

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ СЕДЬМОЙ

3

1964

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

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

Выходит 6 раз в год.

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНОГО СТРОЕНИЯ
КЕДРОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА*Е. Д. СОЛОДУХИН*

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Приморский сельскохозяйственный институт)

Изучая возраст и распределение стволов по ступеням толщины в кедрово-широколиственных лесах Дальнего Востока, Б. А. Ивашкевич [2] нашел, что девственные кедровники состоят из нескольких поколений кедра, разница между возрастными группами которых составляет 40 лет. Это происходит потому, что в природных лесах кедр возобновляется «взрывами» через 40-летние промежутки. При этом основная масса деревьев относится к одному-двум сорокалетним классам возраста.

Для установления закономерностей возрастного строения кедровников Б. А. Ивашкевич использовал данные только одной пробной площади размером 0,4 га, заложенной в Майхинском опытном лесхозе. На пробе срублено 38 модельных деревьев, в том числе 17 кедров. Кроме того, в работе приводятся данные 23 пробных площадей размером 2000 м² каждая и 8 — по 1000 м², заложенных А. Е. Булгаковым, на которых срублено 150 модельных деревьев. Однако эти данные слишком малочисленны и разнородны.

Развивая основные положения учения Б. А. Ивашкевича о типах леса, его возрастную схему развития принял и Б. П. Колесников [6].

Первые же подробные данные Н. В. Дылиса и П. Б. Вишнера [1] с определением возраста всех деревьев не подтвердили мнение Б. А. Ивашкевича о наличии 40-летних возрастных поколений. По их наблюдениям, возраст кедровых деревьев колеблется от 1 до 470 лет на одной площади и от 1 до 350 — на другой. Имеющиеся разрывы объясняются чаще всего исключением из перечета деревьев, возраст которых не удалось определить из-за гнилей на пнях.

Несколько позже К. П. Соловьев [10] привел распределение кедровых деревьев по 20-летним группам возраста для трех пробных площадей. Он сделал вывод о наличии возрастных поколений в 160 и 220 лет в Сучанском лесхозе, в 100, 120, 180 и 280 — в Бикинском и 100, 200 и 300 — в Вяземском. Но наличие пикетов в кривой распределения стволов по возрасту можно объяснить как неодинаковой продолжительностью жизни кедра в разных условиях, так и быстрой ростом подроста, а следовательно и временем его вхождения в верхний ярус. Вообще же по одним модельным деревьям довольно трудно судить о возрастном строении древостоев.

С целью получения дополнительных данных мы заложили 7 пробных площадей размером по 0,5 га, на которых были спилены все кед-

ровые деревья в диаметре от 8 см на высоте груди и подсчитан их возраст. Подробная характеристика древостоев этих площадей приводится в табл. 1.

№ пробных площадей	Лесхоз, лесничество	Экспозиция	Тип леса
1	Сучановский механизированный, Молчановское	Северный склон крутизной 8—12°	Мшисто-папоротниковый кедрово-еловый лес
2	"	Пологий юго-западный склон	Лещинный кедровник с липой и дубом
3	"	"	"
4	"	—	Долинный кустарниково-разнотравный кедровник с ильмом и ясенем
5	"	—	"
6	Даубихинский механизированный, Телятинское	Пологий южный склон	Лещинный кедровник с липой и дубом
7	Тернейский Приморского края	Южный склон крутизной 20°	Мшисто-папоротниковый кедрово-еловый лес

Примечание. Сумма площадей сечения, число стволов и запас древесины кедр корейский; Е.а — ель аянская; П — пихта белокорая; Л — лиственница даур-зеленокорый; К.ж — клен желтый; К.м — клен мелколистный; К.мж — клен маньч.-Б.б — береза маньчжурская (белая); В.м — вишня Максимовича; Мк — мелкоплод-скун амурский; Бх — бархат амурский; Ч. м — черемуха Маака; Ор — орех маньч.

Распределение кедровых деревьев по 10-летним группам возраста приведено в табл. 2.

Таблица 2

№ пробных площадей	Количество стволов (шт.) по десятилетиям																
	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	260	380
1	—	1	—	—	2	2	7	4	7	5	3	—	—	—	—	—	—
2	—	1	1	—	5	5	6	11	14	14	11	6	1	1	—	—	—
3	5	5	7	7	8	4	12	11	4	1	1	—	—	—	—	—	—
5	—	1	—	1	—	1	3	6	2	3	1	1	2	—	1	—	—
6	—	—	—	1	3	1	2	4	6	11	5	3	1	1	—	—	—
7	1	1	—	4	15	7	12	11	15	4	3	2	—	—	—	—	1
	—	—	—	3	—	1	1	6	1	1	1	1	1	1	—	1	—

Эти материалы также не дают истинной картины распределения стволов по возрасту, так как старые деревья часто имеют напенные гнили, не позволяющие подсчитать возраст, а молодые находятся в стадии подроста.

Этим объясняется некоторое сгущение стволов в центральной части рядов распределения. Тем не менее, и в таком виде наши материалы ясно показывают, что никаких сорокалетних возрастных поколений в кедрово-широколиственных лесах нет.

Большинство деревьев имеет возраст от 110 до 180 лет. Это как будто одно господствующее поколение с колебаниями возраста в 70 лет. На всех пробных площадях к этому поколению, или вернее к верхнему

Таблица 1

Состав древостоя	Класс бонитета	Полнота	Средние для кедра			Сумма площадей сечений, см ²	Число стволов, шт.	Запас, м ³
			диаметр, см	высота, м	возраст, лет			
4К 2Е.а 2П 1Б.ж 1Лп.т + Ос, ед. К.з, К.ж	III	0,7	34,1	23,6	140	20,4	612	200
2К 2Б.ж 2Т.м 2Е.а 1Лп.т 1П, ед.Д, К.м, К.мж, Ил, Б.б, В.м, Мк	III	0,7	27,0	19,1	160	46,3	968	480
3К 2Б.б 1Е.а 1П 1Лп.т 1Д 1К.м, ед. Т.м	III	0,5	23,0	20,3	120	32,6	1056	290
3К 2Е.а 1П 1Т.м 1К.мж 1Ил 1К.м + Лп.т, И,Б.б, Я, Ол, ед. Тр, Бх, Ч.м	II	0,6	43,2	23,6	150	28,7	490	280
4К 2Е.а 1П 1Т.м 1Я 1И + Лп.т, К.мж, ед. Ил, К.м, Д, Тр, Ч.м	II	0,8	39,3	25,4	150	39,2	470	390
5К 2Лп.т 1К.м 1Е.а 1Д + Ил, Б.ж, Б.б.ед И, Ор, М.а, Ос, Бх, Дм, Т.м	III	0,7	25,6	21,2	130	35,3	536	330
4К 2Е.а 2Л 1П 1Б.ж, ед.К.м, Ос, И	IV	0,6	41,5	22,3	140	—	—	220

приведены в пересчете на 1 га. Сокращенные обозначения древесных пород: К — сосна; Б.ж — береза ребристая (желтая); Лп.т — липа Таке; Ос — осина; К.з — клен журский; Т.м — тополь Максимовича; Ил — ильм сродный; Ил — ильм лопастной; ник ольхолистный; Я — ясеня маньчжурский; Ол — ольха волосистая; Тр — тюркский; М.а — маакия амурская; Дм — диморфант семилопастной.

ярусу, относится абсолютное большинство деревьев (часто более 80%). В подчиненном ярусе стволов мало. В кедрово-широколиственных лесах количество тонкомера вообще незначительно. Таксаторы обычно объединяют весь верхний полог в одно поколение, глазомерно определяют возраст и по нему относят древостой к спелым, перестойным или приспевающим. Это неправильно.

Размещение большинства деревьев кедра (вернее их крон) в верхнем пологе наталкивает на мысль об одновременной их гибели, то есть о разрушении древостоя. Но на самом деле этого не бывает даже в разновозрастных насаждениях, так как некоторые деревья могут отмирать в 500 лет. При этом в течение всего периода жизни кедр продолжает расти. Для примера приводим ход роста по диаметру 400-летнего кедра корейского в Вяземском леспромхозе (табл. 3).

Таким образом, замена отмирающих деревьев может быть обеспечена даже всходами, так как за 80 лет они выйдут в первый ярус, а срок жизни деревьев первого яруса, даже разновозрастных, может быть растянут до 300 лет. Своевременную замену вывалившихся стволов в природных лесах всегда обеспечивает разновозрастный подрост, который может «сидеть» под пологом до 80 и даже 100 лет, имея высоту всего около 2—2,5 м. На семи описанных нами пробных площадях имеется от 562 до 1836 шт. подроста в возрасте от 1 до 60 лет.

Анализ материалов ([11], [8], [9], [10], [11], [13] и др.), собранных на сотнях пробных площадей, также не подтверждает 40-летней периодичности «взрывов» в ходе естественного возобновления кедра под пологом

Таблица 3

Возраст, лет	Диаметр, см	Возраст, лет	Диаметр, см	Возраст, лет	Диаметр, см	Возраст, лет	Диаметр, см
10	1,5	110	52,2	210	134,6	310	172,2
20	3,4	120	64,2	220	140,0	320	174,6
30	6,0	130	76,6	230	145,4	330	176,8
40	8,8	140	89,0	240	150,6	340	178,6
50	12,4	150	97,0	250	154,6	350	180,2
60	16,6	160	103,4	260	158,2	360	181,6
70	19,3	170	109,8	270	161,4	370	182,8
80	23,4	180	116,2	280	163,8	380	183,9
90	28,4	190	122,6	290	167,0	390	185,0
100	39,2	200	128,6	300	169,8	400	186,0

древостоев. Везде налицо все пятилетние группы (1—5, 6—10 и т. д.), в которые обычно объединяют подрост, причем количество молодых деревьев с возрастом более или менее равномерно уменьшается. Колебания в числе всходов, появляющихся в отдельные календарные годы, связанные с засухами, неурожаями семян, обилием грызунов, болезнями и т. п., в значительной степени нивелируются уже при объединении в пятилетние группы, и полностью — в десятилетние. Под пологом разнокустарничкового кедровника с желтой березой на 100 площадках размером по 1 м² был специально срезан весь подрост для точного определения возраста. Никаких «взрывов» возобновления не оказалось. Почти все возрасты (от 1 до 62 лет) были представлены примерно одинаковым количеством кедров (от 1 до 4).

Своевременная замена отмирающих деревьев обеспечивает более или менее одинаковый физиономический облик природных лесов, несколько напоминающий облик перестойного леса. Этому способствует примесь других древесных пород (до 20 видов на 1 га). Вот почему еще 50 лет назад Б. А. Ивашкевич беспокоился за судьбу кедровников, 80% которых, по его мнению, находилось на стадии перестойности и которым угрожала быстрая гибель. Эти кедровники не погибли до настоящего времени. Тем не менее, некоторые лесоводы и сейчас утверждают, что 80% кедровых лесов перестойные и поэтому предлагают значительно увеличить объем заготовок древесины кедра.

Выделение в природных лесах приспевающих, спелых и перестойных насаждений не имеет смысла. Различия же в среднем возрасте древостоев, который бывает проставлен в таксономическом описании и по которому выделяются возрастные категории, чаще всего объясняются неодинаковой продолжительностью жизни кедра в различных условиях местопроизрастания и сокращением ее под влиянием неблагоприятных природных факторов (насекомые, ветер и т. п.), а еще чаще ошибками при определении среднего возраста. Более того, средний возраст верхнего яруса (или господствующего возрастного поколения, как его неправильно называют) вообще невозможно определить без рубки всех деревьев, так как разница в возрасте модельных деревьев может достигать 80—100 лет, а это больше чем достаточно для отнесения древостоя к любой из трех приведенных выше возрастных категорий. Колебания возраста модельных деревьев, имеющих диаметр, близкий к среднему для всего древостоя, приведены в табл. 4.

Данные таблицы показывают, что при определении возраста по одной модели (как это часто делают) указанные древостои можно отнести либо к приспевающим, либо к спелым, либо к перестойным, а на пробе № 3 — и к средневозрастным древостоям, в зависимости от того, ка-

Таблица 4

№ пробных площадей	Средний диаметр древостоя, см	Колебания возраста, лет
1	34,1	122—153
2	27,0	128—183
3	23,0	68—132
4	43,2	136—165
5	39,3	132—183
6	25,6	107—155
7	41,5	133—203

кой возраст имеет модельное дерево. Это ни в коей мере не отражает действительный возраст древостоя.

В последнее время в нашей литературе все чаще стали появляться высказывания о каких-то скачках в ходе лесообразовательного процесса. Такие данные имеются и по кедрово-широколиственным лесам. В период работы на Дальнем Востоке Б. А. Ивашкевич заложил несколько постоянных пробных площадей в Майхинском опытном лесхозе. Эти пробные площади ревизовали Ф. И. Киселев [3], [4], [5], Н. В. Ефимов, К. П. Соловьев [10], И. И. Котляров [7]. Результаты ревизий сведены в табл. 5.

Таблица 5

№ пробных площадей	Период наблюдения, годы	Число стволов ($\frac{\text{всего}}{\text{кедра}}$)		Запас, м ³ ($\frac{\text{всего}}{\text{кедра}}$)	
		в начале периода	в конце периода	в начале периода	в конце периода
4	1929—1945	756	535	453,7	497,6
		270	229	223,8	257,8
3	1931—1948	1294	1063	436,7	453,8
		360	333	203,0	226,3
1	1926—1931	705	652	482,0	481,0
		145	140	294,0	288,0
„	1931—1948	652	550	481,0	442,0
		140	110	288,0	256,0
„	1948—1954	550	515	442,0	426,0
		110	98	256,0	228,0
„	1954—1959	515	704	426,0	257,3
		98	48	228,0	104,0

Анализ цифрового материала таблицы показывает, что процесс отмирания деревьев в кедрово-широколиственных лесах идет с различной интенсивностью. Периоды накопления древесины сменяются периодами некоторой стабилизации и разрушения древостоя, когда одновременно гибнет несколько деревьев. Потом цикл повторяется. Причиной единовременной гибели нескольких деревьев является ветер, засухи, нападения насекомых, грибные болезни и т. п., то есть естественные факторы, действие которых нельзя оторвать от леса. Куртины старых деревьев отмирают; иногда, в связи с резким изменением условий роста, вместе с ними гибнут и молодые деревья. На смену поднимается отставший в

росте подрост и выходит в верхний ярус, причем одновременно и семидесятилетний и однолетний. Видимо, такие циклы в развитии древостоев и кажутся возрастными поколениями. Но периоды отмирания значительного количества деревьев затрагивают только отдельные куртины и их можно уловить только на небольших пробных площадях. Вот почему все исследователи лесов Дальнего Востока отмечали групповой характер смешения древесных пород в кедрово-широколиственных лесах [12]. Два рядом расположенных древостоя зачастую сильно отличаются по таксационным показателям, например, пробные площади № 4 и 5 (табл. 1). Особенно резко различаются они по запасу древесины. Очевидно на одной из них недавно отпало много деревьев. Поэтому от одних исследователей приходится слышать и об исключительном разнообразии природных кедрово-широколиственных лесов и о их однообразии (состав очень изменчив, и эта изменчивость довольно постоянна).

В заключение можно сделать вывод, что природные леса по существу абсолютно разновозрастны. На небольших участках эта разновозрастность несколько нарушается действием неблагоприятных факторов; лесообразовательный процесс на них идет скачкообразно. При рассмотрении же целых таксационных выделов скачки нивелируются, и можно говорить об едином облике природного леса.

Выделение возрастных категорий (спелые, приспевающие, перестойные) в природных лесах ни на чем не основано, как не оправдано и определение их возраста вообще. Эти показатели заставляют планировать (рассчитывая лесосеку по спелости, возрасту или состоянию) ускоренную вырубку лесов за 20—40, а иногда и за 10 лет. Расчет пользования следует производить, исходя из значения лесов, потребностей в древесине, оборота хозяйства и площади насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. В. Дылис, П. Б. Виппер. Леса западного склона среднего Сихотэ-Алиня, М.-Л., 1953. [2]. Б. А. Ивашкевич. Девственный лес, особенности его строения и развития. Журн. «Лесное хозяйство и лесная промышленность» № 10, 11 и 12, 1929. [3]. Ф. И. Киселев. Рост кедрово-широколиственных древостоев в Майхинском опытном лесхозе. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1953. [4]. Ф. И. Киселев. Ход роста кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока. Сборник работ по лесному хозяйству, М.-Л., 1957. [5]. Ф. И. Киселев. К вопросу о ходе роста кедрово-широколиственных лесов южной части Приморского края. Бюллетень научно-технической информации ДальНИИЛХ, вып. 2, Хабаровск, 1957. [6]. Б. П. Колесников. Кедровые леса Дальнего Востока. Труды Дальневосточного филиала АН СССР, серия ботаническая, т. II (IV), М.-Л., 1956. [7]. И. И. Котляров. Итоги 33-летних наблюдений на постоянной пробной площадке в грабовом кедровнике с елью. Сборник трудов ДальНИИЛХ, вып. 4, Хабаровск, 1962. [8]. К. П. Соловьев. К вопросу естественного возобновления хвойных пород ДВК. Вестник ДВФАН СССР, № 22, Владивосток, 1937. [9]. К. П. Соловьев. Некоторые факторы, влияющие на возобновление кедра под пологом леса и на лесосеках после выборочных и сплошных рубок. Сборник работ ДВНИИЛХЭ, вып. 1, Хабаровск, 1948. [10]. К. П. Соловьев. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. Хабаровск, 1958. [11]. А. М. Фишер. Естественное возобновление кедра корейского. Материалы по флоре, растительности и почвам Дальнего Востока, вып. 1, Владивосток, 1939. [12]. А. А. Цымек. О групповом распределении деревьев в смешанных лесах Дальнего Востока. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1950. [13]. И. П. Щербаков. Возобновление в основных типах лесов Южного Приморья. М.-Л., 1953.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХОДА РОСТА НАСАЖДЕНИЙ ВЕТЛЫ (*Salix alba L.*) СЕМЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

М. В. ДАВИДОВ

Профессор

(Украинская сельскохозяйственная академия)

В европейской части СССР, по данным всесоюзного объединения «Леспроект», общая площадь, занимаемая древовидными ивами, составляет около 1 млн. га. Наибольший интерес для производства представляет ива белая, или ветла (*Salix alba L.*).

Произрастая в специфических почвенно-грунтовых условиях, с которыми могут мириться лишь очень немногие древесные породы, ива белая исключительно быстро растет, прекрасно возобновляется семенным и вегетативным путем; древесина ее обладает наиболее длинными древесными волокнами, а выход целлюлозы составляет в среднем около 40% (ВНИИЛМ, 1961).

Перечисленные качества позволяют поставить ветлу на одно из первых мест среди других быстрорастущих пород (тополь, береза, осина). Поэтому не случайно за последние годы был проявлен особый интерес к ней со стороны целлюлозно-бумажных предприятий, а также предприятий химической и деревообрабатывающей промышленности, которым требуются большие запасы сырья.

Поэтому особое значение приобретают работы, направленные на уточнение запасов и выявление сортиментной структуры насаждений данной породы. Особенности роста насаждений ветлы вегетативного происхождения уже отмечены в литературе [1], но семенные насаждения до сих пор еще не исследовали.

На Украине из общей площади насаждений ветлы — 12 тыс. га (на 1 января 1961 г.) — примерно 25% имеет семенное происхождение. Наиболее богата семенными ветляниками Одесская область, где на один только Одесский лесхоз приходится около 2,5 тыс. га. Семенные насаждения ветлы здесь произрастают на обширной территории поймы Днестра с его многочисленными притоками и лиманами. Возникновение их относится примерно к 1942—1943 гг., когда было большое наводнение, и вся территория поймы низовьев Днестра была затоплена водой. В этот период и произошло расселение ветлы на громадной территории. Семенные всходы ее густой щеткой покрыли все участки, где только могла поселиться эта порода, образуя непроходимые заросли. В настоящее время здесь сохранились двадцатилетние семенные насаждения ветлы исключительно высокой продуктивности.

Условия местопроизрастания исследуемых насаждений своеобразны. Почвообразующей породой здесь, кроме аллювиальных отложе-

ний, является торф. На наиболее пониженных участках, в условиях избыточного увлажнения, протекает болотный процесс почвообразования, а на слегка повышенных участках, где дренаж лучше, болотный процесс чередуется с дерновым. В результате здесь образуются лугово-болотные почвы, на которых уже могут произрастать древовидные ивы. Однако наиболее благоприятны для данной породы те повышенные участки, которые заливаются водой только весной во время половодья, а в остальное время года грунтовые воды находятся на глубине 0,25—2,0 м. Здесь создаются условия, способствующие развитию дернового процесса почвообразования. На этих почвах ветла, а также и осокорь образуют насаждения исключительно высокой продуктивности.

Исследования были сосредоточены в Троицком лесничестве Одесского лесхоза. За летний период 1962 г. было заложено 12 пробных площадей*. Обмеренные насаждения имели семенное происхождение и высокую продуктивность: от 1а до 1d класса бонитета.

В основу данной работы была положена методика, использованная нами при составлении таблиц хода роста белой акации [2] и ветлы вегетативного происхождения [1]. В пределах каждого класса бонитета было заложено по три пробных площади, из числа которых одна в более старшем возрасте являлась «указательным» насаждением. По составу все насаждения оказались чистыми. Полнота колебалась от 0,7 до 0,9.

Таксационная характеристика обмеренных насаждений в переводе на 1 га представлена в табл. 1, куда включены также данные трех проб, заложенных в Херсонском лесхозе. Всего было срублено и проанализировано 90 модельных деревьев (из них 52 в Одесском лесхозе).

№ проб	Площадь пробы, га	Лесхоз, лесничество	Квартал	Оставляемая		
				возраст, лет	класс бонитета	средняя высота, м
5	0,20	Одесский, Троицкое	37	20	1а	11,8
2	0,51	" "	37	33	"	16,5
3	0,26	" "	21	37	"	18,0
7	0,12	" "	44	12	1в	8,0
12	0,12	" "	36	20	"	12,8
1	0,75	" "	36	33	"	18,5
10	0,25	" "	38	19	1с	15,2
6	0,20	" "	38	20	"	15,5
8	0,20	" "	49	21	"	15,0
11	0,20	" "	32	12	1d	12,7
9	0,24	" "	45	20	"	16,2
4	0,25	" "	36	20	"	16,9
13	0,25	Херсонский, Херсонское	4	19	1е	17,7
14	0,20	" "	4	20	"	19,9
15	0,20	" "	4	18	"	17,9

На каждой пробной площади, кроме перечета, производили также описание условий местопроизрастания. На основании почвенных ям можно было проследить за глубиной залегания грунтовых вод; заметилась некоторая закономерность, выражающаяся в том, что с понижением уровня грунтовых вод, а следовательно, и улучшением дренажа почв, повышался класс бонитета насаждений.

* В работе принимали участие студенты Украинской сельскохозяйственной академии М. Рыбченко и В. Люля.

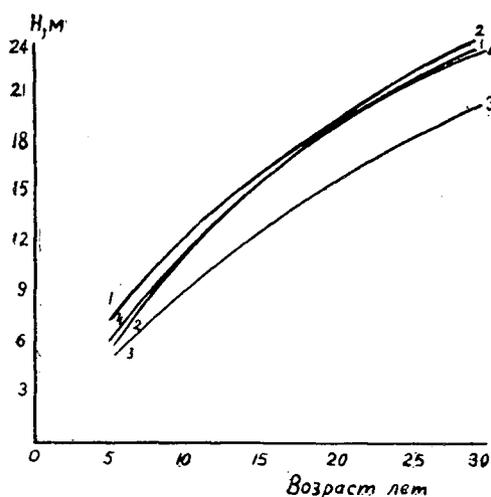


Рис. 1. Ход роста в высоту.

1 — ветла семенного происхождения; 2 — ветла вегетативного происхождения; 3 — акация белая семенного происхождения; 4 — осокорь (по В. А. Богданову).

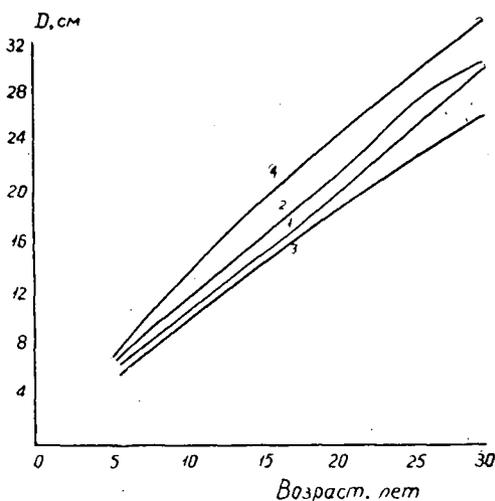


Рис. 2. Ход роста по диаметру.

Обозначения те же.

Вследствие близкого залегания уровня грунтовых вод и сравнительно медленного их течения почвы под насаждениями 1а класса бонитета быстрее заболачиваются и засоляются; они стоят ближе к лугово-

Таблица 1

часть					Отпад		
средний диаметр, см	сумма площадей сечений, м ²	число стволов	запас, м ³	полнота	число стволов	сумма площадей сечений, м ²	запас, м ³
14,3	15,4	960	91	0,65	125	1,0	5,0
26,3	21,0	384	162	0,65	40	0,7	4,2
30,4	26,0	358	215	0,8	58	1,3	8,3
10,1	12,1	1517	53	0,9	158	0,4	1,4
14,5	21,6	1292	136	0,8	67	0,5	2,5
28,6	25,4	381	215	0,75	53	1,8	13,4
15,4	22,2	1188	160	0,75	112	1,0	5,8
15,9	16,0	830	117	0,6	50	0,6	3,9
17,4	22,5	950	160	0,8	55	0,3	2,1
14,8	21,6	1255	135	0,9	55	0,3	1,5
16,2	21,6	1042	163	0,1	13	0,1	0,5
17,0	24,0	1060	188	0,8	264	2,2	14,3
15,8	25,6	1328	208	0,8	500	3,8	25,3
19,5	25,2	840	221	0,75	235	3,4	27,2
16,5	25,9	1220	199	0,8	75	0,7	5,0

болотным почвам с мощным иловатым слоем. В насаждениях более высоких классов бонитета (1в и выше) почвы дернового типа, песчанисто-иловатые с прослойками глины, более дренированные и менее засоленные, что связано с быстротой течения грунтовых вод.

Напочвенный покров оказался весьма однообразным. Как правило, здесь можно встретить крапиву, наличие которой указывает на плодородие почвы. Нередко тут произрастает ежевика, осоки, ирис и другие болотные растения. Несмотря на такой специфический состав травяного покрова, в Троицком лесничестве в широких масштабах про-

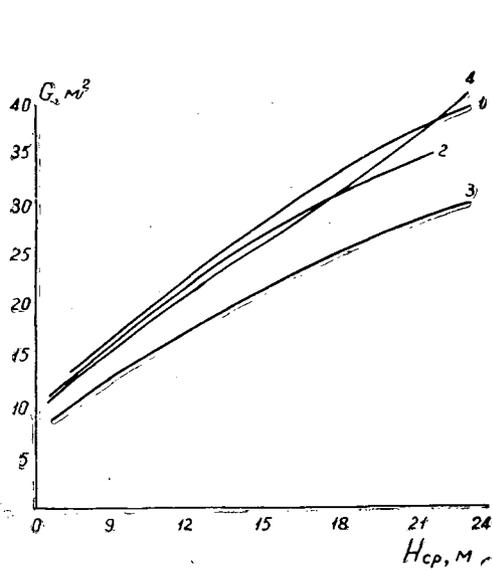


Рис. 3. Зависимость между средними высотами и суммами площадей сечений. Обозначения те же.

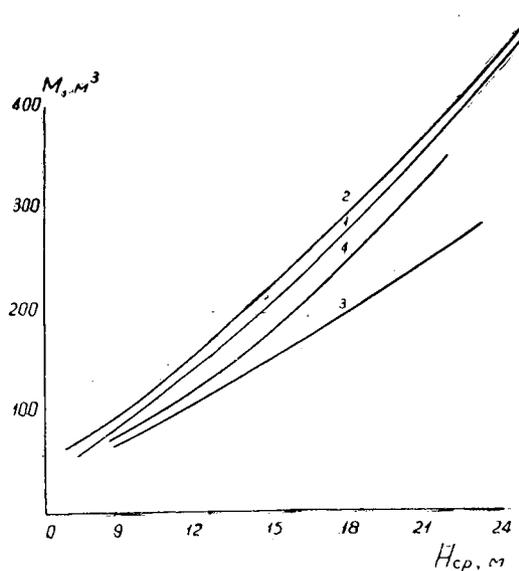


Рис. 4. Зависимости между средними высотами и запасами. Обозначения те же.

изводят выпас скота, вследствие чего подлесок и подрост под пологом леса отсутствуют. Характерно также то, что насаждения старше 30 лет суховершинят. Число деревьев с засохшими вершинами достигает иногда 30% от общего их количества. Стволы ветлы стройные, полндревесные, но нередко можно встретить деревья и с неправильной формой. В ряде случаев наблюдается также поражение стволов непарным шелкопрядом и ивовой молью. В целом же общий вид и состояние насаждений ветлы семенного происхождения производит хорошее впечатление.

Анализ хода роста исследуемых насаждений в высоту показал, что в пределах класса бонитета они относятся к одному типу роста: с умеренным приростом по высоте и диаметру. Бонитирование насаждений было осуществлено по специальной шкале, составленной для насаждений быстрорастущих пород*.

При обработке материала прежде всего было обращено внимание на соответствие глазомерной полноты с вычисленной; при этом оказалось, что при одинаковых средних высотах и полнотах суммы площадей в семенных насаждениях ветлы несколько выше (в среднем на 5%), чем в вегетативных. Это обстоятельство принято во внимание при построении таблиц хода роста. При окончательном установлении полноты 1,0 использовали как ранее собранные материалы, так и новые данные, полученные при настоящем исследовании.

В конечном итоге была установлена связь между средними высотами обмеренных насаждений и максимальными суммами площадей сечения (при полноте 1,0) независимо от возраста и класса бонитета. Суммы площадей сечения выравняли графическим и математическим путем. Оба способа дали весьма близкие результаты. Зависимость между средними высотами и суммами площадей сечения довольно хорошо передается следующим уравнением:

* По этому вопросу автор написал особую статью.

$$G = 2,72H - 0,0326H^2 - 5,06.$$

Ход роста средних высот главной части насаждения изучали по данным пробных площадей и результатам анализа модельных деревьев. Применение математического метода выравнивания, наряду с графическим, дало возможность убедиться в правильности установленного хода изменения средних высот с возрастом. В качестве примера приводим уравнение связи между средними высотами и возрастом (для насаждений I в класса бонитета), полученное по способу наименьших квадратов

$$H = -3,606 + 3,127A^{0,553},$$

где H — средняя высота, м;
 A — средний возраст, лет.

Аналогичные уравнения были получены и для насаждений других классов бонитета; при этом оказалось, что высоты, вычисленные математическим способом, почти совпадают с графически выравненными.

При установлении хода роста средних диаметров обмеренных насаждений, в связи с широким их варьированием в пределах класса бонитета, были привлечены и данные анализа модельных деревьев. Это позволило внести соответствующие коррективы при графическом выравнивании и наметить вероятный ход изменения диаметров с возрастом. При этом оказалось, что в пределах класса бонитета эта связь близка к прямолинейной.

Зная ход изменения с возрастом сумм площадей сечения и средних диаметров, число стволов по пятилетиям нетрудно было определить арифметическим путем.

Для установления запаса насаждений предварительно по данным модельных деревьев статистическим методом была найдена зависимость между высотами и видовыми высотами. В результате было получено следующее корреляционное уравнение:

$$hf = 0,382h + 1,4$$

при $r = 0,99$ и $m_r = 0,002$.

Это уравнение было использовано в дальнейшем для нахождения видовых высот HF насаждения по их средней высоте H , а запас был определен по известной формуле

$$M = GHF.$$

Зная запасы M и средние высоты H , мы получили следующее уравнение связи между ними:

$$M = 5,95H + 0,57H^2 - 17,8.$$

Остальные таксационные признаки — видовые числа, текущий и средний приросты по запасу были получены вычислительным путем.

Для определения величины отпада по числу стволов и запасу использовали данные, полученные на пробных площадях, а недостающие материалы заимствовали из таблиц хода роста для главной части насаждения. Общая продуктивность исследуемых насаждений была найдена вычислительным путем (табл. 2).

Для установления динамики товарности насаждений были использованы полученные данные, а также опубликованные материалы. Учитывая спрос на деловую и дровяную древесину ветлы как со стороны местных потребителей (колхозов, населения), так и промышленных

Таблица 2

Возраст, лет	Главная часть насаждения										Отпад			Общая продуктивность	
	средняя высота, м	средний диаметр, см	сумма площадей сечений на 1 га, м ²	число стволов на 1 га	запас на 1 га, м ³	прирост на 1 га, м ³		выловое число, 0,001	число стволов на 1 га	сумма площадей сечений на 1 га, м ²	запас на 1 га, м ³	запас на 1 га, м ³	прирост на 1 га, м ³		
						текущий	средний						текущий	средний	
Ie класс бонитета															
5	7,1	6,3	12,6	4065	51	—	10,2	557	—	—	51	—	—	10,2	
10	12,0	10,6	22,9	2595	136	17,0	13,6	497	1470	2,8	149	19,6	19,6	14,9	
15	15,8	15,1	29,8	1665	220	16,8	14,7	465	930	4,7	258	21,8	21,8	17,2	
20	19,1	19,8	35,0	1136	302	16,4	15,1	454	529	4,8	374	23,2	23,2	18,7	
25	21,8	24,5	38,6	819	375	14,6	15,0	445	317	4,9	485	22,2	22,2	19,4	
30	24,2	29,3	41,7	619	443	13,6	14,8	439	200	4,8	595	22,0	22,0	19,9	
Id класс бонитета															
5	6,0	5,5	10,1	4209	37	—	7,4	610	—	—	37	—	—	7,4	
10	10,5	9,8	19,9	2653	107	14,0	10,7	515	1556	2,6	118	16,2	16,2	11,8	
15	14,0	14,2	26,7	1690	179	14,4	12,0	479	963	4,2	210	18,4	18,4	14,0	
20	17,0	18,7	31,8	1156	249	14,0	12,5	460	534	4,3	307	19,4	19,4	15,4	
25	19,5	23,4	35,6	828	314	13,0	12,6	451	329	4,5	404	19,4	19,4	16,2	
30	21,7	28,0	38,6	626	375	12,2	12,5	446	202	4,5	501	19,4	19,4	18,7	
Ic класс бонитета															
5	5,0	4,7	7,7	4451	25	—	5,0	640	—	—	25	—	—	5,0	
10	9,0	8,8	16,8	2754	80	11,0	8,0	533	1697	2,0	88	12,6	12,6	8,8	
15	12,3	13,0	23,5	1774	140	12,2	9,3	496	980	3,4	163	15,0	15,0	10,9	
20	15,0	17,3	28,4	1209	202	12,4	10,0	474	565	3,9	246	16,6	16,6	12,3	
25	17,4	21,8	32,4	869	259	11,4	10,3	459	340	4,0	329	16,6	16,6	13,2	
30	19,4	26,1	35,5	664	312	10,6	10,4	452	205	4,0	411	16,4	16,4	13,7	

Продолжение табл. 2.

Возраст, лет	Главная часть насаждения							Опал				Общая продуктивность		
	средняя высота, м	средний диаметр, см	сумма площадей сечений на 1 га, м²	число стволов на 1 га	запас на 1 га, м³	прирост на 1 га, м³		видовое число, 0,001	число стволов на 1 га	сумма площадей сечений на 1 га, м²	запас на 1 га, м³	запас на 1 га, м³	прирост на 1 га, м³	
						текущий	средний						текущий	средний
1в класс бонитета														
5	3,9	3,7	5,3	4690	15	—	3,0	704	—	—	—	15	—	3,0
10	7,3	7,6	13,1	2911	55	8,0	5,5	575	1779	1,4	5	60	9,0	6,0
15	10,3	11,6	19,5	1852	103	9,6	6,9	515	1059	2,9	11	119	11,8	7,9
20	12,9	15,6	24,6	1280	153	10,0	7,7	485	572	3,2	18	187	13,6	9,3
25	15,1	20,0	28,7	914	204	10,2	8,2	474	366	3,4	19	257	14,0	10,3
30	17,1	24,2	32,0	700	251	9,4	8,4	462	214	3,1	21	325	13,6	10,8
35	18,8	28,4	34,6	546	294	8,6	8,4	452	154	3,1	22	390	13,0	11,2
40	20,3	32,4	36,7	445	334	8,0	8,3	448	101	2,8	21	451	12,2	11,3
1а класс бонитета														
5	3,0	3,0	3,5	4950	9	—	1,8	834	—	—	—	9	—	1,8
10	5,8	6,3	9,6	3097	35	5,2	3,5	622	1853	0,9	3	38	5,8	3,8
15	8,7	10,2	16,3	1988	76	8,2	5,0	540	1109	2,2	7	86	9,6	5,7
20	11,1	14,2	21,1	1336	118	8,4	5,9	504	652	2,9	12	140	10,8	7,0
25	13,2	18,3	25,2	953	161	8,6	6,4	485	378	2,9	15	198	11,6	7,9
30	15,0	22,3	28,4	726	202	8,2	6,8	474	232	2,9	16	255	11,4	8,5
35	16,6	26,4	31,1	568	240	7,6	7,0	465	158	2,8	17	310	11,0	8,9
40	18,1	30,5	33,5	458	276	7,2	6,9	455	110	2,3	15	361	10,2	9,0

предприятий, нужно было установить ход изменения запасов во времени не только для всей деловой древесины, но и по категориям крупности; а так как средняя деловая древесина пользуется наибольшим спросом со стороны потребителей, то при изучении динамики товарности насаждений можно было ограничиться лишь указанной группой сортиментов. При этом наметилась определенная связь между средним диаметром насаждений и выходом деловой древесины (табл. 3).

Таблица 3

Категория деловой древесины	Выход деловой древесины (%) в зависимости от среднего диаметра (см)					
	12	16	20	24	28	32
Вся	44	47	49	48	45	42
Средняя	1	9	24	32	30	22

На основании данных табл. 3 были вычислены по пятилетиям запасы и приросты всей деловой древесины и средней по крупности для всех классов бонитета. На основании анализа изменения во времени запаса стволовой и деловой древесины, можно было определить возраст количественной и технической спелости, а по нему установить и возраст рубки (табл. 4).

Таблица 4

Класс бонитета	Возраст количественной спелости, лет	Возраст технической спелости, лет	
		для всей деловой древесины	для средней деловой древесины
1e	23	23	26
1d	27	24	30
1c	29	27	35
1b	37	30	40
1a	45	34	40

Из табл. 4 видно, что для насаждений ветлы наиболее высоких классов бонитета (1e — 1c) рубку целесообразно проводить в VI классе возраста (в 26—30 лет), тем более, что в этом возрасте (и классе бонитета) они имеют средний диаметр, близкий к 24 см, при котором и обеспечивается максимальный выход средней деловой древесины (табл. 3).

Для насаждений 1a — 1b классов бонитета возраст рубки можно было бы принять в 36—40 лет (табл. 4). Но после 30 лет насаждения ветлы начинают заметно изреживаться и появляется суховершинность, поэтому с хозяйственной точки целесообразно проводить рубку в VII классе (31—35 лет).

Представляет интерес сравнение хода роста насаждений ветлы и других быстрорастущих пород семенного происхождения (рис. 1, 2, 3, 4).

Сопоставление хода роста по высоте показывает, что лучшие семенные насаждения ветлы не уступают осокорникам, а также насаждениям ветлы вегетативного происхождения; в сравнении с белоакациевыми насаждениями они растут значительно лучше, имея в одном и том же возрасте высоту больше на 3,0—3,5 м.

Ход роста по диаметру семенных ветловых насаждений оказался более замедленным по сравнению с осокорниками и ветловыми насаж-

дениями вегетативного происхождения. Разница в диаметрах при одном и том же возрасте достигает 2—4 см. Белоакациевые насаждения значительно уступают осокорникам и ветляникам. Абсолютные суммы площадей сечения (полнота 1,0) в двух последних при одинаковых высотах весьма близки, а в белоакациевых насаждениях они значительно ниже (по-видимому, здесь сказалось светолюбие акации). Поэтому и запасы в насаждениях белой акации значительно меньше (на 25—30%), чем в других, при одинаковых средних высотах.

Осокоревые насаждения по продуктивности несколько (в среднем на 10%) уступают ветловым насаждениям, а ветляники семенного и вегетативного происхождения при одинаковых средних высотах имеют близкие запасы.

В заключение можно отметить, что древостой ветлы как семенного, так и вегетативного происхождения, наряду с тополевыми образуют насаждения очень высокой продуктивности. Поэтому нужно всеми мерами содействовать как естественному, так и искусственному разведению этой быстрорастущей породы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. В. Давидов. Рост и продуктивность насаждений ветлы (*Salix alba* L.). ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1962. [2]. М. В. Давидов. Таблицы хода роста белоакациевых насаждений. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1961.

Поступила в редакцию
10 января 1963 г.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

А. А. СЕНКЕВИЧ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Всесоюзный НИИ агролесомелиорации)

Необходимость классификации и принципы ее построения

Рассматривая организационно-производственные особенности полезащитного (агрикультурного) лесоразведения, П. В. Васильев [1] еще в 1950 г. подчеркивал, что оно также нуждается в разработке соответствующей экономической классификации. Теперь, когда в Программе КПСС поставлена задача всестороннего и рационального использования природных ресурсов, разработка такой классификации становится особенно актуальной.

Значение ее определяется в первую очередь тем, что защитное лесоразведение относится к отраслям труда с длительным периодом производства и требует отвлечения людей и определенных материально-технических ресурсов от непосредственного производства материальных благ сегодняшнего дня ради ближайшего, но все же будущего периода. Поэтому при определении объема затрат на те или иные виды защитных лесонасаждений необходимо знать экономическую природу и характер их дальнейшего участия в развитии народного хозяйства страны.

Защитные лесонасаждения по многообразию функций и степени воздействия на природные явления так же, как и земля в сельском хозяйстве, являются всеобщим средством производства, соединяющим в себе признаки средств труда и предмета труда. Их экономическая природа будет проявляться в той или иной форме в зависимости от характера участия различных типов лесонасаждений в развитии производительных сил страны.

Таким образом, в основу экономической классификации защитных лесонасаждений следует положить ведущий признак основного использования той или иной группы лесонасаждений в производстве материальных благ, транспортных услуг и в общем улучшении условий жизни трудящихся. При этом нельзя формально ограничиваться только категориями основных и оборотных фондов. По Конституции Советского государства земля, лес, богатства недр и воды признаны общенародной собственностью и практически являются основными средствами расширенного социалистического воспроизводства. Как природные ресурсы они не имеют денежной оценки и не включаются в баланс основных фондов народного хозяйства СССР. В то же время капиталовложения

на закладку и выращивание защитных лесонасаждений на землях колхозов и совхозов, озеленение железных и шоссейных дорог, гидроузлов, городов, курортов и рабочих поселков и в бухгалтерском учете, и в официальной статистике относятся к основным фондам.

Поэтому мы считаем возможным классифицировать основные типы защитных лесонасаждений по следующим экономическим группам: *А* — основные фонды народного хозяйства СССР; *Б* — основные средства производства дорожно-транспортных организаций и гидроузлов; *В* — основные фонды сельскохозяйственного производства; *Г* — фонды лесохозяйственного производства в совхозах и колхозах; *Д* — основные фонды потребительского назначения коммунальных учреждений.

А. Защитные леса Гослесфонда как особые фонды народного хозяйства

К защитным лесам Гослесфонда относятся водоохранные и почвозащитные массивы, запретные полосы вдоль крупных рек, заповедники, зеленые зоны городов, рабочих поселков и курортов, лесные участки, прилегающие к дорожным магистралям, специальные лесные зоны.

В этих лесах установлен строгий защитный режим хозяйства, соответствующий их специальному назначению. Здесь запрещены эксплуатационные рубки, лесопользование осуществляется лишь в порядке мер ухода за лесом, санитарной выборки зараженных и больных деревьев и лесовосстановительных рубок.

Защитные леса называют также неэксплуатационной частью Гослесфонда. На 1 января 1961 г. они занимали около 10% общей площади Гослесфонда.

На территории Государственного лесного фонда находятся и вновь созданные силами и средствами лесхозов государственные лесные полосы и дубравные массивы на водоразделах, лесные культуры по берегам рек и крупных водохранилищ, насаждения зеленых поясов вокруг крупных промышленных центров, населенных пунктов, здравниц.

Поэтому принятое в экономической статистике (А. И. Петров, А. И. Гозулов и др.) формальное разделение лесов на естественные и искусственные, с последующим отнесением первых к природным ресурсам, а вторых к основным фондам, противоречит как единству их защитных функций, так и совместному размещению тех и других насаждений на общей территории лесхозов.

Все горнозащитные и водоохранные массивы, зеленые зоны и запретные полосы, вновь создаваемые в степи леса широкого климатообразующего и агрономического значения — независимо от искусственного или естественного происхождения их древостоев — находятся на особом учете государства (леса I группы). В территориальном и административном отношении они переданы лесному ведомству (лесхозам).

Сохранимость древостоев и закладка новых лесных культур осуществляются за счет операционных расходов Госбюджета, выделяемых на лесное хозяйство.

По мере наращивания и накопления запасов спелой древесины леса I группы начинают выступать в качестве будущего предмета труда (при лесовосстановительных рубках), как и другие леса Гослесфонда. Поэтому Е. Я. Судачков [5] относит их к оборотным фондам лесохозяйственного производства.

Мы считаем, что более важно их защитное значение, поэтому правильнее назвать их особыми фондами народного хозяйства.

Б. Защитные лесонасаждения вдоль дорог и на гидроузлах

Лесопосадки вдоль железных и шоссейных дорог защищают пути и дорожный профиль от снежных заносов, засыпания песком и мелкоземом; линии связи и электроподвеску — от разрушения ураганами; движущийся транспорт — от встречных и боковых ветров; пассажиров — от летнего зноя. В результате этого сокращаются расходы по эксплуатации путей и дорожного полотна, по техническому надзору за автоблокировкой и другими коммуникациями; ускоряется движение поездов и автомашин.

Дальнейшее озеленение автомагистралей и шоссейных дорог совмещается с закладкой государственных защитных лесных полос по обеим сторонам профиля дороги и придорожных садов.

Однако живую защиту железных и шоссейных дорог, активно участвующую в работе транспорта, не следует смешивать с участками естественного леса, прилегающими к путям сообщения, не только по их ведомственной принадлежности к Гослесфонду (леса I группы), но и по их более пассивной роли камуфляжа и государственных резервов древесины на корню.

В Советском Союзе осуществляется большое гидротехническое строительство. Защитные лесонасаждения на гидроузлах так же необходимы, как и сложное электротехническое оборудование. Деревья и кустарники на откосах плотин и шлюзов, вдоль магистральных каналов предохраняют их от волнобоя, а акватории водохранилищ — от излишнего испарения и заиления; все это обеспечивает повышение производительности гидроэлектростанций, ускорение шлюзования судов, экономичность и долговечность ирригационных систем.

Защитные насаждения, создаваемые в полосах отчуждения дорожно-транспортных организаций, гидротехнических сооружений, электростанций, водно-оросительных устройств являются составной частью каждого технического комплекса дистанции пути, плотины и шлюзов гидроузла, магистральных каналов и их декоративного оформления и выступают в качестве основных фондов народного хозяйства.

В. Агролесомелиоративные насаждения как основные фонды сельскохозяйственного производства

Полезные лесонасаждения являются, таким образом, постоянным источником плодородия земли, которое непрерывно возрастает. Этим они отличаются от машин и орудий, систем орошения и т. п. средств производства сельского хозяйства, для включения которых в активное взаимодействие с природой (пахота, жатва, полив и т. д.) необходимо каждый раз участие человека [2]. Защищенные лесными полосами поля переходят в более высокий класс почвенного кадастра.

Агролесомелиоративные насаждения, создаваемые за счет капиталовложений государства силами лесхозов и совхозов, а также средствами колхозов, равно как и плодоносящие сады, виноградники, являются основными производственными фондами того хозяйства, на землепользовании которого они выращены. Многолетние насаждения, как и другие виды мелиораций, уже не могут быть отделены от земли без утраты своего основного назначения.

Срубленные в молодых лесопосадках деревья оцениваются ниже, чем их агроклиматическое воздействие при жизни; срезанная лоза уже не дает винограда и имеет ценность, в лучшем случае как посадочный материал.

Защитные лесонасаждения принимают на баланс основных средств совхозов и колхозов в сумме фактических затрат на их выращивание до эксплуатационного возраста. В колхозах они входят в состав неделимых фондов. Удельный вес многолетних насаждений в зерновых совхозах с наличием системы агролесомелиоративных насаждений и развивающимся садоводством («Гигант», «Кубань» и др.) достигает 8—12% денежной оценки всех основных фондов.

Если по агроэкономической эффективности защитные насаждения не уступают таким быстродействующим факторам интенсивности земледелия, как орошение, органико-минеральные удобрения, гербициды, то по длительности жизни защитных древостоев (40—80 лет) они могут быть приравнены к долгодействующим ирригационным сооружениям. Лесные полосы стабилизируют границы сельскохозяйственных угодий.

В хозяйствах, где система полезащитных лесных полос уже завершена, живой и овеществленный труд, материальные и денежные средства, затраченные на создание этих полос, давно уже окупились, и теперь их балансовая стоимость безвозмездно возвращается в хозяйства каждые 3—4 года в виде дополнительной прибыли. Таким образом, эффективность полезащитного лесоразведения приобретает экономическую природу дифференциальной земельной ренты, получаемой в социалистическом сельскохозяйственном производстве от целевых капиталовложений на осуществление агролесомелиоративных мероприятий. Как показали исследования отдела экономики ВНИАЛМИ, размер ежегодного агролесомелиоративного дохода составляет в совхозах 20% среднегодовой результативной прибыли и в колхозах достигает $\frac{1}{3}$ денежного дохода от растениеводства [4].

Г. Хозяйственные лесонасаждения в колхозах и совхозах

Облесенные неудобные земли с экономической точки зрения принципиально отличаются от собственно агролесомелиоративных насаждений. Основным хозяйственным результатом этого лесоразведения будет ликвидный запас древесины — будущий предмет труда. Затраты на создание лесонасаждений хозяйственного значения принимаются на баланс колхозов и совхозов по каждому участку лесонасаждений, а наращиваемая древесная масса до принятого возраста спелости находится в незавершенном производстве. В отличие от производства сельскохозяйственной продукции, здесь формируется лесохозяйственное производство со всеми его характерными особенностями. Таким образом, хозяйственные лесонасаждения по предлагаемой экономической классификации могут быть отнесены к особым оборотным фондам лесохозяйственного производства колхозов и совхозов, с периодом оборота, равным возрасту рубки. Леса хозяйственного значения, выращиваемые силами колхозов с помощью долгосрочных финансовых ссуд Госбанка или вкладываемые совхозами за счет специальных капиталовложений, не следует смешивать с лесными массивами естественного происхождения, которые переданы колхозам в долгосрочное пользование вместе с землей или приписаны совхозам в их территориальных границах. Эти лесные угодья являются всенародным достоянием, а не колхозно-кооперативной собственностью. Поэтому они не оцениваются и не принимаются на баланс сельскохозяйственных предприятий (совхозов). Эксплуатация древесины и побочное пользование здесь ведется под надзором лесных органов; доход от заготавливаемой продукции должен обращаться на лесохозяйственные мероприятия по лесовозобновлению, уходу за насаждениями и охране колхозных и приписных лесов.

Д. Озеленение городов и населенных пунктов

Все объекты озеленения относятся к основным, но непроизводственным фондам потребительского назначения, как строения и оборудование культурно-бытового обслуживания, находящееся в ведении коммунальных органов. Зеленые насаждения в селитебной части создают и поддерживают за счет госбюджетных ассигнований на благоустройство городов и рабочих поселков, сел и совхозных усадеб, а в колхозах — за счет отчислений денежного дохода на культурно-бытовое строительство.

* * *

При разработке этой экономической классификации мы попытались теоретически обобщить многообразные и широкие функции защитных полос, различных типов лесных культур и многолетних насаждений в едином направлении преобразования природных условий сельского хозяйства, жизни и деятельности человека, а также показать их размещение в принятой структуре средств производства народного хозяйства.

Можно надеяться, что эта классификация найдет применение в качестве научного обоснования при решении в плановых органах Советского государства вопроса об источниках финансирования различных объектов защитного лесоразведения, а также порядка возмещения государству этих капиталовложений.

Эту классификацию признали экономисты сельского и лесного хозяйства при разработке новых дифференцированных норм амортизации многолетних насаждений, принятых Госпланом СССР [3]. Практически она лежит в основе упорядочения бухгалтерского учета затрат и стоимости многолетних насаждений в различных государственных организациях, предприятиях, а также сельхозартелях, на территории и балансе которых они находятся.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. В. Васильев. Развитие социалистического лесного хозяйства СССР. Труды Института леса, т. V, М., 1950. [2]. П. В. Васильев, И. В. Воронин и др. Экономика лесного хозяйства. Гослесбумиздат, 1959. [3]. А. А. Сенкевич. Новые нормы амортизационных отчислений для многолетних насаждений. Журн. «Экономика сельского хозяйства» № 4, 1961. [4]. А. А. Сенкевич. Экономическая эффективность ползащитного лесоразведения в совхозах и колхозах. Вестник сельскохозяйственной науки, № 2, 1960 [5]. Е. Я. Судачков. Организационные основы лесохозяйственного производства. Докторская диссертация, М., 1958.

Поступила в редакцию
28 июня 1963 г.

ПРИБЛИЖЕННЫЙ СПОСОБ ТАКСАЦИИ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ДРЕВОСТОЯ ПО ЗАПАСУ

К. Е. НИКИТИН

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Украинская сельскохозяйственная академия)

В лесохозяйственной практике объемный прирост наличного количества деревьев в насаждении (без срубki моделей) приближенно может быть определен через процент прироста

$$Z_M^T = M_{6/к} \cdot \frac{P_V}{100}. \quad (1)$$

Величину P_V можно представить в виде

$$P_V = P_G + P_T, \quad (2)$$

где P_V — процент текущего прироста по запасу наличного количества стволов в насаждении;

P_G — процент текущего прироста тех же деревьев по площади сечения;

P_T — суммарный показатель, характеризующий относительное изменение средней высоты и среднего видового числа деревьев в насаждении за промежуток времени, в течение которого определяется прирост. Приближенно он равен проценту прироста по видовой высоте.

В результате анализа материалов по изучению роста ряда древесных пород (лиственницы, сосны, ели) на постоянных пробных площадях было установлено, что величина P_T зависит от класса бонитета и возраста насаждения и почти не зависит от породы. Поскольку в пределах класса бонитета высота является функцией возраста, можно также сказать, что величина P_T зависит от бонитета и высоты насаждения. В общем виде эта зависимость может быть выражена так:

$$P_T = a_0 + \frac{a_1}{H} + \frac{a_2}{H^2}, \quad (3)$$

где a_0 , a_1 и a_2 — параметры кривой, принимающие различные значения в зависимости от бонитета насаждения;

H — средняя высота насаждения.

Обработывая экспериментальный материал методом наименьших квадратов, мы вычислили параметры этой кривой по классам бонитета.

Обозначая через β номер класса бонитета и принимая для 1а класс $\beta = 10$, а для 1в — $\beta = 1$, получаем

$$P_T = - (1,36 + 0,06\beta) + \frac{61,5 - 5,6\beta}{H} - \frac{75,9 + 2,5\beta}{H^2}.$$

В дальнейшем были вычислены значения величины P_T в пределах соответствующих классов бонитета для разных высот (табл. 1).

Таблица 1

Средняя высота насаж- дения, м	Значения P_T для разных классов бонитета			
	IV	IIIa	I	II
6	—	—	5,79	4,86
7	—	5,88	5,05	4,23
8	5,88	5,14	4,42	3,69
9	5,19	4,53	3,87	3,22
10	4,64	4,03	3,43	2,82
11	4,16	3,60	3,04	2,49
12	3,76	3,23	2,72	2,20
13	3,41	2,92	2,44	1,95
14	3,10	2,64	2,19	1,73
15	2,84	2,40	1,97	1,55
16	2,59	1,18	1,78	1,37
17	2,39	1,99	1,60	1,22
18	2,20	1,82	1,45	1,08
19	2,02	1,66	1,32	0,95
20	1,87	1,53	1,19	0,84
21	1,73	1,39	1,07	0,74
22	1,60	1,28	0,97	0,64
23	1,48	1,17	0,87	0,55
24	1,37	1,06	0,78	0,48
25	1,26	0,97	0,69	0,41
26	1,17	0,89	0,61	0,34
27	1,08	0,81	0,54	0,27
28	1,00	0,74	0,48	0,21
29	0,93	0,67	0,42	—
30	0,86	0,60	0,36	—
31	0,80	0,51	0,31	—
32	0,73	0,48	—	—
33	0,67	0,43	—	—
34	0,62	0,38	—	—
35	0,57	—	—	—

Практическое пользование таблицей представляет некоторые неудобства, поскольку величина P_T в ней изменяется скачкообразно. Кроме того, темп роста по высоте молодого насаждения может быть различным, отличающимся от данных общебонитировочной шкалы, по которым построены таблицы. Последнее может сказаться на точности определения этого показателя.

Все вычисленные по уравнениям значения P_T были нанесены на график.

По оси абсцисс откладывали среднюю высоту, по оси ординат — возраст насаждения, который соответствует этой высоте в пределах класса бонитета.

По полученным точкам были проведены плавные кривые, соответствующие определенным значениям P_T (рис. 1, правая часть). Построенный таким путем график дает возможность довольно просто определять значения величины P_T . Для удобства вычисления процента

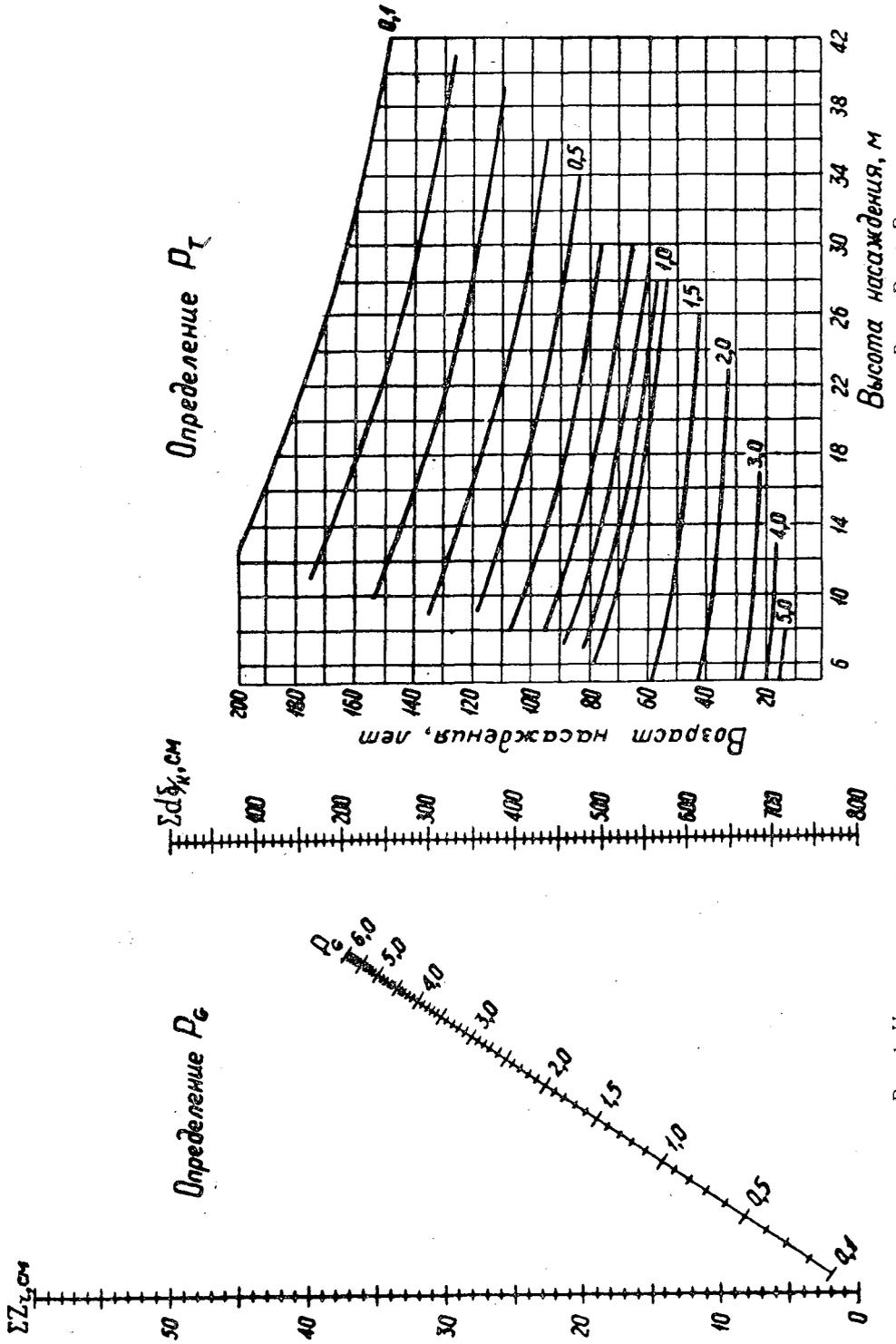


Рис. 1. Номограмма определения текущего прироста насаждения по запасу $P_v = P_c + P_T$.

прироста по площади сечения P_G построена специальная номограмма (рис. 1, левая часть). В ее основу* была положена формула

$$P_G = \frac{G_a - G_{a-n}}{G_a} \cdot \frac{100}{n}, \quad (4)$$

где G_a — сумма площадей сечений стволов в насаждении без коры;
 G_{a-n} — сумма площадей сечений тех же стволов n лет назад;
 n — количество лет в промежутке, за который определяется прирост.

Техника определения P_V по составленной номограмме довольно проста и сводится к следующему.

В таксируемом древостое выбирают 20—30 деревьев различной толщины. У каждого из них измеряют диаметр в коре на высоте 1,3 м от шейки корня (в см) и прирост по радиусу (в см) за последнее десятилетие (ширину последних десяти годовичных колец). Затем определяют среднюю высоту (в м) и средний возраст насаждения.

На основании указанных измерений находят: сумму измеренных диаметров без коры Σd_a и сумму всех измеренных приростов по радиусу ΣZ_r . Пользуясь левой номограммой, определяют значение P_G . Для этой цели на левой шкале находят точку, соответствующую сумме измеренных приростов по радиусу, а по правой — точку, соответствующую сумме измеренных диаметров без коры. Соединив эти точки нитью, находят на средней (наклонной) шкале точку пересечения, которая и покажет значение P_G . По правой номограмме определяют P_T в зависимости от возраста и высоты насаждения.

Таблица 2

№ деревьев	Диаметр на высоте груди, см	Толщина коры, см	Диаметр без коры, см	Ширина десяти годовичных колец, см
1	36,2	4,4	31,8	2,0
2	30,5	3,6	26,9	1,8
3	12,7	0,9	11,8	0,6
4	18,4	1,1	17,3	0,9
5	24,5	2,4	22,1	0,9
6	25,3	2,6	22,7	1,3
7	20,9	1,7	19,2	1,1
8	22,0	2,0	20,0	1,0
9	21,2	2,1	19,1	0,9
10	23,0	2,2	20,8	1,3
11	23,8	2,3	21,5	1,5
12	18,9	1,5	17,4	1,1
13	14,6	1,0	13,6	0,5
14	22,6	1,7	20,9	1,0
15	20,1	1,6	18,5	1,2
16	27,0	2,8	24,2	1,3
17	25,3	2,3	23,0	1,6
18	19,8	1,8	18,0	0,9
19	21,7	2,0	19,7	1,2
20	17,1	1,4	15,7	0,6
21	28,6	2,4	26,2	1,6
Итого	—	—	13,4	2

* Все расчеты и вычисления относились к приросту наличного количества деревьев в насаждении в данное время.

Суммируя P_G и P_T , находят значение P_V . Умножив этот процент на запас насаждения без коры и разделив найденное произведение на 100, получают средний периодический прирост древесины насаждения (в m^3) при продолжительности периода 10 лет.

Сказанное можно иллюстрировать следующим примером для сосны: класс бонитета I, возраст 60 лет, средняя высота 22 м, запас на 1 га в коре 350 m^3 , без коры — 310 m^3 .

Результаты измерений деревьев приведены в табл. 2.

По номограмме значение P_G равно 2,1%, P_T — 0,9%. Следовательно $P_V = P_G + P_T = 3,0\%$.

Абсолютный прирост будет равен

$$Z_M = M_{б/к} \cdot \frac{P_V}{100} = 310 \cdot \frac{3,00}{100} = 9,3 m^3/га.$$

Проверка предлагаемого способа, проведенная по результатам таксации сосновых насаждений на двенадцати постоянных пробных площадях, показала, что при измерении ширины десяти годовичных колец у 20—30 деревьев погрешность этого метода может достигать величины $\pm 18\%$. Однако в большей части она не выходит за пределы $\pm 13\%$.

Предлагаемый метод должен быть подвергнут широкой производственной проверке, и только после этого он может быть рекомендован к внедрению в производство. С этой целью мы и публикуем настоящий материал.

Поступила в редакцию
15 апреля 1963 г.

НЕКОТОРЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЧВ
ЛЕСОПАРКОВ, СКВЕРОВ И УЛИЦ МОСКВЫ

В. Д. ЗЕЛИКОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Московский лесотехнический институт)

Озеленение населенных мест приобретает все большее значение. Только в районе большой Москвы зеленые насаждения занимают около 71 тыс. га. Однако значительная часть взрослых насаждений находится в неудовлетворительном состоянии. Они суховершиняют, изреживаются и гибнут, особенно хвойные.

Обследование лесопарков * показало, что с приближением к Москве количество суховершинных деревьев постепенно увеличивается (табл. 1).

Таблица 1

Пункты наблюдений	Состав	Класс возраста	Средний диаметр, см	Сред- няя высо- та, м	Класс бони- тета	Полнота	Процент суховер- шинных деревьев
Лесопарки							
г. Пушкино	10С	IV	33	25	I	0,6 - 0,7	5—10
	2 ярус-Е	III	18	15	—	—	—
г. Мытищи	10С	IV	33	26	I	0,4—0,5	25—30
г. Бабушкин	10С	IV	32	24	I	0,5—0,6	50—60
Парки							
Сокольники	8Б1Д1С	V	30	18	II	0,3—0,4	100
Мытищи	10Б	IV	28	18	II	0,8	5
Инвалидный парк г. Москвы	10Лп	V-IV	33	10	—	0,4	100

Одновременно меняется форма насаждений. На суглинках мощностью 0,5—0,8 м, подстилаемых песками, обычно формируются двухъярусные высокопродуктивные сложные насаждения с хорошо развитым подлеском. Поверхность почвы защищена рыхлой лесной подстилкой. Живой напочвенный покров представлен единичными лесными и травянистыми растениями, распространяющимися на рыхлых почвах.

По мере приближения к городу увеличивается содержание вредных газов. Отдыхающие вытаптывают подрост и подлесок (например, в лесопарковой зоне г. Пушкино). Осветление поверхности почвы приво-

* Все обследованные участки имеют ровный рельеф, дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые почвы, подстилаемые песками.

дит к развитию злаков и уменьшению площади, занятой мертвым покровом.

Затем в лесопарках (г. Мытищи и г. Бабушкин) развивается сплошной мощный дерновый покров. Ель начинает угнетаться и суховершинить. Второй ярус из ели в сосновых насаждениях обычно погибает.

Значительная часть деревьев сосны суховершинит, часть из них убирают, в результате чего уменьшается полнота. В дальнейшем интенсивное вытаптывание приводит к гибели живого напочвенного покрова (парк Сокольники). Появляется большое количество дорог, уплотненных площадок различного назначения. Сосна почти полностью выпадает, а береза, липа и дуб, как правило, еще сохраняются, хотя большая часть деревьев суховершинит. Изменяются физические свойства почв, особенно их верхних слоев.

Таблица 2

Категории площадей	Объёмный вес поверхностных слоев почвы до 7 см (в Г/см ³) на различных участках			
	город		среднее по лесопаркам	лес
	стройплощадка	среднее по паркам		
Пустырь	1,4—1,5	—	—	—
Двор	1,6—1,7	—	—	—
Почва под асфальтом	—	1,3—1,4	—	—
Грунтовая дорожка	—	1,6—1,8	1,4—1,6	—
Почва под дерниной	—	1,1—1,2	1,1—1,2	1,1—1,2
Почва под суховершинным деревом (у ствола)	—	1,3—1,5	1,15	—
Почва под живым деревом (у ствола)	—	1,1	1,0	0,5—0,9
Почва под кроной дерева	—	—	—	0,05
Окно в лесу	—	—	—	1,1
Полянка в лесу	—	—	—	1,1—1,2
Среднее	1,55	1,24	1,20	1,03

Из табл. 2 видно, что в лесу поверхностные слои почвы наиболее рыхлые. В лесопарках развитие дернового злакового покрова способствует естественному уплотнению почв, ускоряемому вытаптыванием подлеска, подроста и частично лесных постылок.

Сначала уплотнение наблюдается между деревьями, в окнах, на полянах, затем (при развитии дернины) оно распространяется более равномерно по всей площади (в парках зависит от планировки). Соотношение уплотненных и рыхлых участков с почвами, имеющими объемный вес менее 1,1 Г/см³, влияет на состояние взрослых насаждений.

Чем больше участков с объемным весом почв выше 1,1 Г/см³, тем больше деревьев суховершинит. Видимо, для нормального роста хвойных насаждений требуется, чтобы площадь участков с рыхлыми почвами составляла более 70%, как это наблюдалось в лесу (Щелковский лесхоз). Постепенное уплотнение приводит к изменению морфологических признаков почв. Сначала исчезает подстилка и образуется дернина; с уничтожением последней верхние плотные слои почвы приобретают листоватую структуру, а в нижних частях профиля, начиная с подзолистого горизонта, появляются следы оглеения. Изменяются и физические свойства по профилю дерново-подзолистых легкосуглинистых почв (табл. 3).

Таблица 3

Краткая характеристика участка	Горизонт	Глубина, см	Объемный вес, Г/см ³	Порозность		Фильтрация, мм/мин
				полная	некапиллярная	
Лес						
Сосняк 70 лет, двухъярусный, несуховершинный, Шелковский лесхоз	A ₁	3—7	0,96	60,8	16,3	18,7
	"	10—14	1,20	52,7	13,1	1,2
	A ₂	18—22	1,32	46,9	9,3	0,5
	B	40—44	1,51	40,8	3,6	0,4
	"	60—64	1,57	38,5	3,6	0,2
Лесопарк						
Сосняк 70 лет, одноярусный, суховершинный, задернованный, лесопарк МЛТИ	A ₁	2—6	1,15	56,3	9,3	2,3
	"	10—14	1,28	49,6	4,7	0,6
	A ₂	18—22	1,38	43,7	3,1	0,8
	B	60—64	1,57	35,1	3,4	0,3
Дорожка в лесопарке МЛТИ	A ₁	0—4	1,45	43,0	3,0	0,01
	"	10—14	1,44	43,2	2,2	0,01
	A ₂	18—22	1,52	40,2	1,7	—
	B	60—64	1,59	35,1	2,8	0,3
Город						
Дерново-среднеподзолистая легко-суглинистая почва в Инвалидном парке г. Москвы (район Песчаных улиц)	A _к	0—5	1,63	37,3	—	0,06
	"	5—10	1,58	40,5	—	0,1
	A ₁	18—24	1,73	34,8	—	0,01
	A ₂	30—32	1,53	—	—	—
	B	50—55	1,57	48,4	—	3

Примечание. A_к — насыпной (культурный) слой.

Обычно в дерново-подзолистых почвах самым бедным по водно-физическим свойствам является иллювиальный горизонт. При постепенном уплотнении самые плохие водно-воздушные свойства приобретает верхний 8-сантиметровый слой почвы (табл. 3), мощность которого может постепенно увеличиваться до 40—50 см, в результате чего он сольется с горизонтом В. Поэтому почвы части лесопарков и особенно парков и скверов имеют либо два уплотненных горизонта (верхний и иллювиальный), либо один слой мощностью 50—60 см. В городах, где на поверхность уже уплотненной почвы насыпают слоями искусственные почвенные горизонты, можно встретить и многоярусное чередование рыхлых и плотных слоев. Водный и воздушный режим таких почв резко нарушается, и в почвах нередко начинают протекать процессы восстановления (оглеение, образование сероводорода и др.). Наибольшую роль в нарушении водного и воздушного режима этих почв, особенно по сравнению с лесными, играет самый верхний уплотненный слой, препятствующий проникновению воздуха и влаги в нижние горизонты. Часто почвы парков, скверов и уплотненных участков в лесопарках запасают на 100—150 мм влаги меньше, чем в лесу. Самыми влажными оказываются плотные слои, в которых на 5—10% влаги больше, чем в рыхлых, так как она не используется корнями растений.

Так, в Инвалидном парке осенью 1960 г. в уплотненных горизонтах около лип было 11,5% влаги от веса почв, а на глубине 60 см, где сохранилась корневая система, — всего 1,5—5,8%. Ясно, что передвижение почвенного воздуха и обогащение его кислородом происходит медленно, то есть в почвах ощущается недостаток как во влаге, так и в кислороде воздуха.

Таблица 4

Категория местности	pH солевое	Гумус по Тюрину	Cl, мг на 100 г почвы	SO ₄ , мг на 100 г почвы
Лесопарки	4,1	1,8	0,3	1,3
Парки	5,0	2,3	1,4	4,0
Улицы и скверы	6,8	3,0	3,8	5,6

От леса к городу, начиная от поверхности почв, наблюдается изменение их химических свойств. Кислые, с содержанием перегноя около 2%, дерново-подзолистые почвы под Москвой содержат в отдельных случаях следы Cl и SO₄. В лесопарках с более плотными почвами появляется небольшое количество Cl и SO₄, особенно в районах населенных пунктов, но только в самых верхних слоях. По мере перехода лесопарков в парки городов почвы претерпевают более глубокие изменения. В табл. 4 приведены химические свойства поверхностных (5—8 см) слоев почвы (среднее из 25 наблюдений). Почвы всех участков — дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые. Как видно из таблицы, в парках изменяется кислотность почв, увеличивается количество перегноя и содержание Cl и SO₄.

Эти изменения могут охватывать несколько горизонтов, чаще всего A₁ и A₂ общей мощностью до 40 см.

Распределение Cl и SO₄ по площади неравномерно. Больше всего они накапливаются в плотных слоях дорожек и площадок и меньше на рыхлых участках газонов. Иногда количество Cl может достигать 41 мг и SO₄ — 104 мг на 100 г почвы; на таких участках растения имеют угнетенный вид. В почвах улиц и скверов изменения максимальны и наблюдаются до глубины 70—80 см. Они нейтральны, содержат до 220 мг SO₄ и до 60 мг Cl на 100 г почвы. Количество перегноя увеличивается до 3—5%, так как поверхностные слои содержат органические отбросы.

В городах большую территорию занимают насыпные или искусственные грунты, насыпаемые на естественные почвы в пониженных частях рельефа. Эти грунты служат субстратом для растений. Обычно они состоят из смеси минеральных грунтов, вынимаемых при строительстве фундаментов, с отходами самого различного характера. Наиболее

Таблица 5

Почва, грунт	Горизонт	Глубина взятия образца, см	pH солевое	Перегной по Тюрину, %	Cl, мг на 100 г почвы	SO ₄ , мг на 100 г почвы
Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая, разрез № 2	A _к	0—5	7,1	2,3	5,7	25
	A ₁	18—24	6,8	—	12,8	153
	A ₂	30—32	5,4	—	5,7	24
	B	50—55	4,8	—	4,3	27
Насыпной грунт (смесь песка, среднего суглинка и 25% бытового мусора)	A _к	12—20	6,7	6,5	2,8	569
	"	36—43	7,0	—	2,8	381
	"	73—80	7,0	—	2,8	181
Насыпной слой (смесь песка, суглинка и строительного мусора)	A _к	4—10	6,8	2,6	13	130
	"	22—28	6,7	2,6	24	340
	"	61—70	6,6	19,1	7	42
	"	93—100	6,5	7,9	6	180
	"	120—124	6,8	17,9	8	4

часто встречаются грунты с бытовым или строительным мусором. Механический состав их весьма неоднороден, и их оценку дать довольно трудно. Емкость поглощения составляет от 12 до 36 мГ-экв на 100 Г почвы; по химизму они могут быть сравнены с суглинистыми грунтами.

Из табл. 5 видно, что насыпные грунты резко отличаются от естественных почв, расположенных рядом (данные для Инвалидного парка).

Обращает на себя внимание огромное количество SO_4 (по содержанию которого почвы сравнимы с солончаками), хлора и нейтральная, а нередко и щелочная реакция грунта.

Следует также упомянуть, что грунты нередко имеют пятна оглеения.

Таким образом, одной из причин гибели насаждений может быть уплотнение и засоление почв, увеличивающиеся по мере приближения к крупным городам.

Поступила в редакцию
30 сентября 1963 г.

ХИМИЧЕСКИЕ МЕРЫ БОРЬБЫ С ЗЕЛеной ДУБОВОЙ ЛИСТОВЕРТКОЙ В ЛЕСАХ ТЕРНОПОЛЬЩИНЫ

В. Ф. ЗАВЕДНЮК

Аспирант

(Украинский НИИ защиты растений)

Зеленая дубовая листовертка *Tortrix viridana* L. — серьезный вредитель дуба. Она объедает наголо кроны деревьев, в связи с чем резко падает прирост деревьев и прекращается плодоношение. В сочетании с неблагоприятными климатическими факторами в годы повреждения объедание листвы вызывает суховершинность и заселение деревьев стволовыми вредителями.

В лесах Тернопольской области островные очаги листовертки наблюдались на протяжении ряда лет, однако в связи с небольшой численностью она не приносила существенного вреда насаждениям. В 1961 г. дубовая листовертка дала вспышку массового размножения в дубово-грабовом насаждении дачи «Окнянская» Скалатского лесничества, Тернопольского лесхозага. Вследствие внезапности появления очага борьбу с листоверткой в этом году не проводили, но установили стационарный надзор за ее развитием.

На территории области в течение ряда лет вели наблюдения за размножением и изучали биологию этого вредителя. Установлено, что в условиях Тернопольщины бабочки зеленой дубовой листовертки появляются в третьей декаде мая, а иногда в начале июня, в зависимости от климатических условий. Яйца бабочки откладывают на кору веток по одному-два, преимущественно в основаниях листовых рубцов и возле почек. Яйца зимуют. Весной, в конце апреля — начале мая из яиц выходят молодые гусеницы. Выход их совпадает с набуханием почек на ранних формах дуба. Гусеницы сразу же перебираются к набухшим почкам и вбуравливаются в них, выедавая нацело и оставляя только оболочки. В старшем возрасте они сильно повреждают распускающуюся листву, а при массовом размножении объедают ее полностью. Повреждение почек и листьев начинается в верхних частях крон. Окукливание происходит в конце мая в середине свернувшихся листьев. Гусеницы дубовой листовертки повреждают почти все виды дуба, в особенности раннюю форму дуба обыкновенного. Дуб поздней формы гусеницы почти не повреждают, так как почки его начинают набухать и развиваться намного позже, когда гусеницы листовертки находятся уже в предпоследнем возрасте (перед окукливанием) и заканчивают свое питание. Это обстоятельство следует учитывать лесоводам зоны западных областей Украины при заготовке желудей дуба и при создании дубовых культур.

Кроме дуба обыкновенного гусеницы листовертки повреждают также липу, клен, иву, лещину, бук, берест и некоторые другие листовенные породы. Объединенные деревья в июне вторично покрываются листвой за счет спящих почек.

Зеленая дубовая листовертка размножается преимущественно в изреженных средне-возрастных низкополнотных чистых и смешанных дубовых насаждениях порослевого происхождения. В период же массового размножения гусеницы ее появляются и в высокополнотных насаждениях разных классов бонитета и возраста, а также в культурах.

При обследовании культур дуба установлено, что в результате сильного повреждения их в течение трех лет ежегодный прирост дубков по высоте составил всего лишь 1,5—2 см, и то за счет боковых спящих почек. Деревца кустились, плохо росли, а впоследствии подвергались нападению листоедов, щитовок, тлей и грибных паразитов.

Весной 1962 г. первые гусеницы листовертки появились 25—28 апреля, когда среднесуточная температура достигала 12—14° С, однако резкое похолодание и заморозки с 29 апреля по 3 мая прекратили их выход. Следует отметить, что культуры дуба пострадали от заморозков, в то время как гусеницы листовертки остались живыми. Массовый выход гусениц в 1962 г. отмечен 4—5 мая и продолжался 3—4 дня при солнечной погоде. При обследовании модельных деревьев дуба, а также 7—12-летних дубовых культур на каждой набухшей почке находили по 5—8 гусениц; в среднем на 1 пог. м вершинной ветки насчитывали более 100 шт. Такое сильное заселение представляло угрозу полного объединения листьев на деревьях.

Для защиты насаждений культур дуба, а также предотвращения размножения дубовой листовертки в смежных дубовых насаждениях были приняты меры по ликвидации возникшего очага — опыливание зараженных насаждений с самолета АН-2 смесью дустов 5,5% ДДТ и 12% ГХЦГ (в отношении 1 : 1) при средней норме расхода 1,1 кг действующего начала ядохимиката на 1 га насаждения (или 12 кг порошка смеси дустов). Всего было опылено 1500 га.

Опыливание производили после массового выхода гусениц листовертки из яиц, после раскрытия почек и появления маленьких личинок. В это время гусеницы листовертки находятся сверху на распускающихся почках и личинках, вследствие чего яд легко их поражает.

Во время опыливания гусеницы находились в I—II—III—возрастах. Обработку проводили рано утром и в вечерние часы в безветренную погоду, благодаря чему пылевая волна опускалась вниз и хорошо окутывала кроны деревьев.

Как показали наблюдения, уже через 20—30 мин после опыливания парализованные гусеницы листовертки опускались вниз на паутинках и гибли. Основная масса гусениц погибла в течение первых суток. Через 2—3 дня опадение мертвых гусениц с деревьев прекратилось, и к этому сроку все гусеницы практически были уничтожены. Эффективность борьбы определяли на учетных площадках, а также по модельным ветвям. Смертность гусениц листовертки на всей площади очага составила в среднем 98,5—99%.

Кроме листовертки, были обнаружены также мертвые гусеницы зимней пяденицы, пяденицы-обдирало, совок, кольчатого шелкопряда и других вредителей. Гибели полезных насекомых мы не наблюдали.

В результате авиационной борьбы удалась полностью ликвидировать очаг листовертки на площади 1500 га. Стоимость авиационного опыливания 1 га (сюда включена и стоимость ядохимикатов) составила 2 р. 63 к.

Кроме авиахимопыливания в борьбе с гусеницами листовертки в том же лесничестве были испытаны аэрозоли (4%-ный раствор технического ГХЦГ в дизельном топливе). Обработку проводили из аэрозольного генератора АГ-Л6. Применяли теплый (30—40°) раствор ГХЦГ, так как при охлаждении он выкристаллизовывается, выпадает в осадок и становится менее токсичным, а кроме того, засоряет шланг генератора.

Было обработано три участка. Норма расхода на первом составила 5 л на 1 га, на втором — 8 л, на третьем — 10 л.

На всех участках работы проведены 7 мая в вечернее время, скорость ветра 0,5—1 м/сек, ширина захвата аэрозольной волны 100 м. Аэрозольный генератор был установлен на повозке, которая двигалась по параллельным, заранее подготовленным ходам. Аэрозольный туман хорошо поднимался в кроны и достигал вершин самых высоких деревьев дуба. На третьем участке ядовитый туман держался в кронах деревьев 12—15 мин. Во время обработки почки дуба распустились и приняли форму розеток, в результате чего гусеницы (находящиеся в I—II возрастах) были наиболее уязвимыми. Сразу же после обработки третьего участка на землю начали падать мертвые и парализованные гусеницы листовертки. Гибель их и других сопутствующих вредителей продолжалась 2—3 дня, при этом смертность составила 98,1%, в то время как при норме расхода 8 л/га она была 77,2%, а при 5 л/га — 41,3%. Стоимость обработки 1 га при расходе 10 л/га (сюда включена стоимость ядов и дизельного топлива) составила 40 коп.

Применение 8%-ного раствора ДДТ в дизельном топливе (при ширине захвата аэрозольной волны 100 м и скорости ветра 0,5—1,5 м/сек) оказалось менее эффективным. Смертность гусениц в этом случае достигала 95—96%, расход раствора на 1 га составил 15 л, а стоимость 1 га — 1 р. 05 к.

Поступила в редакцию
25 июня 1963 г

РАЗВИТИЕ СПЯЩИХ ПОЧЕК И ПРИЧИНЫ КАПООБРАЗОВАНИЙ НА БЕРЕЗЕ

С. Н. БАГАЕВ

Аспирант

(Всесоюзный НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства)

Большое хозяйственное значение древесины березового капа, отличающейся декоративной текстурой, доказывается почти 150-летним отечественным промыслом и перспективами его развития в будущем. Несмотря на мировую известность изделий из капа, находящихся широкий спрос в нашей стране и за рубежом, причины его образования до настоящего времени не выяснены, хотя изучение данного вопроса могло бы иметь большое значение при направленном воспитании березы в целях получения ценного сырья для художественного промысла.

В литературе имеется ряд противоречивых высказываний о капообразованиях на березе. Большинство исследователей этот процесс относит к патологическим явлениям [1], [6], [10], [11]. А. С. Яблоков [12] рассматривает способность деревьев образовывать каповые наплывы как нормальную физиологическую особенность, выработавшуюся у некоторых видов березы в соответствующих условиях среды.

Установлено [1], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], что кап образуется за счет развития спящих почек. Следовательно, необходимо изучить процесс формирования и развития спящих почек в общем цикле развития растений, выяснить их биологическую роль и значение в жизни самого растения. С этой целью в Костромской области мы проводили обследование березняков разного возраста и закладывали пробные площади по 0,01—0,03 га. На пробах обнажали корневые шейки деревьев и проводили учет спящих почек в прикорневой части по двухсантиметровым ступеням толщины. В зависимости от состояния все деревья разделяли на здоровые, ослабленные (усыхающие) и сухие. Для каждой ступени толщины брали модельные деревья, на которых дополнительно учитывали спящие почки ствола. На основании исследований установлено, что спящие почки, прежде всего, выполняют основную роль в поддержании жизнедеятельности индивидуума и в целом вида в неблагоприятных условиях роста при минимальном расходе питательных веществ. Они менее чувствительны к резким колебаниям условий роста деревьев, чем ростовые побеги, поэтому отличаются более продолжительной жизнедеятельностью. Они сохраняют ее даже в тех случаях, когда дерево усыхает или уже засохло. Как форма сохранения жизнедеятельности организма спящие почки распространены у большинства наших древесно-кустарниковых пород: липы, дуба, кленов, осокоря, ореха и др. У березы они обнаруживаются в пазухах листьев уже на

первом году жизни (3—6 шт.). У двухлетних всходов их насчитывается от 3 до 15 шт. (в среднем 7 шт.). Заложенные на первых этапах жизни, спящие почки остаются в прикорневой части и с возрастом развиваются в зависимости от индивидуальных условий роста растений. У деревьев, отставших в росте и ослабленных в результате неблагоприятных условий окружающей среды, они развиваются в два раза быстрее, чем у деревьев, растущих нормально. Развитие спящих почек находится в коррелятивной связи с состоянием кроны дерева. Ослабление ростовых процессов в кроне вызывает усиленное развитие этих почек в основании ствола и сучьев, многие из которых переходят в пабеги, но в дальнейшем, с усилением роста деревьев, засыхают и отпадают. У березы с нормальными физиологическими процессами максимальное количество спящих почек (50—60 шт.) в прикорневой части наблюдается в возрасте 20—30 лет. В дальнейшем количество их уменьшается и в соответствии с этим теряется порослевая способность деревьев. Отмирание спящих почек, по свидетельству ряда исследователей (Г. Гартиг, В. Н. Любименко, А. А. Новиков, Н. А. Лохматов), происходит при образовании толстой коры и заключается в потере связи между внешней частью почек и частью, погруженной в древесину материнского побега, и с самой древесиной. Это подтверждается также практикой изысканий капокорня, свидетельствующей о том, что развитие спящих почек не приводит к капообразованию в тех случаях, когда у деревьев образуется толстая кора, например, у дуба, липы, клена, березы бородавчатой. У березы бородавчатой процесс капообразования иногда может проявляться, но только в местах, где кора, покрывающая перидерму, более тонкая и рыхлая.

Процесс капообразования в прикорневой части дерева наблюдается, как правило, у березы пушистой. Формирование его из спящих почек мы представляем следующим образом. Заложенные в первые годы жизни спящие почки на стволике, благодаря изгибанию и росту последнего, остаются в прикорневой части дерева. Расстояние между отдельными почками с возрастом увеличивается, что дает им возможность расселяться. Одна, первоначально возникшая почка, дает начало нескольким дочерним, которые, в свою очередь, тоже делятся, образуя целую семью. Через несколько лет вместо одной почки образуется целый пучок скрытых укороченных побегов разных поколений. Ростовые вещества почек вызывают приток питательных веществ к этой части организма. Усиливается деятельность камбия, что ведет к образованию особых (каповых) наплывов с декоративной текстурой древесины. Формирование их в основании ствола и ветвей повышает устойчивость деревьев в местах механических повреждений и отмерших сучьев к гнилям, вызываемым на березе грибами *Fomes igniarius f. betulae*, *Fomes igniarius f. sterilis* Van.

Формирование стволового (игольчатого) капа происходит за счет развития чешуепазушных спящих почек на стволе дерева, обычно закладываемых в основании побегов еще на юношеском этапе его развития. В возрасте 15—20 лет в среднем на 1 пог. м ствола березы приходится от 5 до 7 таких почек, а на весь ствол 25—50 шт. С усилением роста дерева и увеличением толщины коры большинство из них болезненно отмирает, остальные продолжают существовать до 50 и более лет. По мере утолщения ствола ветви и отмершие сучья нарастают древесиной, а находящиеся ранее в их основании спящие почки оказываются в значительном удалении. Необходимым условием для сохранения жизнеспособности спящих почек является постоянная их связь с древесиной ствола, осуществляемая через полосу водопрово-

дящих тканей. Процесс капообразования у деревьев начинает проявляться обычно в более старшем возрасте (более 30 лет) и вызывается воздействием на организм неблагоприятных условий окружающей среды. Жизнедеятельные спящие почки, сохранившиеся к более старшему возрасту, начинают усиленно делиться и, зарастая древесиной, формируют кап обычно в период слабого роста дерева в высоту и по диаметру. Анализ их развития на стволе березы, произраставшей в ельнике-черничнике, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Возраст дерева, лет	7	16	33	56	72	90
Текущий прирост по диаметру, мм	3,0	2,4	1,1	0,9	0,8	0,6
Среднее количество почек в семье, шт.	1	1	1	5	21	38

Спящие почки начинали усиленно делиться в период, когда текущий прирост по диаметру дерева составлял менее 1 мм. Процесс капообразования у березы зависит от индивидуальных особенностей деревьев и окружающей среды. Н. О. Соколов [8], А. В. Козьмин [2], Н. Голуб и В. Шостак [1] установили, что капокорешковая береза наиболее часто встречается в долинах рек и на склонах в Башкирской АССР, Новосибирской, Тюменской и других областях.

В Костромской области наиболее типичными условиями произрастания капокорешковой березы являются временно затопляемые места вдоль рек и озер, а также склоны к рекам и оврагам. Кратковременное ослабление ростовых процессов кроны, способствующее процессу капообразования у деревьев в этих условиях, вызывается неравномерным водно-тепловым режимом растений.

Развитие спящих почек можно усилить также определенными хозяйственными мероприятиями: подрезкой ростовых побегов и обжигом коры. В 1961 г. в сомкнутом 17-летнем березняке на площади 100 м² мы поставили опыт по обжигу коры и камбия в окружности ствола над прикорневой частью дерева. Это мероприятие предусматривало уменьшение влияния ростовых веществ кроны на нижележащие спящие почки и усиление развития последних. Через два года после обжига в прикорневой части деревьев насчитывалось спящих почек в 9 раз больше, чем в контроле. У части деревьев, где камбий был сильно поврежден, спящие почки развивались в побеги (что в данном случае нежелательно). При слабом обжиге заметных изменений не было. У отдельных деревьев были отмечены колонии развившихся почек (более 100 шт.) — начало процесса капообразования.

Интересные экземпляры бородавчатой березы мы обнаружили в ряде мест Судиславского района (Костромская область). Вдоль тракта Кострома—Галич произрастают деревья в возрасте 140 лет, имеющие многочисленные каповые наплывы на ветвях и побегах. Изучение развития спящих почек на этих деревьях показало, что кап формируется за счет развития боковой спящей почки, закладываемой в основании годичного побега. В отличие от ростовой почки и укороченного побега она имеет округлую форму, закладывается одновременно с укороченными побегами — в конце мая — начале июня. На второй год она увеличивается в размерах и уже на третий год начинает делиться, образуя 3—4 дочерние почки. Последние, в свою очередь, тоже вегетативно размножаются и к 8—10 годам на месте их скопления форми-

руется каповый наплыв. Его особенностью, по сравнению с прикорневым и даже стволовым капами, является медленный рост и лучшее (по художественным достоинствам) качество древесины. Но к капообразованию ведет только такое скопление почек, которое обеспечивается более или менее продолжительной жизнедеятельностью побега или дерева. В пределах кроны развитие спящих почек неодинаково. Более интенсивно они развиваются на ослабленных и усыхающих побегах. К моменту их отмирания на месте ранее заложенной одной почки обычно развивается целая колония почек, часть из которых трогаются в рост и продолжает индивидуальный цикл развития растения. Таким образом, достигается частичное омоложение растительного организма, что приводит к более продолжительной и усиленной его жизнедеятельности.

Осуществление мероприятий по отбору, разведению и направленному воспитанию капокорешковой формы березы позволит создать запасы ценного сырья для изготовления художественных изделий из дерева.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Голуб, В. Шостак. Ценное сырье для народного хозяйства. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1959. [2]. А. В. Козьмин. О биологии каповой березы. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1962. [3]. П. А. Красовский, С. Я. Соколов, Л. И. Соснин. Ореховые леса южной Киргизии. Растительное сырье, т. 1, 1938. [4]. В. Н. Любименко. О спящих почках. Труды СПб. общества естествоиспытателей, т. XXXI, 1900. [5]. А. А. Новиков. Побегопроизводительная способность древесных пород. Известия Куйбышевского сельскохозяйственного института, вып. 2, 1941. [6]. Ф. Полонский. Вятские каповые изделия. «Лесной журнал», вып. 5, 1875. [7]. Россмеслер. Лес. Перевод Арнольда и Попова (Цитируется по Ф. Полонскому), 1866. [8]. Н. О. Соколов. Капокорешковая береза. Автореферат кандидатской диссертации. ЛТА, 1941. [9]. Н. А. Филиппов. Производство каповых изделий. Сб. «Кустарная промышленность России. Промыслы по обработке дерева». Изд. Главного управления земледелия и землеустройства, СПб, 1913 [10]. Г. П. Чемоданов, А. Д. Фокин. Золотая валюта на корнях и стволах березы. Кировское изд-во, 1936. [11]. М. Н. Шатров. Кировские кустари. Кировское изд-во, 1938. [12]. А. С. Яблоков. Селекция древесных пород. Сельхозиздат, 1962.

Поступила в редакцию
18 апреля 1963 г.

СТРУКТУРА КОРЫ БЕЛОЙ ПИХТЫ

П. Б. РАСКАТОВ

Профессор

(Воронежский лесотехнический институт)

Одной из биологических особенностей большинства видов пихты является способность сохранять гладкую кору в течение весьма продолжительного периода жизни [2]. В существующей литературе нет достаточных сведений о строении и развитии так называемой гладкой коры, имеющей в качестве поверхностного слоя перидерму. Эти сведения необходимы для правильного понимания физиологических особенностей древесных пород, в частности, их морозо- и жароустойчивости. Не менее важно знать структуру коры и динамику ее развития при изучении устойчивости деревьев против энтомо- и фитовредителей.

В данной статье изложены результаты анатомического анализа коры одного из таких «гладкокорых» видов — пихты белой (*Abies alba* Mill.).

Для анатомического анализа брали кору с 90-летнего ствола пихты, произрастающей в Дропобычском лесхозе (Львовская область) в типе леса сырой буковый пихтач [1]. Высота дерева — 28 м, диаметр на высоте 1,3 м — 39 см. Образцы коры брали с восточной стороны ствола в восьми точках: пять — из ствола (на высоте 1,3; 7; 14; 21 и 25 м) и три — с верхушечного побега (на высоте 27,4 м — с пятилетнего; 27,8 м — с двухлетнего и 28,0 м — с однолетнего).

Покровной тканью однолетнего густо охвоенного побега является эпидермис. Он отличается светлой окраской и имеет многочисленные железистые волоски. На двухлетнем побеге эпидермис еще сохраняется, но значительная часть его волосков уже отпала; слущивания клеток эпидермиса не заметно. Пятилетний побег, достигающий толщины почти 1,5 см, отличается от более молодых побегов темной, почти черной окраской, обусловленной развитием на его поверхности почти сплошного покрова из слоевищ лишайников. Эпидермиса на поверхности коры местами уже нет, наружные слои перидермы слущиваются небольшими и очень тонкими чешуями. Хвоя на побеге сохраняется в небольшом количестве.

В стволовой части дерева по внешнему виду коры можно выделить три зоны: верхнюю (23—26 м), среднюю (4—23 м) и нижнюю (от основания до 3,5—4 м).

Верхняя и средняя зоны различаются по существу лишь окраской. В обеих красно-бурый цвет пробки сильно замаскирован слоевищами лишайников и колониями микроскопических водорослей. В верхней зоне слоевища этих организмов занимают примерно $\frac{2}{3}$ поверх-

ности и имеют черный и оливково-зеленый цвет, а в средней — слоевища накипных лишайников покрывают буквально всю поверхность коры и имеют светлую — пепельно-серую, местами серую или иногда бледно-зеленую окраску. В обеих зонах внешне кора гладкая, но при помощи лупы можно заметить тонкие пластинки или чешуйки пробки, слушающиеся вместе с отмершими слоевищами лишайников. На образцах коры, взятых из этих зон, с поверхности видны небольшие — 3—4 мм в диаметре — вместилища живицы ромбической формы.

Существенно отличается по виду кора нижней зоны ствола. Если во всех предыдущих пробах (за исключением верхушечного побега) наружной частью коры была пробка, то на протяжении нижних 3,5—4 м ствол покрыт коркой, состоящей из мертвых элементов «ритидом» [3]. Накопление мертвых тканей на поверхности коры приводит к усилению ее трещиноватости и слушиванию небольшими чешуйками; глубоких трещин при этом не образуется. Корка темнее коры в средней части ствола, что обусловлено скоплением темноокрашенных лишайников. На поверхности корки рельефно выделяются сухие, растрескавшиеся, лишенные живицы смолеместилца.

Как уже было сказано, эпидермис мы находили на однолетних, двухлетних и даже пятилетних побегах, причем во всех случаях под ним находилась вполне сформировавшаяся пробка. Во всех пробах клетки его имеют одревесневшие оболочки. В стволовой части дерева никаких следов эпидермиса не сохраняется. Таким образом, эпидермис является недолговечной покровной тканью, однако он сохраняется на поверхности побегов дольше одного вегетационного периода (это характерно для большинства лиственных пород) и ряд лет существует одновременно с перидермой.

Перидерма обнаруживается уже на однолетних побегах и состоит из 6—8 рядов пробковой ткани, феллогена и 2—3 рядов феллодермы. Оболочки клеток пробки очень тонки, сами клетки имеют неправильную форму, несколько вытянуты по окружности побега, их радиальные стенки извилисты. В толще пробки все клетки однотипны, феллоген представлен слоем очень сильно уплотненных клеток с плазматическим содержимым. Феллодерма выделяется зеленой окраской и утолщенными оболочками клеток.

В последующем развитии перидермы ни феллоген, ни феллодерма существенно не меняются, если не считать некоторого утолщения феллодермы в средней части ствола. В нижней части ствола мощность феллодермы вновь уменьшается. Примерно так же изменяется с возрастом мощность пробковой ткани: с 0,1 мм на однолетнем побеге до 0,5 мм на высоте 25 м; затем ее толщина постепенно снижается настолько, что на высоте 7 м ствол имеет слой пробки несколько меньший, чем на однолетнем побеге. Такое уменьшение толщины пробки объясняется слабой активностью уже старого феллогена, не компенсирующего потерю (в результате слушивания) периферических клеток пробки.

Еще ниже — на уровне примерно 4 м — появляется корка. Ее образование обусловлено заложением в периферической зоне луба нового слоя феллогена, формирующего второй, внутренний слой пробки. Внутренняя пробка достигает почти 1 мм в толщину и состоит из многих рядов клеток. Судя по внешнему виду пробковых клеток — общему их счертанию, толщине оболочек, размерам полостей — эта пробка формировалась с перерывами в течение ряда лет. Вся толща отмерших тканей первичной коры и наиболее старого луба снаружи от пробки отличается бурой окраской.

Первичная кора подвергается глубоким возрастным изменениям. Эта ткань особенно сильно развита в однолетнем побеге. Имея прористематическое происхождение, первичная кора позднее увеличивается незначительно; ее наибольшая толщина отмечена на высоте 7 м, где она примерно в 1,5 раза толще, чем на однолетнем побеге.

В однолетнем побеге первичная кора представлена рыхлой паренхимой, клетки которой образуют широкополостную сеть межклетников. Часть клеток паренхимы как в периферической, так и во внутренней части коры имеет хлоропласты. Обильны вместилища живицы, несколько вытянутые по оси побега, и округлые в поперечном сечении. В отдельных клетках паренхимы видны кристаллы оксалата кальция.

Начиная со второго года жизни побега, в паренхиме первичной коры появляются механические элементы в виде склерейд. Склерейды возникают в паренхиме, прилегающей к феллодерме, и одновременно — в паренхиме, граничащей с лубом. Они развиваются из живых паренхимных клеток, размеры их увеличиваются, что нередко сопровождается всеобразным разветвлением клеток; оболочки при этом сильно утолщаются и одревесневают. В пятилетнем побеге $\frac{1}{4}$ часть толщи первичной коры занята склерейдами. Располагаются они группами неправильных очертаний, более или менее равновеликими как в поперечном, так и в продольном сечении.

Процесс склерификации первичной коры продолжается и в стволовой части дерева и, начиная с 21-метровой отметки, уже вся толщина паренхимы коры насыщена группами склерейд. В итоге они занимают от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ всего поперечного сечения.

С возрастом в паренхиме коры наблюдается постепенная утрата хлорофилла (но он сохраняется, как указывалось, в феллодерме), ткань становится более плотной, уменьшаются размеры межклетных полостей и количество смолеместилец. Форма последних меняется, постепенно становится все более и более плоской в радиальном направлении. Одновременно формируются крупные макроскопические смолеместилца в виде плоских линз, лежащих в первичной коре, преимущественно в ее периферической части. С возрастом в коре увеличивается содержание кристаллов оксалата кальция. Существование первичной коры, как указывалось, оканчивается в результате заложения нового слоя феллогена и последующего образования корки.

Важнейшей частью коры является луб. В молодом побеге основную массу составляют ситовидные клетки, располагающиеся довольно правильными радиальными рядами. В поперечном сечении они имеют четырехугольную форму, в продольном — форму сильно вытянутых трубочек. На радиальных стенках этих клеток видны ситовидные участки с многочисленными мелкими отверстиями. Четко выражены радиальные (сердцевинные) лучи с их характерной извилистостью. Перпендикулярно лучам в тангентальной плоскости проходят чередующиеся с ситовидными клетками слои лубяной паренхимы. С возрастом мощность луба непрерывно увеличивается (к 7-метровой отметке — почти в 45 раз). Рост луба сопровождается, как и в случае с первичной корой, существенными возрастными изменениями. Первыми из всех лубяных элементов изменяются ситовидные клетки. Под давлением растущих элементов, образованных камбием, они сплюсываются, утрачивают живое содержимое и, следовательно, теряют способность проводить органические растворы. Таким образом, в качестве элементов, осуществляющих транспортировку пластических веществ, у пих-

ты, как и у других древесных пород, выступают только молодые, ближайšie к камбию, не деформированные ситовидные клетки.

Интересно отметить, что находящиеся в непосредственной близости к отмершим ситовидным клеткам элементы лубяной паренхимы и радиальных лучей такой деформации не подвергаются, остаются живыми и служат местами отложения запасных веществ, в частности жирных масел и крахмала.

В лубе пихты, как и в первичной коре, с возрастом наблюдается значительная склерификация тканей, однако в первичной коре склереиды появляются раньше. Они формируются здесь также из паренхимных элементов и, соответственно продольной ориентировке групп клеток лубяной паренхимы, в отличие от одноименных элементов в первичной коре, они развиваются группами, большей частью веретенообразно вытянутыми вдоль стебля. На поперечном разрезе группы склереид имеют неправильные очертания. Склереиды луба также имеют весьма разнообразную форму, но в большинстве своем — удлиненную, нередко с короткими роговидными отростками. В склерифицированной зоне луба на долю склереид приходится в среднем половина поперечного сечения.

В отдельных паренхимных клетках более старой части луба откладываются кристаллы. Такие клетки на продольных разрезах коры образуют характерные вертикальные цепочки.

В нижней части ствола часть луба отходит в состав корки, вследствие чего общая его мощность снижается. Интересно отметить, что в старой части ствола резко — вдвое — уменьшается и толщина луба, не подвергавшегося склерификации. Сводные данные о развитии отдельных элементов коры (в мм на поперечном разрезе) приведены в табл. 1. Можно полагать, что в иных условиях местообитания, в ином классе возраста или бонитета, величины, характеризующие развитие отдельных тканей, будут отличаться от приведенных, но это должно стать предметом особого исследования.

Таблица 1

Ткани	Ствол					Верхушечный побег		
	1,3 м	7 м	14 м	21 м	25 м	5-летний (27,4 м)	2-летний (27,8 м)	1-летний (28,0 м)
Эпидермис	—	—	—	—	—	0,03	0,04	0,04
Корка	2,88	—	—	—	—	—	—	—
Перидерма	—	0,15	0,21	0,36	0,61	0,43	0,41	0,18
пробка	—	0,08	0,11	0,25	0,50	0,31	0,33	0,10
феллоген и фелло- дерма	—	0,07	0,10	0,11	0,11	0,12	0,08	0,08
Первичная кора	—	1,86	1,67	1,67	1,25	1,25	1,25	1,17
ларенхима со скле- реидами	—	1,86	1,67	1,67	0,54	0,31	0,06	—
паренхима без скле- реид	—	—	—	—	0,71	0,94	1,19	1,17
Луб	4,96	5,32	4,38	3,37	2,31	0,73	0,41	0,12
зона луба со скле- реидами	4,16	3,66	3,25	2,33	1,45	0,33	—	—
зона луба без скле- реид	0,80	1,66	1,13	1,04	0,86	0,40	0,41	0,12
Общая толщина коры	7,84	7,33	6,26	5,40	4,17	2,44	2,11	1,51

В собственно стволовой части дерева с возрастом в коре наблюдаются следующие основные изменения: 1) непрерывно увеличивается толщина коры, однако и на уровне 1,3 м от почвы при диаметре ствола

39 см пояс коры все же остается тонким и не достигает даже 8 мм в толщину; 2) в течение долгого времени увеличивается толщина луба; наибольшей она является не в самой нижней части ствола, а на некоторой высоте (5,3 мм на 7-метровой отметке); причиной последующего сужения пояса луба является образование корки; 3) неуклонно усиливается склерификация тканей как в первичной коре, так и в лубе, в результате чего в средней части ствола возникает сильно склерифицированная зона, занимающая (по радиусу) примерно 7/10 всей коры со средней насыщенностью склереидными группами (по площади) в 35—40%. Таким образом, с возрастом в коре формируется очень мощный внутренний защитный слой из механических тканей, очевидно, компенсирующий слабое развитие периферической защитной ткани — пробки; 4) по-видимому, вследствие столь сильного развития защитного пояса из склереид в стволе пихты образование корки наступает очень поздно, корка формируется только в самой нижней части ствола; мощность ее, в сравнении с другими породами, весьма незначительна; 5) благодаря деятельности феллогена, образуются новые клетки пробки, заменяющие периферические постепенно слущивающиеся. Слущивание вызывается непрерывным ростом ствола в толщину и воздействием внешних факторов, в том числе и биологического характера. Внешне оно мало заметно, так как слущиваются тонкие и очень небольшие по площади чешуйки пробки. Удлинение протяженности пробкового пояса достигается увеличением числа клеток в кольце феллогена, происходящее благодаря периодическому делению его клеток в радиальной плоскости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. В. Воробьев. Типы лесов Европейской части СССР. Изд. АН УССР, Киев, 1953. [2]. О. Г. Каппер. Хвойные породы. Гослесбумиздат, М., 1954. [3]. А. А. Яценко-Хмельевский. Краткий курс анатомии растений. Изд-во «Высшая школа», М., 1961.

Поступила в редакцию
23 сентября 1963 г.

ОПЫТ УЧЕТА БОРОВОЙ ДИЧИ В РАЙОНЕ СРЕДНЕЙ ПЕЧОРЫ

Г. Н. СЕВАСТЬЯНОВ

Инженер лесного хозяйства

(4-я Вологодская экспедиция «Леспроект»)

Статья основана на материалах*, собранных в 1959 г. на территории Печорского административного района (бывший Кожвинский лесхоз), расположенного в северо-восточной части Коми АССР.

В лесных массивах произрастают в основном хвойные породы. Наиболее распространена ель (67,8% покрытой лесом площади).

Преобладают спелые и перестойные насаждения, составляющие 93,5% площади. Производительность древостоев низка (средний класс бонитета — V, 4). Наибольшая площадь насаждений относится к зеленомошной группе типов леса (45,7%) с преобладанием «черничников». Значительная часть древостоев относится к долгомошной и сфагновой группам типов (соответственно 23,4 и 18,3%, менее всего — к травяным и лишайниковым (7,6 и 5,0%).

В ельнике наиболее распространены черничник (43,2% площади) и долгомошник (27,2%), а в сосняках — багульниковый (30,1%), черничник (20,7%) и мохово-лишайниковый типы (19,3%).

Насаждения с низкой (0,2—0,4) полнотой занимают 27,6, а со средней (0,5—0,7) — 70,1% площади; болота — 15% площади района.

На территории лесхоза были применены количественный и относительный учеты боровой дичи (первый в Кожвинском, второй — в других лесничествах лесхоза). Количественный учет предусматривал абсолютный перечет особей только в пределах учетной полосы. При относительном учете (по встречам) отмечались особи, находившиеся на любом расстоянии от учетчика, но обязательно в том же выделе, что и он. Выводок или 2—3 особи, встреченные вместе, принимали (при обработке) за 1 встречу в данном выделе. Учитывали глухаря, тетерева, рябчика и белую куропатку. Учеты вели по квартальной и визирной сети лесхоза только при таксации леса, что исключало повторную регистрацию дичи.

В работе принимали участие лишь те таксаторы, которые могли визуально и аудиально (по взлету или позыву) различать виды боровой дичи. Таксатор может вести одновременно количественный и относительный учет дичи, пометая особи, встреченные за пределами учетной полосы, словом «дальше». Добытые особи отмечаются словом «добыт». При комбинаторском методе (без помощника таксатора) работа

* Автор приносит глубокую благодарность сотрудникам 4-й Вологодской лесоустроительной экспедиции, принявшим участие в маршрутных учетах, а также начальнику объекта В. В. Пулькину.

осложняется из-за рабочих-мерщиков, зачастую идущих впереди таксатора. В этом случае можно вести только относительный учет.

Учеты проводили с июня до октября. Маршрутные ходы с севера на юг располагали через 1 и 2 км, а с запада на восток — через 4 км. Учетная полоса имела ширину 50 м. Общее протяжение линейных маршрутов при количественном учете составило 748,6 км (учет однократный). При ширине полосы 50 м и протяжении маршрутов 748,6 км площадь визуального учета составила 3743 га, или 0,6% общей площади лесничества. В древостоях с преобладанием ели протяжение маршрутов равно 446,4 км, а с преобладанием сосны — 218,0 км. Протяжение ходов по болотам 84,2 км. В табл. 1 приведена встречаемость дичи в насаждениях разного состава (в целом по лесхозу).

Таблица 1

Наблюдающаяся порода	Число встреч			
	глухаря	тетерева	рябчика	белой куропатки
Сосна	$\frac{8}{12}$	$\frac{5}{—}$	$\frac{4}{—}$	$\frac{3}{1}$
Ель	$\frac{—}{36}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{—}{11}$	$\frac{—}{2}$
Береза	$\frac{2}{4}$	$\frac{—}{1}$	—	$\frac{—}{2}$
Итого	62	12	16	8

Примечание. В числителе — данные для чистых насаждений, в знаменателе — для смешанных.

Данные таблицы показывают приверженность глухаря к смешанным ельникам (58,1% встреч) и смешанным соснякам (19,3%), тетерева — к чистым соснякам и смешанным ельникам (41,7%), рябчика — к смешанным ельникам (68,8%), белой куропатки — к чистым соснякам (37,5%). Все виды боровой дичи предпочитают смешанные насаждения. В них обильнее развит подрост и подлесок, хорошо обеспечивающий скрытность существования, а кроме того, они более богаты разнообразными кормами. Число встреч дичи на болотах следующее: глухарь — 4, тетерев — 2, белая куропатка — 4.

При количественном учете в Кожвинском лесничестве плотность обитания глухаря составила 21 особь на 1000 га, тетерева — 4, рябчика — 2, белой куропатки — 8.

Нас поразила низкая плотность обитания дичи в местах, в которых из-за отдаленности почти не развит промысел. Малочисленность дичи, наблюдающаяся, по словам местных охотников, в течение ряда последних лет, в этих малонаселенных местах объясняется, на наш взгляд, прежде всего неблагоприятными метеорологическими условиями, влияющими на кладки, молодняк птицы и кормовую базу, в частности, ягодники в период их цветения. У истощенных птиц резко падает сопротивляемость различным паразитам. Все без исключения добытые за сезон старые глухари-самцы имели аскарид. Ослабленные птицы легко становятся добычей наземных или летающих хищников.

В табл. 2 и 3 приведено распределение маршрутов по типам леса и плотность обитания дичи в них.

Таблица 2

Типы сосняков	Протяжение маршрутов, км	Плотность обитания, шт. на 1000 га		
		глухаря	тетерева	белой куропатки
Кисличник	0,9	—	—	—
Брусничник	18,4	33	—	—
Черничник	88,4	32	—	—
Мохово-лишайниковый	16,1	12	—	—
Лишайниковый	12,8	—	—	—
Багульниковый	67,5	12	9	28
Вахто-сфагновый	1,6	—	—	—
Сфагновый	12,3	—	—	32
Итого	218,0	20	3	11
Болото	84,2	5	31	24

Таблица 3

Типы ельников	Протяжение маршрутов, км	Плотность обитания, шт. на 1000 га			
		глухаря	тетерева	рябчика	белой куропатки
Брусничник	23,2	120	—	9	—
Черничник	207,1	17	—	5	8
Мохово-лишайниковый	1,1	—	—	—	—
Лог	4,8	—	—	—	—
Долгомошник	147,0	3	1	—	1
Багульниковый	12,4	129	—	—	—
Травяно-сфагновый	20,4	108	—	—	—
Осоко-сфагновый	4,2	95	—	—	—
Сфагновый	26,2	—	—	—	—
Итого	446,4	25	0,4	3	4

Сравнительно высокая плотность дичи в зеленомошных типах леса объясняется наличием в них кормов — плодов и семян травянистых растений. Глухаря и белую куропатку привлекают также сфагновые типы, в которых имеются плоды голубики, вороники и клюквы, играющие роль в кормовом балансе этих видов дичи в летне-осенний период.

Данные относительного учета в некоторой мере подтверждают и дополняют табл. 2 и 3 в отношении обитания дичи в отдельных типах леса. Распределение по возрастным категориям леса показало, что 83,9% встреч приходится на спелые и перестойные насаждения, 11,1% — на вырубки и молодняки и только 5% — на средневозрастные древостои. Распределение по полноте насаждений показывает, что максимум (58,2%) встреч падает на древостои со средней (0,5—0,7), 27,5% — с низкой (0,2—0,4) и 14,3% — с высокой (0,8—1,0) полнотой.

В заключение статьи необходимо отметить, что для определения динамики численности дичи, составления прогнозов «урожая» и регулирования сроков охоты на боровую дичь в первую очередь необходим повсеместный учет. Большую помощь в этом могут оказать лесоустроительные экспедиции, ежегодно устраивающие огромные площади лесных массивов в разных областях и краях Союза.

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

И. А. КУЗЬМИН

Аспирант

(Институт леса Карельского филиала АН СССР)

Многочисленными исследованиями установлено, что применение гербицидов позволяет не только уничтожить сорную растительность, но и оказать существенное влияние на многие факторы, определяющие рост культивируемых растений.

Все известные нам работы по этим вопросам относятся к более южным районам нашей страны или зарубежным странам. Для условий Карелии мы знаем лишь одну работу*, характеризующую воздействие 2,4-Д на нитрифицирующую способность почв. Учитывая данное обстоятельство, в 1961 г. под руководством проф. Н. Е. Декатова при создании культур сосны и ели мы заложили опыты для выявления того, как ТХА (трихлорацетат натрия), атразин (2-хлор-4-этиламино-6-изопропиламино-симтриазин) и ТХА в смеси с 2,4-ДА (аминная соль дихлорфеноксиуксусной кислоты) влияют на сорняки, влажность и прогреваемость почвы, на содержание углекислоты в почвенном воздухе и выделение ее с поверхности почвы, на микрофлору почвы, ее нитрифицирующую и аммонифицирующую способность.

Работа выполнена в Педасельском лесничестве Прионежского лесхоза КАСССР на вырубке 1956—1957 гг. из-под ельника черничного. Почва на участке представлена гумусово-железистым пятнистым супесчаным подзолом на супесчаной валунной морене. Она имеет следующее морфологическое строение профиля.

- А₀ 0—5 см полуразложившаяся темно-коричневая подстилка из отпада травянистой растительности, густо пронизана корнями
- А₂ 5—10 (12) » сероватый с гумусовым оттенком, супесчаный, сплошного горизонта не образует. Пронизан корнями. Встречается галька. Свежий
- В₁ 10 (12)—30 » темно-бурый супесчаный. Пронизан корнями. Встречаются валуны. Сложение рыхлое. Свежий. Переход постепенный
- ВС 30—55 см и ниже супесь сероватого цвета. Корней очень мало. Уплотненный. Встречаются валуны. Свежий

Данные о механическом составе почвы (по Н. А. Качинскому) приведены в табл. 1.

Все горизонты супесчаные. Налочвенный покров на вырубке представлен в основном вейником лесным и луговиком извилистым.

* Л. И. Крыханов. Химические меры содействия лесовозобновлению. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1958.

Таблица 1

Горизонт	Глубина выемки образца, см	Содержание крупнозема (1 мм), %	Распределение мелкозема (%) по фракциям (мм)			
			1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01 и меньше
A ₂	7—10	8,56	18,8	44,42	14,60	13,62
B ₁	15—20	10,76	19,3	43,04	15,17	11,73
C	35—40	16,52	14,1	27,31	23,00	19,07

Обработку сорной растительности гербицидами проводили полосами шириной от 1 до 4 м, длиной 25—50 м. Препараты вносили в виде водных растворов или суспензий (1 л раствора на 10 м²).

Влажность почвы определяли периодически на образцах, взятых с обработанных полос, и на контрольных. Образцы брали в 10-кратной повторности для подстилки и в 5-кратной — для минеральной части, три раза в месяц. Температуру почвы измеряли термометрами, установленными на глубине 0,5, 15, 20 см. Показания записывали в 7, 13 и 19 час.

При определении содержания CO₂ в почвенном воздухе на соответствующей глубине устанавливали стеклянные трубки, через которые насосом Камовского отбирали пробы воздуха в 300-миллиметровые конические колбы, закрываемые резиновыми пробками.

Интенсивность выделения углекислоты с поверхности почвы находили по методу обогащения при помощи шестилитровых стеклянных цилиндров высотой 30 см.

Дыхание корней определено следующим образом. Из верхних горизонтов (от 0 до 20 см) брали образцы почв объемом 500 см³ в трехкратной повторности. Корни отмывали от почвенных частиц, обсушивали фильтровальной бумагой и помещали на 30 мин в двухлитровые колбы, в которые вводили Ва (ОН)₂.

Выяснение влияния гербицидов на микрофлору почвы произведено в лабораторных условиях на образцах, взятых с полос, обработанных гербицидами, и с контрольных. Пробы для микробиологических анализов отбирали по генетическим горизонтам. В свежих образцах определяли бактерии на мясопептонном агаре, грибы на сусло-агаре, актиномицеты на крахмало-аммонийном агаре, целлюлозоразрушающие микроорганизмы по методу Кристенсена. Анаэробный фиксатор азота *Clostridium Pasteurianum* и денитрифицирующие микробы получены на стандартных жидких средах. Анализы выполнил сотрудник лаборатории лесного почвоведения и микробиологии Института леса КФ АН СССР В. М. Данилевич.

Таблица 2

Вариант	Доза действующему веществу, кг/га	Дата обработки	Влажность (% от абс. сухой почвы) на глубине взятия образцов (см)			
			0	2—3	10	20
Июнь—июль 1962 г.						
ТХА+2,4-ДА	30+1	18.VIII-61 г.	117	46	28	29
Контроль	—	—	101	46	30	28
ТХА+2,4-ДА	50+1	8.VI-62 г.	146	72	34	30
Контроль	—	—	137	61	37	31
Август 1962 г.						
ТХА+2,4-ДА	50+1	30.V-62 г.	—	33	27	27
Контроль	—	—	—	32	27	24

Таблица 3

Глубина взятия образца, см	Вариант	Средние показатели температуры почвы на опытном участке в 1962 г.		
		в 7 час	в 13 час	в 19 час
0	I	15,6	23,8	15,7
		11,3	17,1	12,2
	II	13,6	17,8	14,5
		11,1	15,6	11,0
5	I	13,4	17,6	15,9
		10,8	14,5	13,1
	II	13,1	16,4	14,6
		11,0	13,8	12,7
15	I	13,3	14,4	15,0
		11,4	12,4	12,8
	II	12,8	13,7	13,9
		11,2	11,8	12,1
20	I	13,3	13,7	14,3
		11,6	12,0	12,3
	II	12,9	13,2	13,5
		11,3	11,7	11,8

Примечание. Вариант I — обработка смесью ТХА + 2,4-ДА; II — контроль. В числителе — данные за 9 дней июля, в знаменателе — за 10 дней августа.

Таблица 4

Вариант	Доза по действующему веществу, кг/га	Дата определения СО ₂	Содержание СО ₂ в почвенном воздухе (мг/л) на глубине (см)				
			3	5	10	20	30
Атразин	10	VIII-61 г. VI-VII-62 г.	0,85	—	2,16	2,75	4,39
ТХА	45	VIII-61 г. VI-VII-62 г.	0,60	0,94	1,30	2,67	3,48
Контроль	—	VIII-61 г.	—	1,22	1,70	1,86	1,86
ТХА + 2,4- -ДА	50+1	VI-VII-62 г.	0,77	—	1,58	4,38	5,94
Контроль	—	VII-VIII-62 г.	—	1,18	2,24	3,23	3,97
				1,65	1,17	1,68	2,33
				1,35	1,96	3,03	2,52

Таблица 5

Варианты опыта	Дата внесения гербицида	Доза по действующему веществу, кг/га	Количество СО ₂ , выделенное				
			поверхностью почвы, г/час. м ²		корнями (мг/час. дм ³) на глубине (см)		
			28.VIII-62 г.	29.VIII-62 г.	0-5	5-10	15-20
ТХА+2,4-ДА	30.V-62 г.	50+1	0,033	0,032	3,12	0,88	0,46
Контроль	—	—	0,117	0,100	4,19	0,90	0,90

Кислотность почвы находили по соляным вытяжкам (KCl) потенциометром, NO₃ — дисульфифеноловым методом, а при определении NH₄ использовали сегнетову соль и реактив Несслера. Все работы выполнены в той же лаборатории при консультации и непосредственном участии в работе А. И. Гордеевой.

Таблица 6

Горизонт	Вариант	Доза по действующему веществу, кг/га	Дата внесения	Количество микроорганизмов (тыс. в 1 г сухой почвы)					Относительное разложение клетчатки, %
				бактерии на мясопептонном агаре	аммонификаторы	денитрификаторы	<i>Clostridium Pasteurianum</i>	грибы	
A ₀	Атразин	10	16.VI-61 г.	16000,0	19200,0	80,00	80,00	768,0	40
	ТХА	45	—	17760,0	14400,0	5,60	14,40	2400,0	80
	Контроль	75,0	13.VII-61 г.	18040,0	55000,0	13,20	13,20	1760,0	60
A ₂	Контроль	—	—	5950,0	1500,0	0,15	6,20	725,0	60
	Атразин	10	16.VI-61 г.	1320,0	900,0	0,90	3,75	270,0	1
	ТХА	45	—	1040,0	780,0	0,32	3,25	169,0	50
B ₁	Контроль	75,0	13.VII-61 г.	412,0	375,0	0,37	0,90	330,0	5
	Контроль	—	—	624,0	325,0	0,03	0,30	195,0	5
	Атразин	10	16.VI-61 г.	980,0	740,0	0,35	0,84	141,4	1
B ₁	ТХА	45	—	139,0	325,0	0,01	0,32	31,2	1
	Контроль	75,0	13.VII-61 г.	507,0	325,0	0,32	0,32	48,1	1
	Контроль	—	—	530,0	325,0	0,03	0,30	6,5	0

Таблица 7

Горизонт	Вариант	рН (в КCl)		NO ₃ , мг на 100 г абс. сухой почвы		NH ₄ , мг на 100 г абс. сухой почвы	
		25.V-62 г.	8.VIII-62 г.	25.V-62 г.	8.VIII-62 г.	25.V-62 г.	8.VIII-62 г.
A ₀	Атразин	3,5	3,8	4,40	0,83	7,80	Следы
	ТХА	4,9	4,0	11,90	0,26	15,53	"
	Контроль	4,0	4,1	6,85	0,56	20,55	"
A ₁ A ₂	Атразин	3,5	4,2	2,60	0,59	4,69	"
	ТХА	4,0	4,2	1,42	0,25	2,49	"
	Контроль	3,7	4,4	1,89	Следы	1,83	Нет
B ₁	Атразин	4,4	4,4	Нет	Нет	1,58	"
	ТХА	4,6	4,6	"	"	1,91	"
	Контроль	4,6	4,5	"	"	2,00	"

Примечание. Дата внесения — 16.VI-61 г.

Результаты исследований приведены в табл. 2, 3, 4, 5, 6 и 7.

Обобщая результаты проведенных исследований, можно сделать следующие выводы.

1. При выпадении частых и обильных осадков влажность почвы (за исключением подстилки) на обработанных полосах не выше, чем на контроле. Температура же верхних горизонтов выше на 1,2—1,3°.

2. Под воздействием атразина и ТХА снижается содержание CO₂ в почвенном воздухе (на глубине 20—30 см) и выделение его с поверхности почвы. Корни, извлеченные из почвы на полосе обработки, при дыхании выделяют CO₂ в среднем на 25,5% меньше, чем на контроле.

3. В сравнении с контролем, на полосе, обработанной ТХА, кислотность почвы несколько ниже; в подстилке по данным за май 1962 г., содержание нитратов выше, а аммиака ниже; на полосе, обработанной атразином, содержание нитратов и аммиака ниже, а кислотность выше.

4. Атразин и ТХА оказывают стимулирующее влияние на развитие микрофлоры почвы. Под воздействием ТХА идет более интенсивное разложение клетчатки, а в присутствии атразина более энергично развивается *Clostridium Pasteurianum*. Изменения среды, вызванные применением гербицидов, оказали положительное влияние и на рост однолетних семян сосны. В 1962 г. охвоенная часть семян в варианте с обработкой смесью ТХА (30 кг/га) и 2,4-ДА (1 кг/га) была в 2,4 раза больше, чем на контроле (10,1 мм и 4,4 мм).

Поступила в редакцию
24 июля 1963 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

РАСЧЕТ ЖЕСТКИХ ПЛАВАЮЩИХ СВЯЗЕЙ
МЕЖДУ ДОННЫМИ И НАПЛАВНЫМИ ОПОРАМИ
ЛЕСОСПЛАВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

К. А. ЧЕКАЛКИН

Доцент,

(Архангельский лесотехнический институт)

В последнее время ряд научных коллективов (АЛТИ, СевНИИП, ВСНИПИЛесдрев) исследует возможности крепления продольных запаней за постоянные донные опоры без береговых выносов и отдорных якорей. По предварительным данным, подобный способ крепления весьма рационален и заслуживает серьезного внимания.

Однако применение постоянных донных опор большой несущей способности связано с рядом технических трудностей, одной из которых является сохранение связей между донными опорами и наплавными конструкциями от ледохода и замыва наносами. По нашему мнению, эта трудность может быть разрешена путем применения жестких плавающих связей из металлических труб вместо гибких шеем из стальных канатов или цепей. Скажем, кстати, что применение жестких плавающих связей из труб может явиться одним из путей замены стальных канатов и цепей пластмассовыми.

Эксплуатационные достоинства жестких плавающих связей перед гибкими неплавающими уже были отмечены в литературе [2]. Будучи шарнирно закреплены за донные опоры, располагаясь в потоке все время в наклонном положении, такие связи, при надлежащей их околке, не повреждаются ледоходом. Их нижние концы могут быть замыты только огложениями значительной толщины, что в запанях, обычно располагаемых на плесовых участках рек, можно считать явлением исключительным.

При применении жестких плавающих связей надлежащей длины создаются весьма благоприятные условия для скоростной постановки продольных запаней.

С немалым успехом жесткие связи могут быть использованы для крепления на постоянных донных опорах других рейдовых сооружений (сортировочно-сплоточные сетки, поточные линии по формированию плотов и т. д.), что позволило бы значительно сократить сроки монтажа и постановки последних.

Если в качестве жестких связей применять трубы из стали марок Ст-2, Ст-3 с временным сопротивлением разрыву соответственно 34 и 42 кг/мм² (ГОСТ 301—50), то их вес будет незначительно превышать вес равнопрочных гибких связей из стального каната с временным

сопротивлением разрыву не менее 120 кг/мм^2 (ГОСТ 3071—55) с учетом веса придаваемых им металлических буйков. Так, для горизонтальной нагрузки $30 T$, передаваемой на связь, и расчетной глубины реки 10 м вес жестких связей будет на $8\text{--}10\%$ больше, чем гибких, но несомненные эксплуатационные преимущества первых оправдают дополнительные затраты металла на них.

Кроме необходимой статической прочности, связи должны обладать достаточной плавучестью, которая позволяла бы им располагаться в потоке, имеющем те или иные скорости течения под определенным вертикальным углом.

Рассмотрим методику расчета жестких связей. Площадь поперечного сечения трубы

$$F = \pi(D_n - \delta)\delta, \quad (1)$$

где D_n и δ — соответственно наружный диаметр и толщина стенки трубы.

Условие плавучести трубы (на единицу длины) предусматривает равенство

$$\frac{\pi D_n^2}{4} \gamma_0 = k F \gamma_{ж}, \quad (2)$$

где γ_0 и $\gamma_{ж}$ — удельные веса соответственно воды и стали;

k — коэффициент запаса плавучести трубы для преодоления гидродинамического давления потока на нее ($k \geq 1,0$).

С учетом уравнения (1) после простых преобразований получим

$$0,25 D_n^2 \gamma_0 = k D_n \delta \gamma_{ж} - k \delta^2 \gamma_{ж}.$$

Пренебрегая величиной $k \delta^2 \gamma_{ж}$, весьма малой по сравнению с $k D_n \delta \gamma_{ж}$, и имея в виду, что $\gamma_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ и $\gamma_{ж} = 7850 \text{ кг/м}^3$, из условий плавучести трубы будем иметь

$$\delta = \frac{0,0317 D_n}{k}. \quad (3)$$

Подставив полученное значение толщины стенки трубы в формулу (1), получим

$$F = \frac{0,1k - 0,003}{k^2} D_n^2.$$

При $k \geq 1$ величина $0,003$ несоизмеримо мала по сравнению с $0,1k$, поэтому ею можно пренебречь. В результате получим следующее примерное соотношение между площадью сечения и диаметром трубы из условий ее плавучести:

$$F = \frac{0,1 D_n^2}{k}. \quad (4)$$

С другой стороны, исходя из условий статической прочности связи на растяжение, ее площадь определится формулой

$$F = \frac{H \eta}{\sigma \cos \alpha_0}, \quad (5)$$

где H — горизонтальная нагрузка, передаваемая на связь;
 α_0 — угол наклона загруженной связи к горизонту;

σ — предел прочности материала связи на растяжение;

η — коэффициент запаса прочности связи.

Приравняв выражения (4) и (5) и решив полученное уравнение относительно D_n , получим

$$D_n = \sqrt[3]{\frac{k\eta H}{0,1\sigma \cos \alpha_0}}. \quad (6)$$

Для решения данного уравнения нужно знать угол α_0 наклона загруженной связи к горизонту. Как известно, этот угол определяется типом донной опоры. Вместе с тем, нужно знать угол, под которым будет плавать незагруженная связь, что требуется для расчета ее длины, ибо удобства ее соединения с наплавной конструкцией будут обеспечены только тогда, когда при постановке наплавных сооружений верхние концы связей будут выходить из воды.

Для определения этого угла рассмотрим условия статического равновесия наклоненной жесткой связи в потоке.

Предположим, что плавающая жесткая связь шарнирно закреплена на дне потока в точке C (рис. 1) и располагается под углом α к горизонту. Очевидно, что силы веса связи и гидродинамического давления потока стремятся опрокинуть ее около шарнира и прижать

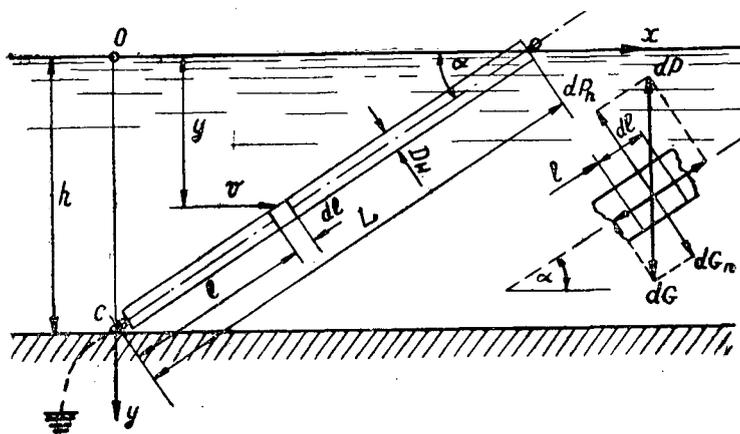


Рис. 1.

ко дну реки. В то же время силы плавучести стремятся повернуть связь в обратном направлении и таким образом обеспечивают определенное положение ее в потоке. Те и другие силы количественно можно оценить опрокидывающим $M_{\text{опр}}$ и восстанавливающим $M_{\text{в}}$ моментами. Тогда статическое равновесие связи в потоке будет наблюдаться при условии

$$M_{\text{опр}} = M_{\text{в}}. \quad (7)$$

Для расчета этих моментов на расстоянии l от точки опрокидывания возьмем элементарный отрезок связи dl и рассмотрим силы и моменты, действующие на него.

Вес его

$$dG = F\gamma_{\text{ж}}dl.$$

Опрокидывающий момент, вызываемый этим весом,

$$dM_1 = dG_n \cdot l = F\gamma_{\text{ж}} \cos \alpha \cdot ldl. \quad (8)$$

Сила гидродинамического давления потока может быть определена по формуле

$$dQ = \zeta dS \cdot v^2, \quad (9)$$

где dQ — элементарное гидродинамическое давление потока;
 ζ — коэффициент лобового давления потока на связь*;
 dS — площадь лобового давления

$$dS = D_n dl \cdot \sin \alpha; \quad (10)$$

v — скорость обтекания трубы потоком на расстоянии l от шарнира.

Опрокидывающий момент, создаваемый элементарным гидродинамическим давлением,

$$dM_2 = dQ_n \cdot l,$$

где

$$dQ_n = dQ \cdot \sin \alpha.$$

Учитывая уравнения (9) и (10), получим

$$dM_2 = \zeta D_n \sin^2 \alpha v^2 l \cdot dl. \quad (11)$$

Известно, что скорость речного потока в различных точках вертикали — величина переменная. Речная гидравлика [3] рекомендует определять их, например, по формуле Базена вида

$$v = v_0 - m \sqrt{h l} \left(\frac{y}{h} \right)^2, \quad (12)$$

где v_0 — поверхностная скорость потока;

m — коэффициент $\left(\frac{m^{0,5}}{сек^2} \right)$, равный по Базену 24 и по Буссинеску 22,3;

h — глубина потока;

l — уклон свободной поверхности потока;

y — переменная координата в системе, изображенной на рис. 1.

Подставив выражение (11) в формулу (12), получим

$$dM_2 = \zeta D_n \sin^2 \alpha \left[v_0 - m \sqrt{h l} \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right]^2 l dl. \quad (13)$$

Из рис. 1

$$l = \frac{h - y}{\sin \alpha}. \quad (14)$$

Продифференцировав это уравнение с учетом постоянства h и α для каждого рассматриваемого случая, получим

$$dl = - \frac{dy}{\sin \alpha}. \quad (15)$$

Подставив формулы (14) и (15) в уравнение (13), будем иметь

$$dM_2 = \zeta D_n \left[v_0 - m \sqrt{h l} \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right]^2 (h - y) (-dy). \quad (16)$$

* Учитываем только лобовое или остаточное сопротивление связи потоку; сопротивление трения за его незначительностью, вследствие малой площади трения, пренебрегаем.

Раскрыв скобки и выполнив несложные преобразования, получим

$$dM_2 = \zeta D_n \left(-v_0^2 h dy + \frac{2mv_0 \sqrt{hI}}{h} y^2 dy - \frac{m^2 I}{h^2} y^4 dy + v_0^2 y dy - \frac{2mv_0 \sqrt{hI}}{h^2} y^3 dy + \frac{m^2 I}{h^3} y^5 dy \right). \quad (17)$$

Архимедова сила элементарного отрезка связи при полном погружении определяется по формуле

$$dP = \frac{\pi D_n^2}{4} \gamma_0 dl.$$

Восстанавливающий момент, вызываемый этой силой,

$$dM_B = dP_n l = \frac{\pi D_n^2}{4} \gamma_0 \cos \alpha l \cdot dl. \quad (18)$$

Для получения суммарного опрокидывающего момента нужно проинтегрировать элементарные опрокидывающие моменты, определяемые уравнениями (9) и (18), по всей длине жесткой связи L и сложить их.

Опрокидывающий момент от веса связи

$$M_1 = F \gamma_{ж} \cos \alpha \int_0^L l dl$$

или

$$M_1 = \frac{F \gamma_{ж} \cos \alpha L^2}{2}. \quad (19)$$

При интегрировании уравнения (17) следует иметь в виду, что переменной величиной в нем является только y , ибо для каждого конкретного случая величины v_0 , I , h , ζ и D_n постоянны. С учетом сказанного получим следующее значение опрокидывающего момента от давления потока на связь:

$$M_2 = \zeta D_n \left(-v_0^2 h \int_h^0 dy + \frac{2mv_0 \sqrt{hI}}{h} \int_h^0 y^2 dy - \frac{m^2 I}{h^2} \int_h^0 y^4 dy + v_0^2 \int_h^0 y dy - \frac{2mv_0 \sqrt{hI}}{h^2} \int_h^0 y^3 dy + \frac{m^2 I}{h^3} \int_h^0 y^5 dy \right).$$

После интегрирования и приведения подобных членов будем иметь

$$M_2 = \zeta D_n h^2 \left(\frac{v_0^2}{2} - \frac{mv_0 \sqrt{hI}}{6} + \frac{m^2 I h}{30} \right).$$

Выражение, заключенное в скобки, зависящее только от гидравлических параметров потока, обозначим через A_1

$$A_1 = \frac{v_0^2}{2} - \frac{mv_0 \sqrt{hI}}{6} + \frac{m^2 I h}{30}. \quad (20)$$

Тогда окончательно

$$M_2 = \zeta D_n h^2 A_1. \quad (21)$$

Суммарный опрокидывающий момент

$$M_{\text{опр}} = M_1 + M_2. \quad (22)$$

Для определения восстанавливающего момента проинтегрируем уравнение (18) по всей длине связи L и получим

$$M_{\text{в}} = \frac{\pi D_{\text{н}}^2 \gamma_0 L^2 \cos \alpha}{8}. \quad (23)$$

Учитывая необходимость достижения равенства (7) между опрокидывающим и восстанавливающим моментами и принимая во внимание выражение (22), будем иметь

$$\frac{\pi D_{\text{н}}^2 \gamma_0 L^2 \cos \alpha}{8} = \frac{F \gamma_{\text{ж}} L^2 \cos \alpha}{2} + \zeta D_{\text{н}} h^2 A_1.$$

Но $h = L \sin \alpha$, тогда

$$\frac{\pi D_{\text{н}}^2 \gamma_0 \cos \alpha}{8} = \frac{F \gamma_{\text{ж}} \cos \alpha}{2} + \zeta D_{\text{н}} A_1 (1 - \cos^2 \alpha). \quad (24)$$

После несложных преобразований данного выражения получим уравнение вида

$$\cos^2 \alpha + \frac{\pi D_{\text{н}}^2 \gamma_0 - 4F \gamma_{\text{ж}}}{8 \zeta D_{\text{н}} A_1} \cos \alpha - 1 = 0. \quad (25)$$

Для краткости дальнейшего написания обозначим

$$p = \frac{\pi D_{\text{н}}^2 \gamma_0 - 4F \gamma_{\text{ж}}}{8 \zeta D_{\text{н}} A_1}$$

или, принимая $\gamma_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ и $\gamma_{\text{ж}} = 7850 \text{ кг/м}^3$,

$$p = \frac{3140 (D_{\text{н}}^2 - 10F)}{8 \zeta D_{\text{н}} A_1}. \quad (26)$$

С учетом принятых сокращений формула (25) напишется так:

$$\cos^2 \alpha + p \cos \alpha - 1 = 0.$$

Решив это уравнение относительно $\cos \alpha$ и используя только положительное значение корня, будем иметь формулу для определения угла наклона связи при заданном $D_{\text{н}}$ и других величинах, входящих в выражение (26),

$$\alpha = \arccos \left(\sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 + 1} - \frac{p}{2} \right). \quad (27)$$

Используем уравнение (24) также для определения наружного диаметра связи $D_{\text{н}}$ при заданном угле наклона ее к горизонту.

Для этого в уравнение вместо площади поперечного сечения связи F подставим ее значение по формуле (5) и приравняв $\alpha = \alpha_0$ * получим

$$\frac{\pi D_{\text{н}}^2 \gamma_0 \cos \alpha}{8} = \frac{\eta H \gamma_{\text{ж}}}{2\sigma} + \zeta D_{\text{н}} A_1 \sin^2 \alpha.$$

* Имеем в виду, что нагруженная связь будет располагаться в потоке под тем же углом, что и ненагруженная.

Подставив в данное уравнение численные значения γ_0 , $\gamma_{ж}$ и σ и решив его относительно D_n (приняв только положительные значения корня), получим формулу

$$D_n = \frac{\zeta A_1 \sin^2 \alpha + \sqrt{\zeta^2 A_1^2 \sin^4 \alpha + \frac{6162250 \eta H \cos \alpha}{\sigma}}}{785 \cos \alpha}. \quad (28)$$

Полученные расчетные формулы, очевидно, пригодны для случая, когда нижний шарнир жесткой связи располагается на дне реки (рис. 1). Однако известны и разрабатываются вновь конструкции донных опор, у которых точка крепления связи отстоит от дна реки на некоторую высоту a (рис. 2).

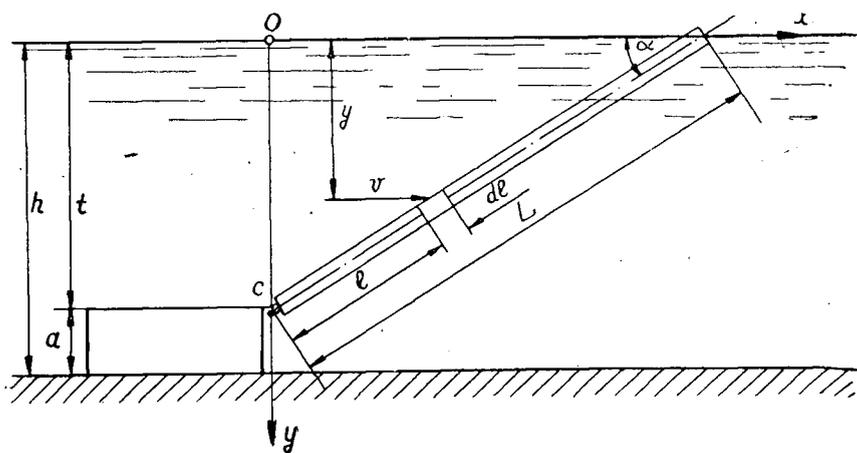


Рис. 2.

В этом случае можно написать

$$l = \frac{t-y}{\sin \alpha}; \quad dl = -\frac{dy}{\sin \alpha},$$

где t — глубина погружения шарнира.

Тогда уравнение (16) можно представить в виде

$$dM_2 = \zeta D_n \left[v_0 - m \sqrt{h} l \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right]^2 (t-y) (-dy).$$

Раскрыв скобки и проинтегрировав его в пределах от t до 0 , получим величину опрокидывающего момента от воздействия потока на связь

$$M_2 = \zeta D_n t^2 \left(\frac{v_0^2}{2} - \frac{v_0 m \sqrt{h} l t^2}{6h^2} \right).$$

Обозначим

$$A_2 = \frac{v_0^2}{2} - \frac{v_0 m \sqrt{h} l t^2}{6h^2}. \quad (29)$$

С учетом этого уравнение равновесия такой связи в потоке примет следующий вид:

$$\frac{\pi D_n^3 \gamma_0 L^2 \cos \alpha}{8} = \frac{F \gamma_{ж} L^2 \cos \alpha}{2} + \zeta D_n t^2 A_2.$$

Но $t = L \sin \alpha$, тогда

$$\frac{\pi D_n^2 \gamma_0 \cos \alpha}{8} = \frac{F \gamma_{ж} \cos \alpha}{2} + \zeta A_2 D_n (1 - \cos^2 \alpha).$$

Следовательно, для определения угла наклона связи к горизонту в рассматриваемом случае может быть использована формула (27), в которой

$$p = \frac{3140 (D_n^2 - 10F)}{8 \zeta D_n A_2}. \quad (30)$$

Наружный диаметр связи можно найти по формуле (28), заменив в ней A_1 на A_2 .

Для жестких плавающих связей между донными и наплавными опорами можно применять стандартные трубы из сталей марок Ст-2, Ст-3 (например, горячекатаные трубы по ГОСТу 301-50, трубы стальные электросварные по ГОСТу 1753-53 и др.), а также трубы, сваренные из листовой стали (при наличии соответствующего оборудования для этой цели). Поэтому может быть рекомендовано два пути практического использования полученных выше математических зависимостей.

При применении стандартных труб расчет нужно выполнять в следующем порядке.

1. Зная горизонтальное усилие H , воспринимаемое связью, и марку стали, для которой, согласно ГОСТу на трубы, можно определить предел прочности материала связи на растяжение σ , и, задаваясь значениями коэффициентов запаса пластичности k и прочности η , а также и углом наклона нагруженной связи к горизонту α_0 , по формуле (6) находим примерный наружный диаметр трубы D_n .

Коэффициент запаса пластичности можно принимать в пределах $k = 1,2-1,4$. Техническими условиями проектирования лесосплавных предприятий [4] установлен коэффициент запаса прочности для якорных шеем $\eta = 3,5$, но однако в запанях, где почти исключено появление динамических нагрузок, его величина должна быть уточнена.

2. По формуле (3) определяем примерную толщину стенки трубы.

3. По ГОСТу находим близкий к полученным величинам D_n и δ размер трубы (желательно, чтобы диаметр был несколько больше, а толщина стенки несколько меньше размеров, определенных предварительно).

4. В зависимости от гидравлических параметров потока в месте установки связи по формулам (20) или (29) находим значение A_1 или A_2 , а затем по уравнениям (26) или (30) — значение p и по формуле (27) — угол наклона незагруженной связи к горизонту.

В качестве коэффициента лобового давления потока на связь предварительно может быть принят коэффициент лобового сопротивления перемещению бревна по поверхности воды параллельно своей оси, который, по данным И. П. Донского [1], определен $\zeta = 50 \frac{\kappa \Gamma \cdot \text{сек}^2}{\text{м}^4}$.

В качестве расчетной глубины потока h следует принимать глубину в месте установки донной опоры при горизонте воды, на который рассчитывают крепление того или иного наплавного сооружения.

5. По углу α и расчетной глубине потока h или величине t определяем длину связи L и ее вес.

При применении в качестве связей специальных труб, сваренных из листовой стали на лесосплавных предприятиях, может быть рекомендован и второй способ их расчета.

1. По формулам (20) или (29) определяют A_1 или A_2 .
2. По заданным значениям H , η , σ , ζ , α^* и t по формуле (28) находят наружный диаметр связи D_n . При этом учитывают отстояние точки крепления связи за донную опору от дна реки.
3. По формуле (3) при $k=1$ определяют толщину листовой стали δ ; эту величину округляют в меньшую сторону до ближайшего стандартного размера.
4. По формуле (5) находят площадь сечения связи F и затем по уравнению (1) — фактический наружный диаметр трубы при принятой стандартной толщине листовой стали.
5. Определяют длину и вес связи.

Рекомендуемое раздвоение приемов практического расчета жестких связей объясняется ограниченностью выбора стандартных размеров тонкостенных труб, удовлетворяющих условиям статической прочности и равновесия в потоке под заданным углом к горизонту.

В приведенных расчетных зависимостях совершенно не учтен вес концевых заглушек трубы, которые одновременно должны быть конструктивными элементами для присоединения связи к донной и наплавной опорам. Заглушка в нижнем конце связи создает весьма незначительный по величине опрокидывающий момент, которым можно пренебречь. Значительный по величине опрокидывающий момент от заглушки верхнего конца связи можно гасить дополнительной специально создаваемой поддерживающей емкостью.

Для выбора рационального угла наклона жестких связей в случае $\alpha_0 = \alpha$ нужны специальные экономические исследования. С увеличением угла наклона уменьшается длина и вес связи, но одновременно возрастают вертикальные составляющие сил, действующих на донную и наплавную опоры, что усложняет и удорожает их конструкцию. Следовательно, в каждом случае нужно найти такой угол наклона связи, при котором стоимость комплекса элементов — донная опора, связь, наплавная опора — получится наименьшей. В том случае, когда $\alpha_0 < \alpha$, удлинение связи до требуемых размеров достигается гибкой надставкой на ее верхнем конце.

* В рассматриваемом случае $\alpha = \alpha_0$

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. П. Донской. Механизация продвижения леса на рейдах. Гослесбумиздат, 1947. [2]. Запаны и боны. Центральный НИИ водного лесотранспорта и гидротехники, Гослестехиздат, 1936. [3]. А. В. Караушев. Гидравлика рек и водохранилищ. Изд-во «Речной транспорт», 1955. [4]. Технические условия проектирования лесосплавных предприятий. Министерство лесной промышленности СССР, Гипролестранс, Гослесбумиздат, 1958.

Поступила в редакцию
2 марта 1963 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КОРООБДИРОЧНЫХ СТАНКОВ

В. В. ХАРИТОНОВ

Ассистент, кандидат технических наук

(Московский лесотехнический институт)

Рациональное использование отходов древесины определяется прежде всего их кондиционностью. Поэтому перед переработкой древесины обязательно нужно окорять. Как показали практика и специальные исследования [5], наиболее эффективны по выходу готовой продукции и производительности корообдирочные станки. Однако существующие конструкции (ОК-1 и ОК-2) имеют некоторые недостатки, что ограничивает их широкое применение. Поэтому очень важно исследование наиболее оптимальных режимов работы этих станков.

В настоящей работе приведены некоторые результаты исследований по определению оптимальных конструктивных решений механизма окорки и подачи, влияющих на качество окорки сосновой и еловой древесины и производительность корообдирочных станков.

Методика экспериментальных работ предусматривала исследование основных факторов, влияющих на силовые параметры механизма окорки и подачи, — породы окашиваемой древесины, влажности и ее состояния, толщины коры, радиуса закругления рабочей кромки короснимателя, ширины снимаемого слоя коры. Кинематика окорки предусматривала только поперечно-винтовое движение короснимателя относительно древесины, что характерно для корообдирочных станков.

Экспериментальные исследования проводили на установке АМ-1 с использованием диаграммного записывающего аппарата. Полученные результаты проверяли в производственных условиях на корообдирочном станке ОК-2 (Семигородный леспромхоз) и обрабатывали методом вариационной статистики.

Ввиду того, что на качество окорки древесины и производительность корообдирочных станков большое влияние оказывают некоторые конструктивные особенности (силовая характеристика механизма прижима короснимателей, форма корпуса короснимателя и расстояние между подающими и извлекающими роликами), методика предусматривала теоретическое исследование этих вопросов.

В процессе экспериментальных работ было установлено, что кору от древесины можно отделить двумя способами: под действием скалывающих сил или сил сцепления короснимателя с корою [4].

В первом случае усилие окорки можно определить величиной общего сопротивления при перемещении короснимателя [2]

$$T = (kb + qlf) m, \quad (1)$$

а во втором — силу сцепления короснимателя с корою, которое, очевидно, должно быть больше силы сцепления коры с древесиной, то есть

$$T \geq qlm\Omega. \quad (2)$$

В этих формулах k — удельное сопротивление окорки, $\kappa\Gamma/\text{см}$;

b — ширина сдвигаемого слоя, см ;

q — удельное давление короснимателя, при котором происходит сдвиг коры за счет сил сцепления короснимателя с корою, $\kappa\Gamma/\text{см}$;

l — длина рабочей кромки короснимателя, см ;

f — коэффициент трения короснимателя о древесину;

m — число короснимателей;

Ω — коэффициент сцепления короснимателя с корою.

Следует отметить, что второй способ наиболее сложен с точки зрения больших усилий, прикладываемых к короснимателю, так как в этом случае отделение коры происходит главным образом под действием временных касательных напряжений, возникающих в камбиальном слое, а в первом — под действием временных растягивающих напряжений [4].

Главным фактором, определяющим качество окорки древесины, является удельное давление короснимателя q . Экспериментами было установлено, что эта величина зависит от радиуса закругления рабочей кромки короснимателя, влажности камбиального слоя и состояния влаги в нем, а также толщины коры. Эта зависимость выражается следующими уравнениями при оптимальном радиусе закругления 1,5 мм:

а) при окорке свежесрубленной древесины (влажность 80—100%)

$$q = -0,08h^2 + 2h - 0,67 \text{ } \kappa\Gamma/\text{см}; \quad (3)$$

б) при окорке подсушенной древесины (влажность 40—60%)

$$q = -0,065h^2 + 1,4h + 6,46 \text{ } \kappa\Gamma/\text{см}, \quad (4)$$

где h — толщина коры, мм.

В свою очередь, толщина коры ели и сосны, как показали наши исследования [3], связана с диаметрами сортиментов следующими зависимостями:

$$h_c = -0,00004d^3 + 0,0005d^2 + 0,16d + 1,5 \text{ мм}; \quad (5)$$

$$h_c = -0,00003d^3 + 0,0025d^2 + 0,03d + 2,5 \text{ мм}, \quad (6)$$

где d — диаметр сортимента, см.

Подставляя значения толщины коры в формулу (3), получаем основные упрощенные уравнения расчетных оптимальных удельных давлений в зависимости от диаметра окоряемого сортимента

а) при окорке свежесрубленной и сплавной древесины

$$q = -0,001d^2 + 0,32d + 2,33 \text{ } \kappa\Gamma/\text{см}; \quad (7)$$

б) при окорке подсушенной древесины

$$q = -0,0006d^2 + 0,3d + 8,56 \text{ } \kappa\Gamma/\text{см}. \quad (8)$$

Производственные исследования подтвердили достоверность экспериментальных работ (рис. 1). Так, при окорке свежесрубленной древесины q составляет (рис. 1, кривая 3)

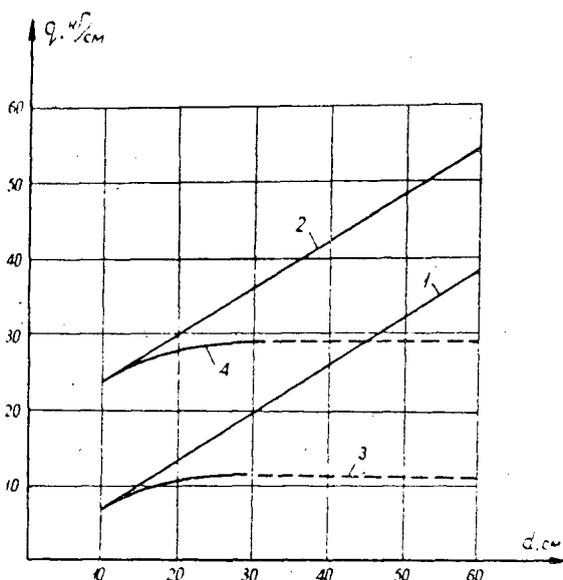


Рис. 1. Удельное давление короснимателя в зависимости от диаметра окоряемых сортиментов.

Характер изменения удельного давления короснимателя в зависимости от диаметра: 1 — свежесрубленной; 2 — сухой и замороженной древесины. Требуемая оптимальная характеристика изменения удельного давления короснимателя при окорке: 3 — свежесрубленной; 4 — сухой и замороженной древесины.

$$q = -0,00167d^2 + 0,318d + 2,987 \text{ кг/см}, \quad (9)$$

а при окорке сухой и мерзлой ($t = -8^\circ \text{C}$) древесины (рис. 1, кривая 4)

$$q = -0,0011d^2 + 0,256d + 20,55 \text{ кг/см}. \quad (10)$$

Значения удельных давлений, полученные по этим формулам, отличаются от теоретических не более чем на 5%, что подтверждает надежность исследований. Эти формулы достоверны при $10 \leq d \leq 60 \text{ см}$.

Оптимальная длина рабочей кромки короснимателя, из условия хорошего качества окорки, по исследованиям ЦНИИМЭ [1], составляет: $l = 30 \text{ мм}$ для свежесрубленной и сплавной древесины; $l = 25 \text{ мм}$ для сухой и замороженной древесины. Усилие прижима короснимателя при этом $P = ql$. Следует отметить, что окорка замороженной древесины без особых ее повреждений возможна при температуре не ниже -8°C .

Большое влияние на качество окорки оказывает силовая характеристика механизма прижима короснимателей. Применяемый способ прижима (за счет центробежных сил G вращающихся контргрузов Q (рис. 2) характерен следующими изменениями давления короснимателя, которое определяется уравнением равновесия короснимателя при его вращательном движении вокруг точки C :

$$P = \frac{1}{L} [M - Qt \sin(\psi + \varphi) \pm 4I\varphi_{\max} \omega^2], \quad (11)$$

где L — длина короснимателя AC ;

M — момент, прикладываемый к короснимателю в точке C ;

Q — вес контргрузов;

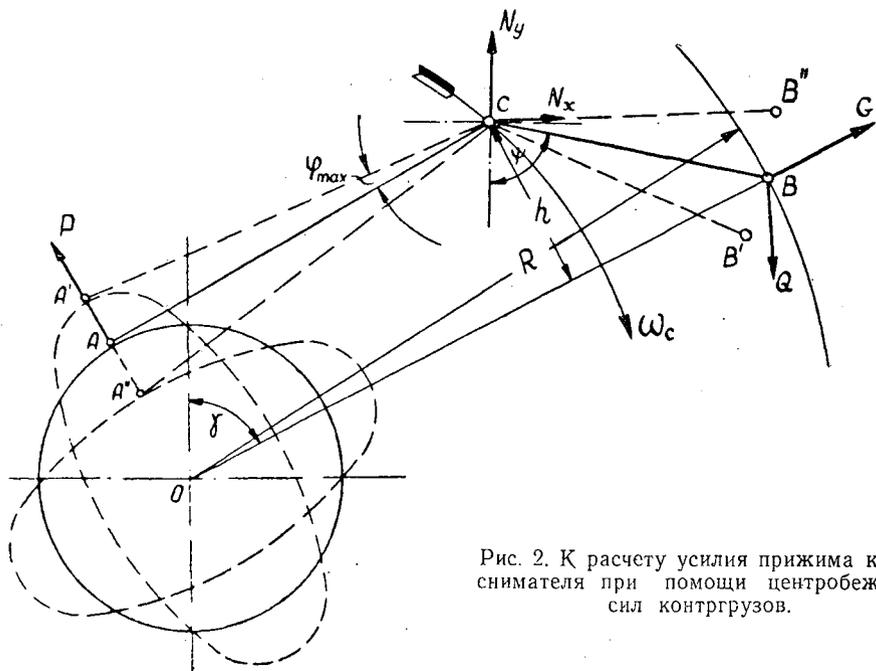


Рис. 2. К расчету усилия прижима короснимателя при помощи центрбежных сил контргрузов.

t — длина плеча противовеса CB ;

I — момент силы инерции короснимателя относительно точки C ;

ω_c — угловая скорость вращения точки C вокруг точки O .

Как видно из формулы (11), изменение усилия прижима короснимателя в зависимости от диаметра происходит по синусоидальному закону и не отвечает требуемому условию (уравнения (7), (8), (9), (10)).

$$P = l(ad^2 + bd + c), \quad (12)$$

где a , b , c — параметры уравнений (7), (8), (9), (10).

Существенным недостатком этого способа прижима является также динамическое изменение давления короснимателя, в результате которого происходит разрушение древесины, что и наблюдается на практике.

Второй, широко применяемый способ прижима короснимателей — при помощи резиновых пружин растяжения — имеет силовую характеристику, выражаемую следующими уравнениями (рис. 1):

а) при окорке свежесрубленной древесины

$$q = \frac{1 + 0,3d}{0,5} \text{ кг/см}; \quad (13)$$

б) при окорке сухой и замороженной древесины

$$q = \frac{9 + 0,3d}{0,5} \text{ кг/см}. \quad (14)$$

Очевидно, этот способ прижима не отвечает закономерности требуемого оптимального изменения удельного давления при окорке бревен различных диаметров. Поэтому существующие конструкции механизмов прижима короснимателей не могут обеспечить хорошего качества окорки бревен (рис. 3). Как видно из рисунка, регулировка давления

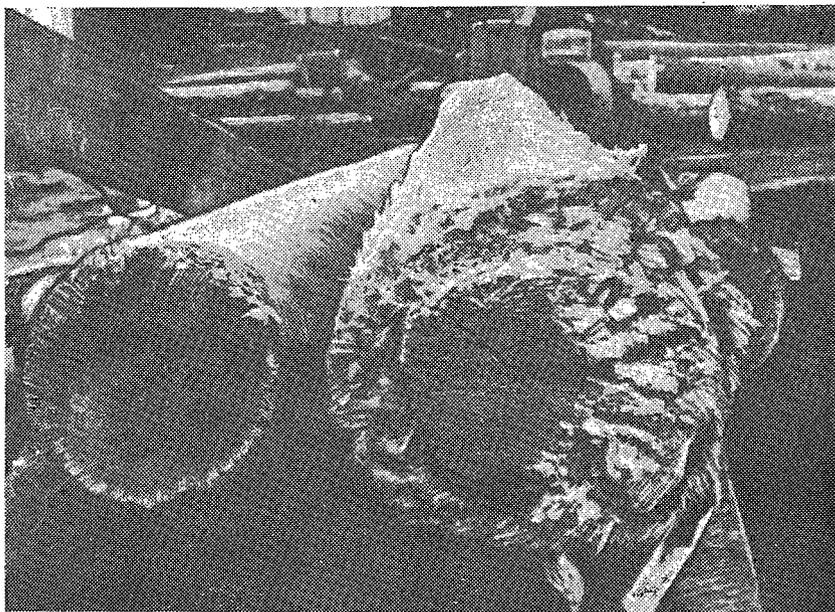


Рис. 3. Качество окорки бревен различных диаметров.

короснимателя при диаметре бревна 20 см (правое) не отвечает требуемому давлению при окорке бревна диаметром 35 см (левое), вследствие чего наблюдается разрушение его торца и боковой поверхности. К числу недостатков этого способа следует отнести и большие остаточные деформации резиновой пружины.

Экспериментальными исследованиями было установлено, что при работе остаточная деформация резиновой пружины составляет 44,8% от первоначальной ее длины, что определяет разницу в усилии начального и конечного натяжения в 130 кг, то есть 50%. Следовательно, и с этой точки зрения применение этого способа прижима короснимателей нельзя считать пригодным. Поэтому наиболее перспективными являются металлические пружины растяжения (сжатия). Однако силовая характеристика металлических пружин также не соответствует необходимой зависимости изменения усилия натяжения от ее длины. Поэтому при конструировании механизма прижима необходимо, чтобы изменение давления короснимателя отвечало функциональной закономерности, приведенной в уравнении (12), что возможно при следующем условии (рис. 4):

$$PL = P'h, \quad (15)$$

откуда функциональное изменение плеча возмущающего момента

$$f(h) = \frac{f(P)}{f(P')} L,$$

где $f(P)$ — функциональная зависимость давления короснимателя (формула (12));

$f(P')$ — функциональная зависимость усилия натяжения металлической пружины растяжения, которая при окорке бревен диаметром от 10 до 70 см составляет.

$$P' = \frac{(d-10)(P_k - P_n) + 60P_n}{60}. \quad (16)$$

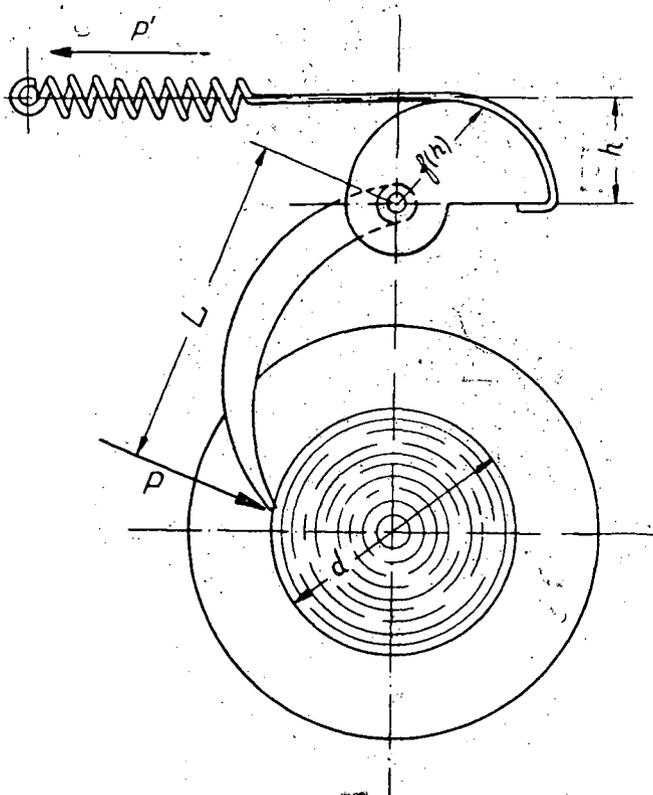


Рис. 4. К расчету изменяющегося плеча возмущающего момента.

Таким образом, изменение плеча возмущающего момента должно соответствовать уравнению

$$h = \frac{60Ll(ad^2 + bd + c)}{(d - 10)(P_k - P_n) + 60P_n}, \quad (17)$$

здесь P_k и P_n — конечное и начальное натяжение металлической пружины.

Эта силовая характеристика пружины растяжения должна отвечать условию

$$P_k - P_n = \frac{L}{h} \left(\frac{P_{max}}{\cos \varphi_{max}} - \frac{P_{min}}{\cos \varphi_{min}} \right), \quad (18)$$

где P_{max} и P_{min} — максимальное и минимальное давление короснимателя при d_{max} и d_{min} ;

φ_{max} и φ_{min} — угол поворота короснимателя при d_{max} и d_{min} .

Большое влияние на качество окорки и производительность коросбдирочного станка оказывает форма корпуса короснимателя как механизма приема. Экспериментальными исследованиями было установлено, что наиболее легкий выход рабочей кромки короснимателя с торца сортифта на его боковую поверхность будет в том случае, если угол постановки короснимателя O_1M_1 составляет $\alpha \leq 35^\circ$ (рис. 5). При этом подъем короснимателя производится нормальной силой Θ . Та-

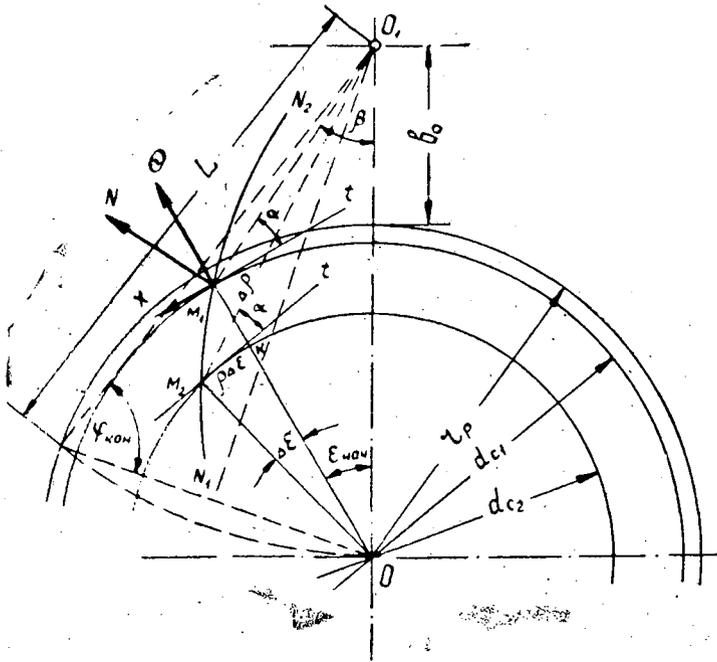


Рис. 5. К расчету формы корпуса короснимателя как механизма приема.

O_1 — точка крепления короснимателя; N — реакция усилия прижима короснимателя; Θ — нормальная сила подъема короснимателя; X — касательная сила отжима короснимателя; OK — радиус-вектор, описывающий кривую формы корпуса короснимателя; $\Delta\rho$ — бесконечно малое приращение радиуса-вектора; $\Delta\epsilon$ — бесконечно малое приращение угла ϵ ; d_{C_1} , d_{C_2} — диаметры сортиментов.

ким образом, корпус короснимателя должен пересекать бесконечное число окружностей под определенным углом α . Из рисунка видно, что уравнение кривой корпуса короснимателя N_1N_2 можно получить из бесконечно малого треугольника M_2M_1K , который образуется при $d_{C_1} \rightarrow d_{C_2}$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta\rho}{\rho \Delta\epsilon}.$$

После соответственных преобразований уравнение корпуса короснимателя как механизма приема примет вид

$$\rho = re^{0,7\epsilon}, \tag{19}$$

где r — радиус ротора механизма окорки;
 e — основание натуральных логарифмов;
 ϵ — угол поворота вектора ρ .

Большое влияние на качество окорки имеет конструкция механизма подачи. Как видно из рис. 6, центрирование оси окоряемого сортимента относительно оси ротора зависит от расстояния между подающими роликами S . Так, при окорке искривленных бревен имеющийся эксцентриситет δ определяет различное давление короснимателей по периметру окариваемого сечения сортимента. Очевидно, что эти давления будут составлять

$$P_1 = \frac{M_1}{L}; \quad P_2 = \frac{M_2}{L}. \tag{20}$$

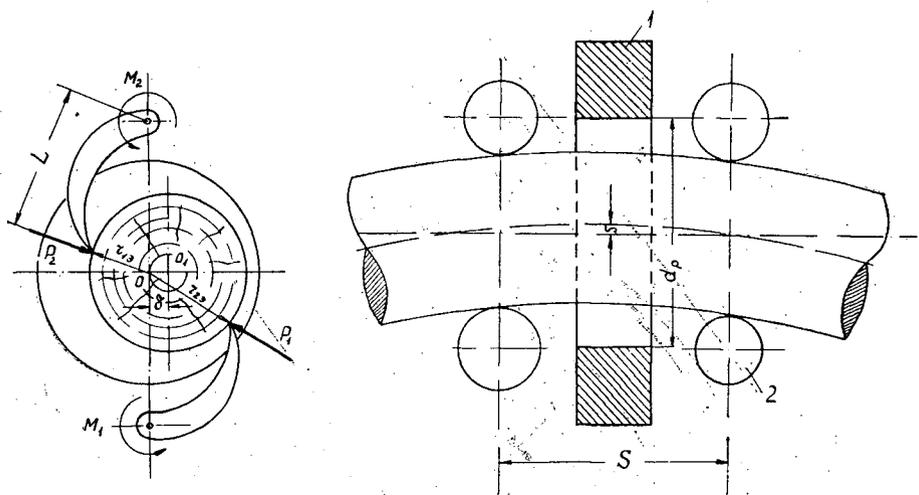


Рис. 6. Механизм подачи как центрирующий аппарат.

1 — ротор; 2 — подающие ролики.

Экспериментальными исследованиями было определено условие нормальной окорки

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{P_{max}}{P_{min}} \leq 1,08 = \frac{\tau_{в.д}^{\#}}{\tau_{в.к}^{\#}}, \quad (21)$$

здесь $\tau_{в.д}^{\#}$ — временное напряжение сдвига сухой древесины поперек волокон ($W = 30\%$);

$\tau_{в.к}^{\#}$ — временное напряжение сдвига сухой коры относительно древесины поперек волокон ($W = 30\%$).

Следует отметить, что кривизна сортиментов 1—3% (ГОСТ на круглые лесоматериалы) близко соответствует форме окружности, радиус которой определяется уравнением

$$R = \frac{S'}{0,08\delta}, \quad (22)$$

где S' — длина сортимента.

Тогда расстояние между подающими и извлекающими роликами составит $S = 0,08 R\delta$, что и является условием высококачественной окорки древесины без ее повреждения.

Полученные зависимости могут быть использованы для расчета оптимальных режимов работы механизма окорки и подачи корообдирочных станков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] И. В. Воробьев. Параметры режущих элементов окорочных машин с тупыми резами. Отчет ЦНИИМЭ, 1954. [2] И. В. Воробьев, А. П. Лось. Окорочные станки «Камбио». Гослесбумиздат, 1958. [3] В. В. Харитонов. Определение оптимальной толщины снимаемого слоя древесины при ее окорке. Сборник работ МЛТИ, № 9, 1959. [4] В. В. Харитонов. Теория процесса окорки древесины на корообдирочных станках. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1960. [5] В. В. Харитонов. Эффективность оборудования для механизации окорки древесины. Журн. «Механизация и автоматизация производства» № 10, 1959.

Поступила в редакцию
2 сентября 1963 г.

ОПЫТ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕМЕНО-ЛЕСОСЕЧНОЙ И СПЛОШНОЙ РУБКИ В БУКОВЫХ ЛЕСАХ КАРПАТ *

В. А. БУЗУН

Аспирант

(Украинский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации)

Правильный выбор способа рубки главного пользования позволяет рационально использовать природные ресурсы, повысить продуктивность наших лесов. Решающее значение при этом имеют не только лесоводственные преимущества и недостатки того или иного способа, но и сравнение их экономической эффективности.

Семено-лесосечные рубки повсеместно применяют лесхозкомбинаты Закарпатской, Ивано-Франковской и Черновицкой областей. Однако лесозаготовительная техника плохо приспособлена к постепенным и выборочным рубкам. Производственные процессы усложняются требованием сохранения подроста и остающихся на корню деревьев. Это ведет к снижению производительности труда и увеличению стоимости работ. Е. А. Овсянников и М. В. Плаксин [3] считают, что в условиях постепенных рубок производительность труда рабочих ниже на 20—25%, а по данным Украинского НИИ механической обработки древесины, комплексная выработка снижается на 12% по сравнению со сплошными [2].

Существующая практика оценки деятельности лесозаготовительного предприятия по себестоимости 1 м³ древесины и комплексной выработке рабочих часто ведет к отрицательным результатам, так как создается видимость нерентабельности постепенных рубок. Экономия средств на лесовосстановление не привлекает должного внимания, так как они финансируются из государственного бюджета. Еще Е. В. Алексеев [1] писал, что излишек расходов на разработку лесосек постепенной рубки (по сравнению со сплошной) в сущности является лесокультурным расходом. Поэтому для определения сравнительной эффективности сплошной и семено-лесосечной рубки обязательно учет затрат труда и средств на восстановление леса.

В 1962 г. в квартале № 9 Нижне-Визницкого лесничества Мукачевского лесохозкомбината Закарпатской области заложена опытная парная лесосека на площади 15 га. В рубку отведено спелое 120-летнее чистое буковое насаждение, расположенное на высоте 550 м над уровнем моря, на северо-западном склоне крутизной 25°. Средний диаметр древостоя — 39,0 см; средняя высота — 27,3 м; полнота — 0,8; запас

* Работа выполнена под руководством доктора сельскохозяйственных наук, проф. С. С. Пятницкого.

на 1 га — 445 м³. Подлеска нет, подрост и травяной покров редкие. Тип леса — влажная чистая суббучина. Лесосека разбита на две секции: Секция № 1 площадью 4,82 га отведена в сплошную рубку, секция № 2 площадью 10,18 га — в двухприемную семено-лесосечную (первый прием). Процент выборки на секции № 2 составил 39, средний диаметр выбираемой части — 39,3, оставляемой — 38,9 см.

Лесосеку разрабатывали летом 1962 г. Условия труда на обеих секциях были идентичны. Древесину заготавливали электропилами К-5, в полухлыстах подвозили лошадьми на расстояние 380 м к воздушно-трелевочной установке ВТУ-3, затем спускали на 800 м к автодороге и вывозили автомашинами к пунктам потребления на расстояние свыше 30 км. Весной 1963 г. секция № 1 закультивирована.

Исходные данные для определения затрат и производительности труда получены путем фотохронометража, проведенного отдельно по секциям на всех основных видах работ в 1962—1963 гг., а величина материально-денежных затрат взята по отчетным данным Мукачевского лесокомбината. Результаты фотохронометража приведены в табл. 1. Затраты рабочего времени на лесокультурных работах подсчитывали на 1 га, а затем переводили на 1 м³ делением на количество древесины, заготовленной с 1 га.

Таблица 1

Наименование работ	Затраты труда на 1 м ³ , мин		Производительность труда, м ³ на 1 чел.-день	
	на секции № 1	на секции № 2	на секции № 1	на секции № 2
Лесоэксплуатационные 1962 г.				
Отвод лесосеки	1	1	1050,00	700,00
Заготовка древесины	73	79	5,75	5,32
Подвозка к ВТУ-3	69	74	6,08	5,68
Спуск к автодороге	51	53	8,24	7,93
Погрузка на автомашины	25	25	16,80	16,80
Вывозка	34	34	12,36	12,36
Разгрузка	12	12	35,00	35,00
Прочие работы	101	102	4,15	4,11
Итого	366	380	1,15	1,11
Лесокультурные 1963 г.				
Подготовка почвы	16	—	—	—
Посев и посадка леса	16	—	—	—
Уход за лесокультурами	6	—	—	—
Итого	38	—	—	—
Всего	404	380	1,04	1,11

Из таблицы видно, что затраты рабочего времени на основных лесозаготовительных работах на секции № 2 больше, а производительность труда соответственно ниже. Но если учесть лесокультурные мероприятия следующего года, то на секции № 1 при сплошной рубке затраты труда возрастают на 5,9%, а производительность снижается на 6,7%.

Для учета всех трудовых затрат на лесосеке принимаем что: 1) на секции № 1 потребуется дополнение лесных культур в размере 15% от высаженного количества сеянцев и семикратный уход за лесными культурами; 2) на секции № 2 затраты на заготовку 1 м³ древесины при очистном приеме семено-лесосечной рубки, ввиду необходимости сохра-

нения подроста, будут равны затратам при первом приеме; 3) хотя в 1962 г. был обильный урожай семян бука, и секция № 2 успешно обсеменялась, на 30% площади потребуются восполнение подроста, уничтоженного при последнем приеме семено-лесосечной рубки, и уходом за высаженными сеянцами. Затраты труда рабочих на эти мероприятия рассчитаны на основании данных фотохронометража 1963 г. (табл. 2).

Таблица 2

Группы работ	Затраты труда на 1 м ³ , мин	
	на секции № 1	на секции № 2
Лесозексплуатационные . .	366	380
Лесокультурные 1963 г. . .	38	—
Лесокультурные следующих лет	17	12
Всего:	421	392

Производительность труда на секции № 1 составила 1,00, на секции № 2 — 1,07 м³ на 1 чел.-день. Общие затраты рабочего времени на секции семено-лесосечной рубки ниже на 6,9%, а производительность труда выше на 7%.

В табл. 3 сравниваются затраты денежных средств на секциях по отчетным данным Мукачевского лесокombината.

Обращает на себя внимание значительное удорожание заготовки и подвозки древесины (28,9 и 27,3%) на секции № 2 по сравнению с увеличением трудозатрат на этих видах работ (8,2 и 7,2%). Причина этого — предусмотренное снижение норм выработки для постепенных и выборочных санитарных рубок на 20% и, следовательно, повышение расценок на 25%. При семено-лесосечных рубках такое снижение норм часто не соответствует повышению затрат труда и ведет к значительному перерасходу фонда зарплаты. Для устранения такого недостатка нормы выработки надо дифференцировать в зависимости от применяемого способа рубки и количества древесины, выбираемой с 1 га.

Фабрично-заводская себестоимость 1 м³ при семено-лесосечной рубке выше на 5%. С учетом затрат на лесовосстановительные мероприятия, стоимость которых на секции № 2 в 5 раз меньше, каждый кубометр древесины, заготовленной при семено-лесосечной рубке, дешевле на 6 коп. Если подсчитать сравнительную эффективность семено-лесосечной и сплошной рубок по формуле акад. В. И. Перехода [4]

$$Ef = (a - a_1) n,$$

где a_1 — затраты средств на 1 м³ при семено-лесосечной рубке;

a — то же при сплошной рубке;

n — выбираемая масса с 1 га, м³,

то для нашего примера получим экономию на 1 га

$$Ef = (10,44 - 10,38) \cdot 445 = 27,70 \text{ руб.}$$

При правильном проведении семено-лесосечной рубки эта экономия может существенно увеличиться, так как 30%-ное дополнение для секции № 2 учитывает недостатки производства в настоящее время. Кроме того, денежные средства вкладываются в лесокультурные мероприятия не в первый год после рубки, а через 8—10 лет (восстановительный период семено-лесосечной рубки). За это время они будут ис-

Таблица 3

Статьи затрат и группы работ	Стоимость 1 м ³ , руб. — коп.	
	секция № 1	секция № 2
Лесозэксплуатационные 1962 г.		
Основная зарплата		
Отвод лесосеки	—	—
Заготовка древесины	0—45	0—58
Подвозка к ВТУ-3	0—33	0—42
Спуск к автодороге	0—54	0—56
Погрузка	0—13	0—13
Вывозка	0—37	0—37
Погрузка	0—07	0—07
Прочие работы	0—57	0—56
Итого основной зарплате	2—46	2—69
Дополнительная зарплата	0—52	0—57
Отчисления на соцстрах и социально-бытовые расходы	0—34	0—37
Услуги вспомогательных производств и содержание лесовозных дорог	3—37	3—50
Попенная плата	1—62	1—57
Прочие производственные расходы	0—62	0—68
Итого основных затрат	8—93	9—38
Цеховые расходы	0—48	0—50
Общезаводские расходы	0—35	0—37
Фабрично-заводская себестоимость	9—76	10—25
Лесокультурные 1963 г.	0—47	—
Лесокультурные следующих лет	0—21	0—13
Итого лесохозяйственных расходов	0—68	0—13
Полная себестоимость	1 0—44	10—38

пользованы в другой отрасли народного хозяйства, совершат оборот и дадут дополнительный доход.

Приведенные результаты опыта показывают, что при полном учете затрат становится очевидным преимущество семено-лесосечных рубок в сравнении со сплошными и в экономическом отношении. Дальнейшее усовершенствование машин и орудий, применяемых для лесозэксплуатационных и лесохозяйственных работ в горных условиях, приспособление их к условиям постепенных и выборочных рубок, повышение квалификации исполнителей работ позволят увеличить производительность труда, уменьшить затраты рабочего времени, материальных и денежных средств на этих видах рубок, главного пользования, повысить их экономическую эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. В. Алексеев. Семено-лесосечные рубки. Киев, 1927. [2]. П. И. Молотков. Особенности главных рубок в горных районах. Тезисы выступления на совещании по повышению продуктивности лесов в г. Москве 23—26 апреля 1963 г. [3]. Е. А. Овсянников, М. В. Плаксин. Технология лесозаготовок, ч. 1, Львов, 1962. [4]. В. И. Переход. Основы экономики лесоводства. Киев, 1958.

Поступила в редакцию
1 августа 1963 г.

О ВЛИЯНИИ ТРЕНИЯ ПО СТЕНКАМ КОЛЬЦА НА РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПРЕССИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТОРФА

А. А. ТКАЧЕНКО

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Компрессионные (одеметрические) испытания торфяного грунта позволяют определить деформативные характеристики торфяного основания. Основным недостатком их является невозможность предотвращения трения между торфом и стенками кольца.

При испытаниях неорганических грунтов для уменьшения влияния трения на результаты испытаний отношение диаметра кольца к высоте образца принимают обычно больше двух.

В отечественной литературе для исключения трения компрессионные испытания с обычными грунтами рекомендуют проводить в стабилометре в условиях, исключающих боковое расширение грунта. Однако из-за большой деформируемости торфа эта работа посильна только специализированным исследовательским лабораториям и практически недоступна для лабораторий, обслуживающих пресектные организации.

Приготовление образцов торфа малой высоты (когда отношение диаметра образца к его высоте достаточно велико), нежелательно, так как при этом неизбежное нарушение структуры торфа по торцовым граням образца значительно влияет на результаты испытаний. Кроме того, значительная высота образца необходима при изучении ее влияния на длительность процесса сжатия торфа.

Для того чтобы учесть трение образца торфа по стенкам кольца, были рассмотрены силы, действующие на этот образец.

Представим себе, что образец торфа помещен в кольцо высотой h и диаметром D . К нему через штамп было приложено давление P_0 , в результате действия которого образец уплотнился так, что к окончанию опыта его относительная деформация стала равна ϵ . Высота образца уменьшилась и при относительной деформации ϵ составила $(1 - \epsilon)h$.

Схема компрессионного кольца с образцом приведена на рис. 1. Проведя на глубине y две плоскости, перпендикулярные оси y , выделим элемент толщиной dy и рассмотрим силы, действующие по его поверхностям.

На верхнюю грань действует сила $\frac{\pi D^2}{4} P_y$; на нижнюю — $\frac{\pi D^2}{4} (P_y + dP_y)$; на боковую цилиндрическую поверхность — сила трения.

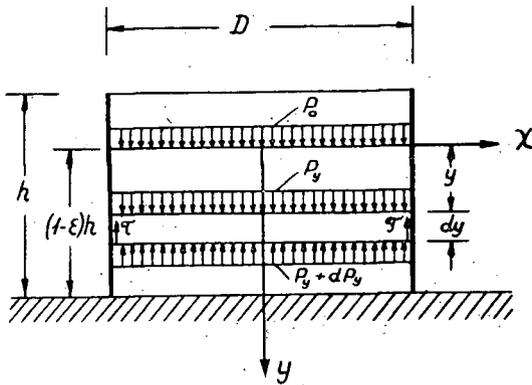


Рис. 1.

$-\pi D \tau dy$, где τ — удельная сила трения, равная произведению P_y на коэффициент бокового давления ξ , и коэффициент трения торфа по материалу кольца f .

Рассмотрим равновесие элемента образца толщиной dy ; собственный вес его учитывать не будем, так как из-за малой высоты образцов он не влияет на их сжимаемость.

$$\frac{\pi D^2}{4} P_y - \frac{\pi D^2}{4} (P_y + dP_y) - \pi D \xi \cdot f P_y \cdot dy = 0.$$

После преобразований и сокращения данное уравнение примет вид

$$\frac{dP_y}{P_y} = - \frac{4}{D} \xi \cdot f \cdot dy.$$

В результате интегрирования данного уравнения в пределах напряжения от P_0 до P_y и расстояния от O до y и преобразований получим следующую зависимость между напряжением в образце торфа и расстоянием от плоскости контакта между штампом и образцом:

$$P_y = P_0 \cdot e^{-\frac{4}{D} \xi f y}, \quad (1)$$

где e — основание натуральных логарифмов.

Определение напряжений по этой формуле затруднено тем, что не известно значение коэффициентов бокового давления и трения.

В результате компрессионных испытаний получают величину средней относительной деформации образца ε как функцию величины давления (напряжения) P_0 , приложенного к верхней грани образца.

В действительности правильнее считать, что величина ε пропорциональна не давлению P_0 , действующему на поверхность образца, а напряжению в середине сжатого образца, так как часть давления P_0 расходуется на трение по стенкам кольца и не участвует в сжатии.

Поскольку величина относительной деформации равна отношению напряжения к модулю сжатия, то, разделив обе части уравнения (1) на модуль сжатия, получим

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot e^{-\frac{4}{D} \xi \cdot f \cdot y}, \quad (2)$$

где ϵ_0 — величина относительной деформации образца при отсутствии трения по стенкам кольца;

y — расстояние от верхней грани до середины сжатого образца.

Для установления степени соответствия действительности этого уравнения произведем его логарифмирование

$$\lg \epsilon = \lg \epsilon_0 - \frac{4}{D} \xi f y \lg e. \quad (3)$$

Из полученного выражения видно, что между $\lg \epsilon$ и y наблюдается линейная зависимость.

Теперь для проверки выражения (2) нанесем на планшет результаты испытаний образцов. Диаметр всех испытанных образцов был равен 7,14 см ($F_K = 40 \text{ см}^2$), а высоты 2,0; 4,0 (3,5) и 7,0 (8,0) см.

Величина y , как видно из рис. 1, для каждого образца будет определяться из выражения $y = 0,5 (1 - \epsilon) h$. Для удобства, вместо $\lg \epsilon$ будем откладывать $\lg 10\epsilon$.

Результаты проверки приводятся на рис. 2 (индексами показаны номера образцов). Из рисунка видно, что опытные точки образцов одного и того же торфа, имеющих различную начальную высоту, лежат достаточно близко к прямым. Небольшие отклонения объясняются тем, что сжимаемость торфа в различных образцах не идентична.

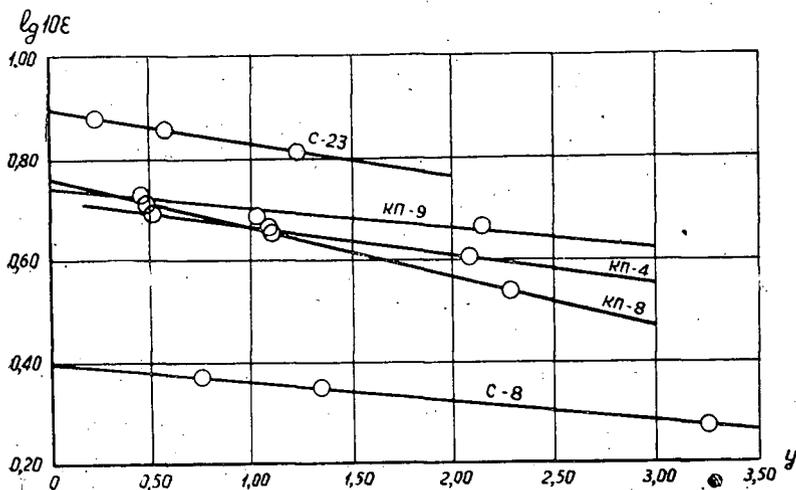


Рис. 2.

Для нахождения ϵ_0 можно пользоваться построением, показанным на рис. 2. Величину ϵ_0 можно также определять из выражения

$$\lg \epsilon_0 = \frac{\sum \lg \epsilon_i \sum (1 - \epsilon_i)^2 h_i^2 - \sum \lg \epsilon_i (1 - \epsilon_i) h_i \sum (1 - \epsilon_i) h_i}{n \sum (1 - \epsilon_i)^2 h_i^2 - [\sum (1 - \epsilon_i) h_i]^2},$$

где ϵ_i — относительные деформации образцов;

h_i — начальные высоты образцов;

n — количество образцов одного и того же торфа.

Данное уравнение получено на основании применения к зависимости (3) метода наименьших квадратов.

Если компрессионные испытания торфа производят с образцами одной высоты и диаметра, величина относительной деформации при отсутствии трения может быть найдена из выражения (2) при усло-

вии, что в расчете будет принято среднее значение произведения ξf , которое, по нашим исследованиям, равно 0,25. Тогда деформация

$$\varepsilon_0 = \varepsilon \cdot e^{0,5(1-\varepsilon)\frac{h}{D}}$$

Из полученного выражения видно, что при прочих равных условиях влияние трения тем сильнее, чем больше отношение высоты кольца к его диаметру.

Для того чтобы установить, как трение влияет на величину относительной деформации, построим графики зависимости $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$ от $(1-\varepsilon)\frac{h}{D}$ (рис. 3).

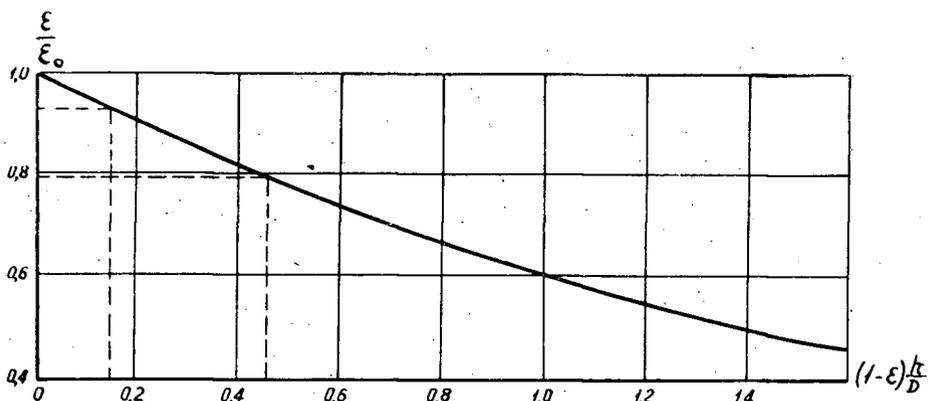


Рис. 3.

Из графика видно, что если при отношении h к D , равном 0,25, и величине относительной деформации $\varepsilon = 0,4$ последняя составляет 0,929 ε_0 , то есть трение уменьшает величину ε на 7,1%, то при $\frac{h}{D} = 0,75$ и той же величине ε это уменьшение будет равно 20,5%.

При дальнейшем увеличении $\frac{h}{D}$ влияние трения еще больше возрастает. Этим же графиком можно пользоваться и для определения значения ε_0 . В этом случае фактическую деформацию, полученную по результатам компрессионных испытаний, нужно разделить на отношение $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$, найденное по графику в зависимости от $(1-\varepsilon)\frac{h}{D}$.

Результаты проведенного исследования показывают, что для получения более точных характеристик сжимаемости торфа (как и других грунтов) необходимо учитывать трение по стенкам кольца при производстве компрессионных испытаний.

Особенно важно учитывать трение для установления характера протекания деформации грунта во времени, так как в этом случае проводят испытания образцов грунта различной высоты, причем отношение $\frac{h}{D}$ может быть равным единице и даже больше.

ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОЩАДИ ЕГО ЗАГРУЖЕНИЯ

М. М. КОРУНОВ

Профессор

(Уральский лесотехнический институт)

Предложенная в свое время автором [5] формула для безопасного движения тяговых машин по ледяному покрову была проверена многолетней практикой в различных условиях и неоднократно по-разному оценивалась в литературе [2], [3], [6], [7], [8], [9], [10]. Для движения автомобильных и тракторных поездов, а также при перевозке любых грузов с размерами, превышающими габариты (ширину и длину) самых больших машин, эта формула

$$h = 10 \sqrt{Q} \text{ см,}$$

где h — толщина льда, см;
 Q — вес машины, Т,

дает неудовлетворительные результаты.

Грузоподъемность льда, при прочих равных условиях, возрастает, если давление от груза распределить на большую площадь. В практике применяется ряд мер, увеличивающих срок службы и грузоподъемность ледяных переездов. Цель статьи заключается в освещении слабо разработанного вопроса о том, как повышается грузоподъемность ледяного покрова с увеличением площади загрузки.

Рассмотрим кратко некоторые теоретические и эмпирические формулы, отвечающие прямо или косвенно на поставленный вопрос и, сопоставив их, сделаем соответствующие выводы.

Формула С. А. Бернштейна [1] считается одной из наиболее обоснованных теоретических формул определения грузоподъемности ледяного покрова

$$Q = \frac{\sigma_n h^2 m}{3(1+m)C(\alpha)} \text{ т,}$$

где σ_n — напряжение льда на изгиб, кг/см²;
 h — наименьшая (расчетная) толщина льда, м;
 m — величина, обратная коэффициенту Пуассона, $m = 3$;
 $C(\alpha)$ — сложная функция, принимаемая по графику или по таблицам, в зависимости от так называемого радиуса эквивалентного круга

$$r = 0,565 \sqrt{ab},$$

(где a и b — длина и ширина запружаемой площади, m) и упругой характеристики льда l

$$l = \sqrt[4]{\frac{m^2}{m^2 - 1} \cdot \frac{\varepsilon h^3}{12}} \text{ м,}$$

где ε — модуль упругости льда, $кГ/см^2$.

Отношение $\frac{r}{l} = \alpha$ носит название приведенного радиуса эквивалентного круга.

Приводим значения $C(\alpha)$ в зависимости от α

α	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
C_α	0,046	0,035	0,029	0,025	0,020	0,018	0,016	0,014	0,012	0,010

Формула С. А. Бернштейна, как видно, не имеет явно выраженной зависимости грузоподъемности льда от r , а следовательно, и площади распределения нагрузки.

Формула Государственного гидрологического института [6] имеет следующий вид:

$$Q = \frac{2,56\sigma_n r^2 \sqrt{h}}{\sqrt{\varepsilon} C_2 \left(\frac{r}{l}\right)} = 2,56\delta_n S_m,$$

где

$$S = \frac{\sqrt{h} r^2}{\sqrt{\varepsilon} C_2 \left(\frac{r}{l}\right)}$$

(эта величина дается в таблицах, в зависимости от r , h , ε);

C_2 — постоянная интегрирования, являющаяся функцией отношения $\frac{r}{l}$.

Определение грузоподъемности льда по формуле ГГИ облегчается наличием таблиц, но ограничивается размерами $r = 10$ м.

Эта формула дает выраженную зависимость грузоподъемности от размеров груза.

На основе ряда проведенных опытов Н. Н. Зубов [3] предложил формулу, учитывающую площадь равномерного загрузения ледяного покрова

$$Q = 100h^2(1 + 0,02S + 0,002F) m;$$

где h — толщина льда, m ;
 S — периметр площади, m ;
 F — площадь загрузения, m^2 .

Формула эта, как пишет Н. Н. Зубов, проверена на практике и в приведенном виде справедлива для пресноводного льда и средней температуры воздуха $10^\circ C$. С понижением температуры прочность ледяного покрова, как известно, увеличивается.

За основу формулы Н. Н. Зубов принял множитель $100 h^2$, предложенный автором статьи для расчета относительно сосредоточенных грузов.

В. А. Гастев предложил формулу

$$Q_n = \frac{\sigma_n h^2}{(0,42 - 1,47 \lg \alpha)}.$$

В своей интересной и обстоятельной статье Д. Ф. Панфилов [10] рекомендует определять предельную (проломную) грузоподъемность льда в зависимости от размеров груза по формуле

$$Q_n = 200h^2 (1 + 1,4\beta + 0,76\beta^2),$$

где $\beta = \frac{a}{l}$ и a — половина стороны квадрата площади загрузки.

Как видно, формула Д. Ф. Панфилова аналогична формуле Н. Н. Зубова по построению.

Для практических расчетов С. Росенгрэн [11] рекомендует формулу для предельного (разрушающего) груза

$$Q_n = 0,025hr^2 + h \left(\frac{2}{3} + \frac{4}{3} h \right) m,$$

где r — радиус, равный половине опорной длины груза, м;

h — толщина льда, дм.

С. Росенгрэн пишет, что в приведенной формуле «обобщены все случаи нагрузки льда весом одного человека, нескольких конных повозок и грузовиков, до статических нагрузок (бревнами)».

Таблица 1

Автор формулы	Проломный вес груза (T) при r (м)					
	1	3	5	7	10	20
С. А. Бернштейн	24	38	59	85	124	—
ГГИ	26	38	55	76	130	—
М. М. Корунов	12	36	60	84	120	246
Н. Н. Зубов	37	47	60	74	98	205
Ф. Д. Панфилов	37	50	65	83	114	258
С. Росенгрэн	24	25	26	30	34	64

Как видно из табл. 1, при расчете по формуле С. Росенгрэна получаются самые маленькие нагрузки.

Анализируя формулу С. А. Бернштейна и в частности значение сложной функции $S(\alpha)$, мы установили, что грузоподъемность ледяного покрова изменяется прямо пропорционально приведенному радиусу эквивалентного круга α .

При разрушающем напряжении льда на изгиб $\sigma_n = 24 \text{ кг/см}^2$ измененная нами формула С. А. Бернштейна принимает вид

$$Q_n = 6\alpha h^2 m,$$

где h — толщина льда, дм.

Грузоподъемность ледяного покрова, при одной и той же его толщине, можно принимать пропорциональной радиусу эквивалентного круга r .

$$Q_1 = q_1(h) r_1 = q_1(h) \sqrt{\frac{F_1}{\pi}};$$

$$Q_2 = q_1(h) r_2 = q_1(h) \sqrt{\frac{F_2}{\pi}},$$

откуда

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}},$$

где q_1 — нагрузка (T) при $h = \text{const}$ и $r = 1$.

Увеличение грузоподъемности ледяного покрова, при одной и той же его толщине, пропорционально корню квадратному из отношения площадей загрузки. Так, при увеличении площади в 100 раз грузоподъемность льда возрастает в 10 раз

$$r_1 = 1; h = 20 \text{ см}; Q_1 = 5,15 T; F_1 = 3,14 \text{ м}^2;$$

$$r_2 = 10; h = 20 \text{ см}; Q_2 = 51,5 T; F_2 = 314 \text{ м}^2.$$

Сравнительные расчеты величин проломного груза (табл. 1) в зависимости от площади его загрузки по приведенным формулам выполнены для следующих данных: $\epsilon = 6 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2$; $h = 40 \text{ см}$; $\sigma_n = 24 \text{ кг/см}^2$; $m = 3$; $l = 6,8 \text{ м}$.

В табл. 2 приведены принятые величины радиусов, площади квадратов и сторон их, а также значения α и β .

Таблица 2

$r, \text{ м}$	1	3	5	7	10	20
$F, \text{ м}^2$	3,14	28,27	78,54	153,94	314,16	1256
$2a, \text{ м}$	1,77	5,30	8,84	12,41	17,72	36
$\beta = \frac{a}{l}$	0,113	0,34	0,56	0,79	1,13	227
$\alpha = \frac{r}{l}$	0,128	0,384	0,640	0,896	1,28	2,56

Как видно из табл. 1, данные расчета по упрощенной формуле автора при $r > 1$ находятся в достаточном соответствии с расчетом по формуле С. А. Бернштейна.

Зная проломный вес груза q_1 , при радиусе $r = 1$ для разных толщин льда предельную грузоподъемность можно определить как

$$Q_n = q_1 r,$$

а расчетную — делением этой величины на принятый запас прочности, то есть

$$Q_p = \frac{q_1 r}{n}.$$

Значения q_1 характеризуются следующими цифрами:

$h \text{ дм}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q_1 \text{ T}$	2,15	5,15	8,65	12,0	16,5	20,3	24,7	29,2	34,0	39,6

Изменение проломной грузоподъемности для различных значений толщины льда h (дм) в зависимости от r представлено на рис. 1.

Во всех предыдущих расчетах нами принято $\sigma_n = 24 \text{ кг/см}^2$. Многочисленные лабораторные исследования недостаточно отражают сложную природу изгиба ледяного покрова под нагрузками различных видов.

В первом приближении для выбора разрушающей величины σ_n могут служить опыты, проведенные в полевых условиях Ленинградским физико-техническим институтом АН СССР [4]. На основании этих опытов была предложена эмпирическая формула для определения разрушающей нагрузки на ледяной покров.

$$Q_n = 2h^2 m,$$

где h — толщина льда, дм.

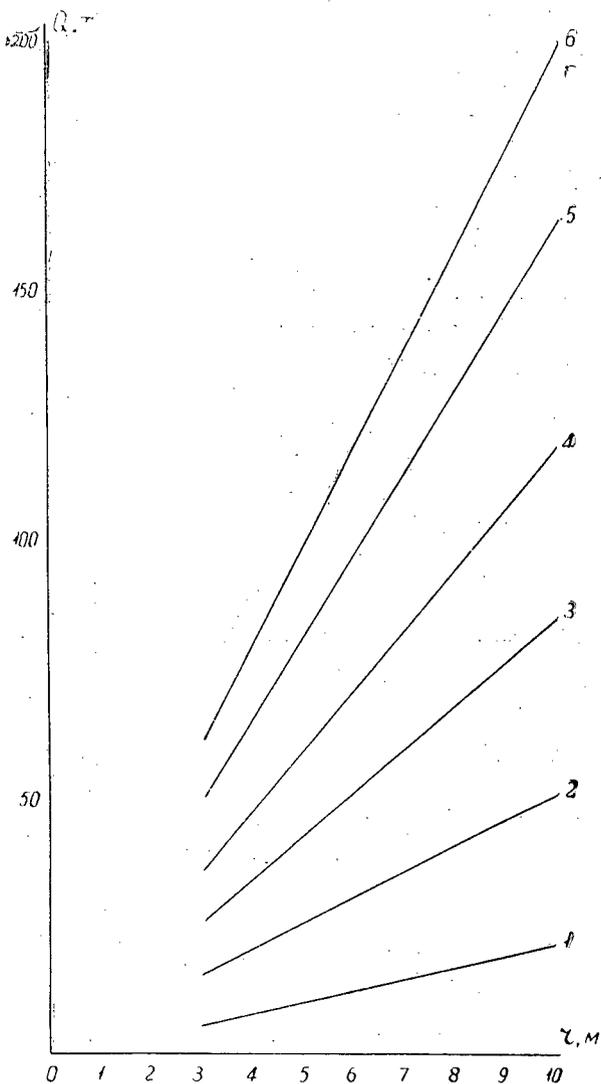


Рис. 1.

1 — данные ГГИ; 2 — С. А. Бернштейна; 3 — М. М. Корюнова; 4 — Ф. Д. Панфилова; 5 — Н. Н. Зубова; 6 — С. Росенгрена.

Если принять $\sigma_n = 24 \text{ кг/см}^2$; $\epsilon = 9 \cdot 10^4 \text{ кг/см}^2$; $h = 30 \text{ см}$, $r = 2 \text{ м}$ и сделать сравнительный расчет, то по формуле С. А. Бернштейна $Q_n = 19,3 \text{ Т}$; В. А. Гастева — $18,4 \text{ Т}$ и Ленинградского физико-технического института — $18,0 \text{ Т}$. Эти цифры показывают, что принятая нами величина $\sigma_n = 24 \text{ кг/см}^2$ достаточно надежна для расчета предельной грузоподъемности ледяного покрова. Упругая характеристика льда выражается следующими цифрами:

$h, \text{дм}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l, \text{м}$	2,76	4,64	6,24	7,80	9,24	10,60	11,70	13,00	14,30	15,50

Что касается изменения модуля Юнга ϵ для льда, то при уменьшении его от $9 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^5 \text{ Т/м}^2$ грузоподъемность ледяного покрова изменится лишь на 30% для одной и той же толщины $h = 40 \text{ см}$.

Выводы

1. При расчете грузоподъемности ледяного покрова разрушающее напряжение на изгиб можно принимать $\sigma_n = 24 \text{ кг/см}^2$, что косвенно согласуется с опытами Ленинградского физико-технического института АН СССР.

2. Для расчета грузоподъемности ледяного покрова с площадью загрузки, характеризуемой радиусом эквивалентного круга r , расчет рекомендуется вести по формуле

$$Q_n = 6ah^2m.$$

3. С увеличением площади загрузки грузоподъемность ледяного покрова увеличивается для одной и той же толщины льда пропорционально корню квадратному из отношения их площадей

$$Q_1 = Q_2 \sqrt{\frac{F_2}{F_1}}.$$

4. При малых радиусах эквивалентного круга $r < 3$, что соответствует большинству типов тяговых машин, величину разрушающей нагрузки на ледяной покров следует принимать равной

$$Q_1 = 2h^2m.$$

5. Расчетную грузоподъемность ледяного покрова при $r > 3$ можно также определить, пользуясь формулой

$$Q_p = \frac{q_1(h)r}{n}.$$

6. Предлагаемый простой способ расчета в достаточной мере точен для целей практики и легко может быть применен в полевых условиях.

7. Одной из ближайших задач в дальнейших исследованиях следует считать установление дифференцированных норм разрушающего напряжения ледяного покрова на изгиб, в зависимости от видов загрузки, природных условий и качественного состояния льда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. А. Бернштейн. Ледяная железнодорожная переправа. Сб. «Ледяные переправы». Транспечать, 1929. [2]. А. Н. Быдин. О ледовых автопереправах через Волгу на Волгоградгидрострое. Журн. «Гидротехническое строительство» № 11, 1956. [3]. Н. Н. Зубов. Лды Арктики. Изд. Главсевморпути, 1945. [4]. П. П. Кобекко и др. Пролон и грузоподъемность льда. «Журнал технической физики», т. XVI, вып. 3, 1946. [5]. М. М. Корунов. Расчет ледяных переправ. «Автобронетанковый журнал» № 8, 1939 и № 2, 11, 1940. [6]. Ледяные переправы. Под ред. Г. Р. Брегмана и Б. В. Проскуракова, Государственный гидрологический институт, Гидрометеиздат, 1943. [7]. Материалы к вопросу о ледовых переправах. Государственный океанографический институт. Гидрометеиздат, 1946. [8]. В. С. Назаров. Грузовые операции во льдах и транспортировка грузов по льду. Изд. «Морской транспорт», 1958. [9]. А. Д. Назимов. Ледяные переправы на строительстве Куйбышевской ГЭС. Куйбышев, 1956. [10]. Д. Ф. Панфилов. О методах расчета грузоподъемности льда. Журн. «Гидротехническое строительство» № 4, 1963.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПОДПОРНЫХ И РУСЛОСТЕСНИТЕЛЬНЫХ СТЕНОК, СООРУЖАЕМЫХ НА СПЛАВНЫХ РЕКАХ

А. П. СИДОРОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Водоподпорные и руслостеснительные стенки облегченной конструкции широко применяют для регулирования русел сплавных рек, особенно при наличии каменистого ложа или порожистых участков. Они представляют собой деревянные стенки толщиной в одно бревно или в один брус, плотно пригнанные друг к другу. Опорами для них обычно служат треугольного типа ряжи с каменной засыпкой, козловые опоры или так называемые сипаи. Такие стенки легко могут быть разобраны и перемещены в другое место, поэтому они бывают стационарными и разборными.

Несмотря на то, что протяженность подобных стенок в бассейнах некоторых сплавных рек (Сегежа, Кемь, В. Выг, Торос-Июки, Уда, Тунгуска, Бия и др.) исчисляется десятками километров, гидравлическая эффективность их до сих пор не установлена.

До настоящего времени такие сооружения проектируют и строят без надлежащего гидравлического расчета, что не дает возможности судить об изменении глубин и скоростей течения на участках, где их применяют.

В настоящей работе мы имеем целью дать методику гидравлического расчета таких стенок, основанную на исследованиях этого вопроса, проведенных автором в Ленинградской лесотехнической академии.

При рассмотрении данной задачи возникают два основных вопроса: об оценке проницаемости стенки и об определении глубин и скоростей течения потока при воздействии на него стенки как руслостеснительной дамбы.

При изучении первого вопроса рассмотрен наиболее часто встречающийся случай, когда стенку применяют на реках с каменистым ложем, то есть когда ее возводят непосредственно на камнях русла (рис. 1).

В этом случае вода из основного русла может протекать только под стенкой. Фильтрация же через тело стенки, при плотном прилегании бревен друг к другу, очень мала и ею можно пренебречь. Количество утекающей воды будет зависеть от величины камней, на которые поставлена стенка, и от напора.

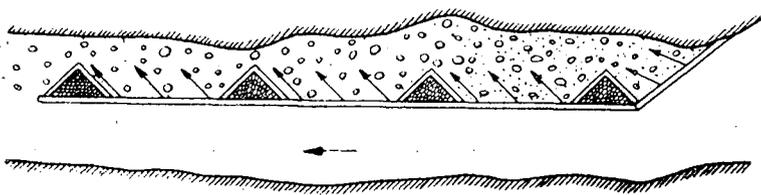


Рис. 1. Схема водоподпорной стенки на каменистом дне реки.

На наш взгляд, расход воды, утекающей через отверстия, образованные стенкой и неровностями дна, с достаточной степенью точности можно оценить известной формулой

$$Q_{\phi} = \mu_{\phi} \cdot \omega_{\phi} \sqrt{2gH_0}, \quad (1)$$

где μ_{ϕ} — коэффициент расхода, соответствующий фиктивной площади отверстий под стенкой ω_{ϕ} ; равной произведению средней высоты камней K на расчетную длину отверстия l ; H_0 — напор воды.

Иначе говоря, в данном случае делают допущение, что вода вытекает через отверстия, высота которых равна высоте камней. Коэффициент расхода μ имеет меньшую, чем обычно, величину.

Определим расход, приходящийся на единицу длины стенки

$$q_{\phi} = \mu_{\phi} K \sqrt{2gH_0}. \quad (2)$$

При определенном напоре H_0 и средней величине камней K неизвестным является только μ_{ϕ} , величину которого находят опытным путем.

Количество воды, утекающей под стенку, можно определить и иначе, не вводя, например, фиктивного коэффициента расхода μ_{ϕ} , а пользуясь общепринятым коэффициентом расхода для отверстий. В этом случае, очевидно, множество отверстий, образованных стенкой и камнями, можно заменить некоторой фиктивной сплошной щелью с высотой a_{ϕ} . Такая фиктивная щель должна быть равновелика (по расходу) суммарным отверстиям. Тогда

$$Q_{\phi} = \mu l a_{\phi} \sqrt{2gH_0} \quad (3)$$

или

$$q_{\phi} = \mu a_{\phi} \sqrt{2gH_0}, \quad (4)$$

откуда, приравняв равенства (2) и (4), получим

$$a_{\phi} = K \frac{\mu_{\phi}}{\mu}, \quad (5)$$

то есть высота фиктивной щели a_{ϕ} может быть найдена по среднему размеру камней, устилающих русло, и отношению коэффициента, соответствующего расходу воды, утекающей через отверстия под стенкой, к коэффициенту расхода воды, проходящей через щель с вертикальным размером, равным размеру камней.

Для определения величин μ_{ϕ} и a_{ϕ} мы провели экспериментальные исследования в гидравлической лаборатории ЛТА. Для опытов использовали стеклянный лоток с нулевым уклоном дна. Исследова-

ли отверстия, возникающие между камнями и деревянной стенкой, а также щели. Каменистое дно русла имитировали путем наклеивания гравия различных фракций на гладкое дно. Исследовали проток воды через шестнадцать размеров: 4,5; 8; 10; 16; 28 и 32 мм. Отношение размера фракции гравия к напору изменяли в пределах от 0,5 до 50. Всего было выполнено 63 опыта с гравием.

Кроме этого, было сделано 35 опытов по определению коэффициента расхода через щели. Размер щелей принимали равным 4; 6; 8 и 16 мм. Отношение напора H к высоте щели a изменяли также в пределах от 0,5 до 50.

Результаты опытов были обработаны методом математической статистики и представлены в виде графиков, показанных на рис. 2 и 3.

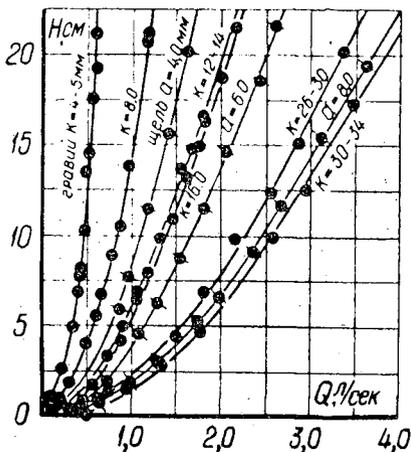


Рис. 2. График зависимости $Q_{\phi} = f(H)$ для щелей и отверстий между камнями и стенкой.

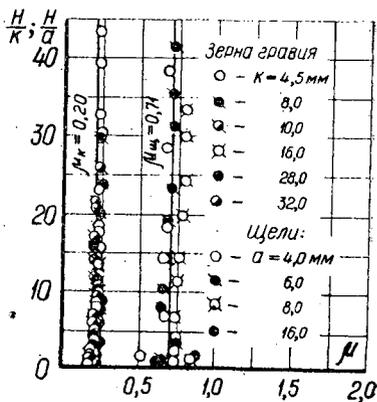


Рис. 3. График зависимости $\mu = f\left(\frac{H}{K}\right)$ и $\mu = f\left(\frac{H}{a}\right)$ для щелей и отверстий между камнями и стенкой.

На рис. 2 показана зависимость $Q = f(H)$ для гравия различных фракций и щелей различной величины. Из этого графика видно, что характер истечения воды через отверстия, образованные стенкой и камнями, и через щели один и тот же. Различна лишь величина расхода. В этом случае коэффициент расхода для отверстий и щелей может быть определен в зависимости от отношения напора H к величине среднего размера камня K или размера щели a . На рис. 3 показана графическая зависимость $\mu = f\left(\frac{H}{K}\right)$ и $\mu = f\left(\frac{H}{a}\right)$ для гравия и щелей. График составлен для безразмерных величин μ и $\frac{H}{K}$ или $\frac{H}{a}$, что устраняет необходимость пересчета исследуемых величин в натурные.

Из графиков видно, что как для гравия, так и для щели коэффициент расхода остается постоянным при любом отношении $\frac{H}{K}$ или $\frac{H}{a}$. Математическая обработка показала, что для отверстий, образованных каменистым дном и стенкой, фиктивный коэффициент расхода μ_{ϕ} получился равным 0,201, или приблизительно $\mu_{\phi} = 0,2$. Для щелей $\mu = 0,708$, или приблизительно $\mu = 0,71$, что, вообще говоря, лежит в

пределах изменения этой величины, рекомендуемой всеми гидравлическими справочниками ($\mu = 0,6 \div 0,8$).

Тогда, с учетом полученных значений коэффициента расхода, зависимость для определения расхода воды, утекающей под стенку, поставленную на каменистое дно (формула (2), можно окончательно переписать так:

$$q_{\phi} = 0,2K\sqrt{2gH_0} \quad (6)$$

или

$$q_{\phi} = 0,89K\sqrt{H_0}. \quad (7)$$

Величина высоты фиктивной щели под дамбой

$$a_{\phi} = 0,29K \quad (8)$$

или приближенно

$$a_{\phi} = 0,3K. \quad (9)$$

На рис. 4 показан разработанный нами график зависимости расхода воды, приходящегося на единицу длины стенки, от напора H и величины камней K . По этому графику можно быстро определить указанный расход q_{ϕ} , минуя вычислительные операции.

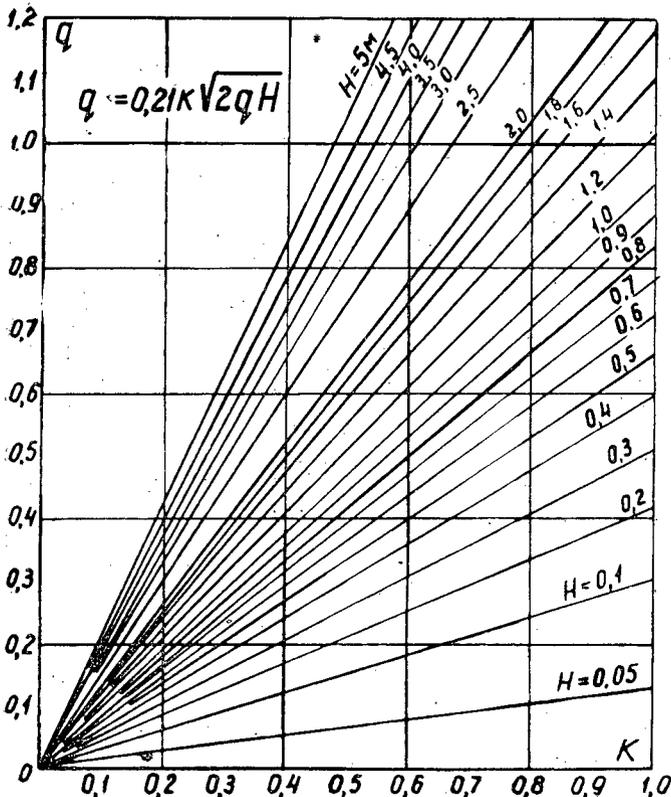


Рис. 4. График зависимости фильтрационного расхода под стенку в зависимости от K и H . [$q = f(K; H)$].

В тех случаях, когда нет возможности замерить при изысканиях средний размер камней, устилающих русло реки, расход воды, приходящийся на единицу длины стенки, приближенно можно определить через скоростной множитель C . Известен ряд формул, связывающих непосредственно величину C с размером камня и глубиной воды в русле. Воспользуемся одной из них, которая была получена автором для порогов на сплавных реках

$$C = 12,2 \sqrt{\frac{H}{K}}, \quad (10)$$

откуда

$$K = \frac{148,8H}{C^2}. \quad (11)$$

Подставив значение K из формулы (11) в уравнение (7) и делая некоторые простые преобразования, получим

$$\dot{q}_\Phi = \frac{133H^{3/2}}{C^2}. \quad (12)$$

В этой формуле величину H следует выражать в метрах.

В случае применения на большом протяжении водонапорных стенок в качестве стесняющих русло сооружений последние будут работать как продольные фильтрующие дамбы. В этом случае при проектировании таких сооружений возникает необходимость в определении глубин и скоростей течения по длине зарегулированного потока с учетом изменения расхода воды по длине дамбы.

Движение воды вдоль продольной фильтрующей руслостеснительной стенки или дамбы относится к случаю движения жидкости с переменным по пути расходом. Эта теория до настоящего времени еще не получила должного развития и поэтому нуждается в дальнейших исследованиях. Что же касается методики расчета продольных фильтрующих дамб, применяемых на сплавных реках с учетом изменения расхода вдоль пути, то она, как нам известно, предлагается впервые.

Очевидно, интенсивность фильтрации дамбы является определяющей характеристикой, которая влияет на изменение глубин потока при его движении с переменным вдоль пути расходом. Поэтому в дальнейшем изменение глубин по длине потока мы рассматриваем в зависимости от частичной утечки воды основного русла.

Уравнение движения жидкости с переменным расходом обычно выводят из основных уравнений движения тела переменной массы, которые были даны И. В. Мещерским. Это уравнение для установившегося движения воды в открытых руслах с переменным расходом в случае только отделения расхода в преобразованном виде может быть написано так:

$$\Delta h_\Phi = \frac{\alpha}{2g} \left(\frac{Q_1^2}{\omega_1^2} - \frac{Q_2^2}{\omega_2^2} \right) + \frac{Q_{cp}^2}{C_{cp}^2 \omega_{cp}^2 R_{cp}} \Delta l - \frac{\alpha}{2g} \left(1 - \frac{1}{n} \right) \left(\frac{Q_2^2}{\omega_{cp}^2} - \frac{Q_1^2}{\omega_{cp}^2} \right), \quad (13)$$

где Δh_Φ — разность глубин между двумя соседними створами потока;

Q_1 — расход воды в верхнем по течению из расчетных створов;

Q_2 — расход воды в нижнем по течению створе, равный $Q_1 - Q$;

Δl — расстояние между створами;

Q_{Φ} — фильтрационный расход на участке дамбы длиной Δl ;

$Q_{\text{ср}}$ — среднее значение расхода, равное $\frac{Q_1 + Q_2}{2}$;

ω_1 ; ω_2 ; $\omega_{\text{ср}}$ — площади живых сечений в рассматриваемых створах и средняя из них;

$n = \frac{v}{\theta}$ — отношение скорости основного потока к проекции на ось движения скорости отделяющегося потока.

Остальные величины, входящие в уравнение (13), имеют обычную гидравлическую трактовку.

Выражение (13) отличается от обычного уравнения неравномерного движения жидкости только последним членом, который учитывает дополнительные потери энергии, связанные с отделением расхода (с делением массы потока). Эта величина зависит от соотношения скоростей v и θ и от относительной величины расхода воды, утекающей через дамбу на рассматриваемом участке длины потока, то есть от отношения $\frac{Q_1}{Q_{\Phi}}$. Поэтому основное затруднение, которое возникает при решении уравнений типа (13), связано с определением соотношения между скоростями v и θ , а также связи последнего с интенсивностью фильтрации воды вдоль потока.

Между тем, многие исследователи, занимавшиеся изучением различных случаев движения жидкости с переменной массой, по-разному оценивают соотношение между величинами v и θ , а некоторые из них дают прямо противоположные рекомендации. Например, И. М. Коновалов и С. С. Руднев предлагают принять $v = \theta$. То же допускают Г. А. Петров, А. Н. Патрашов и Я. Т. Ненько. Другие авторы — П. Г. Киселев и В. Г. Дульнев — считают, что $v > \theta$, а А. Н. Уурганов находит, что во всех случаях $v < \theta$.

Наиболее приемлемыми, для рассматриваемой задачи, экспериментами, на основании которых получена эмпирическая связь между v и θ , являются исследования ВНИИГА им. Веденеева, выполненные при изучении движения воды в водозаборах с бсковым питанием.

В общем случае движение жидкости с переменным вдоль пути расходом аналогично движению воды вдоль продольной фильтрующей дамбы.

Согласно указанным исследованиям, связь между v и θ можно записать так:

$$n = \frac{0,62}{k^{0,585}}, \quad (14)$$

где k — так называемый коэффициент отбора, равный отношению $\frac{Q_{\Phi}}{Q_1}$

Таким образом, установив по отношению $\frac{Q_{\Phi}}{Q_1}$ величину коэффициента k , а затем n , по зависимости (13) можно построить кривую свободной поверхности в стесненной части потока с учетом утечки воды через руслостеснительную стенку. При этом можно рекомендовать следующий порядок расчета.

1. Назначают длину расчетного участка Δl между двумя сечениями потока 1—1 и 2—2.

2. По известным формулам фильтрации определяют фильтрационный расход Q_{Φ} для применяемого типа стенки или дамбы.

3. Находят Q_2 во втором сечении как разность $Q_1 - Q_{\Phi}$.

4. Определяют в первом приближении v_1 ; v_2 и $h_f = \frac{Q_{cp}^2}{C_{cp}^2 \omega_{cp}^2 R} \cdot \Delta l$.

При этом можно принять $\omega_1 = \omega_2 = \omega_{cp}$ и, следовательно, $C_1 = C_{cp}$ и $R_1 = R_{cp}$, то есть эти величины можно определить по гидравлическим данным первого сечения, для которого они должны быть известны. Очевидно, такое допущение будет тем ближе соответствовать действительности, чем меньше величина Δl .

5. Определяют величины k и n .

6. В первом приближении находят разность уровней воды в двух сечениях, затем уточняют величины h_2 ; ω_2 ; v_2 , а следовательно, и h_f , и производят повторный расчет, после которого, как показывает практика, получают вполне удовлетворительные результаты. Дальнейшее уточнение, как правило, не требуется.

В некоторых частных случаях при приближенных расчетах уравнение (13) можно еще упростить. Например, в фильтрующих дамбах, тело которых можно представить как пористую среду с множеством мелких отверстий, направление скорости отделяющегося расхода очевидно будет близко к нормальному основному направлению потока, то есть угол между скоростью основного потока и скоростью фильтрации будет близок к 90° , тогда $\theta = 0$.

Далее, если пренебречь изменением глубины на расчетном участке, вызванным трением (это допущение будет тем больше отвечать действительности, чем короче расчетные участки), то уравнению (13) можно придать такой вид:

$$\Delta h_\Phi = \frac{\alpha}{2g} \left(\frac{Q_1^2}{\omega_1^2} - \frac{Q_2^2}{\omega_2^2} \right) - \frac{\alpha}{2g} \left(\frac{Q_2^2 - Q_1^2}{\omega_{cp}^2} \right). \quad (15)$$

Допустим, что в первом приближении $\omega_1 = \omega_2 = \omega_{cp}$, тогда

$$\Delta h_\Phi = \frac{\alpha}{g \omega^2} (Q_1^2 - Q_2^2). \quad (16)$$

Но $Q_2 = Q_1 - Q_\Phi$. Обозначим $\frac{Q_\Phi}{Q_1} = k$,

тогда

$$Q_2 = (1 - k) Q_1 \quad (17)$$

и следовательно

$$\Delta h_\Phi = k(2 - k) \frac{\alpha v_1^2}{g}. \quad (18)$$

Но $\frac{\alpha v_1^2}{g} = h_k$ — критическая глубина в первом рассматриваемом сечении потока.

Тогда окончательно можно написать

$$\frac{\Delta h_\Phi}{h_k} = k(2 - k). \quad (19)$$

Как видно из уравнения (19), изменение глубины потока, связанное с уменьшением расхода вдоль пути, можно легко определить, зная критическую глубину в рассматриваемом сечении и отношение расходов $\frac{Q_\Phi}{Q_1}$. Уравнение (18) можно преобразовать, выразив его через коэффициент, аналогичный коэффициенту местных потерь напора. Для этого перепишем его так:

$$\frac{\Delta h_{\Phi}}{\frac{\alpha v_1^2}{2g}} = 2k(2 - k). \quad (20)$$

Левая часть полученной зависимости, в соответствии с гидравлической трактовкой потерь напора, представляет собой коэффициент местных потерь напора, вызванных отделением расхода.

Обозначим величину $\frac{\Delta h_{\Phi}}{\frac{\alpha v_1^2}{2g}} = \zeta_{\Phi}$ и назовем ее коэффициентом местных потерь при отборе расхода, тогда получим

$$\zeta_{\Phi} = 2\alpha k(2 - k), \quad (21)$$

и

$$\Delta h_{\Phi} = \zeta_{\Phi} \frac{v_1^2}{2g}. \quad (22)$$

Полученные зависимости с успехом можно применять на практике для расчета потоков, так как при малых значениях величины k (для дамб она редко превышает 0,10) сделанные допущения не окажут существенного влияния на результаты расчета.

В заключение отметим, что предлагаемая методика построения кривых свободной поверхности воды на зарегулированной части русла приемлема не только для дамб типа водоподпорной стенки с фильтрацией под дамбу, но и для любых продольных фильтрующих дамб, для которых можно определить фильтрационный расход.

Поступила в редакцию
15 октября 1963 г.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА С АКТИВНЫМ ПРИЦЕПОМ

Б. А. ШЕСТАКОВ

Старший научный сотрудник

(Центральный НИИ механизации и энергетики лесной промышленности)

При проведении испытаний лесовозных автопоездов все большее распространение получает способ тензометрирования силовых взаимодействий между элементами автопоезда, обеспечивающий одновременную запись процессов на ленту осциллографа.

Помимо необходимой точности и надежности в работе, выбираемая или создаваемая вновь измерительная аппаратура должна быть предельно компактной, чтобы ее размещение на автомобиле не вызывало затруднений. Упрощение и компактность аппаратуры могут быть достигнуты за счет исключения из измерительной схемы усилительных устройств. Это может быть осуществлено, если для записи процессов применять осциллограф ОТ-24 с высокочувствительными гальванометрами. В этом случае измерительную аппаратуру нужно размещать только вне автомобиля, например, в специальном тензометрическом автобусе, что усложняет и удорожает проведение опытов. Другой путь — применение низкоомных (8—10 ом) тензодатчиков, обеспечивающих получение сигнала достаточной мощности и запись процессов непосредственно малогабаритным 14-канальным осциллографом Н-700, находящимся в кабине автомобиля.

Принципиальная схема такой измерительной аппаратуры на базе осциллографа Н-700 приведена на рис. 1. Как видно из рисунка, схе-

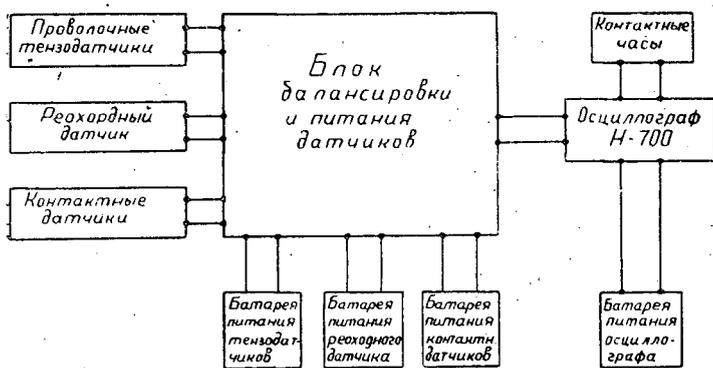


Рис. 1. Принципиальная схема измерительной аппаратуры на базе осциллографа Н-700.

ма допускает применение трех видов датчиков: низкоомных тензодатчиков, реохордных и контактных, которые в основном обеспечивают весь необходимый комплекс измерений.

Тензодатчики, соединенные в мостовую схему, могут быть использованы для регистрации крутящих и изгибающих моментов, а также усилий в различных элементах автопоезда.

Реохордные датчики, как правило, применяют для регистрации величины перемещения одного звена относительно другого (при проведении исследований кинематики поворота и др.).

Контактные датчики регистрируют обороты валов, пройденный путь, время, продолжительность работы на каждой передаче и др.

Раздельное питание рассмотренных датчиков обеспечивает лучшую стабилизацию подводимого к ним напряжения (это особенно важно для тензодатчиков). Через блок балансировки датчики соединяются с осциллографом и аккумуляторными батареями.

В 1962 г. работники лаборатории автомобильного лесотранспорта ЦНИИМЭ провели тензометрические испытания лесовозного автопоезда с активным прицепом (горного лесовоза) [1], [2], [3]. В задачу исследования входило выявление влияния активного прицепа на повышение проходимости автопоезда и определение условий, способствующих появлению циркуляционной мощности в силовом приводе.

В процессе испытаний регистрировали крутящие моменты и обороты на карданных валах автопоезда, продольное усилие в буксирном устройстве и конике автомобиля (последнее — по методу В. А. Горбачевского), угол поворота дышла роспуска, время и пройденный путь.

Монтажная схема измерительной аппаратуры, приведенная на рис. 2, соответствует рассмотренной принципиальной схеме.

Мосты *I, II, III* и *IV*, собранные из низкоомных тензодатчиков, подключали к блоку балансировки. Мосты *I* и *IV*, наклеенные на карданные валы, эту связь осуществляли через ртутные токосъемные устройства PTU_1 и PTU_2 . Питались они от батареи B_1 . С помощью реостата R_{18} устанавливали необходимый режим питания, который контролировали при помощи вольтметра V_1 . Измерительные диагонали мостов при их балансировке присоединяли к ключу переключения мостов *КП* (использовали телефонный ключ), благодаря которому осуществлялось их соединение с осциллографом, или же через переключатель мостов *ПМ* (применяли переключатель диапазонов радиоприемника) — с гальванометром G . Балансировку каждого моста осуществляли с помощью блока двух постоянных сопротивлений $R_1 = R_2 = 1 \text{ ком}$ и одного переменного проволочного сопротивления $R_3 = 650 \text{ ом}$ (для моста *I*) и т. д.

Реохордный датчик *VIII* регистрировал угол поворота дышла прицепа относительно автомобиля. Как видно из схемы, при движении автопоезда на повороте перемещение ползунка (связанного с дышлом) относительно контакта, расположенного на середине проволочного сопротивления 650 ом , вызывало появление тока в измерительной цепи. Сопротивление R_8 , устанавливаемое в измерительной цепи, равно 5 ком . Датчик питался от аккумуляторной батареи B_2 , а режим напрузки регулировали реостатом R_{17} .

Контактные датчики *V* и *VI* регистрировали обороты карданных валов, а датчик *VII* — пройденный путь («пятым» колесом). Питание контактных датчиков обеспечивала батарейка от карманного фонарика B_3 , устанавливаемая внутри блока балансировки.

Общий вид измерительной аппаратуры горного лесовоза, размещенной в кабине автомобиля, приведен на рис. 3. Для уменьшения влия-

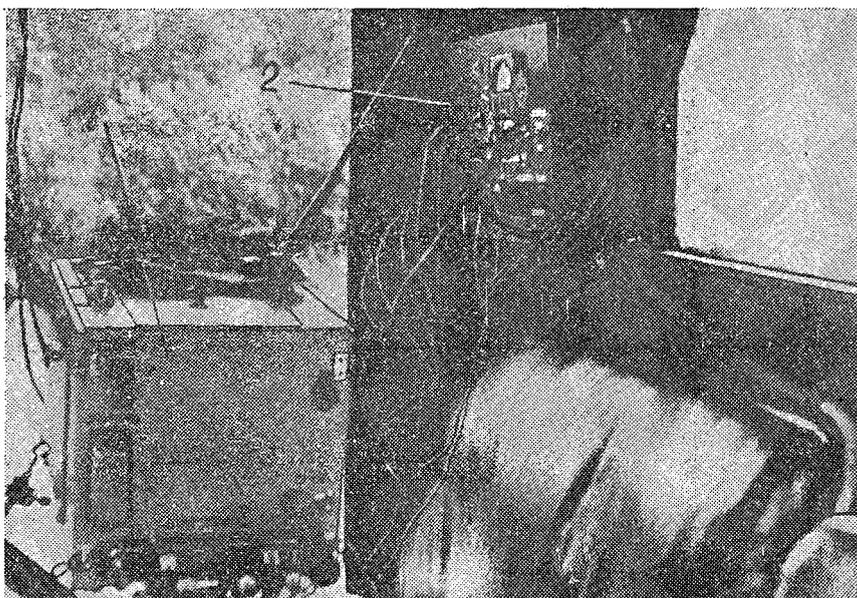


Рис. 3. Размещение измерительной аппаратуры в кабине автомобиля.

ния вибрации осциллограф 1 подвешивали в кабине на резиновых жгутах. Блок балансировки 2 прикрепляли к задней стенке кабины. Аккумуляторные батареи устанавливали на площадке ограждения автомобиля. В некоторых случаях, если работа электроизмерительной аппаратуры могла нарушиться от сильных толчков при движении автопоезда по плохой дороге, предусматривалось возможное размещение осциллографа и блока балансировки вне автопоезда, сбоку от испытательного участка дороги, посередине его длины. Соединение с датчиками, находящимися на автопоезде, могло осуществляться многожильным кабелем длиной около 125 м.

Впервые в практике испытаний, проводимых в ЦНИИМЭ, были спроектированы и изготовлены ртутные токосъемные устройства, которые были установлены на карданных валах автопоезда и работали безупречно.

Ртутное токосъемное устройство (рис. 4) состоит из ряда деталей, образующих подвижную и неподвижную части. Первая в своей основе состоит из деталей, изготовленных из органического стекла, которые при сборке образуют кольцевые каналы. В эти каналы заливают по 1,5—2 см³ ртути, служащей электрическим проводником между медными контактными кольцами 1, запрессованными в корпусы каналов, и вращающимися контактными дисками 2. Втулку 3, несущую контактные диски, устанавливают на выточке шлифовой вилки карданного вала и стопорят к ней при помощи штифтов 4. Провода 5 от контактных дисков соединяют с датчиками, наклеенными на трубе карданного вала. От клемм 6 неподвижной части устройства отводят провода к блоку балансировки и питания. Датчик оборотов представляет собой текстолитовую шайбу 7, имеющую медные секторы, которые при прохождении через щетку 8 замыкают цепь. Шариковые подшипники устройства обеспечивают его длительную работу на всем диапазоне оборотов двигателя. В целях лучшей стабилизации электрического сопротивления

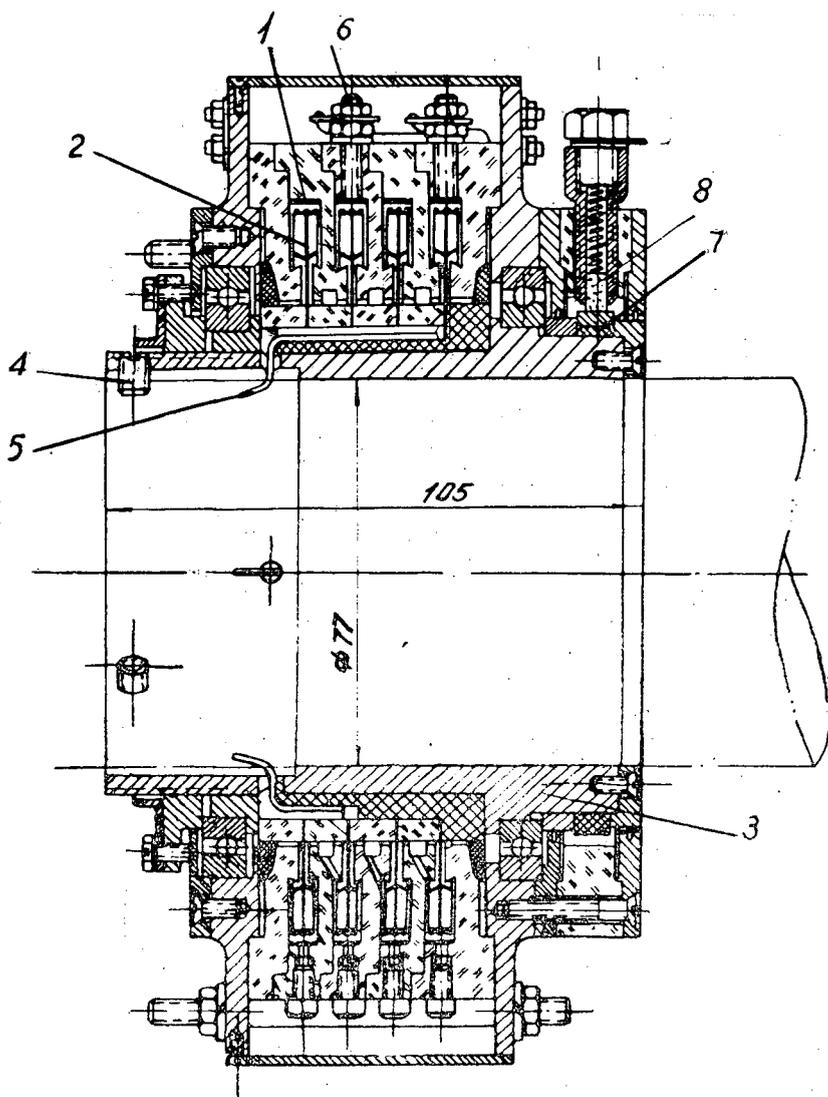


Рис. 4. Ртутное 4-канальное токосъемное устройство.

токосъемного устройства контактные кольца и диски при сборке необходимо покрывать ртутной амальгамой, предварительно промыв их азотной кислотой. Испытанию автопоезда предшествовали тарировочные работы. Тарирование звеньев с наклеенными тензодатчиками проводили на специально изготовленном стенде. На рис. 5 показан стенд в момент тарирования на нем карданного вала. Гидравлический домкрат 1, установленный сверху П-образной стойки, поднимая траверсу 2, закручивает с помощью троса 3 (при постоянном плече) диск 4, сидящий на автомобильной ступице. От диска через торцовую крышку 5 крутящий момент передавался на карданный вал, задний конец которого был прикреплен неподвижно к раме стенда. Величину нагрузки контролировали динамометром 6.

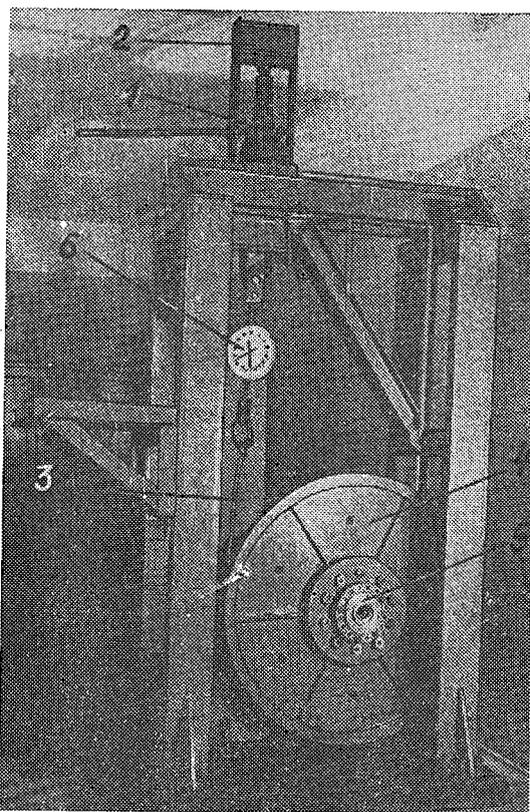


Рис. 5. Стенд для проведения тарировочных работ.

Учитывая возможность работы аппаратуры, размещенной как непосредственно на автопоезде, так и вне его, при проведении тарировочных работ и испытаний мы установили возможные режимы питания датчиков (табл. 1). Питание реохордного и контактных датчиков при работе с кабелем или без него оставалось постоянным, так как омическое сопротивление кабеля, несоизмеримое с общим сопротивлением измерительной цепи, не оказывало существенного влияния на изменение величины амплитуды измеряемого процесса. Режим питания тензодатчиков 5 и 10 в являлся оптимальным, а 7 и 15 в — предельным по силе тока, допускаемого датчиками. Последний режим мог быть применен при необходимости получения больших амплитуд измеряемых процессов.

Таблица 1

Виды датчиков	Напряжение питания датчиков (в) при работе	
	без кабеля	с кабелем
Тензодатчики	5	10
	7	15
Реохордный	12	12
Контактные	3	3

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Отчет ЦНИИМЭ. Тема № 11, т. III, 1961. [2]. Отчет ЦНИИМЭ. Тема № 7, т. I, гл. IV, 1962. [3]. Б. А. Шестаков. Горный лесовоз. Журн. «Лесная промышленность» № 5, 1963.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

КИНЕМАТИКА РАБОТЫ КОНЦЕВОЙ ФРЕЗЫ
НА СВЕРЛИЛЬНО-ПАЗОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

В. Д. ЛЮБОСЛАВСКИЙ

Старший преподаватель

(Ленинградская лесотехническая академия)

Наиболее подходящим инструментом для выборки гнезд в древесине является концевая фреза. С 1950—61 гг. станкостроительная промышленность нашей страны для работы этими фрезами выпускала станок СвПА, с 1962 г. — несколько модернизированный СвПА-2. Однако гнезда, выбранные на этих станках, отличаются малой точностью размеров и формы, несмотря на то, что работа происходит на скорости осевой подачи в 3—5 раз ниже той, которую может дать станок. В 1961—62 гг. по просьбе завода-изготовителя станков мы провели исследования, имевшие своей целью выявить причины такой неудовлетворительной работы станков и пути их устранения. Исследования показали, что основная причина — несоответствие конструкции и главных параметров применяемых фрез (по ГОСТу 8994-59) тем условиям, в каких они должны работать на станках типа СвПА; в качестве первого приближения был предложен графо-аналитический метод расчета концевых фрез новой конструкции. Испытание образцов новых фрез показало принципиальную правильность выбранного метода и возможность получения гнезд до I класса точности практически без перекоса и при значительно более высокой производительности. В настоящей статье изложена аналитическая теория кинематики работы такой фрезы. При выборке гнезда боковое перемещение фрезы (боковая подача) совершается одновременно с непрерывным, но неравномерным поворотом фрезы в плоскости подачи на угол $\xi \leq 6^\circ$; боковая подача производится не по прямой, а по дуге радиуса

$$R_{\phi} = l_{\text{ш}} + l_{\phi} \gg l_r,$$

где $l_{\text{ш}}$ — длина шпинделя от оси качания суппорта до торца цангового зажимного патрона;

l_{ϕ} — длина свободного вылета фрезы из патрона;

l_r — длина фрезеруемого гнезда.

Одновременно с боковой подачей фрезы непрерывно и равномерно происходит ее осевая подача со скоростью W , так что помимо собственно фрезерования (срезания стружки боковыми режущими кромками) при работе фрезы здесь имеет место и непрерывное сверление (срезание стружки торцовыми кромками). Если первые два обстоятельства вносят только небольшие количественные поправки, то третье приводит и

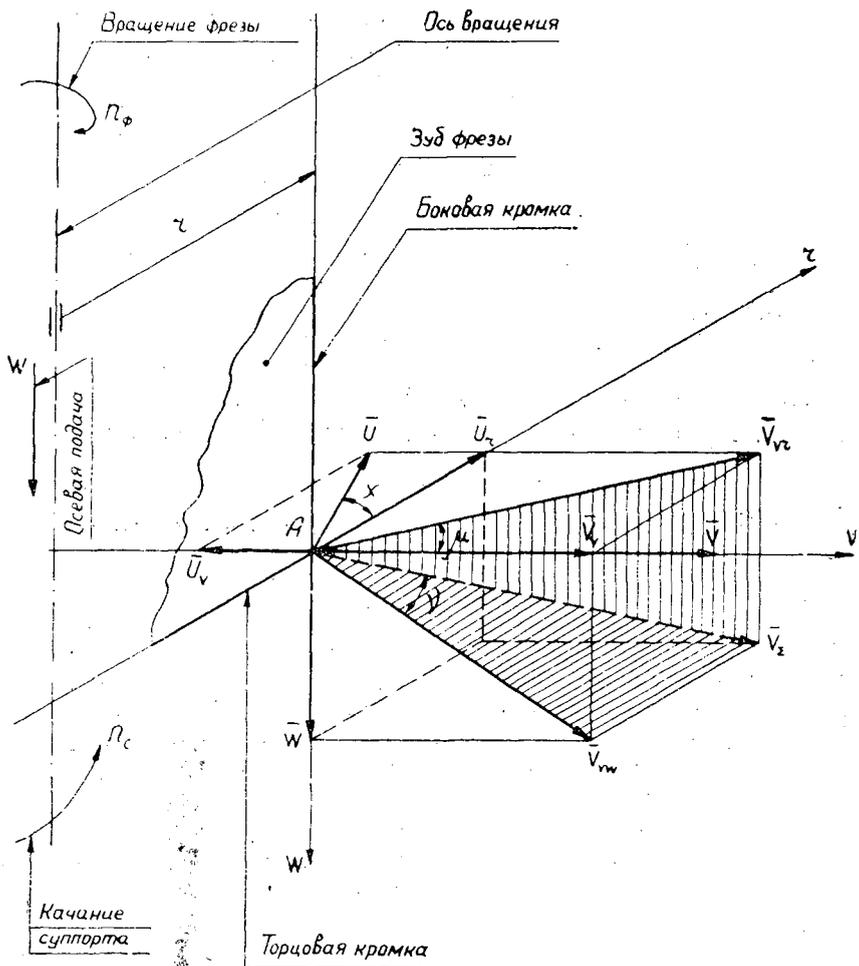


Рис. 1.

к качественным изменениям, так как у резцов фрезы появляются две режущие кромки — боковая и торцовая — и инструмент становится сверлом-фрезой.

Если выбрать систему координат так, чтобы она была связана с вращающейся фрезой, и направить три взаимно перпендикулярные оси координат следующим образом: параллельно оси фрезы (\vec{W}), по радиусу рассматриваемой точки A режущей кромки (\vec{r}) и по вектору окружной скорости этой точки (\vec{V}), то картина расположения скоростей трех движений, в которых участвует фреза относительно заготовки (при пренебрежении первыми двумя из отмеченных особенностей), — окружной скорости резания \vec{V} , скорости боковой подачи \vec{U} и скорости осевой подачи \vec{W} — для любой точки каждой из кромок фрезы будет выглядеть так, как показано на рис. 1.

Скорость \vec{U} будет иметь составляющие по осям r и V

$$\begin{aligned}\vec{U}_r &= \vec{U} \cdot \cos \chi; \\ \vec{U}_v &= \vec{U} \cdot \sin \chi,\end{aligned}$$

где χ — текущий угол поворота рассматриваемой точки от плоскости боковой подачи (плоскости гнезда).

Составляющие суммарной скорости резания \bar{V}_z по выбранным осям равны

$$\begin{aligned}\bar{V}_w &= \bar{W}; \\ \bar{V}_v &= \bar{V} - \bar{U} \cdot \sin \chi; \\ \bar{V}_r &= \bar{U} \cdot \cos \chi;\end{aligned}$$

а суммарная скорость резания

$$\bar{V}_z = \bar{V}_w + \bar{V}_v + \bar{V}_r.$$

Вектор \bar{V}_z касателен к траектории точки A и определяет положение плоскости резания в этой точке в совокупности с вектором

$$\bar{V}_{vw} = \bar{V}_v + \bar{V}_w,$$

если точка A принадлежит торцовой кромке, или в совокупности с вектором

$$\bar{V}_{vr} = \bar{V}_v + \bar{V}_r,$$

если точка A принадлежит боковой кромке.

Таким образом, плоскость \bar{V}_z , \bar{V}_{vr} для боковой кромки и \bar{V}_z , \bar{V}_{vw} (на рис. 1 заштрихованы) для торцовой изображают предельное положение задних граней (или касательных к ним, если грани криволинейны) соответствующих кромок, а углы μ и ν — предельно допустимое минимальное значение статических задних углов α_{bmin} и α_{rmin} в рассматриваемой точке A в данный момент в секущих плоскостях, определяемых вектором окружной линейной скорости точки и вектором скорости соответствующей подачи: боковой \bar{U} — для точек боковой кромки и осевой \bar{W} — для точек торцовой.

Величины углов μ и ν находят по их тангенсам

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{U_r}{V_v} = \frac{U \cdot \cos \chi}{V - U \cdot \sin \chi} \leq \operatorname{tg} \alpha_{bmin}; \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{W}{V_v} = \frac{W}{V - U \cdot \sin \chi} \leq \operatorname{tg} \alpha_{rmin}. \quad (2)$$

Так как минимальный угол заострения β на режущей кромке (по условию ее прочности и стойкости) ограничен значением $\beta_{min} \geq 40^\circ$, то, принимая минимальный угол зазора α_3 (между задней гранью кромки и плоскостью резания), равным 5° , получим, что максимально допустимый статический задний угол произвольно взятой точки A на режущей кромке не должен превышать

$$\alpha_{Amax} \leq 90^\circ - (\beta_{min} + \alpha_3) = 45^\circ. \quad (3)$$

Сравнивая ограничивающие неравенства (1), (2) и (3), получим

$$\frac{U \cos \chi}{V - U \cdot \sin \chi} \leq 1;$$

или

$$U \leq \frac{V}{\sin \chi + \cos \chi}, \quad (4)$$

а также

$$\frac{W}{V - U \cdot \sin \chi} \leq 1,$$

или

$$W \leq V - U \cdot \sin \chi. \quad (5)$$

В неравенстве (4) знаменатель правой части получает наибольшее значение при $\chi = 45^\circ$, следовательно, наибольшая допустимая кинематически скорость боковой подачи для любой из точек режущих кромок фрезы составляет

$$U \leq \frac{V}{\sqrt{2}} = 0,707V \text{ м/сек} = 42,4V \text{ м/мин.} \quad (6)$$

Наибольшая допустимая скорость осевой подачи в той же точке (при $\chi = 90^\circ$)

$$W \leq V - U.$$

Подставляя в это неравенство значение U из выражения (6), получим

$$W \leq V \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 0,293V \text{ м/сек} = 17,6V \text{ м/мин.} \quad (7)$$

Скорости боковой и осевой подач одинаковы для всех точек режущих кромок фрезы, окружная же скорость резания на торцевой кромке фрезы для каждой точки зависит от ее радиуса r (мм):

$$V = \frac{2\pi r \cdot n_\Phi}{60 \cdot 1000} \text{ м/сек}, \quad (8)$$

где n_Φ — скорость вращения фрезы, об/мин.

При $r = 0$ и $V = 0$, так что длина торцевой режущей кромки при $U \neq 0$ и $W \neq 0$ должна быть меньше радиуса фрезы (не доходить до ее центра).

Длина торцевой кромки фрезы

$$l_T = \frac{d_\Phi}{2} - r_T \text{ мм}, \quad (9)$$

где d_Φ — диаметр окружности мм, на которой расположена боковая режущая кромка фрезы (диаметр фрезы);

r_T — радиус ее внутреннего конца, мм.

Выражая r_T из равенства (8) и подставляя в него значение V из неравенств (6) и (7), получим

$$l_T \leq \frac{d_\Phi}{2} - 225 \frac{U}{n_\Phi} \text{ мм} \quad (10)$$

или

$$l_T \leq \frac{d_\Phi}{2} - 543 \frac{W}{n_\Phi} \text{ мм.} \quad (11)$$

Очевидно, что при соблюдении неравенств (6) и (7) неравенства (10) и (11) равносильны.

Подставляя в неравенство (10) выражение

$$U = \frac{U_2 \cdot z n_\Phi}{1000} \text{ м/мин.}$$

где U_z — боковая подача на зуб, мм;
 z — число зубьев.

получим

$$l_T \leq \frac{d_\Phi}{2} - 0,225 \cdot U_z \cdot z, \text{ мм.} \quad (12)$$

Еще одно соотношение между длиной торцевой режущей кромки и величиной боковой подачи на зуб может быть получено из так называемого «условия сплошности» поверхности, обрабатываемой торцевой режущей кромкой.

Это условие состоит в том, что два следующих друг за другом следа торцевой режущей кромки перекрывают или хотя бы касаются один другого, либо, чтобы внутренний край торцевой кромки при новом резе не пересекался (в пределе — касался) с предыдущим следом наружного края этой кромки от предшествующего зуба (для многозубых фрез) или от предшествующего оборота (для однозубых). В этом предельном случае наибольшая допустимая боковая подача (по условию сплошности), очевидно, равна наименьшему кратчайшему расстоянию между следами внутреннего и внешнего краев торцевой кромки, измеренному по их общей нормали (в точке соприкосновения следы будут иметь общую касательную и, следовательно, общую нормаль).

Напишем уравнения траекторий внешней и внутренней точек торцевой режущей кромки в следующей системе координат: ось X проходит через центр вращения фрезы и направлена по вектору скорости боковой подачи \vec{U} , ось Y образует правую систему. Наиболее удобно составить уравнения в параметрической форме, избирая в качестве параметра угол χ поворота радиуса-вектора точки кромки от оси X .

В этом случае для наружной точки

$$\left. \begin{aligned} y_H &= \frac{d_\Phi}{2} \cdot \sin \chi_H; \\ x_H &= \frac{d_\Phi}{2} \cdot \cos \chi_H + U_z \cdot \frac{\chi_H \cdot z}{2\pi}; \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

для внутренней точки

$$\left. \begin{aligned} y_B &= \left(\frac{d_\Phi}{2} - l_T \right) \cdot \sin \chi_B; \\ x_B &= \left(\frac{d_\Phi}{2} - l_T \right) \cdot \cos \chi_B + U_z \cdot \frac{\chi_B \cdot z}{2\pi}. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Производные по параметру χ для наружной точки

$$\left. \begin{aligned} \frac{dy_H}{d\chi_H} &= \frac{d_\Phi}{2} \cdot \cos \chi_H; \\ \frac{dx_H}{d\chi_H} &= \frac{U_z \cdot z}{2\pi} - \frac{d_\Phi}{2} \cdot \sin \chi_H; \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

для внутренней точки

$$\left. \begin{aligned} \frac{dy_B}{d\chi_B} &= \left(\frac{d_\Phi}{2} - l_T \right) \cdot \cos \chi_B; \\ \frac{dx_B}{d\chi_B} &= \frac{U_z \cdot z}{2\pi} - \left(\frac{d_\Phi}{2} - l_T \right) \cdot \sin \chi_B. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Угловой коэффициент общей нормали для наружной точки

$$\frac{dx_n}{dy_n} = \frac{U_z \cdot \frac{z}{2\pi} - \frac{d_\phi}{2} \cdot \sin \chi_n}{\frac{d_\phi}{2} \cdot \cos \chi_n}; \quad (17)$$

для внутренней точки

$$\frac{dx_b}{dy_b} = \frac{U_z \cdot \frac{z}{2\pi} - \left(\frac{d_\phi}{2} - l_T\right) \cdot \sin \chi_b}{\left(\frac{d_\phi}{2} - l_T\right) \cdot \cos \chi_b}. \quad (18)$$

Так как предыдущий след наружной точки, касающийся последующего следа внутренней точки торцевой кромки фрезы, совмещается с ним посредством параллельного переноса в направлении оси X (\bar{U}), то общая нормаль касающихся следов может быть только параллельной оси X , то есть ее угловые коэффициенты должны быть равны нулю. Приравнивая числители уравнений (17) и (18) нулю, получим

$$\sin \chi_n = \frac{U_z \cdot z}{2\pi \cdot \frac{d_\phi}{2}} = \frac{U_z \cdot z \cdot n_\phi}{\pi \cdot d_\phi \cdot n_\phi} = \frac{U}{V_n}; \quad (19)$$

$$\sin \chi_b = \frac{U_z \cdot z}{2\pi \cdot \left(\frac{d_\phi}{2} - l_T\right)} = \frac{U_z \cdot z \cdot n_\phi}{\pi \cdot (d_\phi - 2l_T) \cdot n_\phi} = \frac{U}{V_b}. \quad (20)$$

Чтобы убедиться, что найденные значения углов χ_n и χ_b действительно соответствуют общей нормали, (а не двум различным нормалям, параллельным оси X), достаточно доказать равенство соответствующих ординат

$$(y_{\text{норм}})_n = \frac{d_\phi}{2} \cdot \frac{U_z \cdot z}{2\pi \cdot \frac{d_\phi}{2}} = \frac{U_z \cdot z}{2\pi};$$

$$(y_{\text{норм}})_b = \left(\frac{d_\phi}{2} - l_T\right) \cdot \frac{U_z \cdot z}{2\pi \cdot \left(\frac{d_\phi}{2} - l_T\right)} = \frac{U_z \cdot z}{2\pi} = (y_{\text{норм}})_n.$$

Тогда наибольшая возможная боковая подача на зуб U_z определится как разность абсцисс общей нормали

$$\begin{aligned} U_z = (x_n - x_b) = & \frac{d_\phi}{2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{U_z \cdot z}{\pi \cdot d_\phi}\right)^2} + U_z \cdot \frac{z \cdot \arcsin \frac{U_z \cdot z}{\pi \cdot d_\phi}}{2\pi} - \\ & - \left(\frac{d_\phi}{2} - l_T\right) \cdot \sqrt{1 - \left[\frac{U_z \cdot z}{2\pi \cdot \left(\frac{d_\phi}{2} - l_T\right)}\right]^2} - \\ & - U_z \cdot \frac{z \cdot \arcsin \frac{U_z \cdot z}{2\pi \cdot \left(\frac{d_\phi}{2} - l_T\right)}}{2\pi}. \end{aligned} \quad (21)$$

Учитывая, что $(\sin \chi_n)_{\text{норм}} \ll 1$; $(\sin \chi_b)_{\text{норм}} \ll \frac{\sqrt{2}}{2}$ согласно выраже-

нию (6) и (из выражения (12) $\frac{d_\phi}{2} - l_\tau = 0,225U_z \cdot z$, перепишем уравнение (21) в приближенной, но более простой форме

$$U_z = \frac{d_\phi}{2} - \frac{U_z^2 \cdot z^2}{4\pi^2 \cdot d_\phi} + \frac{U_z^2 \cdot z^2}{2\pi^2 \cdot d_\phi} - \frac{U_z \cdot z}{2\pi} - \frac{U_z \cdot z}{8},$$

откуда получаем следующее квадратное уравнение для вычисления U_z :

$$\frac{z^2}{4\pi^2 \cdot d_\phi} \cdot U_z^2 - \left(1 + \frac{z}{2\pi} + \frac{z}{8}\right) \cdot U_z + \frac{d_\phi}{2} = 0. \quad (22)$$

Так как в уравнении (22) $U_z < \frac{d_\phi}{2}$ и произведение коэффициента при U_z^2 на его свободный член при любых практически возможных значениях z (например, до $z \leq 8$) значительно меньше коэффициента при U_z , можно сделать вывод, что влияние U_z^2 мало, поэтому приближенно можно написать

$$U_z \leq \frac{d_\phi}{2} \cdot \frac{1}{1 + z \cdot \left(\frac{1}{2\pi} + \frac{1}{8}\right)} = \frac{d_\phi}{2} \cdot \frac{1}{1 + 0,284z}. \quad (23)$$

Подставляя найденное значение U_z из формулы (23) в выражение (12) для l_τ , получим

$$l_{\tau \max} = \frac{d_\phi}{2} - \frac{d_\phi}{2} \frac{0,225z}{1 + 0,284z} = \frac{d_\phi}{2} \cdot \frac{1 + 0,0591z}{1 + 0,284z} = U_z \cdot (1 + 0,0591z). \quad (24)$$

Из формулы (24) видно, что максимальная возможная длина торцевой режущей кромки фрезы $l_{\tau \max}$ не зависит ни от скорости осевой подачи W , ни от числа двойных качаний шпинделя в минуту n_c , ни от скорости вращения фрезы n_ϕ . Таким образом, величину $l_{\tau \max}$ следует рассматривать в качестве одного из основных геометрических параметров фрезы наряду с диаметром d_ϕ и числом зубьев z . Величина максимальной боковой подачи на зуб фрезы $U_{z \max}$ зависит только от длины торцевой кромки и числа зубьев фрезы, так что при сокращении величины l_τ (например, при переточках) подача на зуб $U_{z \max}$ также должна быть пропорционально уменьшена со всеми вытекающими отсюда последствиями; при неизменной длине l_τ фреза, конечно, может работать с любыми подачами на зуб в пределе

$$U_{z \max} \geq U_z > 0.$$

В табл. 1 даны длины торцевых режущих кромок фрез в мм, вычисленные по формуле (24) (для $z = 1 \div 8$ и $d_\phi = 5 \div 30$ мм соответственно ряду диаметров по ГОСТу 8994-59).

В табл. 2 представлены вычисленные по формуле (23) наибольшие подачи на зуб в мм, при которых еще не нарушаются нормальные условия резания на торцевой режущей кромке.

Из табл. 1 следует, что 18 ÷ 55% диаметра фрезы должно быть исключено из длины торцевой режущей кромки, так как в этой зоне резание при максимальных подачах невозможно. У существующей конструкции фрез такого исключения нет и при работе фрезы на соответствующей длине центрального участка торцевой режущей кромки происходит глубокое асимметричное смятие древесины, искажающее и значительно увеличивающее нормальное распределение нагрузок на фрезу.

Таблица 1

d_{ϕ} z	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30
1	2,06	2,47	2,89	3,30	4,12	4,95	5,77	6,60	7,42	8,25	9,07	10,31	12,37
2	1,78	2,14	2,50	2,85	3,57	4,28	4,99	5,70	6,42	7,13	7,84	8,91	10,70
3	1,59	1,91	2,22	2,54	3,18	3,81	4,45	5,08	5,72	6,36	6,99	7,94	9,53
4	1,45	1,74	2,03	2,32	2,89	3,47	4,05	4,63	5,21	5,79	6,37	7,24	8,68
6	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,01	3,51	4,01	4,51	5,01	5,51	6,26	7,52
8	1,13	1,35	1,58	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	4,95	5,63	6,75

Таблица 2

d_{ϕ} z	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30
1	1,95	2,34	2,73	3,12	3,89	4,67	5,45	6,23	7,01	7,79	8,57	9,74	11,68
2	1,59	1,91	2,23	2,55	3,19	3,83	4,46	5,10	5,74	6,38	7,02	7,97	9,57
3	1,35	1,62	1,89	2,16	2,70	3,24	3,78	4,32	4,80	5,40	5,94	6,75	8,10
4	1,17	1,40	1,64	1,87	2,34	2,81	3,28	3,75	4,21	4,68	5,15	5,85	7,02
6	0,92	1,11	1,29	1,48	1,85	2,22	2,59	2,96	3,33	3,70	4,07	4,62	5,55
8	0,76	0,92	1,07	1,22	1,53	1,83	2,14	2,44	2,75	3,06	3,36	3,82	4,58

Из табл. 2 видно, что наибольшие подачи на зуб U_z , рассчитанные по кинематическим условиям, заведомо больше тех, которые можно задать из динамических (прочность и жесткость фрезы) и технологических (условия стружкообразования, точность и качество обработки) условий. Практические ограничения U_z должны быть найдены из соответствующих расчетов и экспериментов.

На станке типа СвПА, где закон бокового перемещения фрезы приблизительно синусоидальный, фактическую наибольшую боковую подачу на зуб фрезы U_z (в середине гнезда) можно рассчитать по формуле

$$U_{zmax} = \pi \cdot \frac{l_r - d_{\phi}}{z} \cdot \frac{n_c}{n_{\phi}} \text{ мм}, \quad (25)$$

где l_r — длина фрезеруемого гнезда (включая и закругления по торцам), мм;

d_{ϕ} — диаметр фрезы (ширина гнезда), мм;

z — число зубьев фрезы;

n_c — число двойных качаний суппорта в минуту;

n_ϕ — скорость вращения фрезы *об/мин*.

Используя формулы (6), (7), (23) и (24), можно найти выражение для максимально возможной скорости осевой подачи W через U_z и l_τ или d_ϕ

$$W_{max} = 0,414 \cdot U_{zmax} \cdot z \cdot n_\phi = l_\tau \cdot n_\phi \cdot \frac{0,414z}{1 + 0,0591z} =$$

$$= \frac{d_\phi}{2} \cdot n_\phi \cdot \frac{0,414z}{1 + 0,284z} \text{ мм/мин} = \frac{d_\phi}{2} \cdot \frac{n_\phi}{1000} \cdot \frac{0,414z}{1 + 0,284z} \text{ м/мин.} \quad (26)$$

В табл. 3 помещены значения W_{max} , в *м/мин*, вычисленные по формуле (26) (для $n_\phi = 3000$ *об/мин*) и гостовского ряда диаметров фрез).

Таблица 3

d_ϕ z	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30
1	2,42	2,90	3,39	3,87	4,84	5,80	6,77	7,74	8,70	9,67	10,64	12,09	14,51
2	3,96	4,75	5,54	6,34	7,92	9,51	11,09	12,67	14,26	15,84	17,43	19,80	23,76
3	5,03	6,04	7,04	8,05	10,06	12,07	14,08	16,09	18,11	20,12	22,13	25,15	30,18
4	5,81	6,95	8,14	9,29	11,63	13,96	16,31	18,65	20,93	23,26	25,60	29,10	34,90
6	6,85	8,27	9,61	11,03	13,78	16,54	19,30	22,05	24,82	27,55	30,65	34,41	41,33
8	7,56	9,14	10,64	12,13	15,21	18,19	21,28	24,25	27,34	30,42	33,40	37,99	45,52

Как видно из таблицы, расчетные величины W_{max} примерно в 10—15 раз больше практически достижимых на станке СвПА при работе существующими фрезами и значительно больше тех, которые вообще могут быть получены на станке. Конечно, полученные цифры ни в какой мере нельзя считать окончательными, так как режим работы фрезы может в дальнейшем оказаться более ограничен каким-либо другим фактором (например, прочностью фрезы), но эти величины наглядно показывают, какие большие резервы производительности фрез скрываются в правильном расчете их геометрических параметров, исходящем из кинематических соотношений, наблюдаемых в процессе работы фрезы.

Остановимся на одной важной особенности конструкции зуба фрезы, появляющейся в связи с ограничением длины торцевой кромки. По ГОСТу 8994—59 фрезы имеют только две режущих кромки: боковую на периферии и торцевую (обе главные). Для фрез, у которых длина торцевой режущей кромки меньше радиуса фрезы и из зоны резания исключена зона смятия древесины, неизбежно появление третьей — внутренней боковой вспомогательной кромки. Чтобы убедиться в этом, достаточно вспомнить, что на станке осуществляется непрерывная осевая подача заготовки и что торцевая режущая кромка в продолжении

целого оборота фрезы срезает стружку, имея постоянное заглубление, по крайней мере, не меньшее осевой подачи на зуб фрезы, W_z

$$W_z = \frac{1000 \cdot W}{z \cdot n_{\text{ф}}} \text{ мм},$$

следовательно, с внутренней стороны к торцовой кромке должна при-
мыкать вспомогательная боковая кромка длиной не менее, чем W_z .
Характер работы этой кромки, очевидно, аналогичен характеру работы
токарного резца при наружном точении некруглой детали.

Однако длина вспомогательной кромки должна быть еще больше.
На рис. 2 изображена траектория центра фрезы и статистические траек-
тории торцовых режущих кромок относительно заготовки, построенные
по приближенному уравнению движения центра фрезы

$$\left. \begin{aligned} x &= W \cdot t; \\ y &= U \cdot t, \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

представляющему собой параметрическое уравнение синусоиды, так
как здесь W — скорость осевой подачи, мм/мин;

U — скорость боковой подачи, мм/мин.

$$U = U_{\text{max}} \cdot \cos \lambda = U_{\text{max}} \cdot \cos 2\pi \cdot n_c \cdot t = \pi \cdot b_{\text{ш}} \cdot \cos 2\pi \cdot n_c \cdot t,$$

где n_c — число двойных качаний суппорта в минуту;

$b_{\text{ш}}$ — ширина прямоугольного, шипа, входящего в
гнездо без смятия закруглений по торцам
(длина гнезда без диаметра фрезы), мм;

t — время, мин;

$\lambda = 2\pi \cdot n_c \cdot t$ — вспомогательный фазовый угол в радианах.

На рис. 2 штриховкой обозначен слой древесины, остающийся
между торцовыми кромками. Как видно, толщина этого слоя не оста-
ется постоянной по траектории, увеличиваясь к крайним положениям
шпинделя, где фреза успевает сделать несколько или даже несколько
десятков оборотов (при практическом отсутствии боковой подачи), не-
прерывно заглубляясь в древесину. В результате по оси фрезы между
вспомогательными кромками образуется столбик древесины, который
затем этими же кромками и «стачивается», когда шпиндель пройдет до-
статочное расстояние в обратном направлении.

Если поставить условие, чтобы фреза не сминала образующийся
столбик, а действительно «стачивала» (срезала) его своими вспомога-
тельными кромками, то, очевидно, их длина $l_{\text{вк}}$ должна быть не мень-
ше, чем высота H образующегося столбика древесины.

Величина H находится из следующих соображений. Определяем
вспомогательный угол λ по стрелке дуги окружности, равной диамет-
ру d_{τ} внутреннего края торцовой кромки

$$1 - \cos \lambda = \frac{2d_{\tau}}{b_{\text{ш}}} = 2 \sin^2 \frac{\lambda}{2}.$$

При $\lambda < 1$

$$\frac{\lambda}{2} \cong \sqrt{\frac{d_{\tau}}{b_{\text{ш}}}}.$$

Время поворота луча OA на угол 2λ

$$t_{2\lambda} = \frac{1}{n_c} \cdot \frac{\lambda}{\pi} = \frac{2}{\pi \cdot n_c} \cdot \sqrt{\frac{d_{\tau}}{b_{\text{ш}}}}.$$

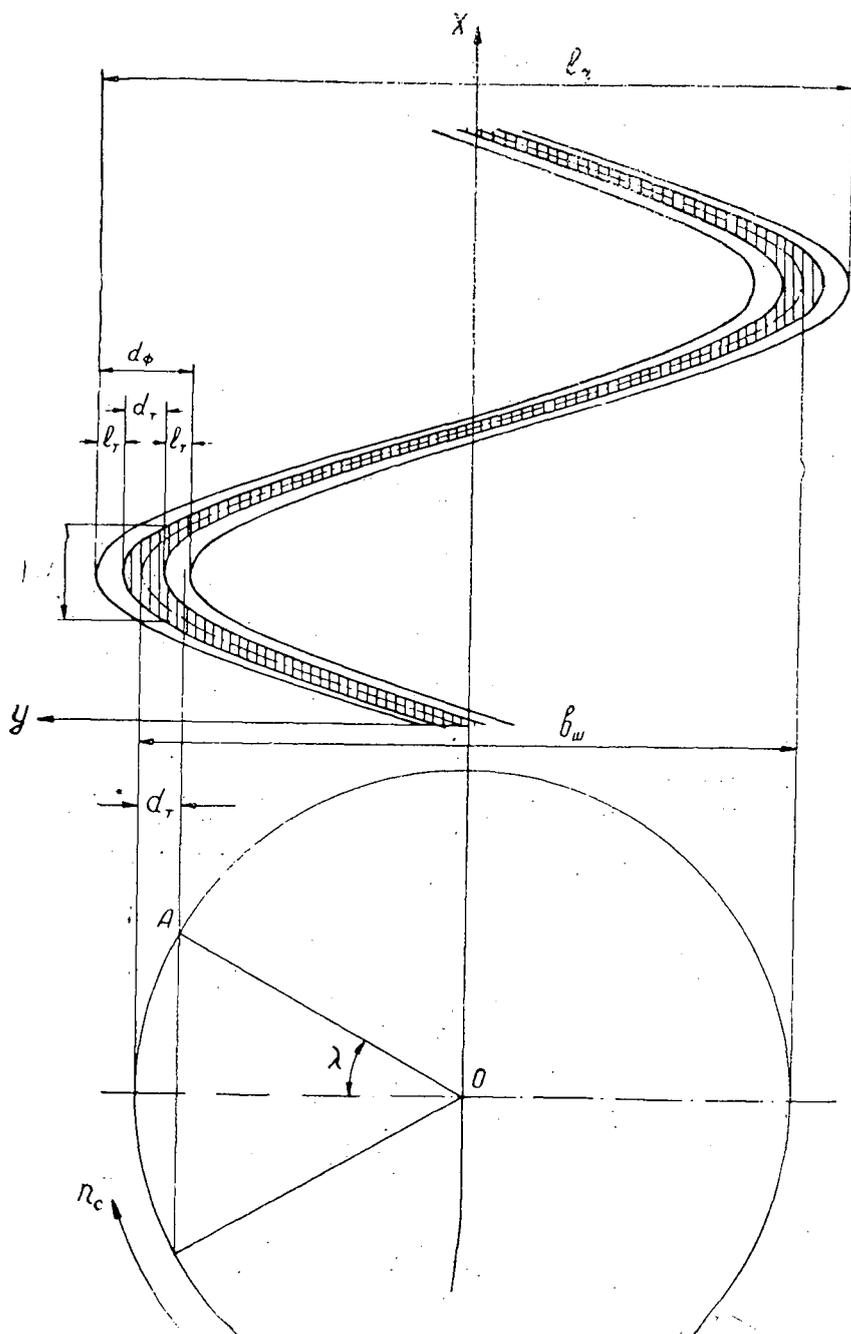


Рис. 2.

Путь фрезы в направлении продольной подачи за время $t_{2\lambda}$

$$H = W \cdot t_{2\lambda} = \frac{2W}{\pi \cdot n_c} \sqrt{\frac{d_r}{b_w}}$$

Подставив в это выражение значение n_c из формулы (25) и отношение $\frac{W}{U}$ из формул (6) и (7), получим

$$H = \frac{2W}{\pi \cdot \frac{U}{\pi \cdot b_{ш}}} \cdot \sqrt{\frac{d_{\tau}}{b_{ш}}} = 2 \cdot b_{ш} \cdot 0,414 \cdot \sqrt{\frac{d_{\tau}}{b_{ш}}} = 0,828 \cdot \sqrt{d_{\tau} \cdot b_{ш}} \leq l_{вк}. \quad (28)$$

Из формулы (28) следует, что высота остаточного столбика пропорциональна среднему геометрическому из диаметра внутреннего края торцевой кромки фрезы (диаметра вспомогательных кромок) и ширины шипа (длины гнезда без его ширины).

Для выражения H через исходные параметры фрезы z и d_{ϕ} произведем следующие подстановки:

$$d_{\tau} = d_{\phi} - 2l_{\tau} = d_{\phi} - 2 \frac{d_{\phi}}{2} \cdot \left(1 - \frac{0,225z}{1 + 0,284z}\right) = \frac{d_{\phi} \cdot 0,225z}{1 + 0,284z}; \quad (29)$$

$$b_{ш} = \eta d_{\phi}, \quad (30)$$

где η — конструктивный коэффициент формы гнезда, определяемый оптимальной прочностью шипового соединения (практически $\eta \leq 10$).

Подставляя выражения (29) и (30) в уравнение (28), получим

$$l_{вк} \geq H = 0,828 \cdot \sqrt{\frac{0,225z}{1 + 0,284z} \cdot d_{\phi} \cdot \eta d_{\phi}} = 0,393 \cdot d_{\phi} \cdot \sqrt{\frac{\eta}{0,284 + \frac{1}{z}}} \quad (31)$$

Из формулы (31) видно, что минимально необходимая величина $l_{вк}$ приобретает наибольшее значение при $\eta_{max} = 10$, тогда

$$l_{вк} \geq \frac{1,242d_{\phi}}{\sqrt{0,284 + \frac{1}{z}}} \text{ мм}. \quad (32)$$

В табл. 4 представлены значения $l_{вк}$ (мм) для $d_{\phi} = 5 \div 30$ мм и $z = 1 \div 8$.

Таблица 4

$d_{\phi} \backslash z$	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30
1	5,48	6,57	7,67	8,76	10,96	13,15	15,34	17,53	19,72	21,92	24,10	27,40	32,86
2	7,02	8,52	9,82	11,23	14,04	16,84	19,65	22,45	25,26	28,08	30,88	35,08	42,10
3	7,90	9,49	11,07	12,65	15,82	18,98	22,15	25,30	28,45	31,62	34,80	39,52	47,45
4	8,50	10,20	11,90	13,60	17,00	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	42,50	51,00
6	9,25	11,10	12,95	14,80	18,50	22,20	25,90	29,60	33,30	37,00	40,70	46,20	55,50
8	9,72	11,66	13,60	15,55	19,44	23,33	27,20	31,10	35,00	38,90	42,75	48,60	58,30

Из табл. 4 следует, что длина боковой вспомогательной кромки в рассмотренных пределах составляет от 1 до 2 диаметров фрезы. Как было отмечено, расчет зуба фрезы на прочность в зависимости от материала фрезы и обрабатываемого материала может показать недостаточную его надежность при такой длине. В этом случае скорость осевой подачи W должна быть снижена до необходимого значения (по соотношению $W = 0,414 \cdot U_{max}$ должна быть уменьшена и наибольшая подача на зуб $U_{z_{max}}$) с одновременным уменьшением длины $l_{вк}$.

Говоря иными словами, найденные (из кинематики работы фрезы) значения $l_{вк}$ могут не обеспечить наибольших значений W , и их окончательные величины должны быть подтверждены или откорректированы расчетом зуба фрезы на прочность.

В заключение следует остановиться на числе двойных качаний суппорта в минуту n_c и длине главной боковой режущей кромки $l_{гк}$ (активной длине фрезы).

Из формулы

$$n_c = \frac{U_{max}}{\pi \cdot b_{ш}} \quad (33)$$

следует, что величина n_c должна быть переменной, так как переменны U_{max} и $b_{ш}$. Подставляя в выражение (33) значения $U_{z_{max}}$ из формулы (23) и $b_{ш}$ из выражения (30), получим

$$n_c = \frac{z}{1 + 0,284z} \cdot \frac{1}{2\pi \cdot \eta} \cdot n_{\phi} \text{ дв. кач/мин.} \quad (34)$$

Очевидно, n_c имеет максимальное значение при η_{min} . Технологически $\eta_{min} \geq 1$ ($l_r \geq 2d_{\phi}$), соответственно этому

$$n_{c_{max}} \leq \frac{0,159z}{1 + 0,284z} \cdot n_{\phi} \text{ дв. кач/мин.}$$

В табл. 5 даны значения $n_{c_{max}}$ (двойных качаний/мин) для $z = 1 \div 8$ и $n_{\phi} = 3000$ и 6000 об/мин.

Таблица 5

$n_{\phi} \backslash z$	1	2	3	4	6	8
3000	372	608	773	893	1058	1166
6000	743	1216	1545	1786	2115	2333

Минимальные значения n_c в 10 раз меньше указанных в таблице (при $\eta_{max} = 10$). Значения n_c , имеющиеся на станках модели СвПА, значительно меньше табличных, и диапазон регулирования n_c на станке СвПА-2 также недостаточен, так как по расчету он должен составлять

$$\frac{n_{c_{max}}}{n_{c_{min}}} = \frac{1166}{37,2} = 31,4.$$

Правда, при изменении режимов (снижении W и U_z) и при уменьшении отношения $\frac{\eta_{max}}{\eta_{min}}$ значения величины n_c и диапазона ее

регулирования могут быть уменьшены. Окончательное решение этого вопроса должно быть дано силовым расчетом и технологическим анализом.

Значение длины активной части фрезы $l_{гк}$ находится как продольное перемещение фрезы относительно заготовки за время $\frac{1}{n_c}$

$$l_{гк} \geq \frac{W}{n_c} \cdot 1000 \text{ мм.} \quad (35)$$

Подставляя сюда значения W из выражения (26) и n_c из уравнения (34), получим

$$l_{гк} \geq 0,414\pi \cdot \eta \cdot d_{ф}. \quad (36)$$

При $\eta_{max} = 10$

$$l_{гк} \geq 13d_{ф}. \quad (37)$$

Очевидно, соотношение (37) также должно быть откорректировано или подтверждено расчетом на прочность переходного сечения фрезы или сечения заделки (зажима) в патроне.

Проделанный анализ и расчеты позволяют найти, обосновать и рассчитать геометрически более правильную конструктивную форму фрезы с удалением перемычки торцевой режущей кромки в центре фрезы, что устраняет непрерывное смятие древесины в процессе резания; дают исходные зависимости для расчета более производительных предельных режимов работы фрезы (чем существующие) в связи с предъявляемыми к ней технологическими и эксплуатационными требованиями; показывают необходимые направления силовых (кинетостатических) расчетов фрезы и влияние их результатов на конструктивные параметры и режимы работы фрезы; позволяют обосновать основные кинематические параметры станка (W и n_c), обеспечивающие режимы работы фрезы во всем диапазоне ее технологических возможностей.

Поступила в редакцию
2 октября 1963 г.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ВЫСОКИХ СКОРОСТЯХ ПРИЛОЖЕНИЯ НАГРУЗКИ

В. В. ПАМФИЛОВ

Доцент

(Брянский технологический институт)

Стандартные испытания древесины на ударный поперечный изгиб предусматривают приложение нагрузки при скоростях до 5—6 м/сек. Данных об испытании древесины при высоких скоростях приложения нагрузки в литературе почти нет.

Механические характеристики, макро- и микроструктура древесины при больших скоростях деформирования остаются пока не выясненными. Однако для практических расчетов отдельных узлов и конструкций, а также для разработки и теоретического обоснования скоростных процессов резания древесины знание этих характеристик весьма важно.

Для изучения сопротивления древесины пластическому деформированию нами был сконструирован и изготовлен горизонтальный пороховой копер, способный при небольших зарядах развивать скорость свыше 200 м/сек. Копер состоит из станины, ствола со стреляющим приспособлением, снаряда, опор с тензодатчиками сопротивления и регистрирующей аппаратуры, которая представлена усилителями, катодным и шлейфовым осциллографами. Внутри ствола для придания направления полета снаряда натянута две струны, по которым он и движется в момент выстрела.

Такое конструктивное решение особенно важно при испытании древесины на ударный изгиб, так как снаряд должен всегда наносить удар по образцу перпендикулярно его продольной оси. Предложенная конструкция не позволяет снаряду поворачиваться вокруг своей оси в момент выстрела, при полете и при ударе по образцу. Масса ударяющего тела оказывает большое влияние на конечные результаты испытаний. Задаваясь необходимой скоростью деформации, мы исходили из положения о том, что всякое увеличение ее можно получить либо за счет изменения массы ударяющего тела (при прочих равных условиях), либо за счет уменьшения начальной длины образца.

Увеличение скорости деформации достигалось за счет уменьшения массы ударяющего тела. В принятой конструкции копра снаряд был изготовлен из дюралюминия весом до 80 г. Для уменьшения утечки газов при выстреле на снаряде сделаны обтюрирующие канавки и войлочный пыж с металлической шайбой. Передняя часть снаряда (ударяющая) имеет радиус, равный радиусу закругления на бивне маятникового копра МК-30. Как показали испытания, направляющие

струны можно устанавливать не по всей длине полета снаряда, а только до момента его вылета из ствола. Дальнейшее движение на сравнительно коротком участке, принятом при испытании, не может изменить направление и положение снаряда при выстреле.

Изменение скорости снаряда, а, следовательно, и скорости испытания достигалось дозировкой порохового заряда. Принятая регистрирующая осциллографическая аппаратура позволяла фиксировать скорости полета снаряда, а также те усилия, которые возникали на опорах в момент удара по образцу. Нами был использован катодный осциллограф типа ЭО-58 с конструктивным изменением вертикального усилителя с целью повышения его чувствительности к входному сигналу, идущему от тензодатчика, а также повышения чувствительности ждущей развертки, так как возникающий при испытаниях импульс не был в состоянии ее запустить. Параллельно с катодным осциллографом был использован восьмишлейфовый осциллограф МПО-2 для контроля записи скорости полета снаряда*.

Образцы для испытания на ударный изгиб (размером $20 \times 20 \times 300$ мм) были выпилены из древесины сосны, дуба, ясеня, клена, липы, осины, ели. Скорости приложения нагрузки изменяли в пределах от 20 до 200 м/сек. Опытные испытания показали небольшой разброс скоростей снаряда при установлении мерного количества пороха. Однако для точных измерений скорости полета снаряда фиксировали осциллографом.

Энергию при ударе определяли по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{G(V_2^2 - V_1^2)}{2g},$$

где \mathcal{E} — энергия, кГм;

G — вес снаряда, кГ;

g — ускорение силы тяжести, равное 981,557 см/сек²;

V_2 — скорость снаряда до удара, м/сек;

V_1 — скорость снаряда после удара, м/сек.

Осциллографирование процесса разрушения древесины позволило установить не только деформационную характеристику, но и затраченную энергию на разрушение, энергию выноса обломков образца, а также те усилия, которые возникали в образце при разрушении и передавались на опоры. Все эти величины были связаны с породой, ее влажностью и скоростью приложения нагрузки. Интересные особенности были выявлены при анализе макро- и микроструктуры разрушенной древесины.

При обработке осциллограмм наблюдается определенная закономерность между скоростью приложения нагрузки и энергией, необходимой для деформации и разрушения древесины. Как правило, энергия возрастает с увеличением скорости (рис. 1). Значительный рост абсолютной величины энергии деформации с увеличением скорости не отражает, как отмечалось, истинной работы деформации. В конечном счете большие потери энергии заметно уменьшают эту величину. Можно отметить, что при увеличении скорости удара до 20—30 м/сек значения затраченной энергии на разрушение образцов для различных пород сравнительно близки между собой. Когда скорости испытаний начинают превышать 30 м/сек, появляются индивидуальные особенности

* В работе по улучшению конструкции осциллографа ЭО-58 для тензометрических испытаний (измерений) принимал участие сотрудник Брянского технологического института В. Н. Батурин.

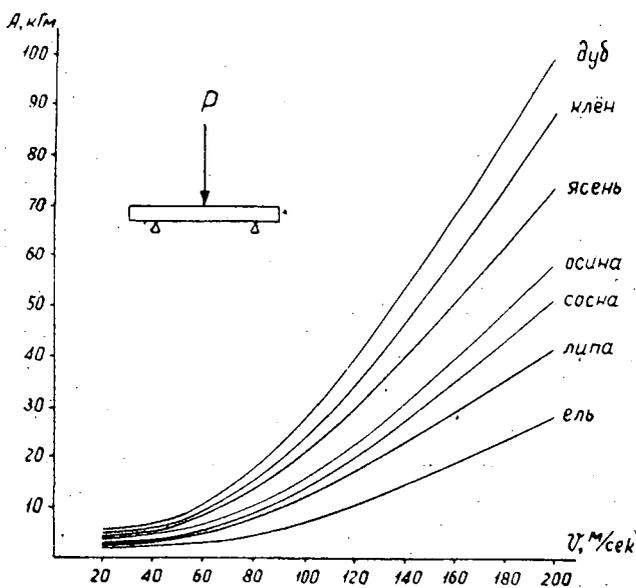


Рис. 1. Зависимость полной ударной работы разрушения при поперечном изгибе от скорости приложения нагрузки.

отдельных пород, которые наиболее ярко обнаруживаются при высоких скоростях; кривые энергии в этом случае резко расходятся между собой. В этот период начинает сказываться влияние различных потерь, возникающих из-за значительных инерционных сил при выносе обломков образцов.

Скоростные испытания показали наличие в древесине различных пород весьма сложных напряжений и деформаций.

При определении энергии, идущей непосредственно только на деформацию и разрушение образца, необходимо ее расчленить на отдельные этапы. Зная изменение скорости полета снаряда до и после удара и вес снаряда, можно вычислить общую энергию, затраченную при скоростных испытаниях. По-видимому, общая энергия разрушения образца состоит из энергии, затраченной на смятие древесины на опорах и под ножом (снарядом), на деформацию образца, на вынос обломков образца и другие потери.

Самая большая величина — энергия выноса обломков образца — быстро возрастает с увеличением скорости приложения нагрузки, поэтому ее следует определять с наибольшей точностью. В нашей работе энергию выноса мы определяли теоретически и экспериментально. Полученные данные близки между собой. Экспериментально энергию выноса определяли следующим образом. После испытания обломки образцов, если они не сильно деформированы, соединяли между собой и устанавливали на опоры. Повторная стрельба по ним позволяла получить работу, затраченную только на вынос обломков образца, а не на его деформацию.

Кроме указанного метода, энергию выноса можно определить, зная скорость полета снаряда и вес обломков образцов, а также пролетаемый ими путь. Подсчеты показали, что энергия выноса обломков образца довольно значительна. На рис. 2 показаны кривые разрушения и кривые выноса обломков образца для древесины дуба.

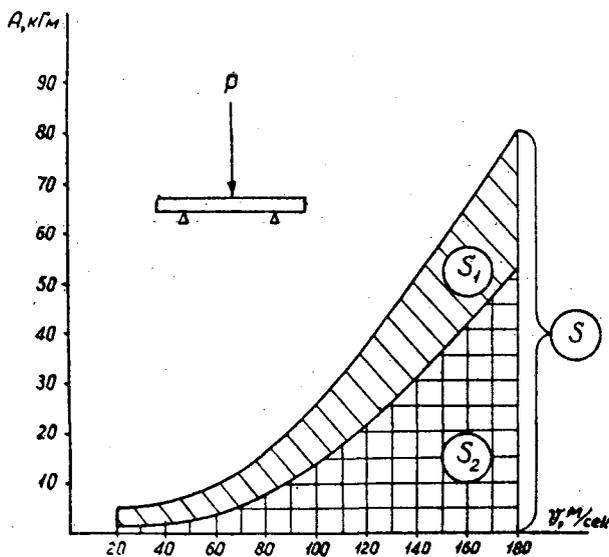


Рис. 2. График работы разрушения древесины дуба в зависимости от скорости испытания.

S_1 — работа, затраченная на разрушение образца, кгм; S_2 — работа, затраченная на вынос обломков образца, кгм; S — полная работа.

Сравнивая работу разрушения с деформацией и особенно с деформируемым объектом, замечаем тесную связь между ними. Рост работы деформации вызывает увеличение деформированного объема древесины. С увеличением скорости приложения нагрузки возрастает объем древесины, вовлеченный в деформацию, который находится в зависимости от древесной породы. У лиственных пород (осина, береза, дуб и др.) в первоначальной стадии деформации наблюдается резкая концентрация напряжений в зоне приложения ударной нагрузки и образование уплотненного ядра. Древесина в зоне уплотненного ядра подпрессовывается на 30—40% по мере увеличения скорости деформации. В этот же момент начинают появляться микротрещины и деформации скола, разрыва, кручения волокон, в результате чего происходит перераспределение напряжений, рабочее сечение образца резко уменьшается при нарастании усилия, образовавшиеся трещины быстро распространяются, захватывая новые объемы древесины для деформации и проникая внутрь ее. Описанный процесс разрушения устойчиво повторяется для многих древесных пород, начиная со скорости 20 м/сек.

Несколько иначе ведут себя хвойные породы и особенно ель. Как правило, древесина ели при увеличении скорости выше 40—50 м/сек и при наличии небольшого уплотняющего ядра начинает расщепляться вдоль волокон, что свидетельствует о ее слабой сопротивляемости скалывающим нагрузкам при высоких скоростях. По-видимому, указанное явление также связано со скоростью распространения при ударе упругой волны в древесине ели.

Явление разрушения древесины хвойных пород при больших скоростях приложения нагрузки следует увязывать с внутренними напряжениями в древесине, которые, возможно, более резко проявляются при скоростных испытаниях.

Выводы

1. С увеличением скорости приложения нагрузки работа разрушения при поперечном ударе возрастает.

2. Наибольшая ударная работа разрушения наблюдается для дуба, клена, ясеня (при скоростях 20—200 м/сек); наименьшая — для еловой древесины.

3. При скоростных испытаниях наблюдаются одновременно сложные деформации древесины в процессе разрушения (разрыв, сжатие, скалывание, кручение и др.). Характер разрушения и последующая работа, необходимая при испытаниях, зависят от процесса образования уплотняющей площадки (ядра); последняя в своем развитии определяет процесс деформирования и разрушения.

4. Увеличение скорости испытаний вызывает увеличение деформированного объема, а, следовательно, и затраченной на излом работы (в 5—6 раз при увеличении скорости с 20 до 200 м/сек).

Поступила в редакцию
21 октября 1963 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА МАСЛЯНИСТЫХ АНТИСЕПТИКОВ И ВЛАЖНОСТИ В ПРОПИТАННОЙ ДРЕВЕСИНЕ

Г. Е. ШАЛТЫКО

Доцент, кандидат технических наук

(Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта)

На деревопропиточных заводах качество пропитки древесины маслянистыми антисептиками устанавливают глазомерно по глубине проникновения их в древесину с боковой поверхности [1], [5].

Исследования, проведенные нами на 352 пропитанных маслянистыми антисептиками шпалах, отобранных из 60 партий, показали, что при таком определении качества пропитки можно обнаружить антисептик в значительно меньшем количестве, чем его защитная доза. Для долгосрочной службы древесины необходимо, чтобы количество антисептика даже в наиболее глуболежащем слое пропитанной древесины было бы не менее предельной дозы. Но и при достаточном количестве поглощенного антисептика может не получиться хорошей защиты древесины из-за неравномерного его распределения [4] за счет избирательной сорбции и оседания суспендированных и эмульгированных веществ в наружных слоях древесины. Поэтому для характеристики качества пропитки кроме количества пропиточных веществ необходимо знать их распределение в древесине.

Вопрос об определении маслянистых антисептиков и влажности в пропитанной древесине разработан недостаточно. А. В. Сапожников предложил для этого колориметрический метод [3], но он не нашел применения. В настоящее время для извлечения органических веществ из твердых пористых материалов применяют метод экстракции растворителями [7].

Задача настоящей работы — определение количества маслянистых антисептиков и влаги в пропитанной древесине с целью характеристики качества пропитки. Для этого 96 образцов древесины ели, 96 образцов — сосны, 40 — березы и 40 — бука было пропитано каменноугольным маслом, сланцевыми смолами и смесью каменноугольного масла с нефтяным мазутом и сланцевыми смолами. Перед пропиткой определяли влажность образцов и количество древесной смолы (для хвойных); последнюю выделяли из древесины за определенное время органическими растворителями. Пропиточные вещества извлекали из образцов древесины толуолом, бензолом, этиловым эфиром и четыреххлористым углеродом (адсорбционным способом в приборе Сокслета). Воду в пропитанной части древесины определяли перегонкой с растворителями (по способу Дина и Старка [6]), а в непропитанной — весовым методом [2]. Экстракцию древесных смол и пропиточных маслянистых

веществ из образцов древесины ели и сосны проводили от 5 до 20 час, а из древесины березы и бука — от 10 до 20 час. Результаты определения древесных смол приведены на рис. 1 и 2, а пропиточных веществ из древесины ели, сосны, березы и бука — в табл. 1.

Таблица 1

Пропиточные вещества	Продолжительность экстрагирования, час	Количество пропиточного вещества (% к содержанию их в древесине) при применении растворителей			
		толуол	бензол	эфир	четырёххлористый углерод
Ель					
Каменноугольное масло	5	69,5	80,8	89,2	84,1
	10	71,2	84,2	90,1	89,2
	15	82,7	88,8	91,5	89,6
	20	88,2	93,7	96,3	94,7
Смесь из 50% (вес.) каменноугольного масла и 50% (вес.) сланцевой генераторной смолы	5	91,8	92,4	81,2	97,6
	10	92,0	94,1	87,8	98,7
	15	92,0	98,0	96,4	98,6
	20	93,4	98,0	97,0	99,2
Смесь из 50% (вес.) каменноугольного масла и 50% (вес.) нефтяного мазута	5	98,8	91,1	73,7	—
	10	98,3	93,0	96,8	—
	15	98,9	97,2	98,9	—
	20	99,2	98,0	99,5	—
Сосна					
Каменноугольное масло	5	67,9	95,1	92,0	83,4
	10	71,1	98,4	92,0	86,0
	15	75,1	100,0	94,0	89,2
	20	95,5	100,0	96,0	90,6
Смесь из 50% (вес.) каменноугольного масла и 50% (вес.) сланцевой генераторной смолы	5	95,0	97,8	89,3	91,0
	10	95,7	98,0	91,1	93,2
	15	96,7	98,2	94,6	96,2
	20	96,0	98,9	99,2	98,4
Смесь из 50% (вес.) каменноугольного масла и 50% (вес.) нефтяного мазута	5	95,2	87,0	78,0	—
	10	96,2	90,3	87,6	—
	15	—	97,3	94,5	—
	20	96,0	98,6	95,0	—
Береза					
Каменноугольное масло	10	95,6	93,7	99,6	95,8
	20	97,5	98,4	100,0	96,0
Сланцевая генераторная смола	10	96,1	91,5	87,0	79,4
	20	97,4	95,1	95,3	88,8
Бук					
Каменноугольное масло	10	92,7	90,5	100,8	98,9
	20	96,2	100,0	100,3	101,0
Сланцевая генераторная смола	10	97,7	96,7	93,6	97,0
	20	99,1	98,5	100,0	99,1

Данные для образцов древесины, пропитанных смесями каменноугольного масла с камерной и тоннельной сланцевыми смолами и сланцевым шпалопропиточным маслом не приведены, так как в этом случае количество пропиточных веществ практически такое же, как и для смеси каменноугольного масла с генераторной сланцевой смолой.

Из табл. 1 видно, что каменноугольное масло и его смесь с разбавителями можно извлечь почти полностью из пропитанной древесины бензолом, эфиром, толуолом и четырёххлористым углеродом.

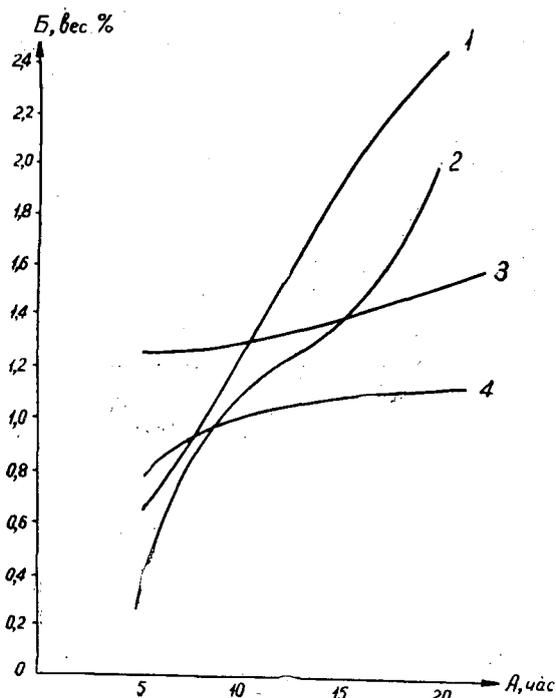


Рис. 1. Извлечение смолы из древесины сосны.
 А — время экстракции; Б — количество извлеченных смол;
 1 — четыреххлористый углерод; 2 — толуол; 3 — эфир;
 4 — бензол.

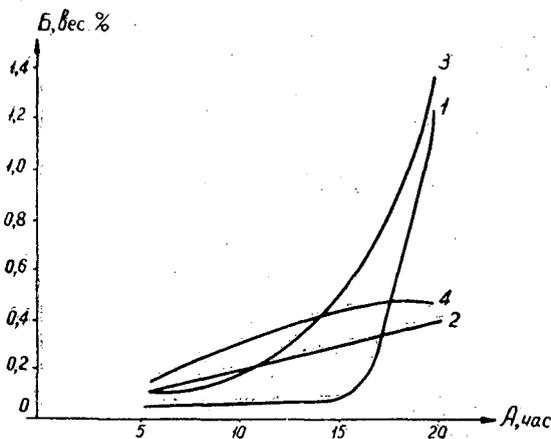


Рис. 2. Извлечение смолы из древесины ели.
 Обозначения те же.

Для исследования были применены растворители квалификации ч. д. а., каменноугольное масло сорта Б (ГОСТ 2770-44), сланцевое шпалопрпиточное масло (ТУ 392-51), генераторная и камерная смолы (средние).

Ход анализа *

Отбор проб древесины. Из каждой партии пропитанных лесоматериалов для исследования отбирают 1%, но не менее двух образцов, если в партии менее 200 шт. Срезы шириной 3 см выпиливают из шпал, переводных и мостовых брусьев (в зоне укладки рельсов и из сере-

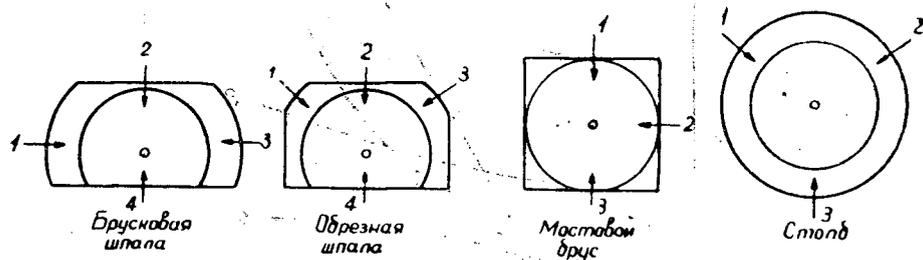


Рис. 3. Места взятия проб древесины из срезов различных сортиментов.

дины), из столбов, которые зарываются в землю, — на расстоянии 1,8 м от концов, у тесаных и пиленых лесоматериалов — из середины сортимента. После распиловки срезы немедленно заторцовывают рубанком для того, чтобы снять с поверхности антисептик, перенесенный при движении пилы на непропитанные части среза. Из пропитанных частей среза берут пробы для количественного определения антисептика и влажности. Места взятия проб древесины в различных сортиментах указаны на рис. 3. Если пропитка несквозная, то из средней части непропитанной зоны берут пробы для определения влажности.

Определение влаги в пропитанной части древесины. Навеску пропитанной части древесины объемом $2 \times 2 \times 3$ см раскалывают на мелкие кусочки — «спички», помещают в колбу стандартного прибора Дина и Старка [6], заливают ксилолом или лигроном, и растворитель перегоняют до тех пор, пока уровень воды в мерной пробирке прибора перестанет увеличиваться. Проводят не менее двух определений. Разница объема воды между двумя параллельными определениями не должна превышать одного деления градуировки приемника.

Полноту пропитки измеряют на срезах с помощью палетки или на снятых со срезов кальках (или фотографиях) при помощи планиметра. Пропитка считается удовлетворительной, если заболонь древесины пропитана не менее 85%.

Количество антисептика в древесине определяют в двух разных пробах, взятых на глубине залегания 1 и 2 см. Навеску объемом $1 \times 2 \times 3$ см измельчают в спички и помещают в патрон (гильзу) из фильтровальной бумаги или фибры. Патрон закладывают в экстрактор прибора Сокслета. В колбу наливают растворитель (удвоенный объем экстрактора), прибор собирают и проводят экстракцию. Критерий полноты извлечения маслянистых антисептиков из пропитанной древесины — бесцветность раствора, стекающего из экстрактора в колбу прибора.

Количество извлеченного вещества из пропитанной древесины определяют по весу остатка после отгонки воды и растворителя из экстракта или по разности в весе пробы древесины до и после экстра-

* В экспериментальной работе принимали участие А. А. Кулешова и Н. А. Шестакова.

ций и выражают на единицу объема древесины или в процентах по весу. При расчете учитывают влажность древесины и количество смолы, извлекаемой за время экстракции применяемым растворителем (кривые на рис. 1 и 2).

Таким образом, наиболее полная характеристика качества пропитки древесины антисептиками включает в себя определение на срезax глубины и равномерности проникновения антисептиков в древесину, их количества в различных по глубине залегания пропитанных слоях с учетом извлеченных смолистых веществ и влажности древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 5430—50. Группа 10. Способы пропитки лесоматериалов маслянистыми антисептиками. [2]. ГОСТ 6336-52. Методы физико-механических испытаний древесины. 1954. [3]. В. А. Дурасова, Б. Ф. Копытковский. Сборник Ленинградского института инженеров путей сообщения. Вып. 105 (CV), 61, 1930. [4]. Б. Ф. Копытковский. Сборник НТК НКПС: 6, вып. 80, '90, 1928. [5]. Д. Н. Лекторский. Защитная обработка древесины. Ч. 1, 191. Гослесбумиздат, 1951. [6]. Б. М. Рыбак. Анализ нефти и нефтепродуктов. 1, 19, Азнефтиздат, 1948. [7]. A. E. Bernardi, *Industria y Quimica*, 27, № 3, 137, 1955.

Поступила в редакцию
28 января 1964 г.

О СКАЛЫВАНИИ И ЧИСТОМ СДВИГЕ ДРЕВЕСИНЫ

В. О. САМУЙЛЛО

Доцент, кандидат технических наук

В. В. ТУЛУЗАКОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Широко известные методы и результаты испытаний древесины на скалывание в достаточной мере удовлетворяют некоторым требованиям практики (при расчете врубок, сравнительной оценке механических свойств древесины различных пород и т. д.), но не могут служить строгим критерием при разработке теорий прочности древесины как анизотропного материала. В настоящее время сделаны попытки создания таких теорий с использованием основных положений об упругости анизотропного тела [1], [6].

В связи с тем, что понятия о скалывании и чистом сдвиге нередко смешивают и считают идентичными, необходимо их разграничить и для исследования чистого сдвига разработать особые методы испытаний.

Основные требования к лабораторным испытаниям древесины на чистый сдвиг должны соответствовать теоретическим представлениям. Лишь в этом случае можно говорить о сравнимости результатов, надежности получаемых показателей анизотропии древесины, применимости различных пределов прочности в теории прочности древесины.

При испытаниях на чистый сдвиг: 1) исследования необходимо проводить на малых чистых образцах; 2) все основные показатели (модули сдвига, пределы прочности, диаграммы — касательное напряжение τ — угол сдвига γ , диаграммы нарастания деформаций во времени и т. д.) необходимо определять на одинаковых образцах в одинаковых условиях нагружения (в одном и том же приспособлении); 3) образец должен иметь определенный рабочий объем, достаточный для определения указанных показателей и находящийся в условиях однородного напряженного состояния чистого сдвига; 4) форма образца и конструкция приспособления для испытаний должны обеспечивать возможно полную свободу разрушения в рабочем объеме образца (соответственно напряженному состоянию и свойствам древесины); 5) отклонения экспериментальных показателей напряженного состояния от теоретических должны быть того же порядка, что и при других видах испытаний (например, на растяжение, сжатие).

Рассмотрим испытания древесины на скалывание и перерезывание. Прежде всего, обращает на себя внимание обилие методов испытаний на скалывание и противоречивость результатов [2]. Можно, од-

нако, указать на общие для всех этих методов недостатки: а) весьма малый рабочий объем образца, в котором протекает процесс разрушения; б) значительная неоднородность напряженного состояния в рабочем объеме образца (неравномерное распределение касательных напряжений по длине плоскости скалывания с изменением от нулевого значения до максимального; наличие напряжений растяжения или сжатия, нормальных к плоскости скалывания; наличие нормальных на-напряжений, действующих в направлении касательного усилия); в) практическая невозможность получения диаграммы сдвига $\tau-\gamma$, а также определения модуля сдвига по опыту на скалывание; г) вынужденность разрушения по поверхности, задаваемой конструкцией приспособления и формой образца в опытах на перерезывание и на скалывание (под углом к плоскостям упругой симметрии); д) значительные трудности в количественной оценке неоднородности напряженного состояния.

Рассмотрим вопросы о взаимной связи указанных недостатков и вытекающих следствиях.

Испытания на скалывание и перерезывание при существующих конструкциях приспособлений и принятых формах образцов строго определяют положения поверхностей разрушения (так называемых «плоскостей скалывания» или «плоскостей среза»). Отсюда и вытекают основные недостатки этих испытаний.

Во-первых, весьма ограниченная область возможного разрушения образца приводит к результатам, мало сравнимым по методике с такими видами механических испытаний древесины, как растяжение, сжатие вдоль волокон, изгиб и т. п. (при которых разрушение может произойти в различных местах образца).

Во-вторых, из-за невозможности получения диаграммы сдвига $\tau-\gamma$ при испытаниях на скалывание нельзя определять модули сдвига, и ГОСТ 6336-52 предусматривает определение этого модуля по опыту на сжатие под углом 45° к плоскостям упругой симметрии. Весьма затруднено изучение роста деформаций сдвига при действии постоянной нагрузки, если иметь в виду зависимость $\gamma_{y,n}-t$, где $\gamma_{y,n}$ — приращение угла сдвига за счет упругого последействия; t — время (продолжительность) упругого последействия.

В-третьих, при испытаниях на скалывание и перерезывание предопределяя плоскость разрушения, как бы пренебрегают законом парности касательных напряжений. В подтверждение этого положения ссылаются, например, на то, что прочность древесины при перерезывании волокон значительно выше, чем при скалывании вдоль волокон. Как известно, ГОСТ 6336-52 устанавливает шесть основных пределов прочности для древесины при скалывании и перерезывании, определяемых тремя плоскостями упругой симметрии и двумя основными направлениями касательного усилия по каждой из них. Основные случаи скалывания и перерезывания представлены на рис. 1.

В-четвертых, для фиксации плоскости скалывания либо резко изменяют сечение образца по концам плоскости, либо изменяют характер приложения внешней нагрузки в тех же местах, иногда и то и другое вместе. Эти факторы неизбежно приводят к значительной неоднородности напряженного состояния образца в плоскости скалывания, поэтому приходится решать вопрос о преимущественном влиянии нормальных или касательных напряжений на процесс разрушения [2].

Известна существенная зависимость получаемых результатов от типа образца при одном и том же виде испытаний на скалывание вдоль или поперек волокон. Например, по данным Ф. П. Белянкина проч-

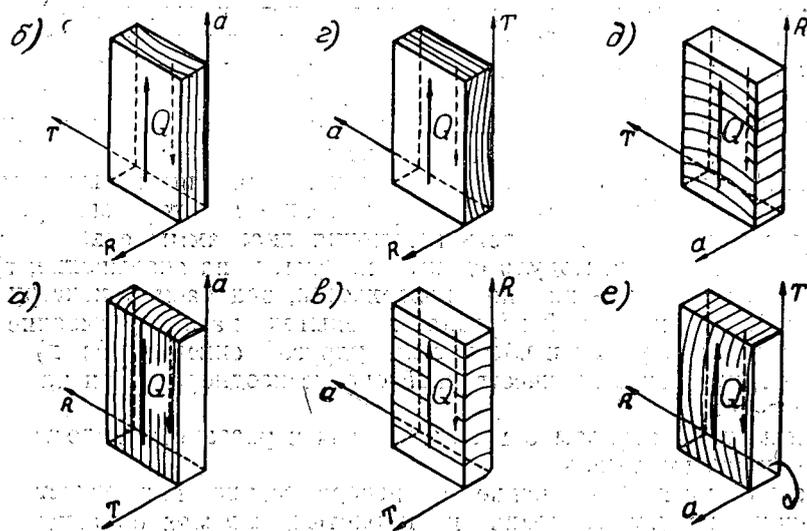


Рис. 1.

a — скалывание вдоль волокон по радиальной плоскости; *b* — то же по тангенциальной плоскости; *c* — скалывание поперек волокон по радиальной плоскости; *e* — то же по тангенциальной плоскости; *d* — перерезывание волокон в радиальном направлении; *f* — то же в тангенциальном направлении.

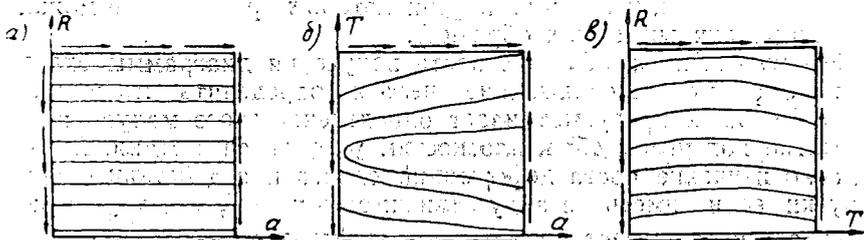


Рис. 2.

a — чистый сдвиг в радиальной плоскости; *b* — то же в тангенциальной плоскости; *c* — то же в плоскости, перпендикулярной направлению волокон.

ность одной и той же древесины при скалывании различных образцов вдоль волокон по радиальной плоскости оказалась равной: для американского стандартного образца — 77,4; для английского — 140,8; для шведского — 68,0; для швейцарского — 99,7; для немецкого — 123,3; для образца Медисонской лаборатории лесных продуктов — 145,0 кг/см^2 . По данным Л. М. Перельгина [4] прочность сосны при скалывании поперек волокон равна 33, а по данным Е. К. Ашкенази — около 150 кг/см^2 , то есть примерно в пять раз выше.

Как видно из всего вышесказанного, изучение чистого сдвига применительно к древесине нельзя базировать на принятых методах испытаний на скалывание и перерезывание. Методика испытаний древесины на чистый сдвиг должна быть принципиально новой, обеспечивающей достаточный рабочий объем образца и не препятствующей деформированию и процессу разрушения; при этом необходимо определять лишь три основных показателя прочности (соответственно трем плоскостям упругой симметрии). Основные случаи чистого сдвига представлены на рис. 2.

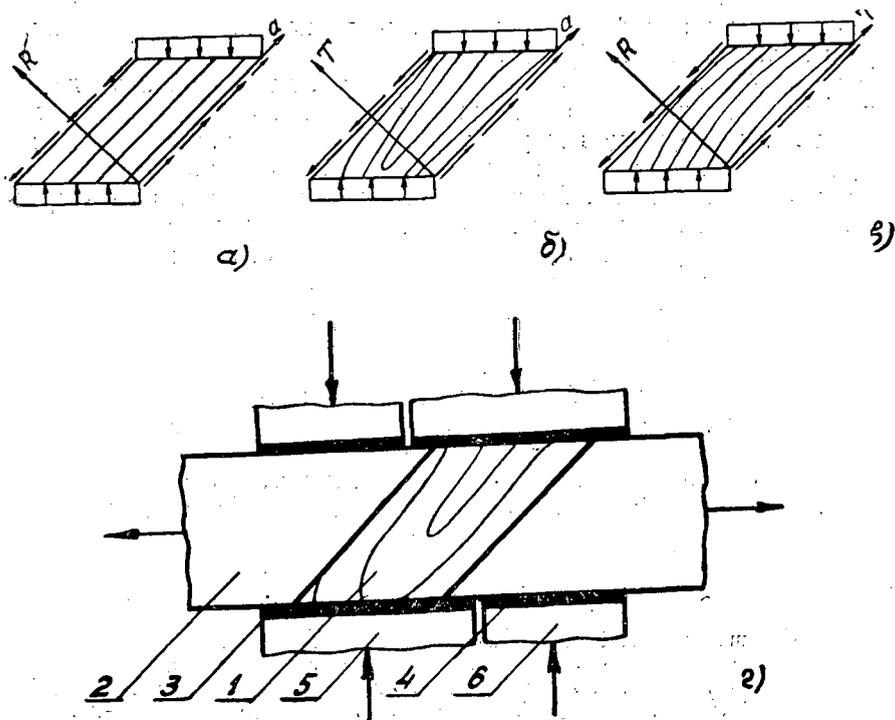


Рис. 3. Схемы испытаний древесины на чистый сдвиг.

a — схема нагружения образца в радиальной плоскости; *б* — то же в тангенциальной плоскости; *в* — то же в плоскости, перпендикулярной направлению волокон; *2* — схема приспособления для испытаний.

При указанных выше трех видах испытаний закон парности касательных напряжений сохраняется вплоть до разрушения образца (независимо от характера этого разрушения).

Теоретически рабочая часть образца может иметь любую форму, лишь бы напряжения по ее контуру соответствовали кругу Мора для чистого сдвига. Однако экспериментальное осуществление теоретически различных эквивалентных схем нагружения рабочей части образца далеко не равноценно. Основная трудность в постановке опыта на чистый сдвиг древесины заключается в том, что необходимо нарузить рабочую часть образца по всему контуру и одновременно обеспечить свободу деформирования и разрушения образца в этой же части. Эта задача, по-видимому, может быть разрешена при использовании резиновой прокладки, передающей давление на рабочую часть образца и позволяющей последнему свободно деформироваться и разрушаться в силу малости модуля упругости резины. С этой точки зрения становится удобным иметь по двум граням рабочей части образца напряжения сжатия, подаваемые со стороны резиновой прокладки, заключенной между образцом и стальной колодкой (рис. 3). Если иметь в виду испытания на чистый сдвиг в плоскостях упругой симметрии, то вопрос о выборе двух других граней упрощается тем, что при этом плоскости, нагруженные только касательными напряжениями, не деформируются [3]. В этом случае (рис. 3) удобно подавать на образец касательные напряжения со стороны прочно приклеенных к образцу стальных клиньев. Разница в модулях упругости стали и древесины настолько значительна, что можно с достаточной степенью точности

пренебречь влиянием деформаций стали в плоскости склеивания на напряженное состояние образца.

Таким образом, в основу приспособления для испытаний древесины на чистый сдвиг можно положить схему, показанную на рис. 3, а. Образец 1 имеет форму косоугольного параллелепипеда с углом 45° . К образцу прочно приклеены стальные клинья 2, подающие на него касательные напряжения. Напряжения сжатия подаются на образец и клинья со стороны резиновых прокладок 3 и 4. Усилия сжатия на прокладки идут со стороны стальных колодок 5 и 6. Кроме того, на клинья 2 подаются усилия растяжения с тем, чтобы обеспечить по плоскости склеивания наличие только касательного усилия. Конструкция приспособления должна обеспечивать работу образца в условиях простого напряжения.

На основе изложенной схемы сконструировано приспособление, позволившее испытывать древесину на чистый сдвиг поперек волокон [5].

В заключение считаем необходимым отметить, что описанная схема испытаний древесины на чистый сдвиг не является единственно возможной.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Е. К. Ашкенази, И. П. Боксберг, Г. М. Рубинштейн, К. К. Турверов. Анизотропия механических свойств древесины и фанеры. Гослесбумиздат, 1958.
- [2] Ф. П. Белякин. Прочность древесины при скалывании вдоль волокон. Изд-во АН УССР, Киев, 1955.
- [3] С. Г. Лехницкий. Теория упругости анизотропного тела. Государственное изд-во технико-теоретической литературы, М.-Л., 1950.
- [4] Л. М. Перелыгин. Древесиноведение. Гослесбумиздат, М.-Л., 1949.
- [5] В. В. Тулузаков. Об испытаниях древесины на чистый сдвиг поперек волокон. Заводская лаборатория, № 8, 1962.
- [6] П. Н. Хухрянский. Прочность древесины. Гослесбумиздат, 1955.

Поступила в редакцию
30 декабря 1963 г.

ВЛИЯНИЕ ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ ВЛАГИ НА КОЭФФИЦИЕНТ УСУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Т. В. ОГАРКОВА

Кандидат технических наук

(Воронежский сельскохозяйственный институт)

При расчетах величин влажностных деформаций и напряжений, возникающих в процессе высыхания древесины, необходимо знать коэффициент усушки. Его определяют как отношение относительной деформации полной усушки к гигроскопической влажности образца [3]

$$k = \frac{\varepsilon_y}{W}. \quad (1)$$

Отсюда

$$\varepsilon_y = k W. \quad (2)$$

Проведенные нами исследования показали, что коэффициент усушки меняется в зависимости от влажности древесины и что древесина усыхает неравномерно: вначале меньше, а при приближении к абс. сухому состоянию больше. Поэтому зависимость относительной деформации древесины от влажности не является линейной.

Цель нашей работы — выяснить физический смысл коэффициента усушки древесины и установить закон зависимости усушечной деформации древесины от влажности.

Методика проведения опытов

Для исследований было взято по 20 образцов древесины дуба, осины, березы, сосны размером $3 \times 2 \times 1$ см (первый размер в направлении определяемой деформации, последний — вдоль волокон). Для 10 из них усушечную деформацию измеряли в радиальном направлении, для 10 — в тангентальном. Все образцы выдерживали длительное время в эксикаторах (в которых за счет различной концентрации серной кислоты поддерживали определенную влажность воздушной среды) при комнатной температуре для того, чтобы влажность древесины достигла точки насыщения волокна. Образцы высушивали путем пере-клавывания их из первого эксикатора во второй, затем в третий и т. д. по ступеням влажности, причем в каждом выдерживали до равновесной влажности, чтобы избежать искривления образца, вызванного перепадом влажности по сечению последнего. Влажность доводили до 5%, затем образцы досушивали в термостате до абс. сухого состояния и взвешивали в бюксах с точностью 1 мг. Деформацию исследуемых

образцов измеряли микрометром, а контрольных — с помощью специального прибора [1]. Для каждого образца в процессе высыхания делали двенадцать измерений деформации, определяли относительную деформацию и влажность.

Относительную усушечную деформацию определяли по формуле

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

где l — размер образца при данной влажности;
 l_0 — размер образца в абс. сухом состоянии.

Результаты опытов

Для дуба в радиальном направлении средний объемный вес образцов при 15%-ной влажности составлял $0,72 \text{ Г/см}^3$, точка насыщения волокна — 34%. Обработка результатов способом наименьших квадратов показала, что зависимость относительной усушечной деформации от изменения гигроскопической влажности выражается степенной функцией

$$\varepsilon = 0,00449 \cdot \Delta W^2, \quad (3)$$

где

$$\Delta W = W_{\text{т.н}} - W \quad (4)$$

представляет собой уменьшение влажности образца при высыхании от точки насыщения волокна до влажности W .

На рис. 1 представлен график этой зависимости. Формула (3) дает хорошее совпадение с опытными данными в диапазоне влажности от 5% до точки насыщения волокна. При влажности от 0 до 5% наблюдается наибольшее отклонение; это объясняется, очевидно, тем, что гигроскопическая влага в этом диапазоне влажности находится в новом качественном состоянии, связанном с явлением абсорбции [4].

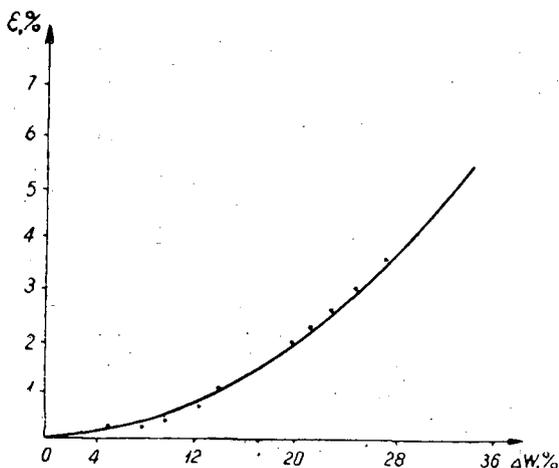


Рис. 1.

Для дуба в тангентальном направлении средний объемный вес образцов составлял $0,72 \text{ Г/см}^3$, точка насыщения волокна — 33%. За-

зависимость относительной усушечной деформации от изменения влажности выражается также степенной функцией

$$\epsilon = 0,00665 \cdot \Delta W^{2,136} \quad (5)$$

На рис. 2 показана соответствующая кривая (опытные данные представлены на графике точками).

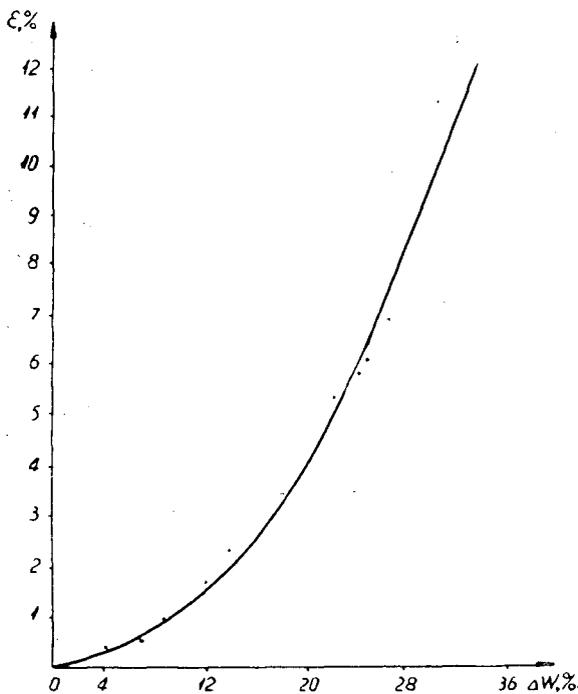


Рис. 2

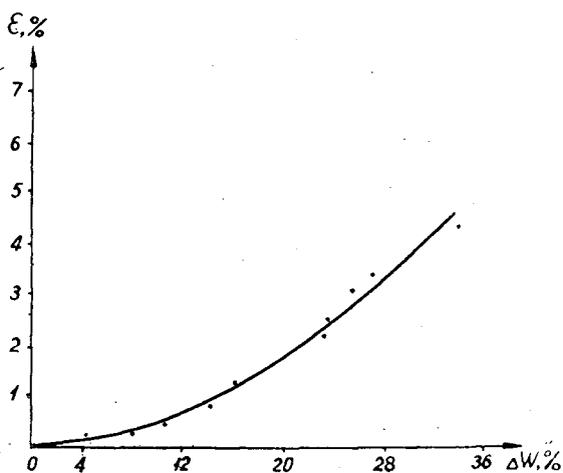


Рис. 3.

Следовательно, для древесины дуба между изменением влажности ΔW и деформацией ϵ имеется соотношение, близкое к параболическому (квадратичному) закону.

Для осины в радиальном направлении средний объемный вес равен $0,48 \text{ Г/см}^3$, точка насыщения волокна — $33,8\%$.

Зависимость относительной усушечной деформации от изменения влажности выражается степенной функцией (рис. 3)

$$\varepsilon = 0,0121 \cdot \Delta W^{1,684}. \quad (6)$$

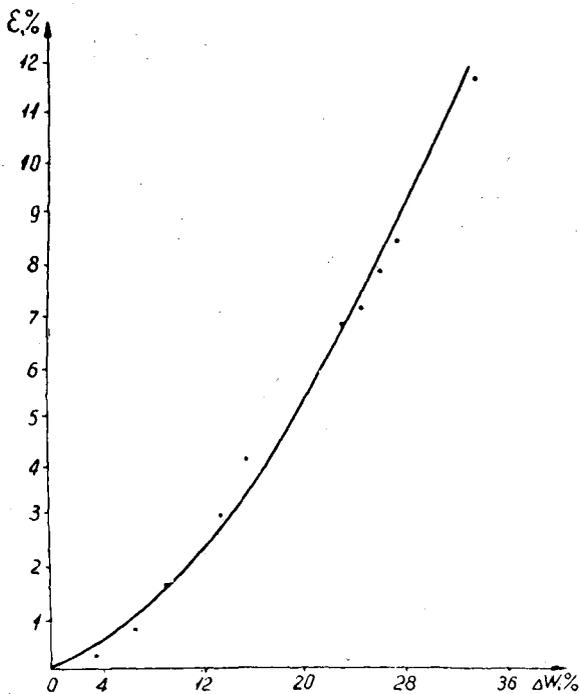


Рис. 4.

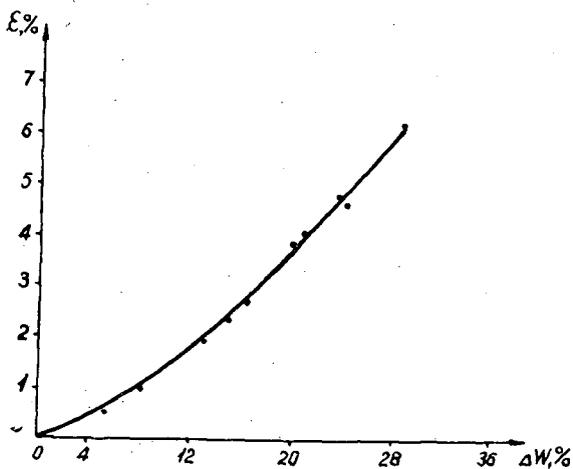


Рис. 5.

Для осины в тангентальном направлении средний объемный вес — $0,48 \text{ Г/см}^3$, точка насыщения волокна — $33,8\%$, между ε и ΔW наблюдается следующая зависимость (рис. 4):

$$\varepsilon = 0,0421 \cdot \Delta W^{1,607}. \quad (7)$$

Для березы в радиальном направлении средний объемный вес равен $0,61 \text{ Г/см}^3$, точка насыщения волокна — 29,2%. Зависимость ϵ от ΔW (рис. 5) выражается соотношением

$$\epsilon = 0,0709 \cdot \Delta W^{1,314} \quad (8)$$

Для березы в тангентальном направлении средний объемный вес — $0,61 \text{ Г/см}^3$, точка насыщения волокна — 28%. Усушечная деформация

$$\epsilon = 0,2 \cdot \Delta W^{1,125} \quad (9)$$

Зависимость ϵ от ΔW представлена на рис. 6.

Для сосны в радиальном направлении средний объемный вес равен $0,50 \text{ Г/см}^3$, точка насыщения волокна — 27,7%. Усушечная деформация от изменения влажности выражается зависимостью (рис. 7)

$$\epsilon = 0,0402 \cdot \Delta W^{1,309} \quad (10)$$

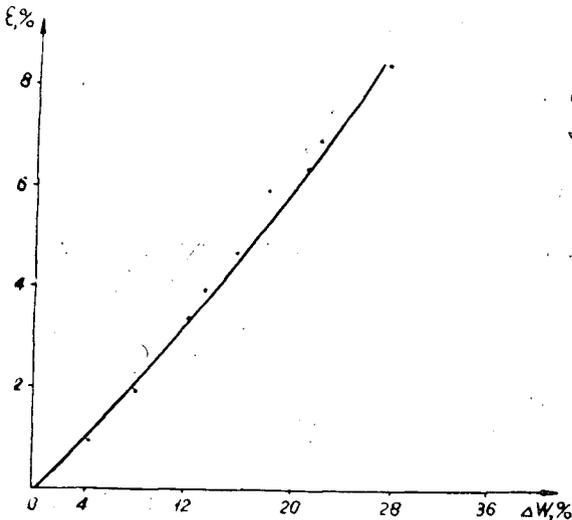


Рис. 6.

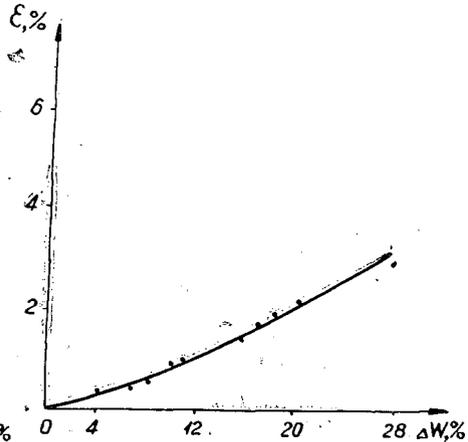


Рис. 7.

Для сосны в тангентальном направлении средний объемный вес равен $0,5 \text{ Г/см}^3$, точка насыщения волокна — 27,5%. Относительная усушечная деформация

$$\epsilon = 0,126 \cdot \Delta W^{1,281} \quad (11)$$

Зависимость ϵ от ΔW представлена на рис. 8.

Таким образом, для всех рассмотренных пород наблюдается одна закономерность, а именно: относительная усушечная деформация изменяется по степенному закону в зависимости от изменения гигроскопической влаги

$$\epsilon = b \cdot \Delta W^a, \quad (12)$$

причем параметры a и b зависят от породы древесины и от направления, в котором измеряется усушка. Показатель степени a имеет наибольшее значение для дуба, наименьшее — для сосны.

Отсутствие линейной зависимости между деформацией и изменением влажности можно объяснить, если принять во внимание особенности строения древесины различных пород. По нашему мнению, ре-

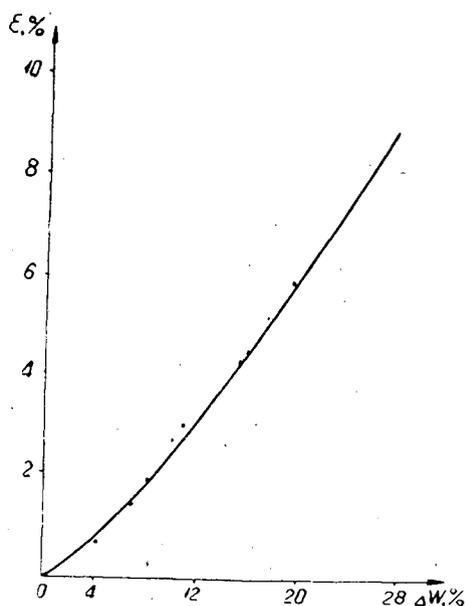


Рис. 8.

шающее значение имеет наличие у древесины сердцевинных лучей, расположенных в радиальном направлении по отношению к годичным слоям.

Усушка сердцевинных лучей в этом направлении намного меньше, чем остальных составных элементов древесины [3]. Эти лучи оказывают сильное сопротивление свободному деформированию древесины при высыхании. Чем выше их содержание в древесине, тем больше должна отличаться от линейной связь деформации усушки с изменением влажности (тем большее значение должен иметь параметр a), так как направления, связанные с сопротивлением сердцевинных лучей, определяются значением модуля упругости древесины, который, в свою очередь, зависит от влажности. Вследствие того, что напряжение равно произведению модуля упругости на относительную деформацию, а оба эти множителя зависят от изменения влажности, то между напряжением и влажностью будет существовать криволинейная зависимость. В табл. 1 приведены данные о содержании в древесине сердцевинных лучей [2] и значения параметра a для данных пород.

Таблица 1

Порода	Объём сердцевинных лучей, %	Параметр a для радиального направления
Сосна	4,7	1,309
Береза	10,5	1,314
Осина	12,7	1,684
Дуб	26,2	2,000

Содержание сердцевинных лучей в древесине оказывает влияние также и на усушку в тангентальном направлении. Чем более анизотропна древесина в отношении усушки, тем это влияние заметнее. Береза и осина мало отличаются друг от друга по содержанию сердцевин-

ных лучей, но по отношению к усушке осина анизотропна, а береза примерно изотропна (коэффициенты усушки в радиальном и тангентальном направлениях мало отличаются один от другого).

Параметр a для тангентального направления у березы равен 1,125, а у осины — 1,607, поэтому для березы зависимость деформации усушки от изменения влажности можно приближенно принять за линейную, чего нельзя сделать для осины, дуба и сосны.

Коэффициент усушки как функция влажности

Вследствие криволинейной зависимости между изменением влажности и усушечной деформацией коэффициент усушки древесины является функцией влажности. Поэтому формула (1) может быть применена только для малого интервала изменения влажности

$$k = \frac{d\varepsilon}{dW} \quad (13)$$

Следовательно, коэффициент усушки древесины есть производная от относительной усушечной деформации по влажности.

Применяя формулу (13) к выражению (12), получим следующее выражение для абсолютного значения коэффициента усушки:

$$k = \frac{d\varepsilon}{dW} = \frac{d(b \cdot \Delta W^a)}{dW} = \frac{d[b(W_{т.н} - W)^a]}{dW} = ab(W_{т.н} - W)^{a-1}$$

Для дуба в радиальном направлении $k = 0,00449 \cdot 2(W_{т.н} - W)^{2-1} = 0,00898 \cdot (W_{т.н} - W)$, для осины $k = 0,0121 \cdot 1,684(W_{т.н} - W)^{0,684}$.

На рис. 9 дан график зависимости коэффициента усушки от влажности в радиальном направлении для дуба, а на рис. 10 — для осины. Аналогичные графики можно построить и для других пород.

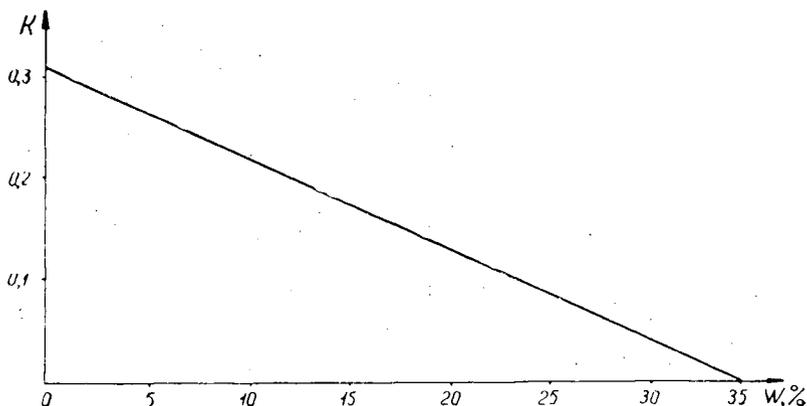


Рис. 9.

Из вышесказанного следует, что для различных интервалов влажности коэффициент усушки имеет различные значения. Если интервал небольшой, то на этом участке можно пользоваться средним значением коэффициента усушки. В табл. 2 приведены определенные нами для различных интервалов влажности средние коэффициенты усушки указанных пород.

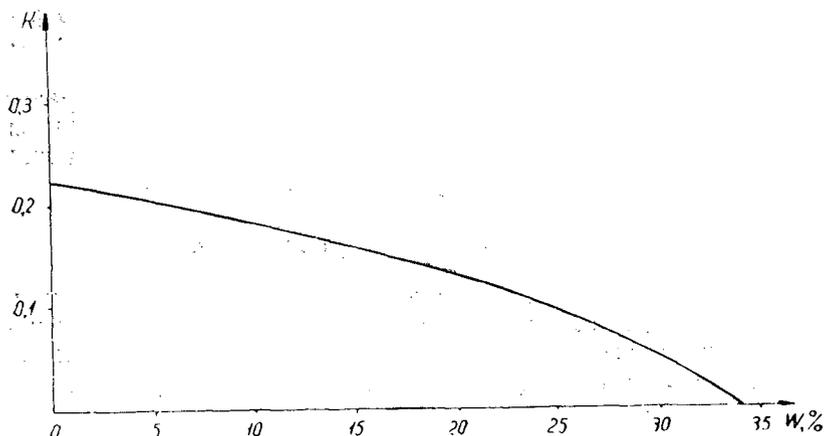


Рис. 10.

Таблица 2

Порода	Направление	Среднее значение коэффициента усушки в интервалах влажности, %						
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25- $W_{т.н}$	0- $W_{т.н}$ средний
Дуб	Радиальное	0,284	0,240	0,196	0,152	0,126	0,042	0,154
	Тангентальное	0,674	0,564	0,438	0,320	0,207	0,0706	0,351
Осина	Радиальное	0,214	0,190	0,166	0,136	0,128	0,054	0,134
	Тангентальное	0,536	0,492	0,432	0,368	0,294	0,158	0,355
Береза	Радиальное	0,262	0,246	0,224	0,202	0,168	0,112	0,210
	Тангентальное	0,336	0,328	0,298	0,300	0,278	0,206	0,303
Сосна	Радиальное	0,140	0,132	0,122	0,108	0,086	0,055	0,112
	Тангентальное	0,398	0,374	0,346	0,306	0,252	0,164	0,320

Из таблицы видно, что у дуба при понижении влажности от 25 до 20% средний коэффициент усушки в радиальном направлении равен 0,126, а при высыхании от 10 до 5% — 0,240, то есть больше в два раза.

Таким образом, коэффициент усушки древесины не является постоянной величиной, а зависит от влажности древесины. Он равен производной от относительной усушечной деформации по гигроскопической влажности древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. В. Огаркова. Зависимость коэффициента линейного расширения древесины от ее влажности. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1961. [2]. Л. М. Перелыгин. Строение древесины. Изд-во АН СССР, М., 1954. [3]. Л. М. Перелыгин. Древесиноведение. Изд-во «Советская наука», М., 1957. [4]. Н. Я. Солечник. Производство древесно-волокнистых плит. Гослесбуиздат, 1959.

Поступила в редакцию
5 ноября 1963 г.

К ВОПРОСУ О ПОКАЗАТЕЛЯХ КОНЦЕНТРАЦИИ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Е. Е. БУРСИН

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Известно, что размеры предприятий характеризуют уровень и степень концентрации производства в промышленности, степень обобществления труда. Один из основных вопросов в этой связи — вопрос об измерителях уровня концентрации производства в промышленности.

Нами была изучена концентрация фанерного производства и применяемые показатели концентрации. Районом исследования были выбраны основные экономические районы страны — поставщики фанерной продукции (Северо-Западный, Волго-Вятский, Поволжский, Уральский, Прибалтийский, Белорусский). При этом мы исходили из сырьевой базы отдельных районов, наличия на территории исследуемого района фанерных предприятий разного размера с различными формами сочетания фанерного производства с другими и из некоторых иных обстоятельств, позволяющих полученные выводы распространить на всю фанерную промышленность СССР, как генеральную совокупность.

Выбор круга предприятий, подлежащих исследованию, проводили способом бесповторной типической выборки, предусматривающей расчленение всей генеральной совокупности на определенные типические группы и отбор из каждой методом жеребьевки или другим способом.

Были изучены списки всех предприятий на территории данных экономических районов и их технико-экономические показатели за 1959—62 гг. Это позволило объединить все предприятия в 5 групп в зависимости от количества ведущего технологического оборудования — клеильных прессов: I — очень мелкие предприятия с одним клеильным прессом; II — мелкие с двумя прессами; III — средние с тремя; IV — крупные с четырьмя; V — очень крупные с пятью и более клеильными прессами.

Затем по каждому экономическому району и по каждой группе были отобраны предприятия в количестве, соответствующем объему группы. Всего таким образом было отобрано 25 предприятий, вырабатывающих около 60% всей фанерной продукции страны.

В задачи исследования входило: выбрать такой показатель, который наиболее полно отражает процесс концентрации фанерного производства, изучить сложность вырабатываемой фанеры по маркам и группам фанеры (средние технологические коэффициенты) и сопо-

ставить их с аналогичными коэффициентами, разработанными Гипродревпромом.

Для определения уровня концентрации промышленного производства экономическая статистика применяет ряд показателей: стоимость продукции, численность рабочих (или работающих), размер основных фондов, энерговооруженность труда. По одному из этих показателей (чаще всего по численности рабочих или по стоимости продукции) или по их совокупности группируют предприятия и устанавливают долю отдельных групп предприятий в отраслях или в промышленности в целом. Динамика удельных весов каждой группы предприятий по важнейшим показателям производства характеризует процесс концентрации.

В связи с быстрым техническим прогрессом численность рабочих лишь косвенно характеризует процесс концентрации и объем основных фондов. Нельзя, например, утверждать, что предприятие с числом рабочих в 2,5 тыс. больше, чем с 1,5 тысячами, ибо численность занятых рабочих зависит от технической оснащенности производства. Завод с меньшим количеством рабочих может производить значительно больше продукции (в условиях комплексной автоматизации производства именно это становится типичным). Также ошибочно утверждать, что предприятие со стоимостью основных фондов в 20 млн. руб. больше, чем со стоимостью фондов в 15 млн. руб., ибо размер предприятия зависит не столько от суммы основных фондов, сколько от их структуры, в частности, от удельного веса активной части основных фондов и, что особенно важно, от их использования. Действительный уровень концентрации и размер предприятия можно характеризовать лишь объемом производимой продукции или производственной мощностью предприятия.

В. И. Ленин указывал, что стоимость «продуктов хозяйства свидетельствует о его размерах не косвенно, а прямо и притом во всех случаях»*. Следовательно, размер предприятия должен характеризоваться количеством или стоимостью производимой продукции; остальные показатели лишь косвенно определяют размер предприятия, а стало быть, и уровень концентрации производства в промышленности. При этом имеется в виду, что для сравнения были взяты предприятия, выпускающие однородную, сравнимую продукцию. Если же сравнивать предприятия, выпускающие разнородную несравнимую продукцию, то последняя предварительно должна быть пересчитана в условную, эталонную продукцию.

В фанерной промышленности такой эталонной продукцией является березовая фанера марки ФБ и ФБА толщиной 4 мм, трехслойная, клеенная по четыре листа в промежутке.

Между тем еще довольно часто отдельные авторы и проектные институты для определения размера предприятий и уровня концентрации фанерного производства используют показатели «объем производимой продукции» или «производственная мощность предприятия» без пересчета всего многообразия вырабатываемой продукции в условную продукцию. Этим самым нарушают соизмеримость показателей.

С развитием промышленности ассортимент фанерной продукции сильно расширился. Если в 1913 г. фанерные предприятия вырабатывали один вид продукции — клееную фанеру только на белковых клеях, то в настоящее время они выпускают фанеру на синтетических смолах, декоративную, бакелизованную, фанерные трубы, плиты и т. д.

* В. И. Ленин. Соч., т. 22, стр. 57.

Велики колебания в ассортименте выпускаемой продукции по каждому отдельному предприятию: происходит изменение ассортимента по периодам. В этой связи группировка предприятий по объему выпускаемой продукции или по их производственной мощности без предварительного приведения их к эталонной продукции теряет свое значение.

Справедливость сказанного выше можно проследить на примере Гомельского ФСК и Тюменского фанерного завода, данные по которым представлены в табл. 1.

Таблица 1

Виды продукции	Гомельский фанеро-спичечный комбинат			Тюменский фанерный завод		
	валовой выпуск фанеры в 1962 г., м ³	средний технологический коэффициент	валовой выпуск в пересчете на условную продукцию в 1962 г., усл. м ³	валовой выпуск фанеры в 1962 г., м ³	средний технологический коэффициент	валовой выпуск в пересчете на условную продукцию в 1962 г., усл. м ³
ФБ-рядовая	32338	0,943	34292	14042	0,924	15196
ФК-рядовая	—	—	—	6600	0,718	9192
ФБ и ФК-экспорт	—	—	—	4894	0,690	7092
ФСФ	—	—	—	3498	0,495	7066
Прочие	—	—	—	3030	0,253	11976
Итого	32338	0,943	34292	32064	0,635	50521

Примечание. ФБ — фанера на белковых клеях; ФК — на карбамидных смолах; ФСФ — на фенолоформальдегидных смолах.

Оба предприятия в 1962 г. выработали почти равное количество фанеры. Если судить о их размере только по валовому выпуску фанеры и сгруппировать их по этому признаку (такая, в частности, группировка применена А. В. Смирновым*), то эти предприятия войдут в одну группу с годовым выпуском фанеры от 31 до 40 тыс. м³. А фактически это два качественно неоднородных предприятия: Гомельский ФСК специализируется исключительно на выпуске фанеры ФБ внутреннего рынка (об этом говорит высокий средний технологический коэффициент), а у Тюменского фанерного завода — расширенный ассортимент фанерной продукции, причем удельный вес фанеры ФБ составляет лишь 43,8%; отсюда и невысокий средний технологический коэффициент выпускаемой этим заводом фанерной продукции. Если произвести группировку этих предприятий по объему выработанной эталонной продукции, то они в одну группу не попадут.

По нашему мнению, фанерные предприятия следует группировать по объему выпускаемой эталонной продукции по следующей схеме:

- I. Очень мелкие предприятия — до 20 тыс. м³ усл.
- II. Мелкие » 21—40 »
- III. Средние » 41—60 »
- IV. Крупные » 61—80 »
- V. Очень крупные » свыше 81 »

Это позволяет включать в каждую из групп однородные предприятия как по сложности вырабатываемой фанеры, так и по количеству ведущего технологического оборудования. В I и II группы войдут предприятия, выпускающие упрощенную фанеру (ФБ и ФК внутреннего рынка).

* А. В. Смирнов Перспективы развития фанерной и спичечной промышленности в 1959—1965 гг. Гослесбумиздат, 1960, стр. 5.

ка), в III — предприятия с фанерной продукцией средней сложности (включая фанеру внешнего рынка), в IV и V группы попадают предприятия со сложным ассортиментом фанерной продукции (полным ассортиментом, включая авиа- и фанеру ФСФ).

Исследования показали, что, как правило, в I группу попадают предприятия с одним клеильным прессом, во II — с двумя прессами и т. д. Предприятия, имеющие пять и более клеильных прессов, попадают в V группу. Следовательно, подобная группировка полнее отражает действительный уровень концентрации фанерного производства и размер фанерных предприятий.

Изучение происходящего процесса концентрации фанерного производства за 1959—1962 гг. показало непрерывное изменение уровня концентрации в сторону его повышения. Так, удельный вес крупных предприятий (с годовым объемом производства — 61—80 тыс. усл. м³) в выпуске фанерной эталонной продукции в целом по изучаемым экономическим районам в 1959 г. был равен 22,4%, а в 1962 г. — 28,2%; соответственно удельный вес очень крупных предприятий (с годовым объемом производства свыше 81 тыс. усл. м³) возрос с 17,2 до 24,2%.

В табл. 2 приведены фактические данные об уровне концентрации фанерного производства на территории рассматриваемых экономических районов за 1962 г. Из таблицы видно, что 32% крупных и очень крупных предприятий дают 48,1% всего производства фанеры (или 52,5% в эталонной продукции), а 52% мелких и очень мелких предприятий — 35,1% (30,7% в эталонной продукции). Неоднороден по группам и ассортимент выработываемой продукции: предприятия I и II групп выпускали наиболее легкие виды фанеры (упрощенный ассортимент), а предприятия IV и V групп — полный ассортимент фанеры (сложный ассортимент).

Таблица 2

Группы предприятий по выпуску фанерной эталонной продукции	Число предприятий		Количество выработанной фанеры (тыс. м ³)			Средне-технологический коэффициент	Количество выработанной фанерной продукции (тыс. м ³ эталонной продукции)		
	всего	в % к итогу	всего	в % к итогу	на одно предприятие		всего	в % к итогу	на одно предприятие
I	2	8	27,4	3,2	13,7	0,937	29,3	2,5	14,7
II	11	44	272,8	31,9	24,8	0,825	330,6	28,2	30,1
III	4	16	143,7	16,8	35,9	0,729	196,9	16,8	49,2
IV	5	20	223,2	26,1	44,6	0,675	330,6	28,2	66,1
V	3	12	188,0	22,0	62,6	0,660	284,8	24,3	94,6
Итого	25	100,0	855,1	100,0	34,2	0,728	1172,2	100,0	46,9

Нами также были изучены средние технологические коэффициенты в зависимости от ассортимента (стокнота) выработываемой фанерной продукции. Полученные данные представлены в табл. 3.

При проектировании фанерных предприятий важно знать их годовую производительность (мощность) в м³ фанерной продукции при заданном ассортименте (стокноте), которая определяется умножением годовой производительности (мощности) в эталонной продукции на средний технологический коэффициент выработываемой продукции.

Установление действительного значения технологических коэффициентов фанерной продукции по группам сложности имеет большое значение при проектировании фанерных предприятий. Если коэффициенты оказываются завышенными, то происходит увеличение проек-

Таблица 3

Год	Средние технологические коэффициенты в зависимости от ассортимента вырабатываемой фанерной продукции		
	упрощенный	средней сложности	сложный
1959	0,855	0,695	0,632
1960	0,867	0,718	0,675
1961	0,847	0,698	0,648
1962	0,837	0,697	0,657
Итого за 4 года	0,85	0,70	0,65
По данным Гипродревпрома	0,88	0,77	0,55

ной мощности фанерных предприятий в номенклатуре, а при их занижении наблюдается соответственно уменьшение мощности.

При исследовании выявлены пределы колебаний средних технологических коэффициентов в зависимости от ассортимента вырабатываемой продукции. С целью сопоставления технологических коэффициентов по данным Гипродревпрома (ТЭП-34) и разработанных нами фанерная продукция марок БП-1 и БС-1 была включена во II группу, хотя, по нашему мнению, по сложности технологического процесса ее правильнее было бы отнести к III ассортиментной группе.

Исследование показало значительное отклонение наших технологических коэффициентов от коэффициентов, разработанных Гипродревпромом. Так, по I и II группам сложности коэффициенты Гипродревпрома завышены, а по III группе, наоборот, сильно занижены.

Следует также отметить, что, по нашему мнению, непрерывно происходящий процесс расширения ассортимента выпускаемой фанерной продукции в сторону его усложнения требует, чтобы при проектировании новых предприятий эту закономерность учитывали, то есть чтобы применяемые технологические коэффициенты по группам сложности были несколько ниже их фактического уровня.

Таким образом, показателем концентрации фанерного производства, наиболее полно отражающим происходящий процесс, является годовая производительность (мощность) предприятия в эталонной продукции.

Поступила в редакцию
5 января 1964 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

СУЛЬФИТНАЯ ВАРКА С КИСЛОТОЙ,
СОДЕРЖАЩЕЙ АСТРАХАНИТ**Ю. Н. НЕПЕНИН**

Доцент, кандидат технических наук

А. Д. БУЕВСКАЯ

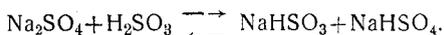
Младший научный сотрудник

Н. А. ПИСАРЕВСКАЯ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

Несколько лет тому назад нами была разработана технология способа варки целлюлозы с сульфитной варочной кислотой, содержащей в качестве основания сульфат натрия [1], [2], [3], [4], [6]. По этому способу на Светогорском целлюлозно-бумажном комбинате были проведены пять опытных заводских варок вискозной целлюлозы, прошедших вполне успешно [5]. Благоприятное действие сульфата объясняется тем, что под влиянием сернистой кислоты он расщепляется на бисульфит и бисульфат по схеме



Присутствие бисульфита в варочном растворе обеспечивает нормальное протекание процессов сульфитной варки: лигнин сульфонируется, образуя твердую лигносульфоновую кислоту, которая затем переходит в раствор.

Возможность такого расщепления сульфата подтверждается одинаковыми численными значениями констант ионизации серной и сернистой кислот:

$$K_{\text{H}_2\text{SO}_3} = \frac{(\text{H}^+) \cdot (\text{HSO}_3^-)}{\text{H}_2\text{SO}_3} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ (при } 25^\circ\text{C)};$$

$$K_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{(\text{H}^+)^2 \cdot (\text{SO}_4^{2-})}{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ (при } 25^\circ\text{C)}.$$

Это означает, что равновесие приведенной выше реакции должно быть сдвинуто в обе стороны примерно на 50%. Измерения pH варочных растворов, содержащих сульфат натрия, подтверждают такое предположение [8]. Таким образом, из общего количества ионов натрия имеющихся в начальном варочном растворе, примерно половина присутствует в виде сульфата, одна четверть — в виде бисульфита и одна четверть — в виде бисульфата. По мере того, как бисульфит расхо-

дуются на реакции с лигнином, равновесие сдвигается вправо, и к концу варки половина сульфата может быть израсходована в виде бисульфита, а другая его половина перейдет в бисульфат.

Поскольку сульфат — постоянный резерв для образования бисульфита, варочный раствор отличается хорошей буферностью и при достаточной начальной концентрации сульфата совершенно отсутствует опасность явления «черной варки». В то же время присутствие бисульфата сильно снижает pH раствора, и весь процесс варки проходит при высокой концентрации водородных ионов ($\text{pH} \approx 1$). Последнее обстоятельство, как известно, способствует ускорению всех реакций сульфитной варки (сульфонирования лигнина и его растворения, а также гидролиза углеводов), поэтому продолжительность процесса при варке с кислотой, содержащей сульфат натрия, оказывается на 20—30% меньше, чем нормальной варки на натриевом основании; кроме того, на 30—40% повышается выход сахаров в щелоке. С другой стороны, варка при низком pH ведет к некоторому снижению весового выхода целлюлозы из древесины (на 3—4%) и к незначительному ухудшению механических свойств целлюлозы по сравнению с нормальной варкой. Способом варки с кислотой на сульфате натрия можно получить вискозную целлюлозу, для которой некоторое ухудшение механической прочности не имеет практического значения.

Очевидно, что характерные особенности описанной выше варки должны проявиться и при варке с кислотой, содержащей любой другой растворимый сульфат [10]. С целью проверки мы провели серию лабораторных варок еловой щепы при конечной температуре 130°C с варочной кислотой, содержащей 8% всей SO_2 и различные сульфаты в эквивалентной концентрации, отвечавшей 2,5% Na_2SO_4 . Для сопоставления были проведены варки с кислотой, содержащей фосфат натрия, и с кислотой без основания. Все варки проводили в небольших автоклавах из нержавеющей стали, обогреваемых на глицериновой бане. В каждый автоклав загружали 20 г щепы (в расчете на абс. сухой вес) и заливали 100 мл кислоты. График варок был следующий: подъем температуры до 110°C — 2 час, стоянка на 110°C — 2,5 час, подъем до 130°C — 2 час, доварка на 130°C — 3 час 15 мин. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основание варочной кислоты	Выход целлюлозы, % от древесины	Показатели целлюлозы					Показатели щелока		
		жесткость, единица Бергмана	вязкость мелкозам- ыачивая, мл/з	содержание (%)			содержа- ние всей SO_2 , %	pH	содержа- ние общих редуциру- ющих веществ р.в., %
				лиг- нина	пенто- занов	альфа- целлю- лозы			
Na_2SO_4	46,6	31	266	—	2,11	88,2	3,68	0,88	3,93
K_2SO_4	44,0	32	207	—	2,44	87,7	3,84	0,87	4,00
$(\text{NH}_4)_2\text{O}_4$	50,4	90	1123	2,26	2,94	87,1	3,93	1,12	2,50
ZnSO_4	40,4	82	—	2,44	2,17	—	3,36	0,87	3,86
MgSO_4	39,8	102	—	3,13	1,57	—	3,36	0,80	4,07
CdSO_4	49,8	139	—	4,55	2,14	—	2,81	0,90	3,73
FeSO_4	39,2	140	—	6,80	1,85	—	3,47	0,79	4,22
Na_2HPO_4	50,1	51	1605	1,49	4,30	87,8	3,47	1,19	3,25
Без основания	11,9	—	—	—	—	—	3,64	0,80	4,14

Как видно из таблицы, наиболее интенсивное делигнифицирующее действие оказывает варочная кислота, содержащая сульфаты одновалентных катионов — калия и натрия: целлюлоза в этих варках совер-

шенно не содержала непровара. Варка на сульфате аммония протекает заметно медленнее, чем на сульфатах калия и натрия; при этом выход, жесткость и вязкость целлюлозы оказались выше.

При применении сульфатов двухвалентных катионов удовлетворительный результат получился только при варках с кислотой, содержащей сульфаты цинка и магния, однако, в этих варках имеется непровар, выход целлюлозы значительно ниже, а жесткость выше, чем при варке с кислотой на сульфатах одновалентных катионов. Варка в присутствии сульфатов кадмия и двухвалентного железа привела к получению очень жесткой, плохо проваренной целлюлозы.

Таким образом, существует определенная зависимость результатов варки от рода катиона, образующего сульфат [11]. Что касается величины рН варочного раствора, то несмотря на ее большое влияние, она не является решающим фактором варки. Это видно из того, что рН конечного щелока при варке с кислотой, содержащей растворимые сульфаты, оказался одного порядка с конечным рН варки без основания, но тогда как в последнем случае получилась «черная варка», на кислоте с сульфатами процесс был близок к нормальной сульфитной варке. Лишь при варке с сульфатом аммония конечная рН щелока оказалась заметно выше, приближаясь по своей величине к рН щелока при варке с фосфатом натрия; в результате выход и свойства целлюлозы для этих двух варок получились примерно одинаковыми и в то же время отличными от полученных для варок с сульфатами натрия и калия. Это обстоятельство требует дополнительной проверки.

Все варки с растворимыми сульфатами (за исключением варки с сульфатом аммония) дали высокий выход РВ в щелоке — близкий к полученному для варки без основания, что является прямым следствием варки при низком значении рН.

Удовлетворительный в целом результат варок с кислотой на растворимых сульфатах одно- и двухвалентных катионов натолкнул нас на мысль о возможности использования в качестве основания сульфитной варочной кислоты астраханита, являющегося природным смешанным сульфатом натрия и магния типа $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. В настоящее время он добывается в довольно большом количестве как осадочная соль из аральских озер и не исключена возможность, что будет поставляться сульфат-целлюлозной промышленности наряду с карбогазским сульфатом [7].

Предварительно была проведена серия автоклавных варок с кислотой, содержащей сульфаты натрия и магния в различных соотношениях. Крепость кислоты составляла 8% всей SO_2 , общее содержание основания в пересчете на Na_2SO_4 — 2,5%. Методика и график варки были совершенно такими же, как и в предыдущей серии. Результаты варок приведены в табл. 2.

Из таблицы видно, что непровар отсутствовал во всех варках. При наличии в составе основания 25% сульфата магния результаты практически оказались такими же, как при варке с кислотой на чистом сульфате натрия. С дальнейшим увеличением доли сульфата магния замечается некоторое возрастание жесткости целлюлозы, а при переходе к варке с кислотой на чистом сульфате магния несколько снижается выход и ухудшается цвет целлюлозы. Однако, все эти изменения не столь значительны, чтобы можно было говорить о существенном ухудшении результатов варки при применении в качестве основания смешанных сульфатов натрия-магния.

Для проведения опытов варки с кислотой, содержащей астраханит, мы располагали двумя образцами этой соли, полученными от треста

Таблица 2

Состав основания (%)		Выход целлюлозы, % от древесины	Показатели целлюлозы					Показатели щелока		
Na ₂ SO ₄	MgSO ₄		жесткость, единицы Бьеркмана	вязкость медноаммиачная, мл/з	цвет	содержание (%)		содержание (%)		рН
						лигнин	пентозанов	всей SO ₂	легкоотщепляемой SO ₂	
100	0	42,9	36	291	Белый	0,75	2,65	3,81	1,20	0,98
75	25	42,0	33	285	"	0,75	2,81	3,10	1,25	1,03
50	50	41,9	46	220	"	1,07	1,75	4,00	1,18	0,99
25	75	43,4	49	—	"	—	—	3,62	1,04	0,88
0	100	40,6	50	203	Слегка желтоватый	1,89	1,84	3,86	0,99	0,90

«Аралсульфат». Образцы имели следующий весовой состав (% от веса безводной соли):

Нерастворимый остаток	Образец I	Образец II
Na ₂ SO ₄	0,25	0,27
MgSO ₄	68,50	71,00
CaSO ₄	29,45	26,80
NaCl	0,55	0,45
CaCO ₃	1,94	1,16
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,29	0,26
	0,06	0,05

В первом образце эквивалентное соотношение Na₂SO₄ : MgSO₄ составляло 66 : 34, во втором — 69 : 31.

Варки с кислотой на астраханите проводили в автоклавах (емкостью 2 л) с электрическим обогревом. В каждый автоклав загружали 300 г еловой щепы (в расчете на сухой вес) и заливали 1,5 л кислоты, содержавшей 8% всей SO₂ и 2,5—2,6% астраханита в пересчете на Na₂SO₄.

Во время варки проводили анализ проб щелока; продолжительность стоянки на конечной температуре регулировали с расчетом получения целлюлоз различной жесткости — мягких, средних и жестких. Температурный график был таким же, как в серийных варках: подъем до 110°С — 2,5 час, стоянка на 110°С — 2,5 час, подъем до 130°С — 2 час, стоянка на 130°С — от 50 мин до 4,5 час. Полученные результаты варок приведены в табл. 3.

Таблица 3

Образец астраханита	№ варки	Содержание в кислоте астраханита, % в пересчете на Na ₂ SO ₄	Продолжительность стоянки на 130°, час-мин.	Выход целлюлозы, % от древесины	Непрояр, % от древесины	Показатели целлюлозы					Показатели щелока		
						жесткость, единицы Бьеркмана	вязкость медноаммиачная, мл/з	содержание (%)			содержание всей SO ₂ , %	рН	выход общих ПВ, % от древесины
								лигнин	пентозанов	альфа-целлюлозы			
I	1	2,58	3-00	46,0	1,9	99	—	3,70	3,02	—	—	—	13,5
	2	2,53	3-45	45,1	0,5	60	253	2,71	2,40	88,0	—	—	14,2
	3	2,58	4-30	44,5	0	49	288	1,91	2,47	88,5	—	—	14,7
II	4	2,61	0-50	49,0	0,7	97	—	3,70	2,83	—	3,77	1,09	14,5
	5	2,63	2-00	45,8	0	65	329	2,51	1,96	87,0	3,04	0,93	15,5
	6	2,61	3-00	45,4	0	46	208	1,99	1,76	87,8	3,30	0,94	14,9

Из табл. 3 видно, что во всех случаях была получена хорошо проваренная целлюлоза; она имела нормальный белый цвет. Выход целлюлозы заметно выше для варок с кислотой на втором образце астраханита, в то же время продолжительность варок этой серии оказалась меньше.

Вследствие ограниченного числа варок трудно судить, в какой мере это вызвано особенностями состава образца астраханита. Содержание пентозанов во всех целлюлозах невысокое, вязкость пониженная, выход сахаров в щелоке высокий — все это характерно и для варок с кислотой на сульфате.

Таким образом, природный астраханит, так же как и сульфат натрия, можно с успехом применять в качестве основания для приготовления сульфитной варочной кислоты.

Целлюлозы мягких и средних варок (№ 2, 3, 5, 6) были подвергнуты комбинированной отбелке по схеме: хлорирование — горячее щелочение — гипохлоритная добелка — кислотка. Хлорировали в течение 1 час хлорной водой при концентрации массы 2,5% и температуре 15° С; в зависимости от жесткости целлюлозы расход хлора составлял от 2,5 до 3,3% к весу волокна.

После промывки холодной водой проводили горячее щелочение в течение 2 час при концентрации массы 10%, температуре 95° С и расходе щелочи 10% NaOH от веса волокна. Гипохлоритную отбелку после промывки массы горячей и холодной водой вели 2 час при концентрации 8% и температуре 33° С.

Расход хлора выбирали в пределах 0,5—0,7% к весу волокна в зависимости от вязкости целлюлозы. Для кислотки брали 0,1% SO₂ (к весу волокна) в виде водного раствора; обработку продолжали 30 мин при концентрации массы 3%.

До и после кислотки массу промывали холодной водой. Показатели белевой целлюлозы приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ варки	Целлюлоза после щелочения		Показатели белевой целлюлозы						
			вязкость медно-аммиачная, млз	степень полимеризации по Дерингу	степень белизны, %	содержание (%)			
	вязкость альфа-целлюлозы, %	лигнина				альфа-целлюлозы	смолы	золы	
2	291	94,4	180	644	90,0	0,02	92,7	0,47	0,31
3	311	93,5	207	624	90,0	0,03	90,2	0,47	0,17
5	407	94,9	152	616	90,0	0,03	91,0	0,49	0,19
6	263	94,5	104	456	90,0	0,07	91,5	0,44	0,31

Из таблицы видно, что все четыре образца целлюлоз отбеливаются легко и быстро, во всех случаях была достигнута высокая степень белизны.

Содержание альфа-целлюлозы после горячего щелочения было достаточно высоким, однако, в процессе гипохлоритной отбелки содержание ее значительно понизилось (на 1,7—3,9%) и в белевых целлюлозах (в двух случаях) оказалось ниже нормы ГОСТа для вискозной облагороженной целлюлозы (91,5%). Очевидно, этого можно было избежать при более осторожном проведении гипохлоритной отбелки, например, при разделении ее на две ступени или применении для добелки двуокиси хлора.

Во всяком случае не подлежит сомнению, что сульфитная варка с кислотой на астраханите с последующей комбинированной отбелкой по обычным схемам позволит получать высококачественную вискозную целлюлозу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. Н. Непенин. Журн. «Бумажная промышленность» 26, № 2, 1951.
[2]. Ю. Н. Непенин. Журн. «Бумажная промышленность» 26, № 4, 1951.
[3]. Ю. Н. Непенин, М. А. Померанцева. Журн. «Бумажная промышленность» 27, № 2, 1952. [4]. Ю. Н. Непенин. Сб. «Материалы совещания по новым направлениям в области теории и практики сульфитной варки». ВНИТО бумажников, 1952.
[5]. Ю. Н. Непенин. Сб. «Новая техника в производстве сульфитной целлюлозы». ГЛБИ, 1956. [6]. Ю. Н. Непенин. Журн. «Бумажная промышленность» 32, № 7, 1957. [7]. Ю. Н. Непенин. Сб. «Варка сульфитной целлюлозы с растворимыми основаниями» ЦИНТИ бумажной и деревообрабатывающей промышленности, 1961.
[8]. Z. Eriksson, L. Stockman. «Svensk Papperstidning», 61, № 17, 547—557, 1958.
[9]. G. A. Richter. «Tappi», 36, № 5, 228—233, 1953. [10]. I. N. Niepieńin. Przegląd Papierniczy, 16, № 3, 65—72, 1960.

Поступила в редакцию
25 октября 1963 г.

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ РАСЩЕПЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ДРЕВЕСИНЫ НА ТЕХНОЛОГИЮ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ, ПОЛУЧАЕМЫХ СУХИМ И ПОЛУСУХИМ СПОСОБАМИ

Н. Я. СОЛЕЧНИК

Профессор, доктор технических наук

А. П. ШИШКИНА

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Один из наиболее перспективных способов использования отходов деревообработки и дровяной древесины — производство древесно-волоконистых плит.

Для получения таких плит в СССР и в зарубежных странах применяют промышленный способ формования в водной среде. Недостаток его заключается в потребности большого количества свежей воды и в наличии сточных вод (от 30 м³/Т и более), загрязняющих водоемы и требующих строительства дорогих очистных сооружений. Отсюда возникла необходимость в изыскании способа, свободного от указанных недостатков. С этой целью в большинстве зарубежных стран (США, Япония, Франция и др.) применяют воздушное формование волокна с добавлением от 2 до 8% синтетических связующих. В связи с дороговизной и дефицитностью связующих перед нами была поставлена задача разработки нового способа производства древесно-волоконистых плит воздушным формованием с использованием клеящих свойств присутствующей на волокнах деструктурированной во время пропарки части древесины, которая при обычном мокром отливе удаляется в сток.

Данное исследование посвящено химизму процессов, протекающих при термогидролитической тепловой подготовке щепы к размолу, и связи их с процессами, имеющими место при горячем прессовании.

В задачу исследования входило изучение состава гемицеллюлоз, переходящих при водном гидролизе в растворимое состояние, их изменения во время термообработки (при температуре 200°С продолжительностью 20 мин) и влияния этих изменений на прочность и водостойкость плит.

Как видно из представленных в табл. 1 данных, в состав органического остатка водорастворимых продуктов варки березы входят главным образом ксилоза и уроновые кислоты. Следы арабинозы наблюдались лишь после гидролиза при 145°С в течение 90 мин. С повышением температуры гидролиза активная кислотность гидролиза-

Таблица 1

Температура водной варки (в течение 90 мин), °С	рН гидролизата	Выход продуктов варки, % к абс. сухой щепе	Выход (% к сухому остатку)							
			общий	сахаров в гидролизате до инверсии		сахаров в гидролизате после инверсии		уроно- вых кислот	метокси- льных групп	веществ, не растворимых в 72%-ной H ₂ SO ₄
				по Берт- рану	по хроматограммам	по Берт- рану	по хроматограммам			
175	3,5	77,0	84,3	50,8	Ксилоза	66,6	Ксилоза 54,3	4,4	2,20	25,30
165	4,0	82,5	82,7	36,2	Ксилоза 21,9 уроно- вая кислота по ксилозе 6,6	62,1	Ксилоза 51,1	7,3	2,20	8,32
155	4,5	91,9	88,7	17,6	Ксилоза 5,6	49,5	Ксилоза 37,0	14,7	2,91	7,45
145	5,0	95,0	93,6	12,7	Следы ксилозы и арабинозы	46,8	Ксилоза 3,2	15,5	3,98	8,25

тов возрастает (рН падает от 5,0 при 145°С до 3,5 при 175°С). Выход твердого остатка после гидролиза в указанном температурном интервале снижается с 95 до 77% с повышением температуры. Сахара до инверсии (определяемые по Бертрону) составляют от 12,7 до 50,8% по отношению к растворимому сухому остатку гидролизата, количество их возрастает с увеличением температуры гидролиза. Разность между количеством инвертированных и неинвертированных сахаров уменьшается с повышением температуры гидролиза. Количество уроновых кислот (в процентах к сухому остатку) снижается с 15,5 до 4,4% при повышении температуры водной варки со 145 до 175°С. В этих же условиях количество метоксильных групп уменьшается с 3,98 до 2,20%. При жестких условиях водной варки (температура 175°С, продолжительность 90 мин) часть углеводов превращается в псевдолигнин, что дает его выход в 25% от веса растворимого сухого остатка гидролизата. Количество гидроксильных групп с повышением температуры возрастает от 16,79 до 29,07% (к весу сухого остатка), очевидно, за счет превращения поли- и олигосахаридов в моносахариды. Полученные водные гидролизаты упаривали под вакуумом (при разрежении 700 мм рт. ст.) до сиропобразного состояния. Сиропы досушивали в вакууме при температуре до 60°С, после чего нагревали на металлической бане в течение 5—40 мин при температурах от 150 до 210°С и исследовали на потерю в весе, на способность к инверсии и к растворимости.

На рис. 1, 2 и 3 даны скорости химического изменения водорастворимых продуктов водной варки (продолжительностью 90 мин) в зависимости от температуры нагревания. Как следует из графиков, скорость химических превращений органических веществ, содержащихся в сухих остатках, зависит как от режима их получения из щепы, так и от температуры и продолжительности нагревания.

После термообработки исчезают моносахариды, определяемые методом хроматографии на бумаге. После инверсии они вновь появляются. Очевидно, удаление воды в процессе термообработки способствует процессу реверсии сахаров. С увеличением жесткости водной варки, продолжительности и температуры термообработки постепенно нарастают химические изменения сахаров, сопровождающиеся потерей способности к инверсии, накоплением нерастворимого остатка и потерей летучих.

Закономерность химического изменения сахаров во время термообработки имеет аналогию с накоплением нерастворимого сухого

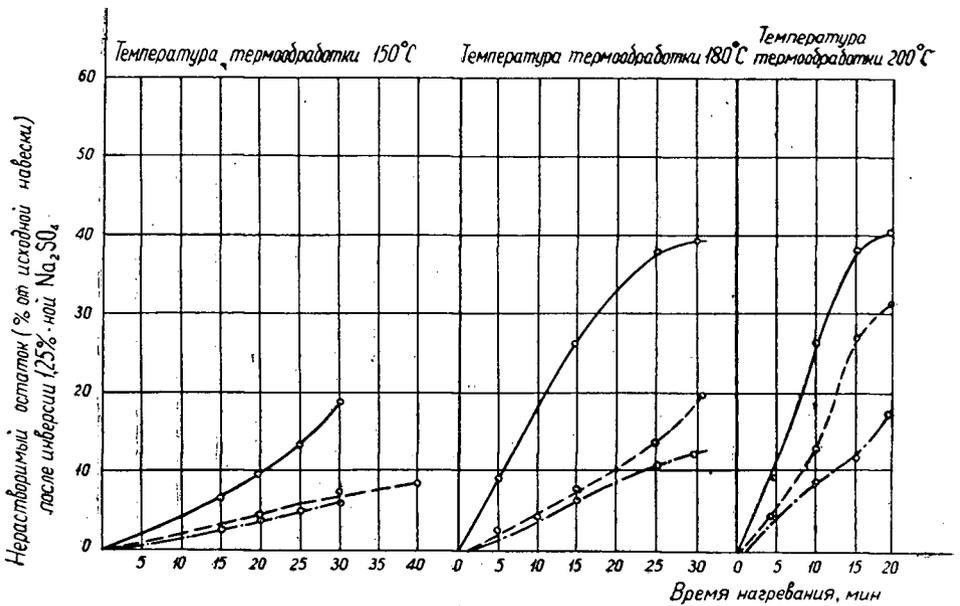


Рис. 1. — варка при $t = 175^{\circ}\text{C}$; --- при 165°C ; -·-·- при 145°C .

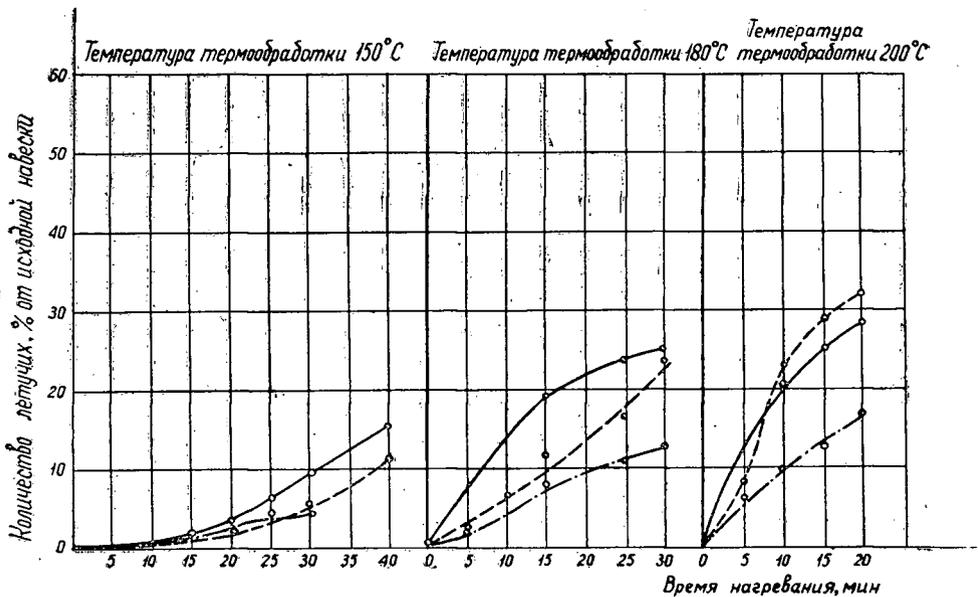


Рис. 2. Обозначения те же.

остатка. Несколько отлична закономерность выделения летучих. Максимум выделения их наблюдается для органического остатка, полученного водной варкой при 165°C , а не при 175°C . Это обстоятельство, очевидно, связано с тем, что из органической части гидролизата, полученной из березовой щепы водной варкой при 175°C , часть летучих продуктов термического разложения выделялась параллельно с процессом водного гидролиза. Выделяющиеся летучие вещества исследовали на содержание в них фурфурола и кислот, а органический

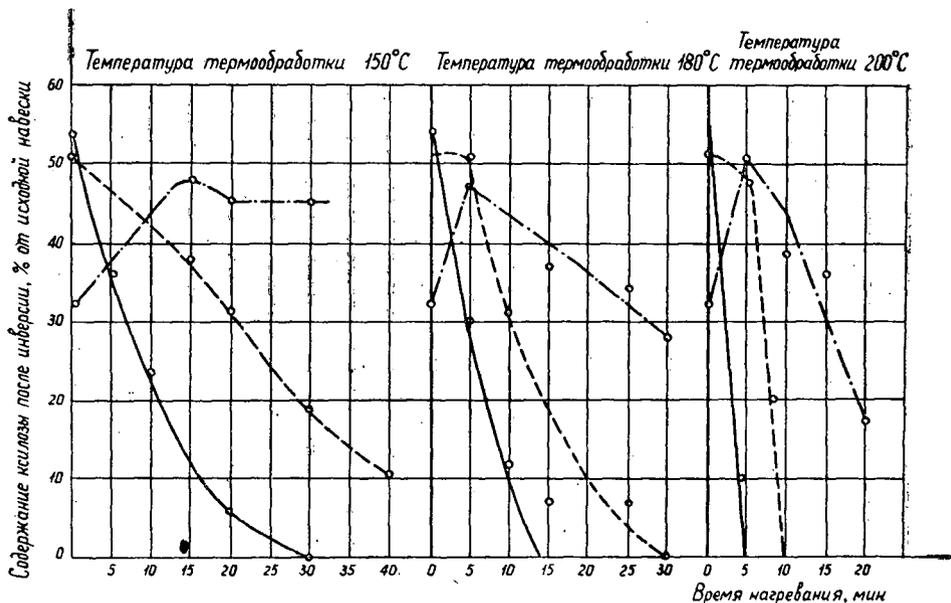


Рис. 3. Обозначения те же.

остаток после термообработки — на содержание веществ, растворимых в холодной и кипящей воде и в кипящей спиртобензольной смеси. Полученные данные представлены в табл. 2.

Сопоставляя количество выделяющегося при нагревании фурфурола с изменением растворимости органического сухого остатка гидролизата (образование гуминов), можно прийти к выводу, что при условии получения последнего путем варки щепы в автоклаве уменьшение растворимости связано с интенсивностью фурфуролообразования. Однако, при термообработках в присутствии воды и без воды наблюдались колебания. Выделение фурфурола и муравьиной кислоты происходило с одинаковой интенсивностью независимо от влажности растворимого остатка гидролизата, но растворимость последнего после термообработки снижалась, если термообработку проводили в присутствии воды.

Опыты с чистой ксилозой, подвергавшейся термообработке для выяснения роли гидролитических процессов в образовании нерастворимых соединений, показали, что длина цепей олигосахаридов не оказывает влияния на скорость образования нерастворимых соединений. При нагревании необработанной ксилозы при 200°C в течение 20 мин фурфуролообразования почти не наблюдалось, и продукт термообработки хорошо растворялся в воде. Ксилоза, подвергавшаяся водной варке в ампулах в тех же условиях, что и щепы в автоклаве, хотя и обладала способностью к выделению фурфурола в процессе термообработки, однако оставалась полностью растворимой в холодной воде. Подкисление уксусной кислотой не меняло хода процесса.

Таким образом, непосредственная связь между процессом фурфуролообразования и возникновением нерастворимых соединений не установлена.

Добавление в ампулу серной или щавелевой кислот способствовало образованию нерастворимого осадка. После варки ксилозы с добавлением металлической стружки, соответствующей материалу автоклава (хромоникелевая сталь), остаток почти полностью переходил в 10*

Таблица 2

Водная варка	Температура, °С Продолжительность, мин	Исходный материал	Добавка	Содержание (% к исходной навеске)			Остаток после растворения (% к термобработанной навеске)									
				летучих	в том числе:		в холодной воде	в кипящей воде	в кипящей спиртобензольной смеси							
				фурфурола	муравьиной кислоты											
В автоклаве	175	Береза	—	34,5	2,8	2,9	—	77,6	64,4							
	90															
	175															
	90															
	165															
В ампулах	90	Ксилоза	—	22,0	2,2	0,6	нет	—	—							
	145															
	90									7%-ная уксусная кислота	24,0	2,0	0,6	"	—	—
	165															
	90															
	145									7%-ная уксусная кислота	27,2	2,4	0,6	"	—	—
	90															
	165															
	90									7%-ная уксусная кислота	24,2	2,5	0,4	"	—	—
	175															
	90															
	175									7%-ная уксусная кислота	27,2	2,4	0,8	"	—	—
	90															
	175															
	90									Береза	—	37,4	3,1	—	81,5	72,7
175	Холоцеллюлоза	—	32,2	4,0	1,1	80,5	58,5	—								
90	Ксилоза	Железная стружка	26,8	1,9	0,5	98,9	92,5	—								
175																
90																
175	3%-ная щавелевая кислота	—	11,6	0,4	0,2	30,9	21,1	—								
90																
175																
90	Ксилоза с водой без предварительной автоклавной обработки	—	19,6	1,1	0,3	Нет	Нет	Нет								

Примечание. Влажность во всех образцах равна 30%, кроме второго; в этом случае брали абс. сухую щепу.

нерастворимое состояние. В отличие от порошкообразного вещества, получающегося после обработки сильными кислотами, нерастворимый остаток представлял собой смолоподобный продукт с блестящей поверхностью. Водорастворимые вещества, полученные после варки древесины и холоцеллюлозы в запаянных ампулах, обладали способностью к образованию нерастворимого соединения без добавления катализатора — металла.

Далее исследовали влияние температуры варки щепы перед размолом и температуры горячего прессования волокнистой массы на клеящие свойства водорастворимых продуктов водной варки. Полученные результаты даны в табл. 3—5.

Таблица 3

Влияние режима получения водорастворимых веществ и температуры прессования на механические свойства плит (сопротивление на статический изгиб)

Порода древесины, используемая для получения водорастворимых веществ	Температура водной варки, °С	Количество водорастворимых, %	Сопротивление на статический изгиб (кг/см ²) при температуре, °С							
			150	160	170	180	190	200	210	220
			Береза	175	18	425	—	—	559	567
"	165	18	440	—	—	520	553	566	559	553
"	155	9	442	442	443	479	542	550	—	—
"	145	6	342	—	—	383	468	507	543	499
Ель	165	13	—	—	—	534	494	473	625	602
Ель 50%; береза 50%	165	16	—	—	—	531	534	568	579	605
Плиты из отмытого дефибраторного волокна без добавок	—	—	294	—	—	388	398	434	460	474.

Примечание. Объемный вес плит от 1,06 до 1,14 г/см³; время варки 90 мин; время прессования 7,5 мин.; волокно дефибраторное, Дубровского домостроительного комбината. Прочность плит после закалки при 170°С в течение четырех часов изменялась в тех же пределах; повысилась прочность у плит без добавок и у плит, изготовленных с 6% водорастворимых веществ, полученных водной варкой березы при 145°С.

Таблица 4

Влияние режима получения водорастворимых веществ и условий прессования на водостойкость плит

Порода древесины, используемая для получения водорастворимых веществ	Температура водной варки, °С	Количество водорастворимых, %	Водопоглощение (%) до закалки после закалки при 170°С в течение 4 час при температуре, °С							
			150	160	170	180	190	200	210	220
			Береза	175	18	—	—	—	42,3 16,6	38,5 15,3
Береза	165	18	—	—	—	36,9 17,3	47,7 17,4	40,6 17,6	40,1 15,6	33,4 15,2
Береза	155	9	—	60,9 16,3	60,4 16,7	57,5	51 18,2	41,8 17,3	—	—
Береза	145	6	—	—	—	68,6 20,1	60,1 19,2	58,2 20,6	49,6 16,9	43,8 15,7
Ель	165	13	—	—	—	44,5 21,8	34,0 17,6	33,1 18,4	34,9 18,5	27,1 15,3
Ель 50%, береза 50%	165	16	—	—	—	46,8 10,9	36,7 16,6	31,3 16,1	32,7 15,6	27,2 14,2
Плиты из отмытого дефибраторного волокна без добавок	—	—	—	—	—	22,8 17,3	21,3 18,8	19,9 17,6	16,1 16,4	45,6 15,0

Для сравнения клеящих свойств водорастворимых веществ, полученных в различных условиях, плиты были изготовлены из одной партии промышленного дефибраторного волокна, полученного с Дубровского домостроительного комбината.

**Влияние режима получения водорастворимых веществ
и условий прессования на водостойкость плит**

Таблица 5

Порода древесины, используемая для получения водорастворимых веществ	Температура водной варки, °С	Количество водорастворимых, %	Набухание до закали после закали при 170°С в течение 4 час при температуре прессования, °С							
			150	160	170	180	190	200	210	220
			Береза	175	18	—	—	—	$\frac{31,9}{9,6}$	$\frac{27,6}{9,2}$
Береза	165	18	—	—	—	$\frac{27,0}{9,6}$	$\frac{33,7}{11,3}$	$\frac{30,5}{11,3}$	$\frac{28,6}{8,9}$	$\frac{22,3}{8,4}$
Береза	155	9	—	$\frac{46,8}{9,8}$	$\frac{39,8}{9,5}$	$\frac{36,2}{12,6}$	$\frac{34,8}{12,1}$	$\frac{27,6}{10,7}$	—	—
Береза	145	6	—	—	—	$\frac{38,9}{15,3}$	$\frac{35,6}{13,1}$	$\frac{34,1}{17,6}$	$\frac{29,0}{13,4}$	$\frac{27,0}{12,2}$
Ель	165	13	—	—	—	$\frac{29,8}{14,6}$	$\frac{19,7}{13,8}$	$\frac{20,5}{12,5}$	$\frac{16,2}{13,2}$	$\frac{16,0}{11,5}$
Ель 50%, береза 50%	165	16	—	—	—	$\frac{35,5}{10,6}$	$\frac{25,2}{9,4}$	$\frac{21,5}{9,7}$	$\frac{19,7}{9,5}$	$\frac{19,2}{8,7}$
Плиты из отмытого дефибраторного волокна без до- бавок	—	—	—	—	—	$\frac{18,7}{14,8}$	$\frac{18,4}{14,7}$	$\frac{16,4}{13,9}$	$\frac{13,1}{12,8}$	$\frac{12,2}{13,5}$

Таблица 6

Образцы	Температура термообра- ботки, °С	Продол- житель- ность, мин	Изменение содержания гидроксильных групп в процессе термообработки водорастворимых продуктов, полученных варкой березовой щепы в течение 90 мин при температуре, °С	
			145	165
Исходные	—	—	16,79	29,07
После термообработки	200	10	10,47	14,37
	200	15	11,42	8,29
	200	20	10,89	6,56
	200	10	8,25	7,01
	170	4 часа		

Прочность плит, изготовленных без добавок водорастворимых веществ, оказалась значительно ниже, чем плит, содержащих на волокнах продукты гидролиза и пиролиза древесины, что подтверждает клеящую способность последних. С повышением температуры прессования роль клеящих веществ снижается, видимо, за счет дополнительного их образования из волокна в самом процессе горячего прессования.

Как следует из табл. 3—5, максимальная величина прочности, придаваемая плитам продуктами водной варки, не зависит от режима варки; от последнего зависит интервал температуры прессования, в котором проявляются максимальные клеящие свойства продуктов разложения сахаров.

Чем жестче предварительная автоклавная обработка, тем ниже температура, при которой продукты гидролиза превращаются в клея-

щие вещества. Очевидно, предварительная автоклавная обработка щепы снижает температуру термоллиза гемицеллюлоз.

Из сопоставления данных табл. 4—6 с данными химических анализов следует, что наиболее высокие показатели плит по прочности на изгиб образуются не раньше, чем появляются продукты необратимого химического изменения сахаров. Клеящие свойства сахаров в стадии реверсии ниже, чем в стадии частичного необратимого химического изменения, вызванного течением процессов термоллиза. В последнем случае сахара частично теряют способность к инверсии и образуют при нагревании с 1,25%-ной серной кислотой нерастворимые остатки, превосходящие по количеству возможные продукты конденсации лигнина.

Повышение водостойкости водорастворимых веществ связано с полным необратимым превращением сахаров. Было найдено, что количество гидроксильных групп в водорастворимых веществах увеличивается в более жестких условиях варки. Исследование изменения количества гидроксильных групп в процессе нагревания водорастворимых показало, что их содержание уменьшается тем быстрее, чем жестче были условия водного гидролиза (табл. 6).

Конечное содержание гидроксильных групп выравнивается после термообработки, соответствующей условиям закалки. Водостойкость же водорастворимых различна. Растворимость термообработанных веществ, полученных варкой при 145° С, составляет в холодной воде 19,1, в кипящей — 88,4%; веществ, полученных варкой при 165° С, — соответственно 9,4 и 19,6%. Очевидно, снижение растворимости связано не только с уменьшением процента гидроксильных групп, но и с укрупнением молекул. Увеличение водостойкости плит связано с нарастанием нерастворимости продуктов водной варки. При соблюдении определенных технологических условий водостойкость плит в присутствии термически измененных растворимых продуктов водной варки становится выше, чем при изготовлении их из отмытого волокна в тех же условиях.

Выяснив связь растворимости и клеящих свойств продуктов гидролиза с условиями их получения и прессования, мы исследовали оп-

Таблица 7

Температура прессования, °С	Продолжительность, мин	Прочность на изгиб ($\kappa\Gamma/\text{см}^2$) до закалики после закалики дефибраторного волокна, полученного:			
		выдувкой в сухой циклон	водной варкой в течение 90 мин при температуре, °С		
			150	165	175
180	7,5	—	363	538	563
		—	324	512	472
200	7,5	181	447	—	478
		326	430	—	514
220	7,5	333	525	—	605
		446	493	—	540
240	3	369	530	—	502
		454	471	—	470
260	3	509	534	—	404
		590	506	—	—

Примечание. Давление прессования 60 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$, влажность волокна 10%.

тимальные условия технологии производства плит; при этом учитывали, что для устранения карамелизации водорастворимых веществ на сетках и пластинах необходимо производить прессование при влажности ковра не выше 10%. Предварительно было выяснено, что при снижении влажности прессования до 10% на дефибраторном волокне не удается получить той прочности плит, которая достигается при применении влажного прессования (при температуре 180°С). Однако при использовании волокна, подвергнувшегося предварительной глубокой пропарке при 180°С, плиты имеют показатели прочности не ниже, чем при влажном прессовании. Следовательно, взаимосвязь процесса прессования и пропарки проявляется в свойствах не только водорастворимых продуктов варки, но и волокна.

В табл. 7 показано изменение прочности сопротивления на изгиб (кг/см^2) в зависимости от температуры прессования и режима подготовки щепы.

Из таблицы видно, что глубина изменений, происходящих во время пропарки с волокном и водорастворимыми продуктами, оказывает влияние на минимальную температуру прессования, необходимую для развития процессов склеивания между волокнами.

Плиты, изготовленные нами из дефибраторной массы (сосны) в промышленных условиях выдувкой в сухой циклон, приобретают максимальную прочность только при температуре прессования 260°С. Применение метода глубокой пропарки (температура 165°С, продолжительность 90 мин) позволяет снизить температуру прессования до 180°С.

Разработанный нами способ заключается в следующем: древесину превращают в щепу, которую затем пропаривают и подвергают горячему размолу до 25—100 дефибратор-сек. Волокнистую массу выбрасывают в сухой циклон и далее направляют в сушилку. После сортирования и разрыхления волокна направляют в настилочную машину воздушного формования. Образовавшийся «ковер» подвергают холодному прессованию и распиливают на отдельные пластины. Последние прессуют в горячем гидравлическом прессе. Если требуется, то плиты дополнительно подвергают термообработке в камерах. Свойства плит удовлетворяют требованиям действующего ГОСТа.

Кроме устранения проблемы сточных вод, способ воздушного формования дает возможность увеличить производительность наиболее дорогостоящего прессового оборудования в 2—3 раза и соответственно уменьшить капиталовложения и трудовые затраты.

Поступила в редакцию
20 января 1964 г.

К КИНЕТИКЕ ПОЛУЧЕНИЯ ФУРФУРОЛА В ПРОЦЕССЕ ПРЕДПИРОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ

Сообщение 4

Б. Ф. НИКАНДРОВ

Научный сотрудник

А. К. СЛАВЯНСКИЙ

Профессор

М. Н. СОКОЛОВА

Старший инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

В настоящей статье приведены результаты изучения кинетики разложения пентозанов и образования фурфурола в процессе предпиролиза древесины, опытный материал по которому был изложен ранее [1], [2], [3]. В сообщении 3 мы указывали, что распад пентозанов начинается при низких температурах процесса, когда в древесине содержится значительное количество воды. По-видимому, механизм гидролиза при этом вначале протекает по обычному процессу отщепления цепочек полисахаридов и разложения их на моносахара. При отгонке почти всей влаги с повышением температуры облегчается дегидратация образовавшихся пентоз в фурфурол. Некоторое количество влаги, однако, образуется при более высоких температурах за счет разложения целлюлозной части, поэтому в этот период также может происходить процесс превращения оставшихся пентозанов в фурфурол.

Выделение фурфурола зависит от полноты реакции разложения пентозанов; при этом разложение пентозанов без образования фурфурола и осмоление образовавшегося фурфурола являются побочными реакциями.

Опыты по изучению кинетики разложения пентозанов и образования фурфурола проводили с фракцией березовых опилок (размером 5 мм), содержащих 21,6% пентозанов ст абс. сухой древесины. Опилки обрабатывали 8%-ным раствором соляной кислоты при нагревании до 60°С в течение одного часа, после чего нагревали еще столько же времени при температуре 100°С для более полного гидролиза пентозанов в среде жидкого теплоносителя; содержание пентозанов при этом снижалось до 3,8—7%. Затем температуру дизельного топлива повышали до 120, 150, 180, 210, 240°С; при этих температурах отбирали пробы обработанных опилок, которые быстро охлаждали, нейтрализовали 0,1н. раствором NaOH и промывали дистиллированной водой. Тепло-

носитель, впитавшийся в опилки, экстрагировали серным эфиром, после чего опилки выдерживали при комнатной температуре для улетучивания эфира и подсушки. Для удаления остатков фурфурола проводили кратковременную продувку опилок паром с последующей сушкой их до воздушно-сухого состояния.

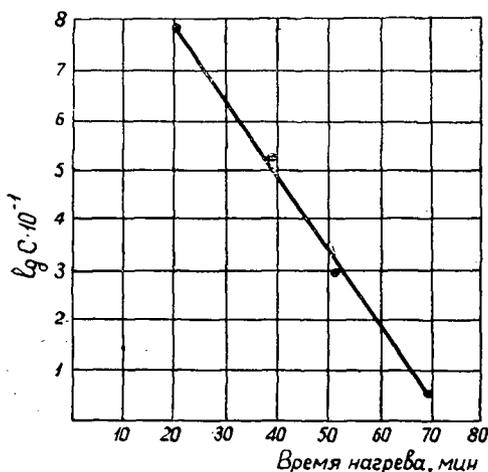


Рис. 1.

Зависимость распада пентозанов во времени выражается прямой линией, показанной на рис. 1, где C — количество оставшихся в опилках пентозанов. Значения суммарных констант скорости разложения пентозанов вычисляли по уравнению первого порядка

$$k = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C_T},$$

где τ — время реакции;

C_0 — количество пентозанов в опилках, поступивших в процесс предпиролиза;

C_T — содержание пентозанов при испытываемой температуре в момент времени τ .

Далее были подсчитаны константы разложения пентозанов при постоянной температуре. В этом случае пробы древесных опилок отбирали в начале и конце восьмиминутного интервала, выдерживаемого при одной из указанных конечных температур. Последующую подготовку проб к определению пентозанов проводили по методике, описанной выше.

Полученные значения констант скорости реакции приведены в табл. 1.

Таблица 1

Температура процесса, °С	Константы скорости реакции разложения пентозанов, (мин ⁻¹)	
	суммарные	при постоянной температуре
120	0,014	0,0308
150	0,0105	0,0838
180	0,023	0,0445
210	0,029	0,106
240	0,0364	0,178

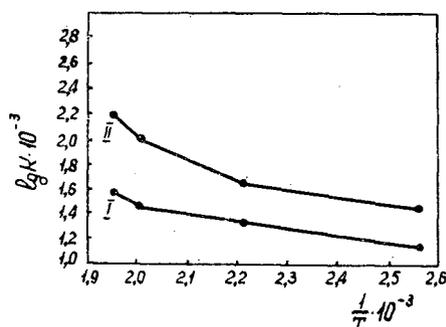


Рис. 2.

Из табл. 1 и рис. 2 (выражающего температурную зависимость $lg k$ как функцию от $\frac{1}{T}$) видно, что значения суммарных констант (кривая I) имеют в основном пропорциональную зависимость от температуры процесса, за исключением наиболее высоких температур. Константы распада пентозанов, определенных в изотермических условиях (кривая II), возрастают с повышением температур более неравномерно, образуя кривую линию, которая в конце процесса не отвечает уравнению Аррениуса. Это указывает на сложность процесса, протекающего с наложением ряда последовательных и параллельных реакций. Общий характер наклона кривых позволяет предполагать, что принятые способы можно применять для расчетов констант в условиях эндотермических процессов. При этом, однако, следует отметить, что первый способ требует дополнительного изучения.

По приведенным константам были рассчитаны температурные коэффициенты, небольшая величина которых (колеблющаяся в пределах 1,078—1,17 по обоим способам) позволяет предполагать, что разложение протекает в диффузионной области и, следовательно, зависит не от самой скорости разложения пентозанов, а главным образом от скорости подвода кислого агента и тепла к цепям полисахаридов. Вычисленная энергия активации имеет низкое значение ($3164,2 \frac{\text{кал}}{\text{моль}}$ —

для одного и $6948,5 \frac{\text{кал}}{\text{моль}}$ — для второго способа). Это показывает, что разложение пентозанов протекает в условиях, требующих значительно меньше избыточной энергии для реакции, чем при обычных гидролизных методах.

Рассмотрим кинетику образования фурфурола в процессе предпиролиза.

Разложение пентоз в кислой среде при нагревании протекает в основном с образованием фурфурола, который, в свою очередь, может разлагаться на муравьиную кислоту и гуминовые вещества.

Кинетические зависимости разложения пентоз при кипячении их в соляной кислоте изучали Хёрд, Айзенауэр [5], в серной кислоте — Рут и др. [6]. Они применяли метод интенсивной продувки реакционной жидкости паром для увеличения скорости уноса паров фурфурола (с целью сохранения его от разложения, которое в условиях реакции протекает быстро). Эти авторы, а также В. И. Шарков [4] показали, что сравнение кинетики разложения пентоз и образования фурфурола позволяет считать эти процессы тождественными, в результате чего расчет констант может быть произведен с достаточной точностью.

либо по реакции распада пентоз, либо по реакции образования фурфурола.

В наших условиях кинетику разложения пентоз непосредственно в смеси опилок, кислоты и жидкого теплоносителя изучить чрезвычайно сложно, поэтому константы определяли по скорости отгонки фурфурола из реакционной среды в пересчете на пентозы.

На рис. 3 приведена зависимость логарифма кажущегося количества неразложившихся пентоз от времени нагрева их в среде жидкого теплоносителя. По полученным точкам с некоторым допущением можно построить прямую, ровный наклон которой показывает, что процесс

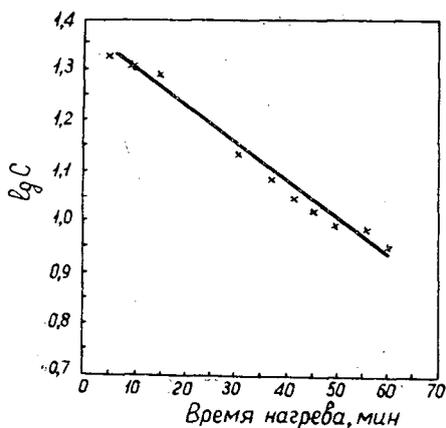


Рис. 3.

разложения пентоз — формально мономолекулярная реакция и изменяется пропорционально времени процесса предпиролиза. Полученные экспериментальные данные по разложению пентоз были использованы затем для подсчета констант скорости разложения по вышеприведенному уравнению, где C_0 — теоретический выход фурфурола, а C_T — количество отогнанного фурфурола при определенной температуре в пересчете на пентозы.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Температура процесса, °C	Константы скорости реакции распада пентоз, мин ⁻¹
120	0,0046
120,5	0,00708
122	0,0154
140	0,0175
164	0,0165
220	0,0163
238	0,0153
248	0,0163
254	0,0142
262	0,0115

Из приведенных в табл. 2 констант скорости реакции можно видеть, что в начале процесса происходит интенсивная дегидратация пентоз, в результате которой скорость реакции при незначительном нагреве резко возрастает.

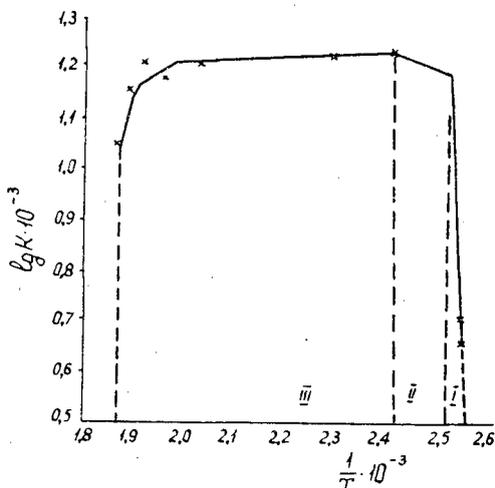


Рис. 4.

Чтобы полнее представить процесс разложения пентоз с образованием фурфурола, была составлена зависимость в координатах $\lg k$, (рис. 4). Как видно из графика, в процессе выделения фурфурола наблюдаются три области: кинетическая (зона I) при низких температурах процесса, переходная (зона II) и диффузионная область (зона III) при температурах выше 140°C ; в переходной области наблюдается некоторое увеличение константы, что можно объяснить увеличивающейся турбулизацией теплоносителя (за счет выделения многочисленных пузырьков парогазов), которая, в свою очередь, снижает величину сопротивления диффузии. В конце процесса величина константы скорости реакции заметно снижается, что, по-видимому, можно объяснить увеличением сопротивления диффузии кислого агента к труднодоступным пентозам, не разложившимся ранее. Поэтому считаем возможным изменение констант в этой части отнести к диффузионной области.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Ф. Никандров, А. К. Славянский, М. Н. Соколова, ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1963. [2]. Б. Ф. Никандров, А. К. Славянский, М. Н. Соколова, ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1963. [3]. А. К. Славянский, Б. Ф. Никандров, М. Н. Соколова, ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1961 [4]. В. И. Шарков. «Гидролизное производство», т. 1, 1945. [5]. C. D. Hurd, L. L. Asenhour. I. Am. Chem. Soc. 54. 317, 1932. [6]. D. F. Root, G. F. Seaman, G. F. Harris. Forest Products Journ. Vol. IX, № 5, 1959.

Поступила в редакцию
28 января 1964 г.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЦЕТАМИДА С УКСУСНОЙ И МОНОХЛОРУКСУСНОЙ КИСЛОТАМИ

И. М. БОХОВКИН

Профессор

Ю. И. БОХОВКИНА

Старший преподаватель

Е. О. ВИТМАН

Старший лаборант

(Архангельский лесотехнический институт)

В настоящее время в литературе имеется сравнительно небольшое количество материалов, посвященных физико-химическому анализу систем, образованных ацетамидом с органическими кислотами, в то время как эти исследования имеют несомненный практический и теоретический интерес.

Ацетамид представляет производное аммиака, в котором один из атомов водорода замещен на ацетильную группу. Вместе с тем ацетамид можно рассматривать как производное карбамида, в котором одна аминогруппа замещена на метильный радикал. Структура его молекулы может быть представлена двумя таутомерными формами:



Обе формы находятся в подвижном равновесии, переходя одна в другую, что обуславливает возможность взаимодействия ацетамида с некоторыми веществами с образованием непрочных соединений. Ацетамид хорошо растворяется в воде. Подобно воде, он сам является хорошим растворителем многих неорганических, а также органических веществ [8]. Вследствие высокой диэлектрической проницаемости (59,1) ацетамид способен ионизовать растворенные в нем соли, кислоты и основания. При растворении в ацетамиде органических кислот происходит процесс усиления диссоциации последних с отщеплением ионов водорода. Ион водорода, являясь хорошим комплексообразователем, способствует образованию соединений между кислотой и ацетамидом [1].

В ряде работ [2], [3], [4], [5], [6], [13] было показано, что в бинарных системах ацетамид с уксусной кислотой и ее хлорпроизводными образует соединения, прочность и число которых возрастает с увеличением атомов хлора в радикале уксусной кислоты.

В системе ацетамид — уксусная кислота установлено соединение состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$. Ветвь уксусной кислоты круто спускается в эвтектической точке, расположенной при 28,5 мол % ацетамида и температуре плавления, равной -17° . От эвтектики, сначала круто, потом полого поднимается ветвь соединения, пересекающаяся с ветвью при 48,5 мол % ацетамида и температуре плавления, равной $-2,4^\circ$. Гомогенная расплавленная фаза этой системы также изучена методом физико-химического анализа путем измерения плотности, вязкости, электропроводности и поверхностного натяжения [3], [10]. При этом было выяснено, что соединение, установленное методом плавкости, существует и в жидкой фазе. Изотермы вязкости имеют S-образные кривые, а изотермы электропроводности — максимум, отвечающий соединению состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$. Вместе с тем кривые изученных свойств указывают на значительную диссоциацию этого ассоциированного соединения.

В системе ацетамид — монохлоруксусная кислота обнаружено два соединения — $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ClCOOH}$ с явным максимумом при т. пл. 8° и $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ со скрытым максимумом. Найдены две эвтектические точки: при 55,1 мол % ацетамида и т. пл. $5,6^\circ$ и при 45 мол % ацетамида и т. пл. $4,7^\circ$, а также перитектическая точка при 34,05 мол % ацетамида и т. пл. $13,2^\circ$. Гомогенная жидкая фаза этой системы была изучена путем измерения плотности, вязкости, электропроводности и поверхностного натяжения [4], [5]. При этом подтверждено существование соединений выше температур плавления, но в сильно диссоциированном состоянии. Изотермы плотности являются аддитивными прямыми. Изотермы вязкости имеют вид кривых, вогнутых к оси состава. Согласно общепринятому толкованию изотерм вязкости [9] кривые такого вида указывают на химическое взаимодействие в системе. Изотермы электропроводности имеют два излома, соответствующие соединениям состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ClCOOH}$ и $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CH}_2\text{ClCOOH}$.

Исследование плавкости системы уксусная — монохлоруксусная кислота указывает на отсутствие взаимодействия компонентов. Диаграмма плавкости состоит из двух пересекающихся ветвей с простой эвтектической точкой. Гомогенная жидкая фаза этой системы была изучена путем определения поверхностного натяжения [7]. Изотермы поверхностного натяжения почти прямолинейны и также не дают указаний на наличие определенных химических соединений в расплавленной среде. Химизм взаимодействия ацетамида в более сложных системах не был изучен. В настоящей работе приведены данные по изучению взаимодействия ацетамида с совместно присутствующими уксусной и монохлоруксусной кислотами.

Экспериментальная часть

Исследование проводили визуально-политермическим методом путем фиксирования температур исчезновения последних кристаллов. Изучаемая система склонна к переохлаждению, что затрудняло ее исследование. Необходимо было применять энергичное перемешивание и затравки. Однако в ряде случаев и это не привело к кристаллизации расплавов. На наших кривых эти участки изображены условно пунктиром.

Исходные вещества были очищены: ацетамид — перегонкой, т. пл. 78° , уксусная кислота — вымораживанием, т. пл. $16,5^\circ$, монохлоруксусная кислота — перегонкой, т. пл. -61° [11], [12].

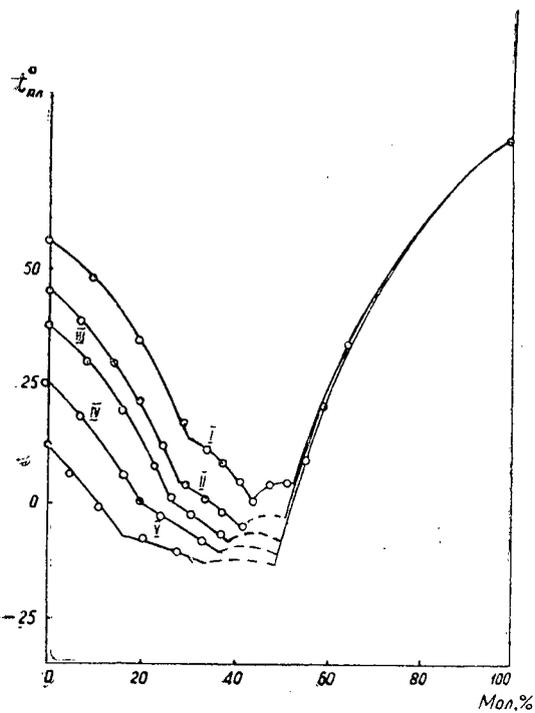


Рис. 1. Кривые кристаллизации I, II, III, IV и V разрезов.

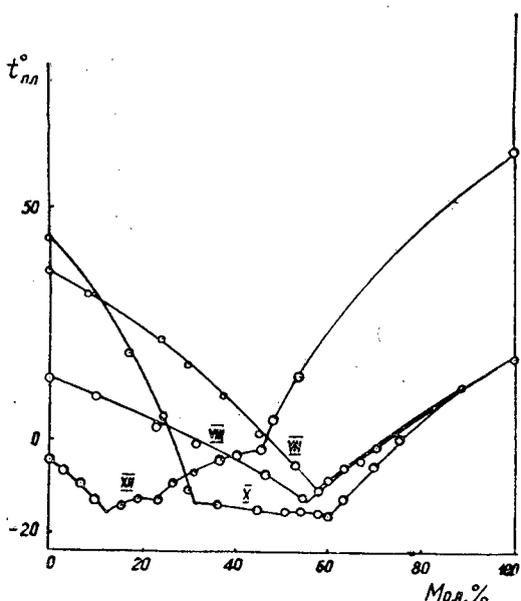


Рис. 2. Кривые кристаллизации VII, VIII, X и XII разрезов.

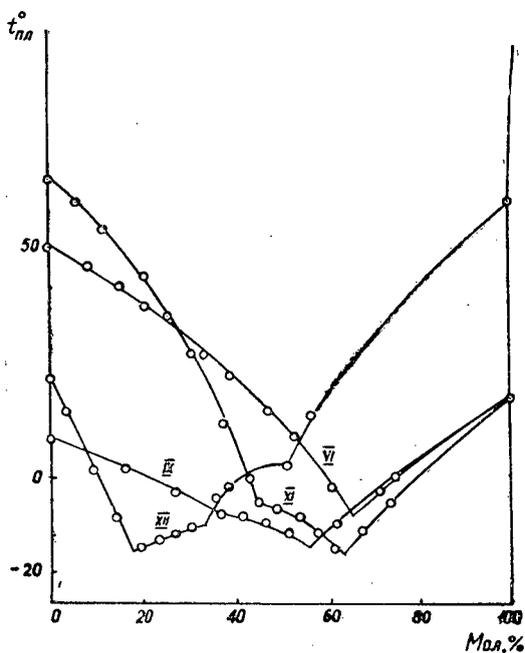


Рис. 3. Кривые кристаллизации VI, IX, XI, XIII разрезов.

Разрез V (60 мол% уксусной кислоты и 40 мол% монохлоруксусной кислоты) пересекает те же поля. Точки пересечения соответствуют: первая — 17 мол% ацетамида и т. пл. — 9°, вторая — 27 мол% ацетамида и т. пл. — 14°, третья — 40 мол% ацетамида и т. пл. — 14°.

Разрез VI (15 мол% ацетамида и 85 мол% монохлоруксусной кислоты) пересекает поля монохлоруксусной и уксусной кислот. Точка пересечения приходится на 66 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 9°.

Разрез VII (25 мол% ацетамида и 75 мол% монохлоруксусной кислоты) пересекает те же поля. Граница пересечения полей соответствует 58 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 11°.

Разрез VIII (40 мол% ацетамида и 60 мол% монохлоруксусной кислоты) пересекает поля соединений состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ и уксусной кислоты. Точка пересечения приходится на 54 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 13°.

Разрез IX (52 мол% ацетамида и 48 мол% монохлоруксусной кислоты) пересекает поля соединения состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ClCOOH}$ и $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ (точка пересечения соответствует 34 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 11°) и уксусной кислоты (точка пересечения приходится на 56 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 16°).

Разрез X (70 мол% ацетамида и 30 мол% монохлоруксусной кислоты) пересекает поля ацетамида, соединения состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ClCOOH}$ (точка пересечения отвечает 34 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 14°), соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 51 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 16°) и уксусной кислоты (точка пересечения приходится на 61 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 17°).

Разрез XI (85 мол% ацетамида и 15 мол% монохлоруксусной кислоты) пересекает поля ацетамида, соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 46 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 6°) и уксусной кислоты (точка пересечения отвечает 64 мол% уксусной кислоты и т. пл. — 16°).

Разрез XII (42 мол% ацетамида и 58 мол% уксусной кислоты) пересекает поля соединений $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$ и $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ClCOOH}$ (точка пересечения соответствует 13 мол% монохлоруксусной кислоты и т. пл. — 15°), соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ (точка пересечения приходится на 24 мол% монохлоруксусной кислоты и т. пл. — 14°) и уксусной кислоты (точка пересечения соответствует 46 мол% монохлоруксусной кислоты и т. пл. — 1°).

Разрез XIII (55 мол% ацетамида и 45 мол% уксусной кислоты) пересекает поля ацетамида, соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ClCOOH}$ (точка пересечения соответствует 18 мол% монохлоруксусной кислоты и т. пл. — 14°), соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ (точка пересечения отвечает 34 мол% монохлоруксусной кислоты и т. пл. — 10°) и монохлоруксусной кислоты (точка пересечения соответствует 54 мол% монохлоруксусной кислоты и т. пл. 2°).

На основании полученных данных построена диаграмма плавкости тройной системы ацетамид — уксусная кислота — монохлоруксусная кислота, на которой нанесены изотермы через каждые 10° (рис. 4).

Эта диаграмма включает в себя шесть полей кристаллизации: три поля чистых компонентов и три, приходящиеся на соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ClCOOH}$, $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ и $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$. Тройного соединения в системе не обнаружено. Тройные эвтектические точки располагаются в следующей последовательности: E_1 (12 мол% монохлоруксусной, 43 мол% уксусной кислоты, 45 мол%

ацетамида при т. пл. — 15°); E_2 (15 мол% монохлоруксусной, 53 мол% уксусной кислоты, 32 мол% ацетамида при т. пл. — 16°); E_3 (18 мол% монохлоруксусной, 54 мол% уксусной кислоты, 28 мол% ацетамида при т. пл. — 18°); E_4 (31 мол% монохлоруксусной кислоты, 51 мол% уксусной, 18 мол% ацетамида при т. пл. — 12°).

Общее направление кристаллизации идет от E_1 к E_3 и от E_4 к E_3 , то есть в сторону уксусной кислоты, как компонента с меньшей температурой кристаллизации.

Таким образом, взаимодействие ацетамида с уксусной и монохлоруксусной кислотами в комбинации из трех компонентов существенно не отличается от химизма в двойных системах.

Кривые растворимости подтвердили, что ацетамид — хороший растворитель органических карбоновых кислот при совместном присутствии, что имеет важное значение в их практическом использовании.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Л. Альбанский ДАН СССР, 67, 77, 1949. [2]. В. Л. Альбанский. ИСФ ХА АН СССР, 21, 346, 1952. [3]. И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина. ЖОХ, 26, 1315, 1956. [4]. Ю. И. Боховкина, И. М. Боховкин. ЖОХ, 26, 1318, 1956. [5]. Ю. И. Боховкина. ЖОХ, 26, 2955, 1956. [6]. Ю. И. Боховкина, И. М. Боховкин. ЖОХ, 26, 1872, 1956. [7]. И. М. Боховкин. ЖОХ, 26, 2953, 1956. [8]. П. Каррер. Курс органической химии. Научно-техническое изд-во, 1962. [9]. Н. С. Курнаков. Введение в физико-химический анализ. 1940. [10]. Н. З. Руденко, З. К. Желоманова и Д. Е. Дионисьев. ЖОХ, 25, 2431, 1955. [11]. Справочник химика, т. II, 1951. [12]. Техническая энциклопедия. Справочник физико-химических и технологических величин, т. VI. [13]. Timmermans Les. Solutions concentr., Paris, VI, 525, 1936.

Поступила в редакцию
25 ноября 1963 г.

МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ В ПРИСУТСТВИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Сообщение 4

ТЕРМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРОДУКТЫ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Н. В. ЧАЛОВ

Кандидат технических наук

Н. Н. БЛИНОВА

И. о. старшего научного сотрудника

(Государственный НИИ гидролизной и сульфитно-спиртовой промышленности)

В предыдущем сообщении [6] мы показали, что механохимическая деструкция полисахаридов целлолигнина, полученного из древесины сосны, может быть осуществлена в присутствии 0,02 модуля серной кислоты, считая по моногидрату. При этом за 50 мин размол на лабораторной вибрмельнице трудногидролизуемые полисахариды количественно переходят в легкогидролизуемое состояние.

Известно [2], [1], что при термообработке продукта, получаемого в результате совместного воздействия на растительный материал концентрированной серной кислоты и механической дезагрегации, процесс деструкции углубляется. Благодаря этому становится возможным сократить время механического воздействия и соответственно сократить расход электроэнергии. Такой прием — напрев гидролизат-массы в течение одного часа при 80° С — введен в режимы рижского [1] и комбинированного [9] методов гидролиза. Однако, как отмечается в литературе [3], эффект термообработки наиболее заметен при расходном модуле по серной кислоте 0,2—0,3 и значительно снижается при модуле 0,1.

Поскольку в нашем случае [6] расходный модуль кислоты был всего 0,02, то есть в 10—15 раз меньше, то можно предположить, что значительные количественные изменения по расходному модулю внесут качественные изменения в механизм действия нагрева на продукты механохимической деструкции. Достаточно отметить, что при модуле 0,02 и содержании полисахаридов в целлолигнине 54% на одну молекулу серной кислоты приходится 16 элементарных звеньев макромолекулы целлюлозы. В известных же способах, рижском и комбинированном, на 1—2 элементарных звена целлюлозы приходится 1—1,5 молекулы серной кислоты.

В соответствии с изложенным выше мы провели экспериментальные исследования, результаты которых изложены в настоящей статье.

Методика экспериментов. Для исследований был взят целлолигнин древесины сосны, содержащий 55,7% полисахаридов. Он был пропитан разбавленной серной кислотой, а затем высушен при 105° С. По методике, описанной нами ранее [4], внутри целлолигнина была сконцентрирована 80%-ная серная кислота. Модуль кислоты по моногидрату был принят 0,017, считая на целлолигнин, что отвечает одной молекуле серной кислоты на 20 элементарных звеньев трудногидролизуемых полисахаридов (целлюлозы).

Целлолигнин, содержащий серную кислоту, в течение 5, 10 и 15 мин размалывали на вибрмельнице, описание которой было сделано ранее [5]. Исходный целлолигнин и продукты его механохимической деструкции нагревали в течение одного часа при различной температуре. Содержание легкогидролизуемой фракции определяли в исходном целлолигнине и после его нагрева, в продуктах механохимической деструкции сразу после размола и после нагрева.

Легкогидролизуемую фракцию определяли гидролизом 4%-ной серной кислотой при 100° С в течение трех часов и этанолизом 10%-ной серной кислотой. Этаноллиз проводили в ампулах при жидкостном модуле 20 в течение трех часов при 100° С. После этого осадок отфильтровывали через стеклянный фильтр № 3 и промывали водой. Фильтрат и промывные воды дополнительно разбавляли водой и выпаривали в чашке на водяной бане для отгонки спирта. Объем упаренного раствора был такой, чтобы концентрация серной кислоты в нем была равна 4%. После кипячения с обратным холодильником (для омыления глюкозидов) в растворе определяли сахара эбулиостатическим методом (по стандартной методике). Кроме того, во всех образцах целлолигнина и продуктах его механохимической деструкции до и после нагрева определяли водорастворимые полисахариды. Для этого образец заливали десятикратным количеством воды комнатной температуры; после трехчасового настаивания (при периодическом перемешивании) водную вытяжку отделяли от осадка и в ней определяли редуцирующие вещества до и после инверсии с 4%-ной серной кислотой.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Полученные нами результаты представлены в табл. 1 и на рисунках.

Таблица 1

Время размола, мин	Методы получения фракции	Содержание легкогидролизуемой фракции, % от полисахаридов				
		сразу после размола	после нагрева в течение одного часа при температуре, °С			
			80	110	120	130
5	Этаноллиз	47,6	52,0	56,3	57,2	58,0
	Гидролиз	24,0	32,5	48,9	52,6	56,0
10	Водная вытяжка:					
	до инверсии	1,6	2,4	4,2	5,0	5,4
	после инверсии	7,9	10,5	13,5	18,7	28,6
	Этаноллиз	68,1	71,6	76,2	74,9	70,4
15	Гидролиз	40,9	48,7	76,5	78,2	69,9
	Водная вытяжка:					
	до инверсии	2,9	4,9	8,2	9,7	9,6
	после инверсии	14,3	22,9	39,5	50,6	45,4
15	Этаноллиз	79,2	80,0	86,0	84,6	74,7
	Гидролиз	49,0	60,9	84,6	87,1	71,5
15	Водная вытяжка:					
	до инверсии	4,1	6,1	9,4	10,0	11,25
	после инверсии	22,0	31,0	49,5	57,3	55,4

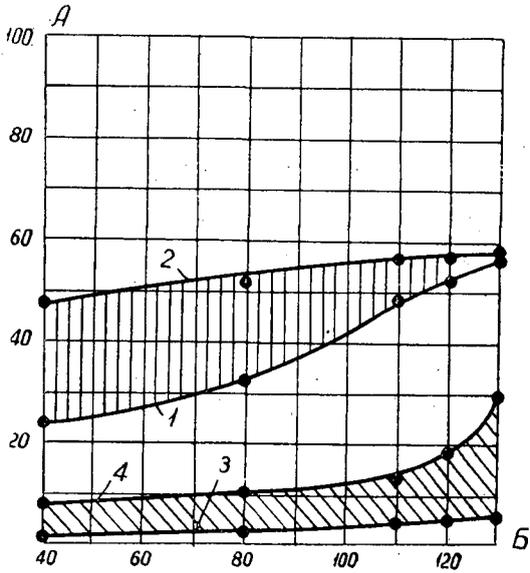


Рис. 1: Показатели изменений продуктов 5-минутной механохимической деструкции полисахаридов целлюлозигнина при их нагреве в течение одного часа.

А — легкогидролизуемая фракция, % от полисахаридов; Б — температура, °С; 1 — гидролиз 4%-ной серной кислотой; 2 — этанололиз 10%-ной серной кислотой; 3 — восстанавливающие вещества (в пересчете на глюкозу) в водной вытяжке; 4 — то же после гидролиза 4%-ной серной кислотой.

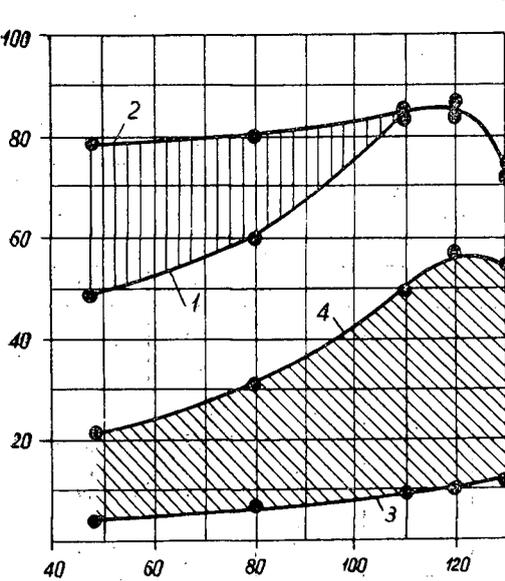


Рис. 2: Показатели изменений продуктов 10-минутной механохимической деструкции полисахаридов целлюлозигнина при нагреве в течение одного часа.

Обозначения те же.

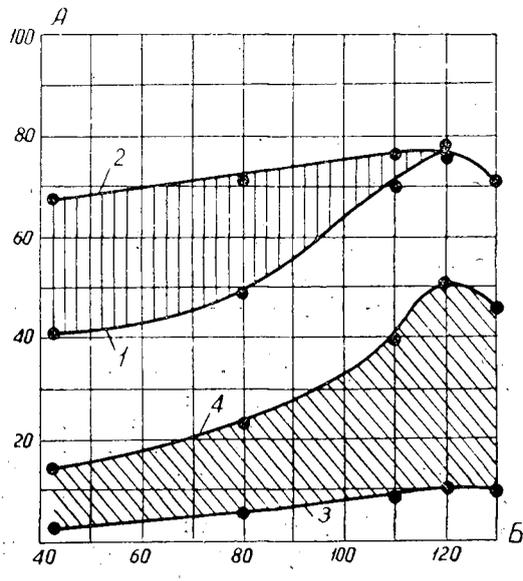


Рис. 3: Показатели изменений продуктов 15-минутной механохимической деструкции полисахаридов целлюлозигнина при нагреве в течение одного часа. Обозначения те же.

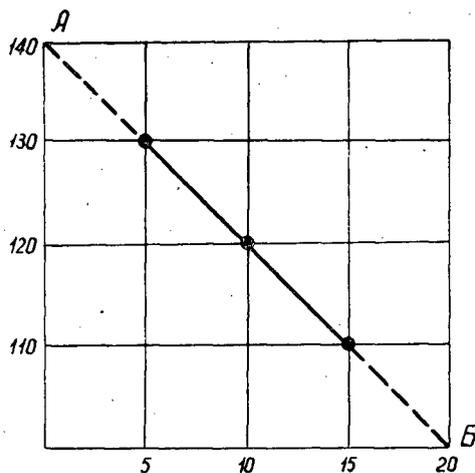


Рис. 4. Зависимость между временем размола и оптимальной температурой стабилизации легкогидролизуемой фракции.

При нагреве в течение одного часа при различной температуре продуктов 5-минутной механохимической деструкции целлюлозы (рис. 1) происходит небольшое увеличение содержания легкогидролизуемой фракции (по данным определения этой фракции методом этанолиза). Так, до нагрева содержание легкогидролизуемых полисахаридов было 47,6%, а после нагрева при 130°С — 58,0%, то есть увеличилось в 1,22 раза. По данным гидролиза содержание легкогидролизуемой фракции увеличилось с 24,0 до 56,0% или в 2,34 раза. Весьма интересно уменьшение разрыва между содержанием легкогидролизуемой фракции (определяемой методами этанолиза и гидролиза) по мере увеличения температуры нагрева; при 130°С эти данные совпадают.

Содержание редуцирующих веществ в водной вытяжке (в пересчете на глюкозу) сразу после размола (до нагрева) незначительно и равно 1,6%. После нагрева при 130°С оно увеличивается до 5,4%, а после инверсии резко возрастает. Если принять, что в результате инверсии водорастворимые продукты полностью гидролизуются до моносахаридов, что вполне достоверно, то средняя степень полимеризации этих продуктов равна $5 \pm 0,2$. Этот показатель имеет постоянное значение при любой температуре нагрева. При нагреве продуктов 10-минутной механохимической деструкции (рис. 2) отмечены аналогичные явления, что и для 5-минутной деструкции, но были и различия. Так, например, нагрев при температуре выше 120°С ведет к частичному разрушению продуктов. Эта температура в данном случае является оптимальной, причем показатели содержания легкогидролизуемой фракции по обоим методам совпадают. Содержание водорастворимой фракции полисахаридов увеличивается, но степень полимеризации ее остается такой же, равной 5. При нагреве продуктов 15-минутной механохимической деструкции характер происходящих изменений сохраняется, но температурный оптимум нагрева снижается до 110°С (рис. 3).

Зависимость между временем размола (или иначе степенью механохимической деструкции) и оптимальной температурой нагрева продуктов деструкции в первом приближении удовлетворительно подчиняется уравнению прямой (рис. 4), причем, чем выше степень деструкции, тем должна быть ниже температура нагрева.

Обобщая приведенные в табл. 1 и на рис. 1—4 данные, можно отметить следующее. Нагрев продуктов механохимической деструкции полисахаридов обуславливает дальнейшее увеличение содержания легкогидролизуемой фракции, что имеет большое практическое значение. Если по данным гидролиза после 5-минутного размола нагрев до оптимальной температуры обуславливает увеличение содержания легкогидролизуемой фракции в 2,34 раза, после 10-минутного размола — в 1,92 раза, после 15-минутного — в 1,77 раза.

Уже после 15-минутного размола и нагрева полученного продукта до 110—120° С содержание фракции, гидролизуемой разбавленной серной кислотой, составляет 84—87% от всех полисахаридов. Согласно проведенным нами ранее исследованиям [6] для достижения аналогичных результатов без нагрева продуктов деструкции размол необходимо вести в течение 30 мин. Следовательно, введение нагрева продуктов механохимической деструкции позволяет сократить время размола в два раза и соответственно этому сократить расход электроэнергии.

Следует отметить, что исследования были проведены лишь при расходном модуле по серной кислоте 0,017 и постоянном времени нагрева, равном часу. В дальнейшем, вероятно, можно будет найти лучшие условия нагревания, что позволит еще более сократить время механохимической деструкции.

Из полученных нами данных следует вывод о возможности совмещения механохимической деструкции с нагревом при температуре 110—130° С. Такой способ легко осуществим при размоле полисахаридов на высоко энергонапряженных вибрмельницах, в помольной камере которых легко поддержать указанные выше температуры [5].

Рассмотрим теоретическую сторону полученных нами результатов. Прежде всего следует отметить значительное различие в оценке степени механохимической деструкции по содержанию легкогидролизуемой фракции, определенной методами гидролиза и этанолиза. Это различие показано на рис. 1—3 заштрихованным полем между кривыми 1 и 2. В свете современных воззрений [4], [8] при действии воды, являющейся высокополярным веществом, на механически деструктированную целлюлозу происходит рекристаллизация (уплотнение). При этом снижается степень механической деструкции, что проявляется в уменьшении содержания легкогидролизуемой фракции, определяемой по методу гидролиза [8]. Согласно приведенным данным можно полагать, что в присутствии незначительного количества серной кислоты показатели механохимической деструкции, определенные методом гидролиза разбавленной кислотой, искажаются явлением рекристаллизации, протекающей одновременно с гидролизом [7]. При этанолизе [8] явление рекристаллизации полностью исключается, поэтому показатели содержания легкогидролизуемой фракции, определенные этим методом, дают объективные данные о степени механохимической деструкции полисахаридов целлюлозного происхождения. Тогда действие нагрева следует рассматривать как термическую стабилизацию той части полисахаридов, переведенных в легкогидролизуемое состояние, которая сохранила способность к рекристаллизации под влиянием воды. Иначе говоря, в процессе нагрева происходят дальнейшие структурные изменения, в результате которых полисахариды теряют способность к рекристаллизации под влиянием воды. О том, что изменения происходят в части полисахаридов, уже претерпевших их в результате механической деструкции, свидетельствует сравнительно небольшое увеличение степени деструкции после нагрева (по данным этанолиза) и значительное увеличение водорастворимой части полисахаридов по мере нагревания.

Поскольку в целлолигнине содержится, хотя и в малом количестве, концентрированная серная кислота, то следует учитывать возможность каталитического воздействия ее на продукты механохимической деструкции при их нагреве. Однако, по нашему мнению, действие кислоты не может быть значительным, так как, во-первых, количество ее невелико и, во-вторых, в твердой фазе кислота в процессе нагрева не может свободно перемещаться. Об этом свидетельствуют наши данные о малом влиянии нагрева на углубление степени деструкции (по данным этанолиза) и о значительном увеличении степени деструкции при термическом воздействии на продукт механической деструкции целлюлозы и целлолигнина в отсутствие кислоты. Согласно этим данным [7] целлолигнин, размолотый при полном отсутствии кислоты в течение 20 мин, содержал 29% легкогидролизуемой фракции, а после термического воздействия — 62% или в 2,1 раза больше. Поэтому следует считать, что в нашем случае в процессе нагрева структурные изменения, приводящие к стабилизации легкогидролизуемой фракции, носят характер термической деструкции. Каталитическое действие кислоты можно изучить более подробно только при дальнейших систематических исследованиях.

Выводы

1. Исследовано влияние нагрева и выдержки при температурах 80—130°С на продукты механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина в присутствии 80%-ной серной кислоты.

2. Установлено, что при нагреве происходят дальнейшие изменения в легкогидролизуемой части, приводящие к увеличению содержания последней по определениям методом гидролиза разбавленной серной кислотой.

3. Высказано положение о том, что в процессах термического воздействия происходит стабилизация части полисахаридов, переведенных в легкогидролизуемое состояние, и они теряют способность к рекристаллизации под влиянием воды.

4. Показано, что введение термического воздействия (нагрева) на продукты механохимической деструкции полисахаридов в присутствии серной кислоты позволяет сократить время размола в условиях лабораторной вибромельницы в два раза, что обуславливает соответственное снижение расхода электроэнергии.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. К. Кальнина, И. И. Бейнарт, Б. М. Таубин. Рижский способ гидролиза. Изд-во Латвийской ССР, Рига, 1961. [2]. П. Н. Одинцов. Строение клеточных стенок древесины ели и его влияние на процессы набухания, гидролиза и адсорбции. Автореферат докторской диссертации, Рига, Госуниверситет, 1956. [3]. П. Н. Одинцов, И. Н. Бейнарт, Н. Ф. Муращенко. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 6, 6, 1960. [4]. Успехи химии целлюлозы и крахмала. Редактор Дж. Хонимен. Изд-во иностранной литературы, М., 1962. [5]. Н. В. Чалов. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 1962. [6]. Н. В. Чалов, Е. Ф. Горячих, ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963. [7]. В. И. Шарков, И. И. Корольков, Е. Н. Гарманова. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 6, 1956. [8]. В. И. Шарков. Сб. трудов НИИГС. Гослесбумиздат, М.-Л., т. X, 7—2, 7, 1962. [9]. М. Е. Шлунтова, Е. Е. Шнайдер, С. В. Чепиго. «Узбекский химический журнал» № 3, 1953.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗВЕСТИ
НА ЗАМШЕЛЫХ ВЫРУБКАХ И СФАГНОВЫХ БОЛОТАХ

П. Л. БОГДАНОВ

Профессор, доктор биологических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Опыты, проведенные в 1954—1962 гг., показали, что известь и сланцевая зола, внесенные на сфагновый покров в количестве 250—400 г на 1 м², в течение нескольких дней вызывают гибель этих мхов и частичное повреждение кукушкина льна. На все другие растения они не оказывают отрицательного действия.

Отмершие под действием извести сфагновые мхи вскоре деформируются и создают мертвый покров в виде торфа, на котором поселяются мелкие зеленые мхи, бриум и фунария. Семена древесных растений в такой среде прорастают и дают нормальные всходы и деревья. Такой мертвый покров быстро разлагается, что хорошо видно уже на второй год.

В качестве примеров приводим следующие два опыта.

На замшелой вырубке в Лисинском учебно-опытном лесхозе (квартал 93) на 30 площадках размером 25 × 25 см внесена известь из расчета 500 г на 1 м² и посеяны семена сосны, без заделки, по 20—25 семян в каждую. Через 4 года на 22 площадках были сосенки, по 10 шт. в среднем, высотой от 5 до 15 см. В контроле всходы единичные и сильно угнетены мхами. Через 7 лет сосенки на известкованных площадках имели высоту от 30 до 60 см, а на контрольных их не было.

На сфагновом болоте в Сланцевском лесхозе (квартал 52), с мощностью торфа 1,5 м, в 1954 г. на 70 площадках по 0,25 м² внесена известь из расчета 300 г на 1 м² и посеяно в каждую по 40 семян сосны. На шестой год на 61 площадке было в среднем по 12 сосенок высотой от 10 до 30 см. В контроле встречаются единичные сильно угнетенные сосенки высотой 5—7 см. Здесь же на площадке 40 м² была внесена сланцевая зола из расчета 400 г на 1 м² и посеяны семена сосны по 150 шт. на 1 м². На шестой год на 1 м² было по 65 сосенок высотой от 10 до 30 см.

Для выяснения причин быстрого разложения сфагновых мхов, отмерших от действия извести, мы наблюдали, как изменялись кислотность, температурный режим и микробиологическая деятельность в создавшейся среде.

Наличие кальция определяли в разные сроки действием 10%-ной соляной кислоты. Эти наблюдения показали, что бурное вскипание на поверхности и на глубине 3 см наблюдается через год после внесения извести. Через 3—4 года на поверхности вскипание становится средним, а через 5—6 лет — слабым.

Определение кислотности влажного торфа на третий год после внесения извести показало колебание рН от 5,2 до 5,5; на контрольной площадке на той же глубине 5 см рН было 4,2—4,5. Даже при известковании маленьких площадок более нейтральная реакция сохраняется в течение нескольких лет.

Наблюдения над режимом температуры проводили в 1957 и 1959 гг. в различные дни и часы, при различных условиях погоды. В солнечные дни, в период с 12 до 18 час. температура на поверхности живого сфагнового покрова была на 3—8° ниже температуры воздуха, на 2—3, а в отдельных случаях на 5° ниже, чем на поверхности отмершего сфагнового покрова. На глубине 5—10 см температура живого сфагнового покрова была на 0,5—3° ниже, чем мертвого. Это зависит от того, что живой покров интенсивно испаряет воду в результате транспирации, поглощая большое количество тепла. Более высокая температура вызывает более интенсивные процессы разложения сфагновых мхов бактериями и грибами.

Микробиологический анализ известкованных образцов торфа, проведенный А. И. Сидоренко (Лаборатория микробиологии Сибирского отделения АН СССР), по-

казал интересные результаты. Образец № 1 взят с площадки через 4 года после внесения 500 г извести на 1 м². Сфагновые мхи на ней отмерли и уже сильно разложились, поселились мелкие зеленые мхи, продолжали расти брусника и введенные посевом четырехлетние сосенки.

Образец № 2 взят с площадки через 1 год после внесения сланцевой золы из расчета 400 г на 1 м². Сфагновые мхи на нем отмерли и начали разлагаться, росли однолетние сеянцы сосны.

Образец № 3 взят как контрольный; на 5 см побеги сфагновых мхов живые, ниже мертвые и слабо разложившийся торф. Результаты микробиологического анализа этих образцов приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ образцов	Азотобактер, %	Целлюлозоразрушители, %	Клостридиум	Общая биогенность NPK, млн. на 1 г вещества	Число микроорганизмов в среде Чапека, млн. на 1 г вещества	
					всего	бактерий
1	20	62	Мало	14	8,6	7,3
2	8	61	"	27	5,0	3,5
3	0	14	"	8	4,1	1,4

Как видно из этого анализа, известь и сланцевая зола усиливают микробиологическую деятельность. Появление в значительном количестве таких азотфиксирующих организмов, как азотобактер, показывает на сильное изменение почвенной среды в более благоприятном для древесных растений направлении.

Целлюлозоразрушителей обнаружено много больше, притом преимущественно бактерий, в то время как в контроле они представлены только грибами. Следовательно, целлюлоза мхов, отмерших от извести, разрушается в несколько раз быстрее, чем отмерших естественным путем.

Общая биогенность при NPK и общее количество микроорганизмов на среде Чапека также выше на опытных образцах, чем в контроле.

Поступила в редакцию
24 октября 1963 г.

СТРАТИФИКАЦИЯ СЕМЯН С ПРИМЕНЕНИЕМ ТАЛОЙ ВОДЫ

П. Н. ВАШКУЛАТ

Доцент

(Хабаровский педагогический институт)

В умеренном климате древесные семена в естественных условиях в большинстве своем весной попадают в воду от тающего льда и снега. Это повторяется тысячами на протяжении длительного филогенеза вида и вполне естественно, что такие семена постепенно приспособились к воздействию на них талой воды.

В снеговой воде меньше содержание тяжелой воды, губительно действующей на живые организмы. Следовательно, талая вода должна действовать на клетки эндосперма и зародыш семени по-особенному, не так, как обычная теплая. В таком случае пониженную температуру при стратификации семян следует рассматривать как фактор, определяющий специфическую особенность воды. Проникая к протопласту клеток семени, такая вода может явиться более естественным сигнализатором для перехода зародыша от состояния покоя к активной жизнедеятельности.

Исходя из таких предпосылок, мы на кафедре ботаники Хабаровского пединститута в течение четырех лет (1959—1962 гг.) изучали действие талой воды на семена. В разрешении отдельных вопросов принимали участие студенты II—IV курсов Н. Бахаева, Г. Добровольская, Н. Егорова, З. Зайцева, Т. Маренкова и М. Рябова.

Мы детально исследовали динамику поглощения семенами воды. Семена 10 видов испытаны по следующей методике. Тающим снегом и водопроводной водой замачивали по три навески семян по 50—150 г каждая (в зависимости от крупности семян). Предварительно семена опускали на 1—2 мин в соответствующую воду для смачивания их поверхности. После этого их протирали марлевой салфеткой (для удаления свободной капельной воды) и взвешивали с точностью 0,01 г. Дальнейшие взвешивания проводили через 3, 6, 12 час и далее — через 1, 2, 3, 6, 9 суток. Прибавку в весе относили к первоначальному весу и из трех навесок выводили средний процент набухания.

В 1960—1962 гг. талая вода была применена при обычной стратификации. Семена закладывали в стратификацию по счету, в трехкратной повторности. Их смешивали с двойным количеством песка и помещали в цветочные горшки, которые затем ставили в деревянные ящики, засыпав песком и выставляли в полухолодное помещение, температура которого была: до апреля +5—8°, в апреле около +10°, а в мае +15°. На протяжении всего срока стратификации половину семян еженедельно увлажняли тающим снегом, а вторую — водопроводной водой. Всего испытано 25 видов различных семян. Все стратифицировавшиеся семена высевали в гряды и летом учитывали их грунтовую всхожесть. Осенью каждого года сеянцы 21 вида обмеряли с целью установления влияния на их рост талой воды, применявшейся при стратификации.

Наблюдения позволяют сделать следующие выводы.

1. Почти все виды испытанных нами семян поглощали талую воду на 1—5% интенсивнее, чем водопроводную.

2. Применение талой воды ускоряло прорастание семян на 2—10 дней и повышало процент всхожести.

3. При поливе талой водой стратифицируемые семена прорастали раньше и в большем количестве.

4. Многие семена при поливе их талой водой в стратификации повысили грунтовую всхожесть.

5. Высота сеянцев, выросших из семян, которые при стратификации смачивали талой водой, оказалась несколько большей, чем у сеянцев, получившихся из семян, которые поливали водопроводной водой. Причина этих различий — более ускоренный процесс стратификации семян под воздействием талой воды, в результате чего они дают более ранние всходы.

6. Положительное влияние талой воды на прорастающие и стратифицируемые семена имеет важное практическое значение. Поэтому вопрос этот заслуживает серьезного внимания и требует дальнейшего изучения.

Поступила в редакцию
17 июля 1963 г.

ВОПРОСЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ МЯГКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В БССР

Н. А. КАРТЕЛЬ

Аспирант

(Белорусский технологический институт)

Как известно, Белорусская ССР относится к числу лесодефицитных районов. Поэтому встал вопрос полного и рационального использования всей древесины, в том числе и древесины мягколиственных пород — березы, осины и черной ольхи. За последние три года (1960—1962) удельный вес мягколиственных в заготовках леспромпхозов составил по деловой древесине свыше 38, а по ликвиду — более 45%.

Потребителей древесины очень много, поэтому мы сгруппировали их по характеру использования древесины в следующие четыре группы.

1. К промышленной группе отнесли потребителей, для которых древесина мягколиственных пород — основное технологическое сырье: промышленность строительных материалов, деревообрабатывающая, местная и пищевая промышленности, цехи ширпотреба лесхозов и леспромпхозов и т. д.

2. К группе непромышленных потребителей — все те отрасли хозяйства, которые используют древесину для строительства и ремонта построек и сооружений, а также для топлива (строительные организации, коммуналы, транспорт, связь и т. д.).

3. К сельскому хозяйству отнесены колхозы, совхозы, РТС и Белсельхозтехника, использующие древесину на строительство, ремонт и топливо. (Здесь речь идет только о древесине, потребляемой из лесов гослесфонда).

4. К прочим потребителям — местное население и другие мелкие потребители.

Потребление деловой древесины мягколиственных пород в 1960—1962 гг. составило: промышленностью — 60,1, непромышленными отраслями хозяйства — 10,6; сельским хозяйством — 16,1; прочими потребителями — 13,2%.

Для одних потребителей древесина березы, осины и ольхи является необходимой, поскольку служит основным сырьем для ряда изделий (береза и ольха — для фанеры, осина — для спичек); для других потребление ее желательно по экономическим соображениям, а третьим древесина мягколиственных пород совсем не нужна и поэтому они берут ее неохотно и используют неполностью. В связи с этим в целях рационального использования древесины представляется возможным установить потребность народного хозяйства республики в древесине мягколиственных пород, исходя из нужд основных потребителей. По этому принципу нами была установлена ориентировочная среднегодовая потребность республики в деловой древесине мягколиственных пород (круглый лес) на основании ее фактического потребления за 1960—1962 гг.

В настоящее время потребности основных потребителей в ведущих мягколиственных сортаментах полностью могут быть удовлетворены за счет местных ресурсов, несмотря на то, что расчетная лесосека значительно перерубается. Из других республик в Белоруссию ввозят фанерного кряжа 9,4, спичечного 5,6 и лыжного 42,4%. Однако дефицит в ведущих мягколиственных сортаментах отнюдь не означает, что в республике нет соответствующей сырьевой базы. Расчеты показывают, что при нынешних размерах рубки леса потребности в этих сортаментах могут быть с излишком покрыты за счет местных ресурсов. Для этого необходимо, чтобы весь лесосечный фонд самозаготовителей был передан леспромпхозам, а снабжение их древесиной осуществлялось в централизованном порядке. В свою очередь леспромпхозы должны значительно повысить выход деловой древесины и ведущих сортиментов из мягколиственных пород. Исследование товарности мягколиственных насаждений и расчет пользования показывают, что при условии рациональной разработки лесосечного фонда и правильного распределения сортиментов между потребителями в ближайшие 15—20 лет потребности республики в мягколиственной древесине могут быть полностью удовлетворены за счет местных ресурсов. Это открывает большие возможности для развития собственной целлюлозной промышленности и производства древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит на базе мягколиственного сырья.

Поступила в редакцию
23 декабря 1963 г.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

В ОБЪЕДИНЕННОМ СОВЕТЕ УРАЛЬСКОГО
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

14 февраля 1964 г. на очередном заседании Объединенного Совета Уральского лесотехнического института по присуждению ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук состоялась успешная защита диссертации младшим научным сотрудником института биологии УФАН Еленой Максимилиановной Фильрозе и директором Татарской лесной опытной станции Александром Ивановичем Мурзовым.

Диссертация Е. М. Фильрозе на тему «Особенности роста и развития сосны в культурах рядового и группового размещения в условиях Московской области», написанная под руководством чл. корр. ВАСХНИЛ, доктора сельскохозяйственных наук проф. В. Г. Нестерова, освещает вопросы роста и развития культур сосны в зависимости от густоты и распределения деревьев по площади. Е. М. Фильрозе провела исследования различных вариантов культур сосны в возрасте от 5 до 40 лет в ряде лесхозов Московской области на площади около 5 тыс. га.

Е. М. Фильрозе впервые установила для чистых сосновых насаждений Подмосковья скачкообразный характер процесса изреживания и показала, что темпы роста и развития деревьев зависят не только от средней густоты насаждений, но и от характера их размещения по площади; она установила также, что групповые культуры по интенсивности дифференциации деревьев и по темпам роста и развития могут быть приравнены к более густым рядовым.

Выводы, полученные диссертантом, имеют не только теоретическое, но и практическое значение. Их применяют для практики как в лесокультурном деле, так и при проведении рубок ухода за лесом. Ознакомившись с диссертацией можно получить ответы на вопросы: каковы взаимоотношения между растениями одного вида в сомкнутых насаждениях, как сажать древесные растения в культурах — группами или располагать их поодиночке на равном расстоянии друг от друга, сколько деревьев или групп размещать на 1 га площади, как производить изреживание насаждений при рубках ухода за лесом, как оптимальная густота меняется с возрастом и как получить наилучший хозяйственный эффект.

Диссертация А. И. Мурзова на тему «Эффективность различных способов культур и рубок ухода при формировании насаждений с участием дуба и лиственницы в зоне водохранилища Волжской ГЭС имени В. И. Ленина», написанная под руководством заведующего отделом лесоводства ВНИИЛМ, кандидата сельскохозяйственных наук Д. И. Дерябина, посвящена изучению закономерностей формирования насаждений с участием дуба черешчатого и лиственницы сибирской под воздействием комплекса лесокультурных и лесоводственных мероприятий в различном возрасте с целью выращивания устойчивых насаждений.

В основу диссертации легли исследования, проведенные в течение пяти лет на 13 лесокультурных площадях, в семи естественных насаждениях дуба и на 22 пробных площадях лиственницы.

А. И. Мурзов дает анализ качественных изменений, которые происходят в результате рубок ухода, и взаимоотношений древесных пород. Убедительно показав, что береза, осина и козья ива угнетают дуб, он делает вывод о необходимости удаления этих пород при проведении рубок ухода.

В поисках путей снижения трудовых затрат при осветлении и прочистке автор исследует механические и химические способы ухода за молодняками, проверяет эффективность действия гербицидов на шести вариантах опытов. Большое внимание он уделяет выращиванию быстрорастущих пород, в частности, лиственницы; последнюю с каждым годом все шире внедряют в леса Татари и Чувашии. Исследуя взаимоотношения лиственницы с дубом, сосной и елью, автор приходит к выводу о целесообразности культивирования лиственницы вместе с дубом и ограничении смещения лиственницы с сосной.

Исследования А. И. Мурзова представляют для производства несомненную ценность. Выводы и рекомендации диссертанта в большинстве своем уже нашли практическое применение в лесничествах Татарского управления лесного хозяйства и охраны леса.

Д. А. Машков.

Ученый секретарь Совета.
(Уральский лесотехнический институт).

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Е. Д. Солодухин. Особенности возрастного строения кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока	3
М. В. Давидов. Исследование хода роста насаждений ветлы (<i>Salix alba</i> L.) семенного происхождения	9
А. А. Сенкевич. Экономическая классификация защитных лесонасаждений	18
К. Е. Никитин. Приближенный способ таксации текущего прироста древостоя по запасу	23
В. Д. Зеликов. Некоторые материалы к характеристике почв лесопарков, скверов и улиц Москвы	28
В. Ф. Заведнюк. Химические меры борьбы с зеленой дубовой листоверткой в лесах Тернопольщины	33
С. Н. Батаев. Развитие спящих почек и причины капообразований на березе	36
П. Б. Раскатов. Структура коры белой пихты	40
Г. Н. Севастьянов. Опыт учета боровой дичи в районе средней Печоры	45
И. А. Кузьмин. Влияние гербицидов на некоторые свойства почв	48

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

К. А. Чекалкин. Расчет жестких плавающих связей между донными и наплавленными опорами лесосплавных сооружений	52
В. В. Харитонов. Исследование оптимальных режимов работы корообдирочных станков	61
В. А. Бузун. Опыт сравнительного анализа экономической эффективности семено-лесосечной и сплошной рубки в буковых лесах Карпат	69
А. А. Ткаченко. О влиянии трения по стенкам кольца на результаты компрессионных испытаний торфа	73
М. М. Корунев. Грузоподъемность ледяного покрова в зависимости от площади его загрузки	77
А. П. Сидоров. Гидравлический расчет водоподпорных и руслостеснительных стенок, сооружаемых на сплавных реках	83
Б. А. Шестаков. Особенности измерительной аппаратуры для испытаний лесовозного автопоезда с активным прицепом	91

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Д. Любославский. Кинематика работы концевой фрезы на сверлильно-пазовальных станках	96
В. В. Памфилов. Механические свойства древесины при высоких скоростях приложения нагрузки	110
Г. Е. Шалтыко. Определение количества маслянистых антисептиков и влажности в пропитанной древесине	115
В. О. Самуйлло, В. В. Тулузаков. О окалывании и чистом сдвиге древесины	120
Т. В. Огаркова. Влияние гигроскопической влаги на коэффициент усушки древесины	125
Е. Е. Бурсин. К вопросу о показателях концентрации фанерного производства	133

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Ю. Н. Непенин, А. Д. Буевская, Н. А. Писаревская. Сульфитная варка с кислотой, содержащей астраханит	138
Н. Я. Солечник, А. П. Шишкина. Влияние продуктов расщепления компонентов древесины на технологию изготовления и свойства древесно-волоконистых плит, получаемых сухим и полусухим, способами	144
Б. Ф. Никандров, А. К. Славянский, М. Н. Соколова. Кинетика получения фурфурола в процессе предпиролиза древесины. Сообщение 4	153
И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина, Е. О. Витман. Физико-химическое исследование взаимодействия ацетамида с уксусной и монохлоруксусной кислотами	158
Н. В. Чалов, Н. Н. Блинова. Механохимическая деструкция полисахаридов в присутствии серной кислоты. Сообщение 4. Термическое воздействие на продукты механохимической деструкции	164

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

П. Л. Богданов. Изменение почвенной среды под действием извести на замшелых вырубках и сфагновых болотах	170
П. Н. Вашкулат. Стратификация семян с применением талой воды	172
Н. А. Картель. Вопросы потребления древесины мягколиственных пород в СССР	173

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

Д. А. Машков. В Объединенном Совете Уральского лесотехнического института	174
---	-----

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3.
(Год издания седьмой)

Сдан в набор 30/IV 1964 г. Подписан к печати 19/VI 1964 г. Форм. бум. 70x108. Физич. л. 11. Печ. л. 15,07+ 1 вклейка. Уч.-изд. л. 14,69. Тираж 1650. Сл 00060 Заказ № 946. Цена 1 руб.

Типография им. Скляпина, г. Архангельск, набережная в. И. Ленина, 86.

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 8—10 страниц машинописного текста. Статьи библиографического характера не должны быть более 3 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 сверху, а строчные — двумя черточками снизу. 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*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *и* и *a*, *o* и *a*, *i* и *j*, *z* и *ξ*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены 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 математических 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, полное 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 должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 30 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроник).

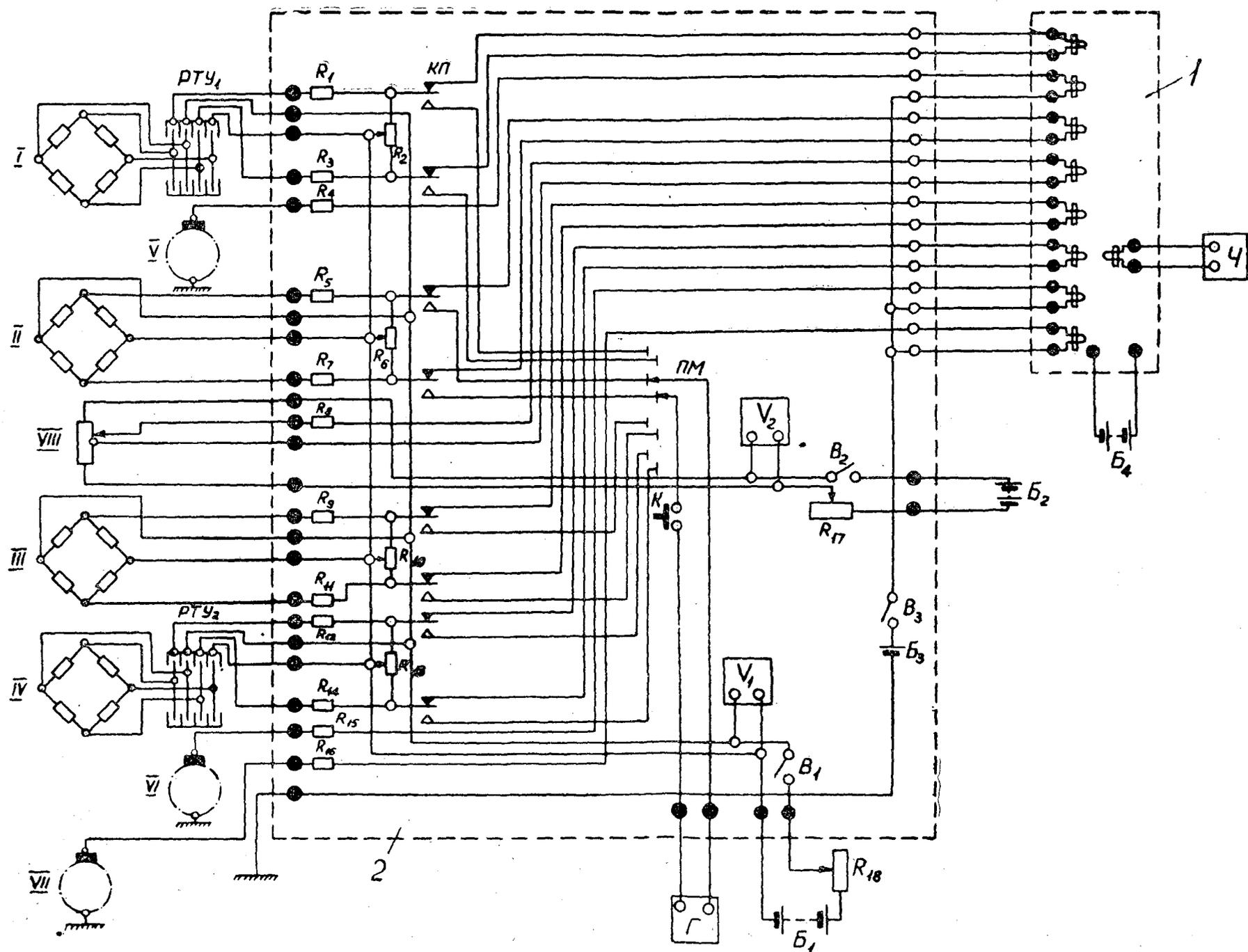


Рис. 2. Монтажная схема измерительной аппаратуры при испытании горного лесовоза.

I — осциллограф Н-700; *2* — блок балансировки и питания датчиков; *I* — датчики крутящего момента карданного вала прицепа; *II* — датчики усилия в буксирном устройстве; *III* — датчики усилия в конике; *IV* — датчики крутящего момента карданного вала заднего моста автомобиля; *V* — датчик оборотов карданного вала прицепа; *VI* — датчик оборотов карданного вала заднего моста автомобиля; *VII* — датчик пройденного пути; *VIII* — датчик угла поворота дышла прицепа; *Ч* — датчик времени; *PTY₁*, *PTY₂* — ртутное токосъемное устройство; *R₁* — *R₁₆* — сопротивления; *R₁₇* и *R₁₈* — реостаты; *КП* — ключ переключения мостов; *ПМ* — переключатель мостов; *К* — кнопка; *Г* — гальванометр; *V₁* и *V₂* — вольтметры; *B₁*, *B₂* и *B₃* — выключатели; *B₁*, *B₂* и *B₄* — аккумуляторные батареи; *Б* — батарея от карманного фонарика.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал на 1964 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

**Раздел
„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“**

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963 и 1964 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».