели (докл. канд. технических наук А. Г. Забродкин); ЦНИИ бумаги (докл. канд. технических наук А. А. Шапиро, Н. С. Демченко); НИИ-древмаш (докл. канд. технических наук Д. С. Модлин); Проектный институт № 2 (докл. С. П. Ребрин); Гипродрев (докл. главный специалист Ю. М. Филиппов); Гипростандартдом (докл. гл. инженер П. В. Годилю); Центральное мебельное конструкторское бюро (докл. канд. технических наук А. Р. Дарда); Институт леса и лесохимии АН СССР (докл. канд. технических наук А. А. Соколова); Институт леса и древесины Сибирского отделения АН СССР (докл. канд. технических наук В. А. Баженов); Воронежский инженерно-строительный институт (докл. доц. В. П. Жуков, И. Г. Назаров); Воронежский сельскохозяйственный институт (докл. доц., канд. технических наук Б. И. Огарков, Г. В. Огаркова, Винник); Казанский химико-технологический институт (докл. доц., канд. технических наук П. А. Кирпичников); Ижевский механический институт (докл. доц., канд. технических наук Б. Е. Иванов); целлюлозно-бумажные комбинаты и др. предприятия (докл. С. Ф. Мельников, М. А. Опарина, А. Ф. Гребенева, Н. С. Чумакова, Л. Н. Головина).

Большой интерес вызвал доклад Ф. Д. Вараксина на тему «Основные направления развития производства и применения древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит». Как было отмечено, промышленность древесно-стружечных плит является самой молодой отраслью как за рубежом, так и в Советском Союзе. За рубежом производственные мощности предприятий цехов в 1958 г. составили 3 млн. м³ плит. За последние годы в СССР работают цехи древесно-стружечных плит в различных районах страны. Большую инициативу проявляют отдельные предприятия по выработке плит в цехах небольшой мощности (Армавирская фабрика по производству колодок).

Древесно-стружечные плиты в США используются следующим образом: в мебельной промышленности — 53,1%, в производстве дверей — 3,6%, панелей — 16,3%, в качестве подстилочного материала — 23,0% и в других отраслях промышленности — 4,0%.

В Советском Союзе основным направлением в использовании их в течение ближайших лет явится мебельная промышленность. В производстве мебели широкое применение будут иметь плиты трехслойные (под прозрачную отделку) и многослойные (облицованные шпоном и текстурной бумагой). Древесно-стружечные плиты должны быть одним из важнейших конструктивных материалов и широко заменить столярные плиты, пиломатериалы и клееную фанеру. Потребность в древесно-стружечных плитах для мебельного производства в 1965 г. составит 1200—1500 тыс. м³.

Вторым крупным потребителем явится строительство, где будут применяться однослойные и двухслойные плиты. Они могут быть использованы для внутренних стен, в качестве черного пола; плиты, оклеенные шпоном, найдут применение при изготовлении дверей, встроенной мебели и т. п.

Производство древесно-волоконистых плит, в отличие от производства древесно-стружечных, возникло за рубежом примерно 40 лет назад. В СССР первый завод был построен в 1936 г., но более интенсивно производство древесно-волоконистых плит начинает развиваться в послевоенный период (6,6 млн. м² в 1950 г. и 53,5 млн. м² в 1959 г.). В ближайшие годы только для строительства потребуется около 250 млн. м² древесно-волоконистых плит; мебельная промышленность будет потреблять около 100 млн. м² плит в год.

В жилищном и промышленном строительстве изоляционные и твердые плиты употребляются для обшивки стен, панелей, настила полов и т. п. Твердые плиты применяются также и для внутренней отделки средств транспорта. В мебельной промышленности древесно-волоконистые плиты применяются для изготовления обычной и встроенной мебели.

Интересный доклад «О получении модифицированной древесной массы для производства древесно-волоконистых плит» был сделан проф. Н. Я. Солечником. Сущность метода модификации заключается в глубокой пропарке исходного сырья с учетом и регулированием активной кислотности среды в зависимости от его рода. Этот метод может найти применение при использовании древесных отходов и дров (том числе лиственных пород) для изготовления картона и древесно-волоконистых плит.

В своем докладе «Облагораживание твердых древесно-волоконистых плит» М. А. Розов на многочисленных примерах показал, как применяется этот материал в мебельной и строительной промышленности.

Д. С. Добровольский сообщил о широких возможностях развития производств древесно-волоконистых пластиков и волокнисто-литых изделий в Красноярском крае и о работах, проведенных в этом направлении Сибирским технологическим институтом.

Главный инженер Архангельского целлюлозно-бумажного комбината С. Ф. Мельников и инженер-технолог Сокольского целлюлозно-бумажного комбината М. А. Опа-

рина рассказали об организации производства древесно-волоконистых плит на этих предприятиях.

Вопросы производства водостойких и негорючих древесно-волоконистых плит были освещены в докладах А. Д. Шапиро и Н. С. Демченко.

О противогнильной стойкости древесины разных пород и новых антисептических составах для борьбы с домовыми грибами сделал сообщение проф. В. Н. Петри.

Интересные доклады об изготовлении, применении на производстве и антифрикционных свойствах прессованной древесины сделали Б. И. Огарков, Т. В. Огаркова и И. Г. Назаров. С докладом «Опыт модификации древесины путем прививки мономеров под действием радиационного облучения» выступила Г. И. Красицкая.

О применении древесно-волоконистых плит в качестве строительного материала доложил А. Н. Отливанчик. Докладчик показал, что огромный размах жилищного строительства вызвал новые методы возведения зданий. Строительные работы все более заменяются монтажными, а для этого необходимы новые строительные материалы, например крупногабаритные плиты. Требуются специальные плиты для панелей (для устройства полов, для облицовки стен и потолков). Все эти плиты должны быть стойкими против огня, воды и гниения.

Ф. И. Коперин и Ю. В. Адо сделали доклады об изготовлении древесно-стружечных плит из отходов лесозаготовок без добавления связующих и древесно-волоконистых материалов из древесины, пораженной гнилями. Данные работы представляют значительный интерес, так как стоимость связующих в себестоимости древесно-стружечных плит составляет более 50%.

Подробно изложили технологию, осветили вопросы организации производства и представили интересные образцы продукции докл. Л. Н. Головина (о производстве древесно-стружечных плит на Усть-Ижорском фанерном заводе), В. К. Корольков (об изготовлении древесно-стружечных плит на Костинском домостроительном комбинате) и Г. Аксенов (об использовании древесных отходов для производства тары).

О производстве листовых материалов из дробленной древесины за рубежом (в Германии, США, Франции, Финляндии) сделал сообщение Г. С. Кончевский.

Большой интерес вызвали доклады Д. С. Модлина, С. П. Ребрин, Ю. М. Филиппова, Г. В. Петрова, освещающие вопросы, связанные с конструированием отечественного оборудования для производства древесно-стружечных плит.

Решение такой крупной задачи, как создание нового производства в течение одного-двух лет, не под силу какой-либо одной организации. Этой работой занимается НИИДреvmаш совместно с рядом проектных организаций, конструкторских бюро и производств. Предлагается в дальнейшем разработать гамму линий производительностью 3—6—12—25—50 тыс. м³ плит в год. Проектным институтом № 2 закончено проектирование трех типовых цехов древесно-стружечных плит: производительностью 3000, 12000 и 25000 м³ в год; производство древесно-стружечных плит автоматизировано. Как сообщил С. П. Ребрин, разработаны конструкции принципиально нового оборудования: дезинтегратора, дозирующих бункеров, машины для непрерывной проклейки стружки (с автоматическим управлением), станции формирования многослойных плит, главного конвейера, одноэтажного горизонтального быстродействующего автоматического пресса для горячего прессования, форматного станка-автомата, различных вспомогательных машин и агрегатов (подъемников, перекладчиков, транспортеров, рольгангов), оборудования для приготовления клея и хранения смолы.

Ряд докладов был посвящен проблеме связующих для производства древесно-стружечных материалов. Проф. Д. В. Тищенко в докладе «Фенолы термолита древесины, их особенности и применение для синтеза различных продуктов» показал широкие возможности использования лесохимических фенолов в производстве термореактивных феноластов, высококачественных искусственных дубителей (синтанов), пеннителей вязкости глинистых суспензий, гербицидов и др.

Зав. проблемной лабораторией Архангельского лесотехнического института Б. Д. Богомолов в своем докладе отметил, что лигнин является крупным дополнительным потенциальным источником фенольного сырья для производства пластических материалов, древесных плит, смол, связующих, искусственной кожи, резины и т. п.

Работами Архангельского лесотехнического института в сотрудничестве с институтом леса и лесохимии АН СССР, НИИпластмасс и завода «Карболит» установлено, например, что лигнин может заменить 50% фенольного сырья при получении новолачных смол для пластмасс и пульвербакелита. Как показали исследования института леса и лесохимии (докл. А. А. Соколова), на щелочном и гидролизном лигнине можно получить качественные синтетические смолы и на их основе связующие для древесно-стружечных плит.

М. В. Кушнер сообщил, что общий выход смолы (являющейся сырьем для получения фенолов) из древесины хвойных пород немногим выше, чем у древесины лиственных пород. Выход растворимой смолы для всех пород почти одинаков. Выход осадочной и растворимой смолы из сучьев можно считать для изученных пород практически одинаковым. Выявлено, что фенолы содержатся главным образом в осадочной смоле в незначительном количестве — в отстоявшейся жижке.

В докладе В. М. Резникова было сказано, что разработанная методика получения фенол-лигнинно-формальдегидной смолы позволила найти оптимальные режимы прессования плит на этой смоле. Для прессования берется 10% связующего от веса стружки. Время прогрева 1 мин на 1 мм толщины плиты. Оптимальная температура прессования 150—160 °С. Полученные плиты имеют в среднем удельное сопротивление изгибу 100—120 кг/см² при объемном весе 560—700 кг/см³. Водопоглощение за 24 часа порядка 50—60%, за 120 часов 80—90%.

Были сделаны и другие доклады, представляющие значительный интерес. С. Д. Гриншпун привела данные по использованию фенол-формальдегидных и карбамидного клеев для склеивания древесины; проф. Н. Н. Москвитин познакомил с релаксационно-электрической теорией склеивания и ее дальнейшим развитием; Г. Л. Дранишников рассказал о новых отделочных материалах для древесных плит на основе терпенов и о разработанном в АЛТИ способе получения синтетических смол из сульфатного скипидара — наиболее дешевого источника терпенов; А. Г. Забродкин сделал обзор клеев для производства древесно-стружечных плит; Н. В. Шорыгина ознакомила участников конференции с исследованиями по применению резольных смол на основе суммарных фенолов для производства древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит.

Был заслушан также доклад Н. В. Никитина «Состояние и перспективы использования отходов древесины на Европейском Севере», в котором он привел баланс отходов и данные об экономической эффективности производств по переработке отходов.

С докладом проф., доктора экономических наук П. В. Васильева «Экономическая эффективность использования отходов древесины для производства плит» познакомил доцент И. К. Прохоров. Докладчик показал, что семилетним планом предусматриваются крупные шаги в улучшении географического размещения лесной промышленности: концентрация, кооперирование и комбинирование производства являются основными условиями комплексного использования древесного сырья. Были приведены некоторые технико-экономические показатели по материалам проектных организаций.

Хорошей иллюстрацией к сказанному на конференции явилась организованная в институте выставка продукции из отходов древесины. На выставке были представлены работы, выполненные сотрудниками Архангельского лесотехнического института (древесно-стружечные плиты из отходов лесозаготовок без добавления связующих, древесно-волоконистые материалы из древесины, пораженной гнилями, облагороженные древесно-волоконистые плиты, пластмассы, при изготовлении которых использовался лигнин, отделочные материалы, покрытые лаком из сульфатного скипидара и др.), экспонаты лаборатории ВНИЛтара (ящики, бочки из стружки древесины), Архангельского целлюлозно-бумажного комбината (целлюлоза, бумага, пористые и жесткие плиты), Усть-Ижорского фанерного комбината, Московского завода древесно-волоконистых плит, Ленинградской мебельной фабрики № 3, Подольского механического завода им. Калинина и др.

Выставка показала, что имеются широкие возможности создания новых видов продукции из отходов производства. Основным сырьем являются окоренные кусковые отходы механической обработки фанерного и лесопильного производства, а при недостатке их — тонкомерная древесина и дрова; немалую роль могут играть растительные отходы сельского хозяйства (костра, кенаф и др.), а также камыш и тростник.

В принятом конференцией решении отмечено большое народнохозяйственное значение древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит и необходимость развертывания строительства цехов древесных плит в Европейской части Севера СССР, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Одной из первоочередных задач является создание первоклассного отечественного оборудования.

Конференция отметила также необходимость усиления научных исследований в области древесно-стружечных и древесно-волоконистых материалов в научных учреждениях и вузах, особенно в Сибири, на Урале и на Дальнем Востоке.

Всесоюзная конференция, проведенная в центре лесопильной и лесозаготовительной промышленности, несомненно, окажет благотворное влияние на развитие производства новых древесно-стружечных и древесно-волоконистых материалов и будет содействовать более рациональному использованию мелкой древесины и древесных отходов.

ЗА РУБЕЖОМ

ДРЕВОНАСАЖДЕНИЕ В ГРЕНЛАНДИИ*

Б. А. ТИХОМИРОВ

Профессор, доктор биологических наук

(Ботанический институт АН СССР)

В настоящее время южная Гренландия, относящаяся по геоботаническим признакам к зоне лесотундры, в основном безлесная страна, хотя в недалеком прошлом по берегам глубоко вдающихся фиордов (иногда до 150 км от моря) значительные площади были заняты березняками из березы извилистой (*Betula tortuosa*) с примесью ольхи (*Alnus ovata*), рябины (*Sorbus americana*) и можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*). В связи с возрастающими с каждым годом порубками, а особенно вследствие неумеренной пастбы овец, площади березняков сильно сократились. Небольшие участки редкостойных и низкоствольных березовых криволесий остались лишь при основании наиболее глубоких и защищенных от морских ветров фиордов, в местах, где пастба овец исключена** (рис. 1).

В целях восстановления лесов для топлива и поделочных целей, а также для защиты от ветров*** в Гренландии с 1953 г. начали проводиться работы по древонасаждению, которые сосредоточены в юго-западной части страны, в районе Юлианхоб (Julianeåb district).

Опытные лесокультурные работы организованы по заданию Датского Министерства по делам Гренландии и финансируются этим же министерством. Подготовка к этому мероприятию проводилась с 1947 г. в течение ряда лет по инициативе доктора философии Борнебуш (С. Н. Bornebusch), ныне покойного директора лесной опытной станции в Спрингфорби, доктора философии Иергенсена (С. А. Jørgensen), профессора генетики Королёвской высшей школы ветеринарии и сельского хозяйства и доктора агрономии Ларсена (S. Syrach Larsen), директора арборетума Херсхольм.

В целях выяснения лесорастительных условий в Гренландии в 1948 г. была осуществлена специальная поездка доктора Борнебуша и проф. Иергенсена в глубинные фиорды юго-западной части страны. Наряду с изучением естественных древесных сообществ из ив и березы было выяснено удовлетворительное произрастание хвойных, посаженных в конце прошлого столетия. Из посаженных в 1899 г. 20—30 деревьев европейской ели (*Picea abies*) и обыкновенной сосны (*Pinus silvestris*) к 1948 г. сохранилось 8 елей и 3 сосны (рис. 2). Продуктивность древесины составляла 3 м³ на 1 га, то есть половину того, что дают вересковые пустоши Дании.

* С материалами по данному вопросу меня ознакомили во время моей командировки в Данию (ноябрь-декабрь 1955 г.) проф. Иергенсен (С. А. Jørgensen), доктор агрономии Ларсен (С. Syrach Larsen) и ассистент Нильсен (P. Chr. Nilsen). Некоторые данные взяты из следующих литературных источников: 1) M. Blangstrup—Jørgensen Trallprå Grønland Horticultura, Nr. 2, Februar, 1955; 2) Det Grønlandske Selkabs Skriftegr, IX, 1935.

** В. Д. Александрова. Растительность Гренландии, «Природа», № 10, 1951. Т. В. Бехер. Растительность. Сб. «Гренландия». Изд. иностранной литературы. М., 1953.

*** В связи с защищенностью долин фиордов горами, ветер в Гренландии не имеет такого губительного значения для ее сельского хозяйства, как в равнинных районах Советской Арктики.



Рис. 1. Куртины березового криволесья (из *Betula tortuosa*), оставшиеся в глубоких защищенных фиордах и долинах Гренландии.

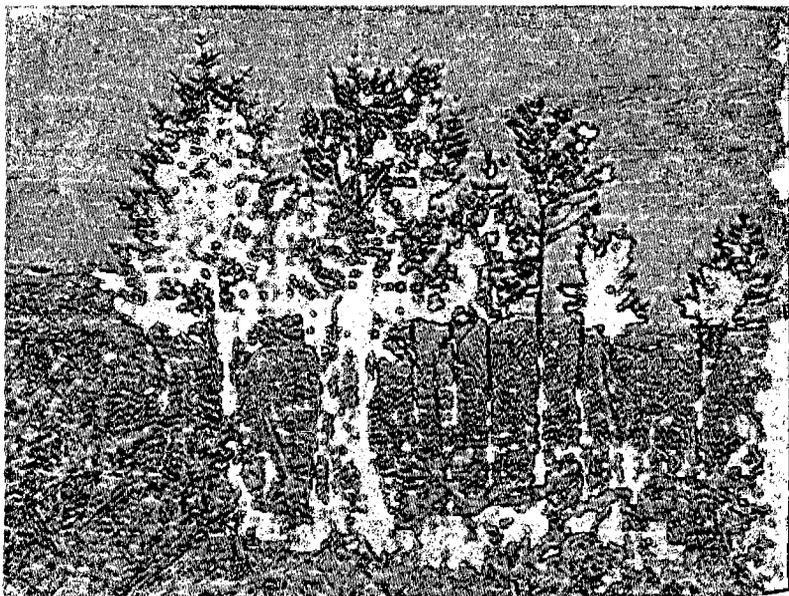


Рис. 2. Куртина хвойных (8 елей и 3 сосны), посаженных в Гренландии в конце прошлого столетия и сохранившихся до наших дней.

Бехер * также считает, что в южной части Гренландии (в районе Готхаба, 64°11') можно успешно выращивать древесные породы и, в частности, лиственницу сибирскую (*Larix sibirica*) и ели (*Picea canadensis*; *P. mariana*).

Учет упомянутого выше опыта дал принципиальное обоснование для организации работ по разведению хвойных пород в Гренландии.

* T. W. Böcher. Climate, soil and lakes in continental west Greenland in relation to plant life, Medd. om Gronland, Bd. 147, № 2, 1949.

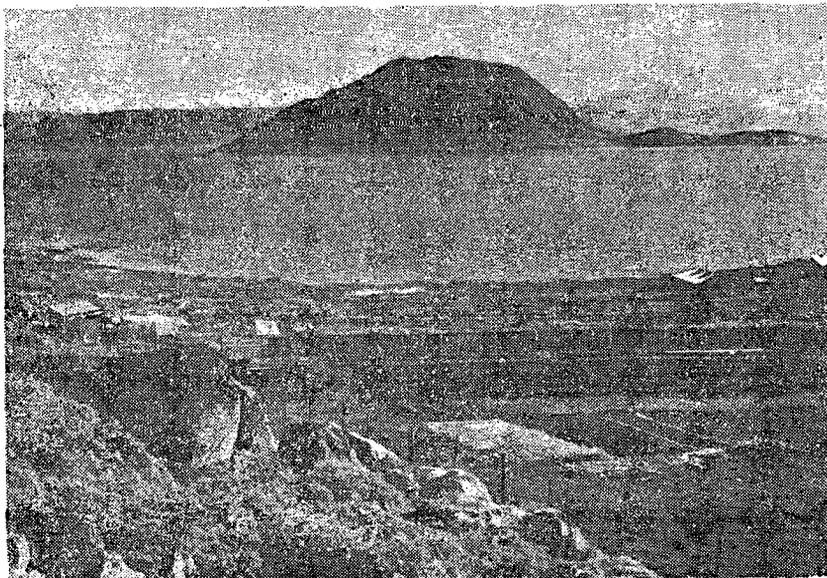


Рис. 3. Общий вид питомника по древонасаждению Гренландии (Упернавюарсук, близ Юлианхобе).

Заготовка саженцев вначале была произведена в Дании. При подборе семян исходили из предположения, что наиболее приспособленными окажутся те саженцы, родители которых росли в сходных с Гренландией климатических, а также экологических условиях (Скандинавия, Аляска, Лабрадор). Семена были высажены в питомнике арборетума в Херсхольме.

Для культур в Гренландии были предназначены следующие древесные породы: пихта сибирская (*Abies sibirica*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), ель европейская (*Picea abies*), ель сизая (*P. glauca*), ель ситхинская (*P. sitchensis*), ель Энгельмана (*P. engelmanni*), ель черная (*P. mariana*), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*), береза новоалаяская (*Betula neolaskana*), осина (*Populus tremula* × *tremuloides*). В дальнейшем предполагают получить также семена пихты бальзамической (*Abies balsamea*). Саженцы *Abies balsamea* высотой 30 см, привезенные из Америки в 1943—1944 гг., через 10 лет достигли высоты около 2 м, и эта порода обещает быть перспективной для культуры в Гренландии. В 1953 г. около 15 000 трех-пятилетних саженцев древесных пород, выросших в Дании, были направлены в Гренландию. Они были выкопаны в марте из питомника и до середины мая для предотвращения развития хвои содержались в холодильнике, а затем посланы паромом к месту посадки. Не все растения выдержали хранение в холодильнике и последующую транспортировку. Около половины саженцев было погублено. Особенно большой отход дала лиственница. Большинство саженцев было высажено в питомниках, но часть непосредственно в тундре на расстоянии 1,5 × 1,5 м друг от друга. Работа проводилась в кустарничковой тундре из ив и карликовой березки (*Betula nana*). Для каждого растения освобождалась от травяного и мохового покровов площадка диаметром около 1 м, куда и высаживалось молодое деревцо. Естественные заросли ив и карликовой березки, на первых порах служили защитой для молодых саженцев.

Выращивание посадочного материала в Дании и его транспортировка в Гренландию оказалось делом весьма сложным. Поэтому для разработки практических вопросов, связанных с древонасаждением в Гренландии, и для выращивания посадочного материала в 1954 г. организован специальный питомник на месте (Упернавюарсук; близ Юлианхобе), в котором проводятся опытные работы под руководством проф. Иергенсена.

Для питомника использован девственный участок тундры с уклоном на юго-запад (рис. 3). Эта экспозиция склона была выбрана вполне сознательно, так как южные и юго-восточные склоны очень быстро прогреваются, снег на них быстро тает и весенние заморозки могут повредить саженцы. Общий климатический режим в районе питомника может быть охарактеризован следующими показателями: средняя температура воздуха в июле составляет 10,6°, в январе — 7°, среднее годовое количество осадков 775 мм, а средняя годовая температура 0,0°.

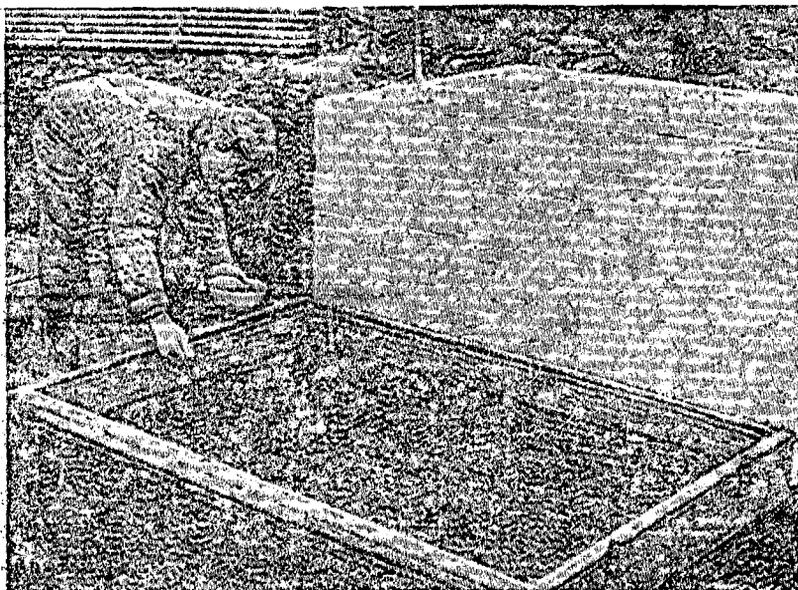


Рис. 4. Высадка семян древесных пород в парники весной. Гренландия.

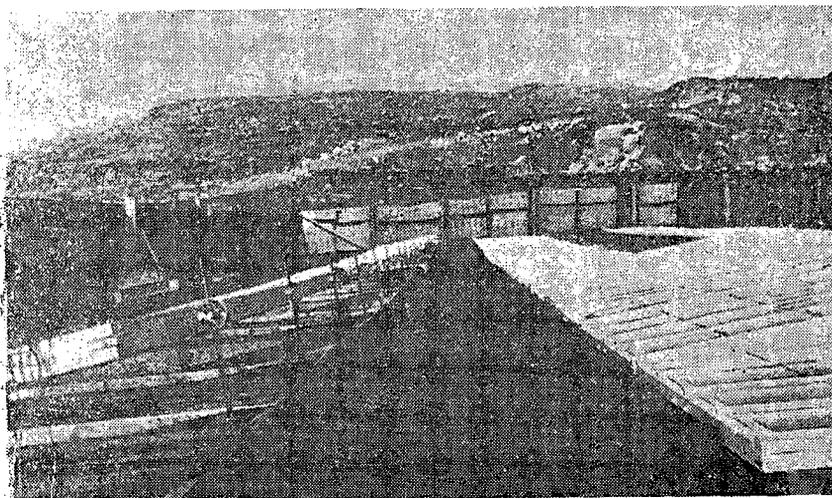


Рис. 5. Использование соломенных матов в качестве щитов от ветра на питомнике. Рамы для ослабления света окрашиваются в белый цвет (справа).

Температурные условия юго-восточной части Гренландии, где возможно лесоразведение (район Готхаба и южнее), по Леве* характеризуется следующими данными:

Название станции	Готхаб	Ивигтут	Нанорталик
Широта	64°11'	61°12'	60°08'
Средняя температура в январе	-9,8	-7,4	-5,3
Средняя температура в июне	+6,5	+9,9	+6,2
Средняя годовая температура	-1,9	+0,8	+0,5

* F. L o e w e. Das Klima des Grönlandischen Inlandeises. Handbuch der Klimatologie, Bd. 2, Teil K, Berlin, 1935.

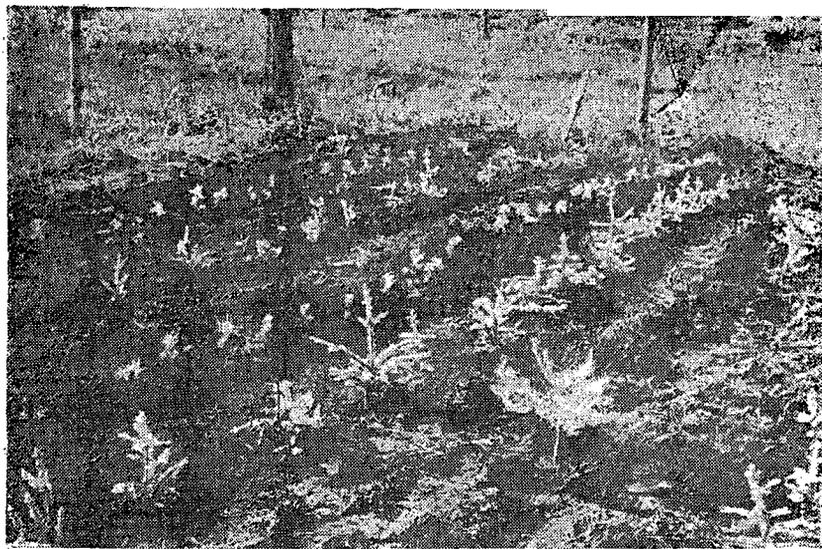


Рис. 6. Питомник древесных пород в Гренландии.
Саженьцы лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) в питомнике.

При устройстве питомника верхние слои почвы освобождаются от камней и вспахиваются. Для культуры под стеклом (в сооружениях типа примитивных парников) земля подготавливается очень тщательно, камни размельчаются или извлекаются совсем. Всю землю просеивают через специальную сетку. Семена древесных пород высевают под стекло в конце апреля — начале мая (рис. 4). Под прикрытием парниковых рам саженцы растут до середины июля следующего года, после чего рамы снимают. На зиму парники закрывают специальным покровом из листьев, который не прикрывает всходы плотно, а лишь задерживает снег. При этом предусматривается непрерывная вентиляция. В начальный период весны, а также осенью до выпадения снега саженцы предохраняются от мороза соломенными матами, которые изготовляют в Дании и привозят в Гренландию на пароходе. В течение лета маты (высотой 1,5 м) используются в качестве щитов от ветра, тем более, что парники в августе используются для разведения салата. При этом рамы и парники для предотвращения перегрева окрашивают в белый цвет (рис. 5). На второй год пребывания семян в парнике под стеклом (в семенной школе) их пикируют в открытый грунт — в питомник, где они находятся 2—3 года (в зависимости от их состояния), а затем высаживаются в те места, где создаются древонасаждения (рис. 6). Молодые посадки ограждаются от овец изгородями из проволоки. Для ускорения роста саженцев применяется известкование и искусственное удобрение. Для полива молодых саженцев древесных пород, а также огородных культур используется небольшая речка, из которой проведен водопровод. Для согревания воды ее предварительно собирают в железный резервуар, который нагревается солнцем. В питомнике имеется 150 остекленных рам и таким образом ежегодно предполагается выращивать для посадки в грунт не менее 100 000 саженцев. Одновременно с опытами выращивания хвойных проводятся посадки некоторых кустарников (виды: *Cornus*, *Rosa*, *Prunus* и др.) для испытания их в качестве покровных растений и садовых культур. Упомянутый выше опыт посадки древесных пород в юго-западной Гренландии представляет существенный интерес и должен быть учтен при организации защитного лесоразведения в северных районах Советского Союза*.

* См. сборник «Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение: Охрана лесов на их северном пределе и защитное лесоразведение в тундре». Изд. АН СССР, М.-Л., 1, 1956.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

О НОВОМ УЧЕБНИКЕ ПО ТЯГОВЫМ МАШИНАМ.

Студенты и преподаватели лесотехнических вузов получили впервые созданный учебник по локомотивам*. В учебнике рассматриваются паровозы, мотовозы, электровозы, техническое обслуживание и основы организации ремонта локомотивов лесовозных железных дорог.

Круг вопросов, освещенных в учебнике, и порядок расположения материала в основном соответствуют программе курса «Тяговые машины», читаемого студентам лесотехнических факультетов лесотехнических вузов.

Необходимость в указанном учебнике очень велика, в особенности в настоящее время.

Перед автором стояла сложная задача осветить в учебнике разнообразные виды локомотивов, которые коренным образом отличаются друг от друга. Он в известной мере систематизировал и обобщил материал по конструкции, основам теории работы и техническому обслуживанию локомотивов. Прделана большая работа по созданию учебника, имеющего ряд положительных сторон. Однако учебник имеет и ряд недостатков; на некоторых, важнейших из них, мы здесь и остановимся.

На наш взгляд, более целесообразно было бы изложить в учебнике материалы, относящиеся только к современным узкоколейным локомотивам лесотранспорта (паровозы ВП, Гр, ОП, мотовозы МУЗГ-4, ДМ-54, ТУ-2, опытные образцы тепловозов и электровозов узкой колеи). Локомотивы широкой колеи серии ФД, ИС, Л, ТЭ-1, ВЛ-22, краткие сведения о которых автор дает в отдельных разделах учебника, не являются лесовозными и уделять внимание им вряд ли целесообразно.

Не увеличивая объема книги, можно было бы более глубоко осветить теоретические основы курса, сущность процессов, протекающих в отдельных механизмах локомотивов, за счет сокращения описательной части учебника.

При работе над рукописью недостаточное внимание уделено подбору рисунков, подавляющая часть которых взята из хорошо известной общей литературы по локомотивам. В ряде случаев для студента более полезными и доходчивыми являются не заводские чертежи отдельных узлов и деталей, а их принципиальные схемы, которых в учебнике недостаточно. Очень мало дают в познавательном отношении, например, следующие рисунки: топочная дверца паровоза Гр (рис. 14), весьма элементарная схема устройства инжектора (рис. 42), дышловой механизм товарного паровоза (рис. 69), размещение двигателей и газостановок на мотовозах (рис. 119, 121, 122, 123), рамы мотовоза (рис. 119, 122, 156, 159) и ряд других.

Раздел «Паровозы» (объем 227 стр.) написан в основном по материалам книги В. Н. Сологубова «Паровозы узкой колеи» (изд. 1951 г.), рассчитанной на инженерно-технических работников, поэтому в ней приводится много справочных материалов по геометрическим размерам и материалам деталей и узлов, составляющих паровоз. Автор, создавая учебник для студентов, перегрузил этот раздел такими справочными данными, которые затрудняют изучение основного материала.

Рассматривая конструкции и теоретические основы работы паровозов, автор допускает ряд ошибок и неточностей. Иногда приводятся недостаточно обоснованные рекомендации. Покажем это на ряде примеров.

На стр. 51 указано «В паровозах узкоколейных железных дорог рекомендуется применять своды», между тем как у этих паровозов своды при дровяном отоплении не устанавливаются.

При рассмотрении приборов искусственной тяги автор делает неоднократные ссылки на их к.п.д., но не раскрывает физического смысла этой величины.

На стр. 61 к приборам, повышающим к. п. д. котла, отнесены пароперегреватель, водоподогреватель, изоляция котла с обшивкой, то есть такие устрой-

* Д. Д. Браггин. Тяговые машины. ч. II. Гослесбумиздат, 1957.

ства, которые никак нельзя назвать приборами.

Отмечается, что «На паровозах узкой колеи до сих пор ставятся внутренние регуляторы, что недостаточно обосновано». Вряд ли можно согласиться с таким утверждением автора.

Устройство инжектора и принцип его работы изложены весьма элементарно.

На стр. 99 в уравнении теплового баланса котла отсутствует слагаемое, отражающее расход тепла на служебные нужды паровоза $Q_{сл}$. Здесь же полезно использованное тепло Q_1 определяется по формуле

$$Q_1 = V_m (i_{пе} - q_0) \text{ ккал/час,}$$

а на стр. 110

$$Q_1 = \frac{Z_{кп} \cdot H_{ис}}{yRp} \cdot 640 \text{ ккал/кг.}$$

Очевидно, что эти формулы не соответствуют друг другу.

На стр. 111 для теплового баланса котла приводится второе уравнение (33), которое не соответствует уравнению (13) ни по количеству входящих слагаемых, ни по размерности, ни по условным обозначениям.

На стр. 99—102 указывается, что по данным акад. С. П. Сыромятникова для паровозов широкой колеи при угольном отоплении потери тепла с уходящими газами $Q_2 = 11\%$, а $\eta_{к}^{нетто} = 59,81$. Такие ссылки на абсолютные, строго определенные числовые значения указанных величин могут вызвать недоразумение. Здесь целесообразно было бы рассмотреть факторы, влияющие на величину отдельных потерь тепла в котле и те мероприятия, которые способствуют снижению этих потерь, а также привести график зависимости $\eta_{к} \cdot q = f(\gamma_{к})$, например, для паровоза ПТ-4.

На стр. 104 указывается: «По правилам производства тяговых расчетов для неперечисленных выше паровозов расчетную форсировку при ручном отоплении рекомендуется определять по формуле

$$Z_m = \beta_{э} \cdot \frac{2000 + 1800 \cdot Rp}{H_{ис}}$$

Остается непонятным, какие неперечисленные паровозы автор имеет в виду. Если паровозы узкой колеи, то эта формула к ним совершенно неприменима.

На стр. 111 указывается, что коэффициент разделения газового потока β для паровозов узкой колеи равен 0,58, что является ошибочным.

Значительное место отведено трех- и четырехцилиндровым машинам типа компаунд, которые уже давно не находят себе применения.

Указание на то, что у паровозов с машиной компаунд устанавливаются котлы высокого давления, не соответствует действительности. Ряд неточностей допущен при изложении рабочего процесса паровой машины. Автор пишет: «В начале хода поршня в цилиндр впускается свежий пар с наибольшим возможным давлением $P_i = \xi \cdot P_k$ », а на стр. 219 по этой же формуле определяется среднее индикаторное давление. Очевидно, что эти формулы не соответствуют друг другу.

Далее указано: «Расширение пара заканчивается в точке 3, так как канал «а» в это время будет соединен с паропроводом. В действительности в точке 3 канал «а» еще полностью закрыт. Указывается, что «При обратном ходе поршня давление выхлопа сохраняется постоянным до точки 5». Через несколько строчек написано: «Кроме того, в связи с повышением давления в конце хода выпуска улучшается переход поршня через мертвые положения». Чему здесь верить? Неверно утверждение, что площадь 4561 $dhfg4$ определяет работу, затраченную на выпуск отработавшего пара.

На стр. 140 написано: «Для закрепления хвостовика штока ползун имеет конусную втулку с отверстием для клина». Известно, что никакой втулки в горловине ползуна не имеется.

Вряд ли целесообразно приводить вывод формул, выражающих перемещение поршня, скорость и ускорение. Эти сведения студенты уже получили в курсах «Теория механизмов и машин», а также «Лесовозные автомобили и тракторы».

На стр. 152 дается неправильное понятие о перекрышах впуска и выпуска пара. Указывается, что эти перекрыши отсчитываются от соответствующих кромок золотника. На самом деле указанные перекрыши для цилиндрических золотников отсчитываются от соответствующих кромок золотниковых колец.

При изложении теории и устройства кулисного механизма следовало бы вывести уравнения перемещения золотника от механизма маятника и механизма кулисы и дать анализ этих уравнений. Такой анализ позволяет раскрыть свойства кулисного механизма и усвоить основы теории его работы. Величина перемещения золотника от механизма кулисы (стр. 163) определяется по формуле:

$$e_3 = r \frac{u \cdot l}{c \cdot m}$$

где c — «расстояние от точки подвески кулисы O_1 до линии, проходящей через центр колесной пары»;

Здесь сделано две ошибки. На самом деле

$$e_3 = r \frac{u \cdot l}{c \cdot m} \sin \alpha.$$

а c — расстояние от центра подвески кулисы до центра хвостовика кулисы.

На рис. 76 обозначено «ОБ — контркривошип». На самом деле контркривошипом является $A_0 B$, который на рисунке не показан.

При рассмотрении беспарного хода паровоза весьма полезно было бы привести полярную золотниковую диаграмму.

В разделе «Мотовозы» (объем 129 стр.) излагается материал по серийно выпущенным маркам мотовозов узкой колеи, однорельсовых подвесных дорог и некоторым мотовозам широкой колеи.

Существенным недостатком этого раздела является перегрузка описательной части подробным изложением устройства и работы отдельных узлов мотовоза. При этом критическому анализу рассматриваемых конструкций и условиям их применения уделено недостаточно внимания. В тексте встречаются неправильные определения и терминологические неточности, в теоретической части имеются ошибки и неправильные толкования.

Слишком много места отведено не имеющему познавательного значения описанию устройства и монтажа отдельных узлов мотовоза. Так, например, без ущерба может быть исключен § 3 «Монтаж двигателей на мотовозах». Совершенно излишне подробное до мелочей описание устройства и работы реверсов, осевого редуктора мотовоза $M \frac{k}{2} - 15$, рамы мотовоза МУЗГ-4 и тормозных устройств, конструкция которых понятна из прилагаемых рисунков и может быть описана более кратко.

Имеет место описание узлов и приспособлений, которые не могут найти практического применения на узкоколейных мотовозах. Так, например, на стр. 237—239, приводя описание устройства двигателя Д-50 мощностью 1000 л. с. и газогенераторной установки, автор необоснованно считает, что «Этот двигатель может явиться прототипом для двигателей мощных узкоколейных мотовозов».

На стр. 248—251 обоснована непригодность непосредственно передачи для мотовозов из-за незначительного изменения силы тяги при изменении скорости движения и здесь же предлагаются различные способы устранения этого недостатка путем установки компрессоров, воздушных машин или паровых машин с паровыми котлами для них. Такие устройства для узкоколейных мотовозов, кроме усложнения конструкции, ничего не дают и приводить их нецелесообразно.

Содержание некоторых параграфов не соответствует заголовкам. Так, например, § 16 «Расчет механической передачи мотовозов» содержит лишь некоторые, не вполне определенные положения по выбору основных параметров мотовоза и методику определения числа ступеней в коробке перемены передач. Эти же вопросы, но уже в ином толковании, более подробно излагаются в главе III. Неодинаковый подход к одним и тем же вопросам в различных местах текста, в частности к подбору числа ступеней в коробке перемены передач, вносит неопределенность.

В § 19 «Управление мотовозом» перечисляются лишь рычаги управления, условия, при которых следует применять подсыпку песка, некоторые, причем не главнейшие, требования к песку и почти ничего не сказано по существу вопроса.

Некоторым понятиям и положениям даются неправильные определения или толкования. Так, на стр. 253 «...все оси локомотивов при индивидуальном электроприводе обычно бывают сцепными, что невозможно при дышловом или другом групповом приводе». Такое толкование неправильно.

При рассмотрении преимуществ и недостатков цепного привода осей мотовозов необоснованно отнесены к достоинствам «достаточно высокая сопротивляемость воздействию пыли», а к недостаткам «затруднительный доступ к цепи»: Здесь же неверно утверждается, что «...Для лесотранспортных мотовозов цепная передача получила исключительное распространение».

В учебнике дается совершенно неправильное понятие о верхнем строении пути: «Под конструкцией верхнего строения понимается ширина колеи, тип рельса, качество шпал, конструкция крепления к ним рельсов и искусственные сооружения».

Смешивая два различных понятия — качество и род топлива, автор делает неверное заключение: «Таким образом, качество топлива определяет тип двигателя для мотовоза».

В расчетной части встречаются ошибки. Так, например, приведена мало понятная и неправильная методика определения числа ступеней в коробке перемены передач. Из формулы (124) и пояснения в тексте следует, что отношение скоростей движения C есть величина, меньшая единицы:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_2}{V_3} = \frac{V_3}{V_4} = \text{Const} = C.$$

Следовательно, отношение соответствующих передаточных чисел в коробке перемены передач будет равно $\frac{1}{C}$. Однако в формуле (125) значит обратное:

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{i_2}{i_3} = \frac{i_3}{i_4} = \text{Const} = C.$$

Совершенно непонятно, откуда появилась и неправильная формула (126):

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} = \left(\frac{n}{n_{min}} \right)^{\epsilon_c}$$

В результате допущенных ошибок оказались неправильными и формулы (127) и (129).

При определении механического к.п.д. трансмиссии моторного не учтен к.п.д. реверса (формула (139)). В то же время дано неправильное понятие о к.п.д. моторного как тележки (η'_{μ}) который, по мнению автора, учитывает «...трение в буксах, удары на стыках».

Автор безусловно правильно поступил, изложив материалы по электровозам несколько подробнее, чем это предусмотрено программой, ибо постановления Партии и Правительства указывают, что электрификация транспорта является одной из важнейших задач технического прогресса социалистического хозяйства. Несмотря на то, что электровозам уделено почти 80 стр., материал, к сожалению, изложен расплывчато, недостаточно систематизирован и увязан с материалом курса общей электротехники. Раздел перегружен рисунками и деталями, которые приводятся иногда без цели и без должных пояснений. Много внимания уделено рудничному электротранспорту и в то же время слабо использован материал, накопленный в ЦНИИМЭ по электрификации лесовозного транспорта.

При изложении вопроса о тяговых двигателях постоянного тока, устанавливае-

мых на электровозах и тепловозах, имеются ничем не оправданные повторения.

В разделе «Техническое обслуживание и основы организации ремонта локомотивов лесовозных железных дорог» имеются также неточности. Так, например, дается неверное определение единиц жесткости воды, приводится ряд устаревших марок смазочных масел (табл. 23), говорится о горячей промывке паровозных котлов, которая уже давно запрещена и т. д.

Недостаточное внимание уделено терминологии и редактированию учебника, имеется ряд неточностей, неудачных фраз и выражений. Так, например: «Давление поршня на ведущую ось» (стр. 128); «В первом варианте редко применяется независимое парораспределение, чаще внутренние золотники получают движение от внешних» (стр. 115). «Ходовой частью электровоза называют колесную пару с буксами» (стр. 377). Сцепные оси автор называет рабочими (стр. 13), а тяги привода цилиндрико-продувочных клапанов — планками (стр. 137). Осевой редуктор именуется как «коробка передач» и т. п.

Имеющиеся недостатки, безусловно, снижают качество учебника и затрудняют использование его в учебном процессе. По нашему мнению, учебник необходимо переиздать, однако после широкого обсуждения его в лесотехнических вузах.

А. В. Дуров.

Канд. техн. наук

В. А. Афанасов.

Ст. преподаватель.

Поступила в редакцию
3 июля 1959 г.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

МИТРОФАН КУЗЬМИЧ ТУРСКИЙ

(К 60-летию со дня смерти)

16 сентября 1959 г. исполнилось 60 лет со дня смерти одного из выдающихся представителей лесной науки XIX столетия, оставившего глубокий след во многих областях лесоводства, Митрофана Кузьмича Турского. Его жизнь и труды глубоко поучительны для работников лесного хозяйства.

М. К. Турский родился 3 апреля 1840 г., получил среднее образование в духовной семинарии и в 1862 г. окончил С.-Петербургский университет по разряду естественных наук, причем особое внимание уделил изучению ботаники и химии.

После этого он прошел одногодичный курс лесоводства в С.-Петербургском лесном и межвом институте и в Лисинском учебном лесничестве.

Первые практические шаги молодой лесовод сделал, работая таксатором и лесничим; затем был назначен лесным ревизором. За семь лет работы в лесу он накопил большой производственный опыт, благотворно повлиявший на развитие его научных взглядов.

В течение шести лет М. К. Турский весьма успешно работал преподавателем Лисинской лесной школы, а в 1876 г. получил назначение на должность профессора Петровской земледельческой и лесной академии (ныне сельскохозяйственная академия им. Тимирязева). На этом посту он оставался 23 года — до самой смерти.

Профессор лесоводства М. К. Турский был вдумчивым ученым, прекрасным лектором, хорошим воспитателем молодежи, истинным общественником и человеком прогрессивных взглядов. В данном очерке главное внимание уделено его научной деятельности.

Трудно, пожалуй, найти область лесоводственных знаний, к которой не прикоснулась бы творческая рука М. К. Турского. Значение географического происхождения семян; методы культур, зна-

чение густоты посадок и их способы; акклиматизация и натурализация древесных и кустарниковых пород; влияние состава и формы насаждений на продуктивность и качество леса; процесс естественного изреживания древостоев; влияние удобрений на рост леса; влияние леса на водный режим прилегающих территорий; степное лесоразведение; сочетание лесоводства с полеводством («лесопольное хозяйство»); болезнь сосны «шютте»; возрастная структура лесов Беловежской пуши — таков далеко не полный перечень вопросов, которыми интересовался и которые разрабатывал Митрофан Кузьмич.

В ряде этих работ Турский может считаться пионером. Так, он первым в нашей стране в 1883—1892 гг. заложил серию опытных географических культур сосны, которые дали ценные материалы о наследственных свойствах семян сосны различного географического происхождения. Эти опыты были продолжены В. Д. Огиевским и другими исследователями.

Ставя задачу выращивания наибольшего количества древесины самого лучшего качества, М. К. Турский уделил большое внимание разработке приемов ухода за лесом, к которым он относил прочистки молодняков, различные способы изреживания при разной степени интенсивности, опиление сучьев и т. д. Изучая рост насаждений различных пород и ход их естественного изреживания, М. К. Турский заложил ряд постоянных пробных площадей, на часть которых в 80-х годах прошлого столетия впервые были составлены графические планы распределения деревьев. Эти планы составлялись в дальнейшем периодически и дали ценный материал по вопросам выживаемости деревьев и характера внутривидовых и межвидовых взаимоотношений в различных природных и хозяйственных условиях.

М. К. Турский начал весьма важные опыты по акклиматизации древесных пород. Он разводил под Москвой лиственницы (сибирскую и европейскую), пихты (сибирскую и бальзамическую), кедр сибирский, сосну веймутову, ель белую, ясень белый.

Крупную роль сыграл М. К. Турский в разработке лесогидрологической проблемы. Изучение влияния леса на водный режим он проводил в конце 80-х годов в Подмоскowie, а затем в составе Особой экспедиции по исследованию источников главнейших рек Европейской России, которая установила большое водоохранное значение лесов, в особенности для малолесных районов. Этот вывод позднее вошел составной частью в известное положение В. Р. Вильямса об агрономическом значении лесов. Гидрологические работы Турского были с успехом продолжены Н. С. Нестеровым, проводившим многолетнее стационарное изучение влияния леса на водный режим местности.

М. К. Турский широко пропагандировал идею сочетания на одной площади полеводства и лесоводства, причем полеводство в течение нескольких лет должно подготавливать почву под лесные культуры. Таким способом удалось вырастить хорошие сомкнутые насаждения.

Среди многих других заслуг М. К. Тур-

ского следует отметить тот факт, что он положил начало отечественной учебной литературе по лесоводству, выпустив в 1892 г. капитальный труд «Лесоводство». Эта книга была в свое время лучшим энциклопедическим учебником лесного хозяйства, включавшим вопросы лесоведения, основ лесоустройства, лесоводственных свойств древесных и кустарниковых пород, лесовозобновления, лесоразведения, ухода за насаждениями, влияния на лес животных, растительных паразитов и климатических факторов. Книга эта и сейчас читается с большим интересом. В наши дни (1954 г.) она вышла шестым изданием.

Более 40 трудов по всем отраслям лесного хозяйства оставил нам М. К. Турский. Эти труды и многочисленные заложенные им опыты поставили Турского в ряды классиков лесоводства.

М. К. Турский оставил многочисленных учеников, которые, вместе с соратниками крупнейшего ученого, увековечили его имя памятником, поставленным на территории Тимирязевской академии; в сквере, недалеко от здания кафедры лесоводства, где Турский проработал почти четверть века.

Память об этом славном представителе лесной науки жива среди всех лесоводов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воспоминания В. Т. Собичевского о М. К. Турском. «Лесной журнал», вып. 5, СПб., 1899. [2]. Г. Р. Даниель-Бекков. М. К. Турский как профессор-педагог: «Лесопромышленный вестник» № 41, СПб., 1899. [3]. Памяти профессора лесоводства М. К. Турского. М., 1912. [4]. Открытие памятника 29 июля 1912 г. «Лесопромышленный вестник» № 32, 1912. [5]. В. Иванов. Открытие памятника профессору Митрофану Кузьмичу Турскому. «Лесной журнал», вып. 6—7, СПб., 1912. [6]. Возложение венка на памятник проф. М. К. Турскому от Лесного института, 30 сентября 1912 г. «Известия Лесного института», СПб., вып. 24, 1913. [7]. Г. Р. Эйтинген. Турский Митрофан Кузьмич. Энциклопедический словарь Граната. М., 1931. [8]. Г. Р. Эйтинген. Выдающийся лесовод (к столетию со дня рождения). «Лесная промышленность» от 5 мая 1940 г. [9]. Г. Р. Эйтинген. Столетие со дня рождения проф. М. К. Турского. «Лесное хозяйство» № 7, М., 1940. [10]. Г. Р. Эйтинген. Классик отечественного лесоводства. «Социалистическое земледелие» от 13 июля 1948 г.

П. И. Войчал...

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

В. Ф. Дарахвелидзе. Естественное возобновление горных сосновых лесов Грузии в связи с типами леса	3
П. В. Стальская. Изменение некоторых биологических особенностей <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin. на луговиковых вырубках	13
А. А. Присяжнюк. Влияние различных протравителей на энергию прорастания и всхожесть семян сосны обыкновенной	19
Ф. Б. Орлов, В. П. Тарабрин. Опыт выращивания сеянцев кедра сибирского в учебно-опытном лесхозе Архангельского лесотехнического института	24
О. М. Колпиков. Особенности светового режима в биогруппах сосны различных густот	32
Г. Е. Пятацкий. О характере роста елового подроста предварительного и последующего возобновления на концентрированных вырубках	37
А. М. Мушегян. Рубки главного пользования в пихтовых древостоях Восточного Казахстана	43
В. Г. Ярошевич. Об определении текущего объемного прироста срубленного дерева	49

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. Н. Пименов, Н. И. Лебедев. О переработке хлыстов на лесоперевалочных комбинатах	54
В. И. Сиротов, В. Т. Суриков. Электрическое измерение скорости движения и пройденного пути при дорожных испытаниях автомобиля	60
А. А. Ткаченко. Расчет осадок насыпей автомобильных дорог на болотах	64
Л. П. Биричевский. О работе рельсовой шейки в зоне стыка	79
З. Б. Васильев. К вопросу определения среднего расстояния прямой вывозки леса тракторами С-80	85

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. И. Санев. О степени автоматичности деревообрабатывающих станков, входящих в состав автоматических линий	94
Ю. П. Гончаров. Производственный метод исследования жесткости технологической системы лущильных станков	99
Ф. И. Коперин. Изготовление древесно-стружечных плит из отходов лесозаготовок без добавления связующих	107
А. А. Майтин, Б. М. Петров. Механизация операции намазки листов шпона	114
Р. П. Болденков. К вопросу о температурных поправках для пределов прочности древесины	117

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- А. И. Мудрецов, В. Н. Козлов. О распределении сахара в процессе гидролиза древесины 123
- В. А. Выродов. К вопросу об омылении эфиров изоборнеола водной щелочью. Сообщение 5 132
- Г. М. Скурихина, В. И. Юрьев. Обменно-адсорбционное равновесие на целлюлозных материалах 129
- Д. С. Добровольский. Об использовании в бумажной промышленности хвойной древесины, пораженной сибирским шелкопрядом 147

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- А. П. Берсенев, А. Г. Фокина, А. К. Штольц. К вопросу применения рентгеновских лучей для исследования древесины 151
- Н. А. Зудин. Почвенный бур для изучения корневых систем древесных растений 154
- Л. И. Кондратов. Грузоподъемность стержней из прессованной древесины при кручении 156

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Н. В. Никитин. Всесоюзная конференция по производству и применению древесно-стружечных и древесно-волоконистых материалов 160

ЗА РУБЕЖОМ

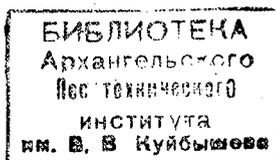
- Б. А. Тихомиров. Древонасаждение в Гренландии 164

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- А. В. Дуров, В. А. Афанасов. О новом учебнике по тяговым машинам 169

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- П. И. Войчалъ. Митрофан Кузьмич Турский 173



ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ.

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6

(Год издания второй)

Сдано в набор 7/IX-59 г. Подписано к печати 30/XII-59 г. Форм. бум. 70×108/16.
Физич. печ. л. 11. Условн. печ. л. 15,07+1 вклейка Уч-изд. 13,904.
Тираж 1500. Сл. 06228. Заказ 1526. Цена 10 руб.

Типография им. Скляпина, г. Архангельск, Набережная им. Сталина, 86.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует
В „Лесном журнале“ № 1			
65	16 снизу	5,2 га	5,2 тыс. га
В „Лесном журнале“ № 2			
71	Табл. 2		В рубрикации весь цифровой материал опущен на одну строку ниже. Первые цифровые данные относятся к Insecta и т. д. В строке против Arachnoidea цифровых данных не имеется.
104	21 снизу	стволов с кронами или хлыстов	стволов с кронами и хлыстов
	17 снизу	центр тяжести хлыста смещается	центр тяжести ствола (без сучьев) смещается
107	5 снизу	уравнениям и приведенных	уравнениям, приведенным
вклейка	2 графа справа, 6 строка снизу	$C_d = 0,39 + 0,01 \lg L_d$	$C_d = 0,39 + 0,01 \lg L_d^*$
108	10 снизу	зависимости C	зависимости C_x
В „Лесном журнале“ № 3			
7	1 сверху	за 20 лет	в 20 лет
	2 „	за 30 лет	в 30 лет
	„	за 40 лет	в 40 лет
	14 „	более тонких	более гонких
Приложение	4 сверху в таблице	при значениях коэффициента	при значениях коэффициента k'
13	16 сверху	$p_v = \frac{k_i}{d} = \frac{kz_d}{2d}$	$p_v = \frac{ki}{d} = \frac{kz_d}{2d}$
	17 сверху	$p : z_d$	$d : z_d$
	20 „	z_v	z_h
13	21 сверху	Группа	k'
	22 „	k'	Группа прироста
В „Лесном журнале“ № 5			
79	Табл. 1 1 строка сверху	Ri_p	R_i
82	15 сверху	$R_0(\eta_i + \eta_{ii}) - R_1(1 + \dots$	$-R_0(\eta_i + \eta_{ii}) - R_1(1 + \dots$
	22 „	$\varphi_0 = -\frac{1}{2EI}(6,25l^2R_0 - 2,25l^2R_1 + 0,25l^2R_2)$	$\varphi_0 = -\frac{1}{2EI}(6,25l^2R_0 + 2,25l^2R_1 + 0,25l^2R_2)$

Страница	Строка	Напечатано	Следует
82	7 снизу		После формулы (1d) пропущена строка: Условие равновесия имеет вид:
121	11 снизу	$P_A \cdot P$	$P_A \cdot P_B$
122	13 сверху	$K_0'' = \frac{1 - 1 \cdot 10^3}{1 - 1 \cdot 10^3} = 1,0001$	$K_0'' = \frac{1 - 10^8}{1 - 10^4} = 1,0001$
126	20 "	то есть $C = (\tau)$	то есть $C = f(\tau)$

В „Лесном журнале“ № 6

4	2 снизу	<i>quercetosum</i>	<i>quercetosum</i>
35	29 сверху	больше у поверхности	больше, чем у поверхности
81	Формула (3)*	$\dots \frac{P(l-a)}{2IEI_n k^2} (Y_2^2 Y_1 - Y_3)$	$\dots \frac{P(l-a)}{2IEI_n k^2} (Y_2^2 - Y_1 Y_3)$
	Формула (4)	$\dots + \frac{q_0}{b_{ог}} \left[1 - \frac{1}{k_{rc}} z \cdot (k_{rc}) \right]$	$\dots + \frac{q_0}{b_{ог}} \left[1 - \frac{1}{k_{rc}} z (k_{rc}) \right]$
89	Подпись под рис. 4	Рис. 4	Рис. 4. 1—обычная технология, 2—прямая вывозка.
91	Формула (15)	$L_d = 2L_{cp} + 0,5B_c$	$L_d = 2L_{cp} - 0,5B_c$
92	Формула (16)	$L_d = 2L_{cp} + L_3 + 0,5B_c$	$L_d = 2L_{cp} - L_3 - 0,5B_c$
96	3 сверху знаменатель формулы	$\sum_{i=1}^S T_{vi} p_i + \sum_{i=1}^S \sum_{v} t_{vi} p_i$	$\sum_{i=1}^S \sum_{v} T_{vi} p_i + \sum_{i=1}^S \sum_{v} t_{vi} p_i$
	17 сверху	$\dots + \int_{T_1}^{T_2} T \cdot f(T) dT$	$\dots + \int_{T_1}^{T_2} T \cdot f_k(T) dT$
18	"	$\sum_v I_{Tv} = \dots + \int_{t_1}^{t_2} t \cdot f_k(t) dt$	$\sum_v I_{Tv} = \dots + \int_{t_1}^{t_2} t \cdot f_k(t) dt$
97	5 снизу	$K = \frac{\sum_v I_{Tv}}{\sum_v I_{Tv} + \sum_v I_{Tv}} = \dots$	$K = \frac{\sum_v I_{Tv}}{\sum_v I_{Tv} + \sum_v I_{Tv}} = \dots$
98	9 сверху	$K = \frac{T}{\bar{T} + \bar{t}}$	$K = \frac{\bar{T}}{\bar{T} + \bar{t}}$
118	Подпись под рис. 1	Рис. 1.	Рис. 1. 1 — дуб, $W = 12\%$, статический изгиб; 2 — дуб, $W = 36\%$; статический изгиб; 3 — ель, $W = 10\%$; статический изгиб; 4 — ель, $W = 11\%$, сжатие вдоль волокон; 5 — ель, $W = 36\%$, сжатие вдоль волокон; (линии считать сверху).

Страница	Строка	Напечатано	Следует
130	Табл. 3 3 колонка слева 3 сверху строка	13	30
134	4 снизу	$\dots = \frac{4000}{8,6} = 510$	$\dots = \frac{4400}{8,6} = 510$
136	Табл. 2	2% эфира	2% от эфира
139	Формула (1)	$\frac{1}{Z_1}$ целл. $M_1 + \dots$	$\frac{1}{Z_1}$ целл. $\bar{M}_1 + \dots$
140	12 снизу	$\frac{g_1^{1/z_1}}{g_2^{1/z_2}} = \frac{C_1^{1/z_1}}{C_2^{1/z_2}}$	$\frac{g_1^{1/z_1}}{g_2^{1/z_2}} = \frac{C_1^{1/z_1}}{C_2^{1/z_2}}$
142	Табл. 1 2 колонка справа	$K'' = \frac{g_{Ca^{++}}^{1/2} \cdot C_{Cu^{++}}^{1/2}}{g_{Cu^{++}}^{1/2} \cdot C_{Ca^{++}}^{1/2}}$	$K'' = \frac{g_{Ca^{++}}^{1/2} \cdot C_{Cu^{++}}^{1/2}}{g_{Cu^{++}}^{1/2} \cdot C_{Ca^{++}}^{1/2}}$
157	10 сверху	поперечного сечения центра;	поперечного сечения стержня;
170	21 снизу слева 9 сверху справа	$\eta_k \cdot q = f(y_k)$ $P_i = \xi \cdot P_k$	$\eta_k, q = f(y_k)$ $P_i = \xi \cdot P_k$

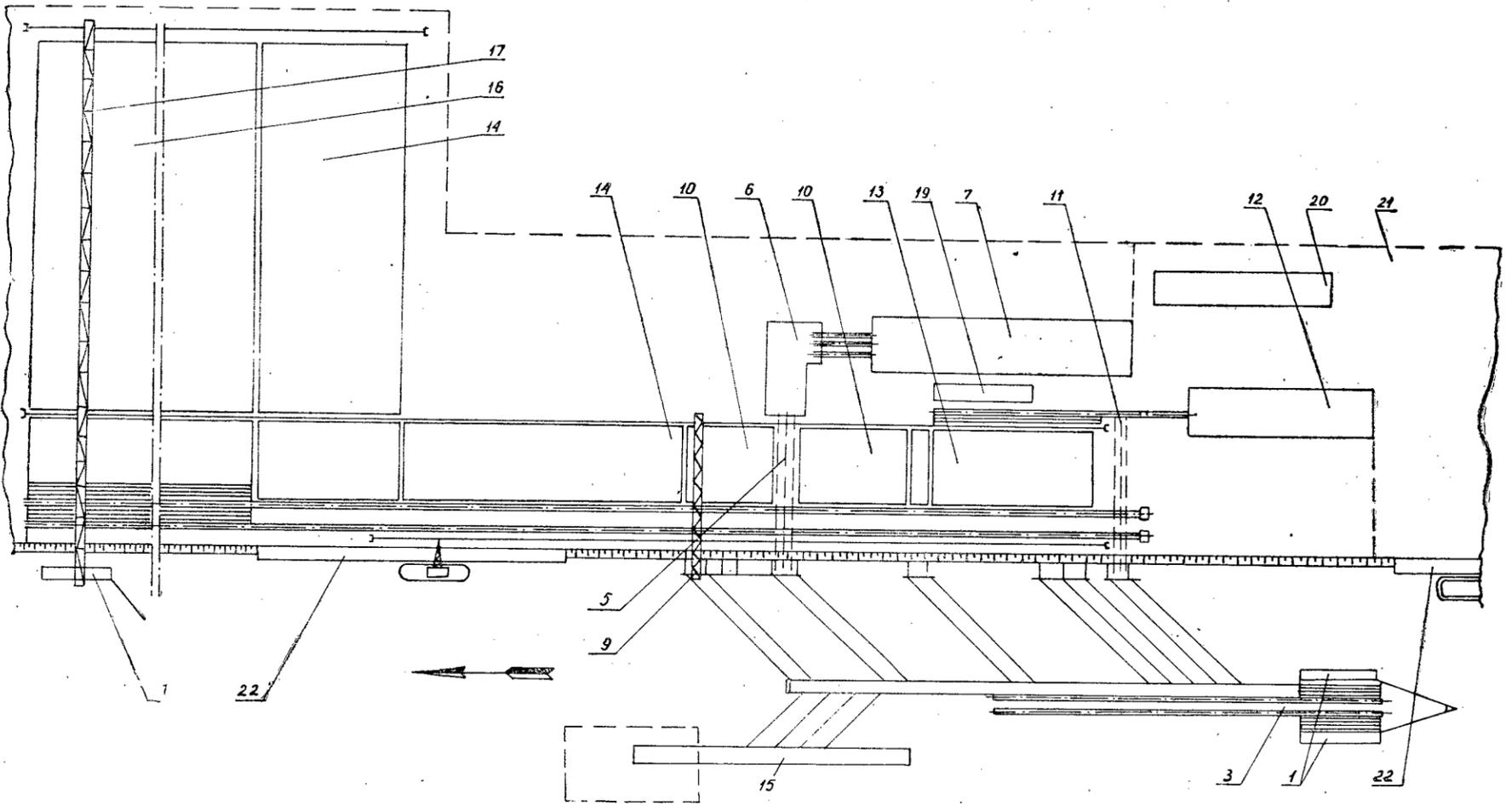


Рис. 1. Схема переработки хлыстов на лесоперерабатывающем комбинате с транспортировкой готовой продукции в судах при круглогодовой разделке на береговых и плавучих установках

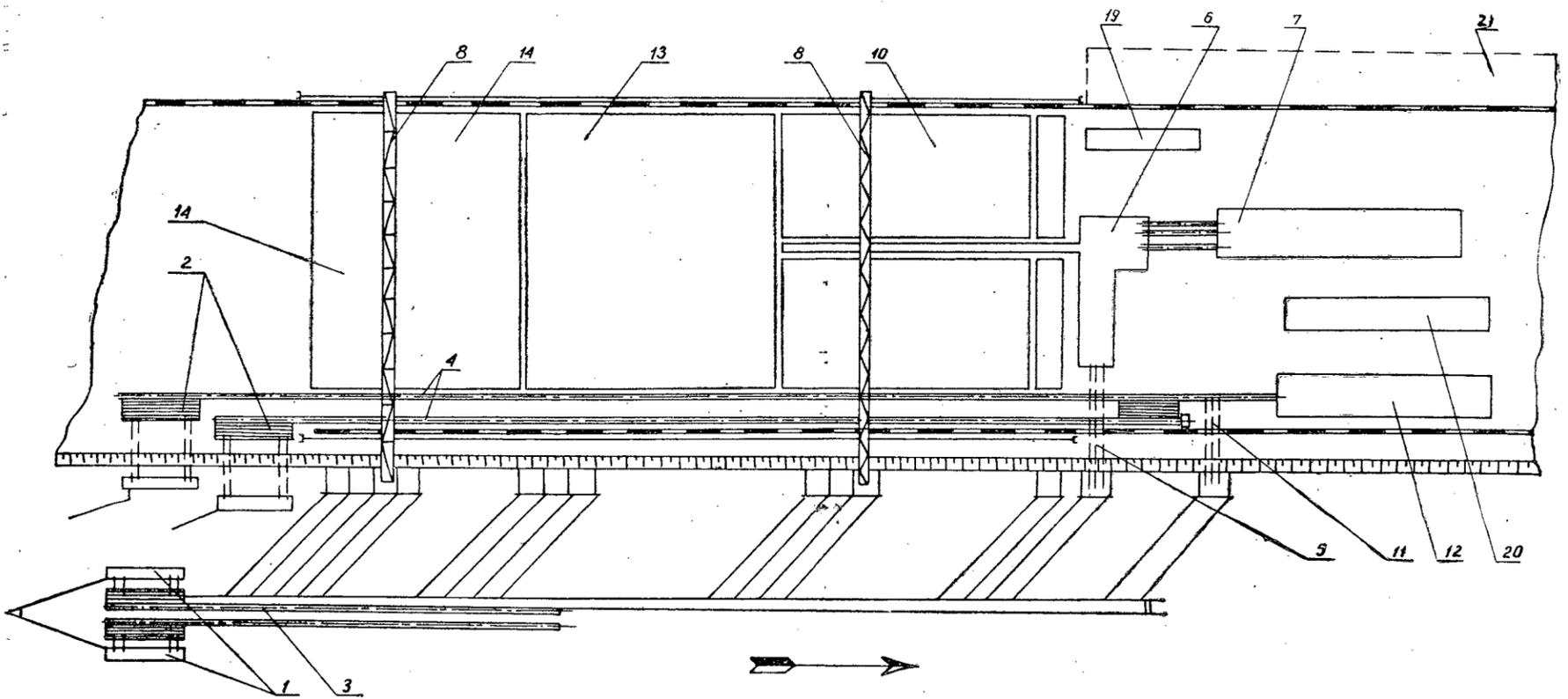


Рис. 2. Схема переработки хлыстов на лесоперерабатывающем комбинате с транспортировкой готовой продукции по железной дороге при сезонной разделке на береговых и плавучих установках

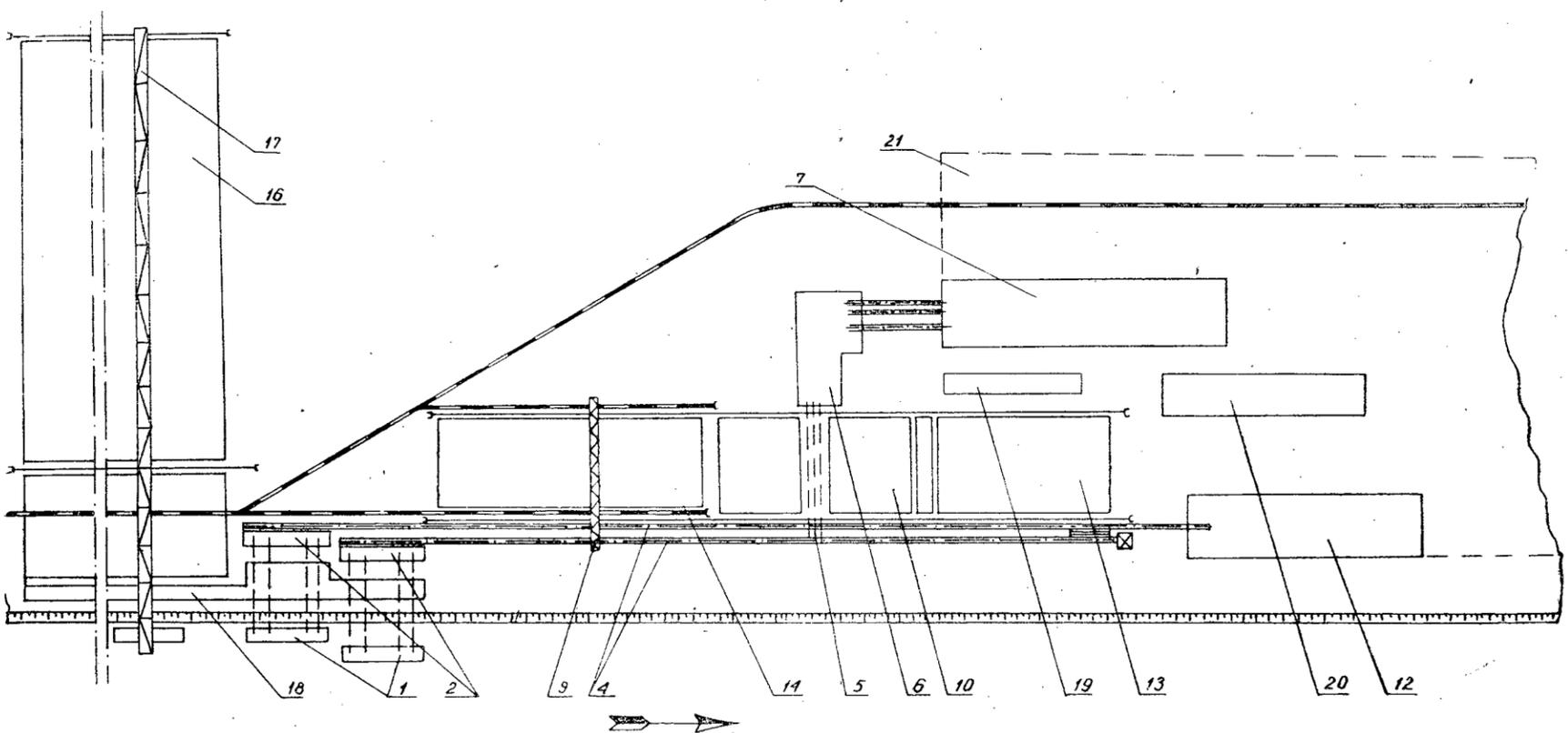


Рис. 3. Схема переработки хлыстов на лесоперерабатывающем комбинате с транспортировкой готовой продукции по железной дороге при круглогодовой разделке на береговых установках

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА
на 1960 год
НА ЖУРНАЛЫ „ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ СССР“
(22 серии)

В „Известиях вузов СССР“ будут помещаться статьи о результатах научно-исследовательских работ, выполненных работниками высших учебных заведений, сообщения о передовом отечественном и зарубежном опыте, определяющем направление и развитие научных исследований в соответствующей области знаний, материалы межвузовских научных конференций и совещаний, отдельные разделы диссертационных работ, а также материалы о введении в производство законченных научных работ.

„Известия вузов СССР“ предназначены для работников высшей школы, научно-исследовательских институтов, проектных и производственных организаций.

УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ

Наименование серии	Периодичность в год	Подписная плата		Наименование серии	Периодичность в год	Подписная плата	
		на 6 м. руб.	на год руб.			на 6 м. руб.	на год руб.
1. Физика	6	30	60	12. Горный журнал .	12	60	120
2. Математика	6	30	60	13. Геология и раз- ведка	12	60	120
3. Радиофизика	6	30	60	14. Нефть и газ . . .	12	42	84
4. Радиотехника . . .	6	21	42	15. Химия и хим. технология	6	30	60
5. Энергетика	12	42	84	16. Технология легкой промышленности . . .	6	30	60
6. Электромеханика	12	42	84	17. Пищевая техно- логия	6	30	60
7. Машиностроение	12	60	120	18. Технология тек- стильной промыш- ленности	6	30	60
8. Приборостроение	6	21	42	19. Лесной журнал .	6	30	60
9. Авиастроение . . .	4	14	28	20. Строительство и архитектура	12	60	120
10. Черная металлур- гия	12	60	120	21. Геодезия и аэро- фотосъемка	6	21	42
11. Цветная метал- лургия	6	30	60	22. Правоведение . .	4	17	34

Подписка на „Известия вузов СССР“ производится во всех городских отделах „Союзпечать“, конторах и отделениях связи, в пунктах подписки и общественными уполномоченными.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, как правило, не должны превышать 12 страниц машинописного текста. Некоторые, наиболее ценные статьи, могут быть опубликованы по решению редакционной коллегии и при большем объеме — до 24 страниц. Статьи библиографического характера не должны быть более 6 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *g* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, *I* и *J*, *z* и *c*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть подчеркнуты красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и матема-

тических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полные имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка простым карандашом должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 20 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хронике).

Цена 10 руб.

**Принимается подписка
на журнал на 1960 год**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА 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 — 60 рублей. Цена отдельного номера — 10 рублей.

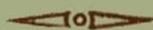
Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплект журналов за 1958 г. и отдельные номера за 1958 и 1959 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная им. Сталина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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