

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТЫЙ

6

1966

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. Щелкунов**.

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

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

Выходит 6 раз в год.

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

УДК 634.0.228.1

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ОСОБЕННОСТИ ДЕРЕВЬЕВ РАЗНЫХ КЛАССОВ
ПО УРОВНЮ И ЭНЕРГИИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

А. П. СЛЯДНЕВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Брянский технологический институт)

Энергия обмена веществ, его особенности определяют все другие свойства живых организмов вообще и лесных деревьев в частности.

Изучение развития крон деревьев как основного органа ассимиляции, накопления и распределения солевых элементов, характера изменений абсолютных и относительных текущих приростов по объему как синтезирующих показателей позволили разработать классификацию деревьев по энергии обмена веществ. Все деревья в участке леса подразделяются на три класса по массе вовлекаемых в обмен веществ или по его уровню, а в пределах каждого класса — на три подкласса по определенной тенденции в изменении энергии обмена (табл. 1).

Таблица 1

№ класса	Уровень обмена веществ	Энергия обмена веществ в подклассах		
		а	б	в
I	Высокий	Заметно нарастающая или сохраняющая высокий уровень продолжительное время	Ранняя максимальная, затем снижающаяся	Постепенно нарастающая или слабо снижающаяся
II	Средний	Равномерно умеренно нарастающая	„	„
III	Низкий	Постепенно слабо нарастающая	„	Ослабленная

Исследования модельных деревьев в узкорядных и широкорядных культурах, а также в сосняках естественного происхождения позволили выяснить некоторые закономерности в строении и развитии крон деревьев разных классов. Важным показателем, позволяющим устанавливать особенности развития ассимиляционного аппарата в прошлом и судить о его особенностях в настоящем, является характер изменения толщины скелетных сучьев с высотой их расположения на дереве.

Наши исследования показали, что деревья подкласса «б» характеризуются более толстыми мертвыми сучьями в подкронной части и скелетными ветвями в нижних частях кроны (рис. 1).

У деревьев подкласса «б» значительно больше общая масса ветвей, чем в подклассе «а». В связи с этим охвоение первой категории хуже, чем второй (табл. 2).

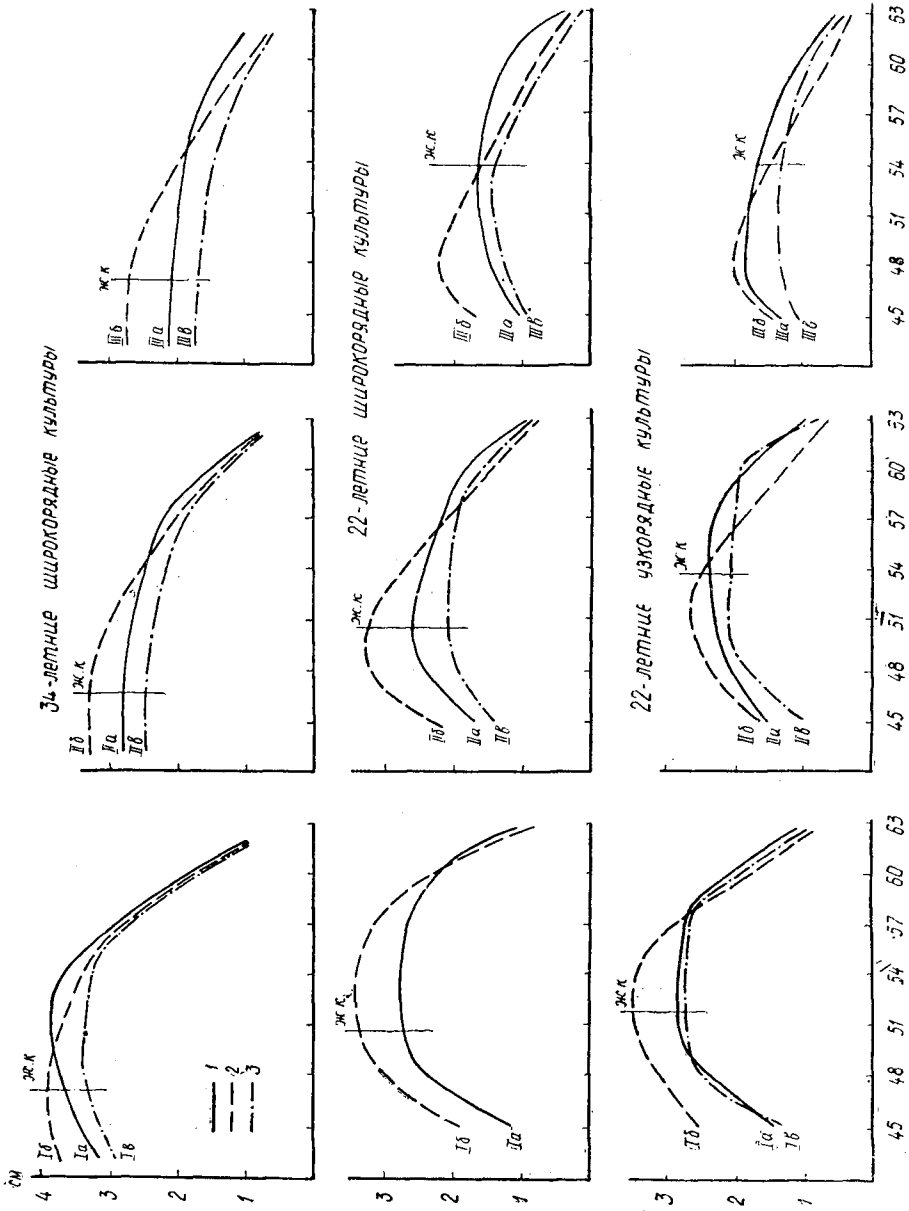


Рис. 1. Соотношения максимальных диаметров скелетных ветвей у деревьев разных классов по энергии обмена веществ.

Таблица 2

Классы	Распределение хвоя, % от воздушно-сухого веса кроны	Распределение сучьев, % от воздушно-сухого веса кроны		всего
		скелетных	тонких	
22-летние узкорядные культуры				
Ia	37,18	42,89	19,93	62,82
Iб	29,07	45,28	25,65	70,93
Iв	—	—	—	—
IIa	47,73	30,93	21,34	52,27
IIб	27,76	48,47	23,77	72,24
IIв	39,67	28,81	31,52	60,33
IIIa	52,73	—	—	47,27
IIIб	13,87	51,68	34,45	86,13
IIIв	36,77	21,94	41,29	63,23
22-летние широкорядные культуры				
Ia	32,06	35,40	32,54	67,94
Iб	30,94	35,61	33,45	69,06
Iв	32,43	42,93	24,64	67,57
IIa	34,96	42,02	23,02	65,04
IIб	18,79	57,46	23,75	81,21
IIв	46,16	25,24	28,60	53,84
IIIa	47,40	—	—	52,60
IIIб	30,37	—	—	69,63
IIIв	—	—	—	—
34-летние широкорядные культуры				
Ia	21,56	49,27	29,17	78,44
Iб	19,38	58,54	22,08	80,62
Iв	21,72	54,76	23,52	78,28
IIa	31,85	38,46	29,69	68,15
IIб	25,88	42,28	31,84	74,12
IIв	31,73	41,92	26,35	68,27
IIIa	27,91	40,83	31,26	72,09
IIIб	16,57	50,98	32,54	83,43
IIIв	30,42	—	—	60,58

Таблица 3

Классы	Показатели относительного прироста деревьев разных классов			
	P_d	P_h	P_v	$\frac{\Delta h}{\Delta d}$
Ia	3,20	5,51	11,10	114,0
Iб	4,19	6,29	13,26	105,8
Iв	2,83	4,99	9,64	86,8
IIa	3,42	5,64	12,21	87,6
IIб	2,81	5,69	10,77	138,0
IIв	2,79	5,27	10,27	120,1
IIIa	3,06	5,84	10,47	178,6
IIIб	2,24	5,60	9,13	142,8
IIIв	2,02	4,04	6,96	119,7
IVa	1,79	5,22	8,11	91,6
IVб	2,67	6,22	10,50	174,6
IVв	2,62	5,63	10,15	166,7
Va	1,73	4,12	6,87	260,7
Vб	2,04	4,08	8,89	128,3
Vв	1,02	4,30	4,08	193,2
VIa	1,55	4,31	6,46	135,3
VIб	1,63	4,17	6,60	536,6
VIв	1,19	4,70	5,46	315,0

Примечание. В числителе — данные для узкорядных 22-летних культур; в знаменателе — для широкорядных.

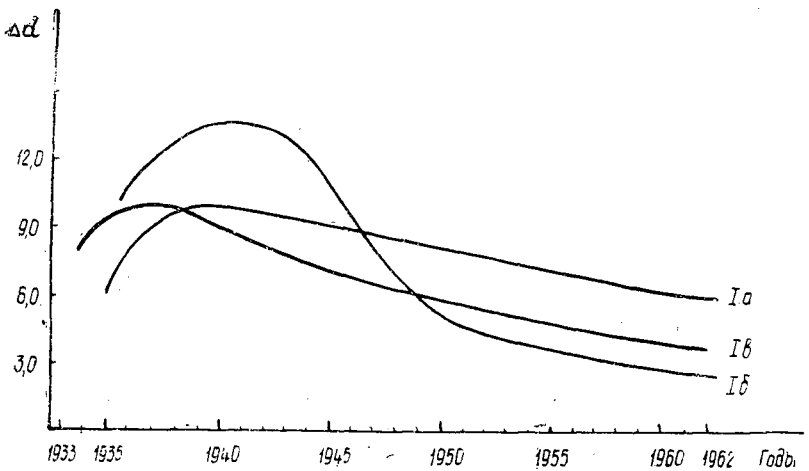


Рис. 2. Ход роста по толщине у деревьев сосны разных классов.

Деревья этих классов значительно различаются по энергии роста (табл. 3).

За последние семь лет как в узкорядных, так и в широкорядных культурах относительные показатели приростов по диаметру, высоте и объему, установленные на основании обмеров моделей с 3—5-кратной повторностью, оказались наименьшими у деревьев Ib, IIb, IIIb и IIIв подклассов. Наименьшим у деревьев подкласса «б» оказался и коэффициент соотношения приростов в высоту и по толщине.

Особенности изменений абсолютных текущих приростов по диаметру у деревьев I класса в 34-летних широкорядных культурах хорошо иллюстрирует рис. 2. Наиболее заметные изменения относительных приростов по объему с возрастом обнаруживаются у деревьев подкласса «б», меньше у деревьев подкласса «в» и еще меньше у деревьев подкласса «а». В табл. 4 показано изменение процентов прироста по объему с возрастом в 34-летних широкорядных культурах сосны квартала 31 Карачижско-Крыловского лесничества.

Таблица 4

Классы	Проценты прироста по объему в возрасте (лет)				
	10	15	20	25	30
Ia	33,99	28,65	16,79	12,23	9,69
Iб	39,20	25,80	15,55	10,70	7,52
Iв	35,80	24,90	13,60	10,30	7,55
IIa	38,94	25,31	12,88	8,80	6,80
IIб	39,20	24,00	13,30	6,22	3,07
IIв	36,92	23,33	12,11	9,46	4,75
IIIa	36,80	21,05	10,00	7,35	5,70
IIIб	39,00	25,00	12,63	8,60	2,49
IIIв	32,80	23,30	12,80	8,65	5,28

Наибольшее падение относительных приростов наблюдается у деревьев IIIб класса, затем IIб и Ib; у деревьев других классов проценты приростов с возрастом изменяются не так резко.

Деревья разных классов хорошо различаются по ряду внешних признаков (табл. 5).

Таблица 5

Классы	Таксационные показатели 22-летних культур				
	<i>D</i> , см	<i>H</i> , м	<i>H</i> до первого живого сука, м	поперечник кроны, м	средний сбег
Ia	15,4	12,8	5,4	2,7	1,20
	15,7	12,9	3,9	3,4	1,22
Iб	16,6	12,2	5,6	3,4	1,36
	17,0	12,7	4,2	3,8	1,34
в	14,6	12,9	6,1	3,3	1,13
	15,0	12,7	5,2	4,0	1,18
IIa	13,1	12,5	6,6	2,3	1,13
	12,5	12,2	5,0	3,0	1,02
IIб	12,2	10,3	5,5	2,4	1,18
	14,2	11,0	3,7	3,1	1,29
IIв	11,3	11,4	5,9	2,1	1,00
	10,9	12,0	5,7	2,5	0,91
IIIa	8,2	9,9	5,7	1,6	0,83
	8,2	10,8	5,3	1,8	0,76
IIIб	8,8	8,5	4,5	1,8	1,04
	9,0	9,2	4,3	2,2	0,98
IIIв	5,8	9,6	6,7	1,6	0,60
	5,3	8,0	3,6	2,3	0,66

Примечание. В числителе — данные для узкорядных культур; в знаменателе — для широкорядных.

Как правило, в подклассе «б» всех классов стволы самые низкие и сбежистые; кроны у деревьев низко опускаются по стволу и часто являются более широкими. Последнее особенно заметно у средних и мелких деревьев.

Эти признаки в сочетании с толщиной сучьев и нижних живых ветвей вполне достаточны для отнесения деревьев к соответствующим классам и подклассам.

О роли деревьев разных классов в круговороте веществ на участке сосновых культур свидетельствуют данные о распределении валового количества зольных элементов по составным частям крон в перерасчете на 1 га (табл. 6).

Таблица 6

Классы	Вес зольных элементов на 1 га, кг			
	всего	в том числе		
		в хвое	в ветвях	
			тонких	скелетных
Ia	101,54	38,69	40,80	22,05
Iб	75,38	29,13	25,25	21,00
Iв	111,89	41,63	45,07	25,19
IIa	82,41	38,92	28,32	15,17
IIб	37,51	13,57	17,28	6,64
IIв	46,92	22,70	15,18	9,04
IIIa	46,82	19,41	15,86	11,55
IIIб	18,08	3,79	9,72	4,57
IIIв	37,45	13,65	21,58	2,22

Процентное соотношение деревьев разных классов по энергии обмена веществ в 34-летних широкорядных культурах показано в табл. 7.

Таблица 7

Классы	Доля участия класса в насаждении, %			
	по числу	по площади сечений	по массе	по содержанию золы в кронах
Ia	7,10	13,28	14,49	18,20
Iб	4,67	10,52	10,73	13,51
Iв	9,72	15,06	17,12	20,05
IIa	13,83	16,37	17,22	14,77
IIб	5,23	6,28	5,52	6,72
IIв	15,70	14,56	12,43	6,41
IIIa	16,80	12,43	12,56	8,39
IIIб	4,67	3,64	2,82	3,24
IIIв	20,20	7,84	7,09	6,71

Вырубка только мелких деревьев с ослабленной и резко снижающейся энергией обмена веществ (IIIв и IIIб классы) мало изменяет надземную среду, не приводит к заметному перераспределению в использовании элементов пищи деревьями. Дополнительное увеличение выборки на 10% по числу стволов путем рубки деревьев IIб и Iб классов обуславливает существенные изменения.

Таким образом, при подготовке участков под рубку ухода в целях активизации обмена и круговорота веществ необходимо отбирать не только мелкие деревья, роль которых в целом невелика, несмотря на то, что их много в чистых древостоях. Следует рубить также средние и крупные деревья с явными признаками заметного снижения энергии обмена веществ. Важнейшими отличительными признаками таких деревьев являются относительно толстые сучья, небольшие высоты, повышенный сбег, низко опущенные и часто широкие кроны. Приросты по диаметру, высоте и объему, а также коэффициенты соотношения приростов по высоте и диаметру за последний период у них наименьшие. При использовании комплекса указанных признаков в биогруппах легко и быстро распознаются перспективные и подлежащие рубке деревья.

В первую очередь в рубку назначают деревья IIIв, IIIб классов, затем IIб и Iб.

Наша классификация не противопоставляется классификациям по развитию и продуктивности, а преследует цель раскрытия многогранных и сложных взаимосвязей в лесу с несколько иных теоретических положений и поэтому способствует, по нашему мнению, расширению представлений о жизни лесных деревьев.

Разностороннее рассмотрение и оценка явлений в лесных участках должны в конечном счете создать более широкую основу для творческого решения лесохозяйственных задач, стоящих перед лесоводами при выращивании леса.

УДК 634.0.90

К ОЗДОРОВЛЕНИЮ ПИЦУНДСКОЙ РОЩИ

П. А. ПОЛОЖЕНЦЕВ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Воронежский лесотехнический институт)

Пицундская сосновая роща является реликтом, единственным в мире крупным участком наиболее древних (третичных) ассоциаций крымско-кавказской флоры. Смолистая сосна, обильно испускающая целебный, ни с чем не сравнимый аромат, оздоравливает воздух. Тысячи людей устремляются в Пицунду, чтобы насладиться сосновым в сочетании с морским воздухом, дающим ощущение исключительной бодрости. Древостой расположен в виде прибрежной ленты длиной около 5 км и шириной от 50 до 500 м, имеющей многочисленные поляны разной давности, разных размеров и конфигураций, образовавшиеся после вырубок отмерших деревьев. Общая площадь рощи равна 347,4 га, из них сосной занято 202 га. В 1961 г. в ней насчитывалось 28180 деревьев сосны в возрасте 110, реже 130 и 250 лет, а одному дереву, именуемому «патриархом» (высота около 50 м, диаметр 2 м, окружность около 8 м) — 500 лет. Полнота 0,5—0,6, средний диаметр стволов 60 см, класс бонитета I.

Древостои рощи находятся в физически спелом, близком к перестойному, состоянии, когда старение делает древесные организмы менее устойчивыми к невзгодам. Специфика, причины, сущность и процесс старения сосны с позиции дендрогеронтологии и характер потерь ее резистентности к неблагоприятным факторам, в первую очередь к вредителям, не изучаются. Знание их позволило бы бороться за долголетие и сохранение сосны.

Как и другие древесные породы, пицундская сосна имеет опасных врагов из насекомых. К настоящему времени на ней зарегистрировано 19 видов вторичных вредителей. Видовой состав их далеко не изучен.

О защите пицундской сосны от насекомых, по свидетельству П. З. Виноградова-Никитина и Ф. А. Зайцева [1], говорили еще прежние владельцы рощи — монахи и промышленники дореволюционного времени, однако первым, давшим подробный обзор состояния сосны и отметившим значительное распространение насекомых-вредителей и их отрицательную роль, был Р. Ростовцев [5]. По его сообщению, здесь было зарегистрировано поврежденных жороедами в 1911 г. — 645, в 1912 г. — 615 и в 1913 г. — 194 дерева. В прошлом и настоящем самым значительным и опасным был и остается большой сосновый лубоед, нападающий на больные растущие деревья и вызывающий их гибель.

По сообщению Ш. М. Супаташвили и К. В. Харазишвили [6], из-за повреждений деревьев большим сосновым лубоедом площадь под сосной в Пицунде с 1880 г. по 1933 г. уменьшилась на 57,66 га. За последние 20 лет (1946—1965 гг.) отмерло 3609 стволов, из них за последнее пятилетие — 2600 (72,5%). Это повлекло дальнейшее расстройство (изреживание) древостоя и образование новых прогалин и полян.

Начатая в 1962 г. активная борьба с большим сосновым лубоедом в Пицунде серьезно осложняется малой изученностью биологических и экологических особенностей вредителя и его хозяина — сосны. Всюду в зоне широкого распространения жука (вся Европа, Сибирь, Южное Приморье, Северная Монголия и Северный Китай) большой сосновый лубоед поселяется на стволах под толстой, очень редко переходной, корой, в Пицунде — первоначально только под тонкой, позднее он поднимается включительно до тонких сучьев кроны и опускается до прикомлевой части (поселения на корнях, скрытых в почве, наблюдать не приходилось).

Пониженная влажность и повышенная температура прикамбиальной зоны тонкой коры ствола обуславливают лучшие условия жизни лубоеда, характеризующиеся физиологическими и должно быть биохимическими, остающимися нескрытыми, особенностями дерева (качеством и количеством воды, сахаров, белков и др.) и защитными его свойствами (ослабление энергии выделения живицы). При дефиците почвенной влаги и без того трудная подача ее на очень большую высоту ведет к существенному снижению деятельности смоловыделительной системы, что облегчает вбуравливание жуков в ствол.

Бластофагоз (болезнь дерева, вызываемая жуками рода *Blastophagus* [4]), выражающаяся растрескиванием и опадением коры по окружности ствола в месте развития вредителя, обычно проявляется настолько быстро, что крона не успевает изменить своего цвета и еще долгое время остается зеленой.

Второй экологически отличительной чертой лубоеда в условиях Пицунды является его способность к гетеродинамии в противоположность гомодинамии, свойственной всем другим зонам его распространения. А. Л. Мухашаврия [3] в Пицунде констатировал двукратный лет жука: первый при среднесуточной температуре свыше 9°С в марте — апреле, второй — в октябре.

Третья особенность *Blastophagus* в Пицунде — его способность к реинвазии стволов, не отмечавшейся в литературе. Время первичного бластофагоза деревьев не установлено.

Эти три биологические особенности коренным образом изменяют направление и методы профилактики и борьбы с жуком в Пицунде.

При островном расположении древостоев пицундской сосны и ее выдающейся исторической, научной и эстетической ценности борьба с вредителями должна быть образцовой. Но она никогда не была до конца целеустремленной, систематической и эффективной. Бластофагозные деревья вырубали и теперь рубают по оставлению их развившимися жуками, после пожелтения кроны; непомерно высокая нагрузка на почву, ведущая к ее чрезмерному уплотнению, из года в год увеличивается; заросли держи-дерева, ежевики, иглицы и других кустарников и полукустарников вдоль прибрежной полосы из сосны и внутри древостоя вытаптываются, изрезаются многочисленными дорогами и тропами. Катастрофически обедняется биоценоз, характеризовавшийся ранее разнообразием птиц, млекопитающих (рукокрылых, насекомоядных, грызунов), амфибий, рептилий и других полезных организмов.

Наземное опрыскивание зараженных лубоедом деревьев растворами ДДТ и ГХЦГ в дизельном топливе, проводившееся в 1962 г., было бесполезным: раствор покрывал зону ствола на 16—18 м, в то время как развитие жука обычно проходило на высоте свыше 20 м*. В 1963 г. троекратно (весной, летом и осенью) и в те же сроки в 1964 г. на всей площади с самолета АН-2 было проведено опрыскивание эмульсией 20%-ного концентрата ДДТ, имевшее целью уничтожение жуков во время их лёта. По нашим подсчетам (производившимся после сильных ветров в августе 1962 г., сентябре 1963 и 1964 гг.), эффективность не превышала 5%. Число «подстриженных» побегов из года в год увеличивается.

В целях оздоровления древостоев в Пицундской роще представляется целесообразным осуществить следующие мероприятия.

1. «Решительно запретить произвольно ходить по роще и лежать под деревьями» и выполнить другие рекомендации, предложенные знатоком пицундской сосны А. И. Колесниковым [2].

2. Ввести в практику зимнюю и осеннюю выкладку ловчих деревьев в blastофагозных участках, использовать ветровальные и другие, а при их отсутствии в роще — завозить извне.

3. Вторично «свежезаселяемые» лубоедом деревья необходимо вырубать немедленно по их обнаружении, независимо от цвета хвои в любое время года, а зараженные участки стволов тщательно обрабатывать раствором ОВ.

4. При назначении деревьев в рубку в сомнительных случаях следует прибегать к методу «живичного индикатора».

5. Авиаопрыскивание древостоя рощи как малоэффективное и не безразличное для целостности биоценоза нежелательно.

6. Строже и систематически выполнять лесохозяйственные и другие мероприятия, в особенности по облесению полей и вырубок хорошо здесь приживающейся пицундской сосной и обогащению биоценозов. При поранении почвы с мертвым покровом или расчистке ее от кустарников пицундская сосна успешно возобновляется семенным путем. В госдаче (пицундской) и в районе строительства корпусов гостиницы имеется не мало участков с самосевом до 2—3 шт. на 1 м². Культуры сосны, созданные в 1956 г. и позднее, нуждаются в срочном уходе. На расчищенных от грабниника полянах можно сажать 2—5-летние деревья.

7. Следует предусмотреть устройство искусственных гнездовий для насекомоядных птиц и летучих мышей, расселение муравьев рода *Formica* и подсев нектароносов для полезных паразитических насекомых.

8. Биология, экология и роль тех или иных вредителей, в особенности большого соснового лубоеда, почкового побеговьюна, тлей, цикад, рыжего пилильщика и др. должны быть серьезно изучены.

9. Необходима разработка вопросов дендрогериатрии, то есть методов профилактики и лечения болезней (в первую очередь blastофагоза), свойственных стареющим и старым древесным организмам. Древостой пицундской сосны находится в состоянии не физиологического, а преждевременного старения, развивающегося под влиянием складывающихся неблагоприятных факторов среды. Их устранение и повышение обменных процессов, лежащих в основе проявления жизни и ее активности, продлит существование древостоев до возраста

* Опрыскивание производили с подъемной, используемой при починке троллейбусных проводов, вышки, установленной в кузове грузовой машины ГАЗ-51.

«патриарха» (свыше 500 лет). На первых порах следовало бы испытать внесение в почву соответствующих удобрений.

В blastофагозных участках путем полива почвы в радиусе кроны желательнее испытать системные ОВ, например, 0,2—0,3%-ный Ви-58, а также полив деревьев в период засухи. Обязательна индивидуальная химиотерапия деревьев в виде опрыскивания ОВ участков ствола, на которых замечены поселения *Blastophagus* (для этого используют специальную передвигающуюся вышку, позволяющую производить опрыскивание ствола на любой высоте).

10. В целях своевременного выявления физиологически ослабленных деревьев, подлежащих защите от вредителей, их терапии и проведения санитарных рубок необходимо выполнить специальные исследования по изучению физиологического состояния стареющих и старых деревьев и разработать объективные показатели энтомоустойчивости и взаимосвязей дерева с вредителями.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. З. Виноградов-Никитин, Ф. А. Зайцев. Материалы к изучению короедов Кавказа. Изд. Тифлиского государственного политехнического института, вып. 2, Тифлис, 1926. [2]. А. И. Колесников. Сосна пицундская. Гослесиздат, 1963. [3]. А. Л. Мухашаврия. Результаты изучения вредных насекомых пицундской сосны и меры борьбы с ними. Автореферат диссертации на степень кандидата наук, Тбилиси, 1960. [4]. П. А. Положенцев. Об оздоровлении пицундской сосновой рощи. Материалы зоологического совещания по проблеме «Биологические основы реконструкции, рациональное использование и охрана фауны южной зоны европейской части СССР». Кишинев, 1965. [5]. Р. Ростовцев. Пицундская сосновая роща как памятник природы. «Лесной журнал», вып. 1—2, 1915. [6]. Ш. М. Супаташвили, К. В. Харазишвили. Материалы к изучению большого соснового садовника в Пицундском заповеднике. Труды Института защиты растений, АН Грузинской ССР, т. 7, 1950.

Поступила в редакцию
12 февраля 1966 г.

УДК 634.0.232.31

ДЕЙСТВИЕ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ПРОРАСТАЮЩИЕ СЕМЕНА ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Ю. А. ЗЛОБИН

Доцент

Н. П. ГРОШЕВА

Ассистент

(Марийский государственный педагогический институт)

Вопросами прорастания семян ели занимались многие авторы [1] — [5], [7], [9] — [15], [17], [18].

Мы провели исследования по выявлению характера действия отрицательных температур (весенних заморозков) на прорастающие семена ели.

Семена ели II класса проращивали на свету партиями в чашках Петри на фильтровальной бумаге. Чашки помещали в термостат с температурой $+18-20^{\circ}\text{C}$. Охлаждали семена в холодильном шкафу при температуре $-2-4^{\circ}$. В соответствии со схемой опыта каждая партия (исключая контроль) проходила охлаждение в разном состоянии: первая — в сухом, вторая — после суточного набухания, третья — после прорастания в течение двух суток и так далее до 16 суток. Охлаждение включало два варианта: однократное 6-часовое и двукратное 12-часовое (с перерывом на 3—4 час). После этого семена возвращали в термостат для завершения прорастания. Ежедневно проводили подсчет наклюнувшихся семян, описывали состояние проростков, производили физиологические и биохимические исследования контрольной и промороженной партий. Полученный цифровой материал обрабатывали методами математической статистики. Ряды выравнивали способом скользящей средней взвешенной [16].

В процессе исследования было установлено, что воздействие низких температур в течение всего срока прорастания семян замедляет поступление воды в них (рис. 1). Дробное промораживание оказывает более сильное тормозящее влияние, чем однократное 6-часовое.

Процесс прорастания обусловлен деятельностью ферментов. Поэтому мы определяли активность каталазы и количество аскорбиновой кислоты в течение всего времени прорастания семян. Установлено (рис. 2), что активность каталазы, определяемая газометрическим методом, в процессе прорастания в контроле увеличивается примерно вдвое. Начиная с четвертого дня, как однократное, так в большей степени и двукратное промораживание задерживает повышение активности каталазы. Подобная закономерность наблюдается и для аскорбиновой кислоты (рис. 3), определяемой титрованием 2,6-дихлорфенолиндофено-

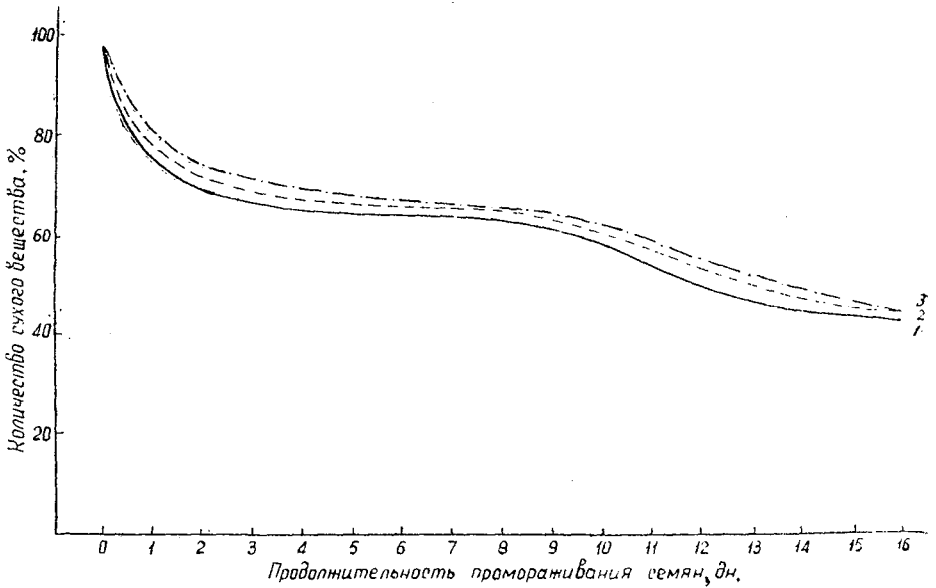


Рис. 1. Ход набухания семян ели в зависимости от срока действия искусственного заморозка.
1 — контроль; 2 — однократный заморозок; 3 — двукратный.

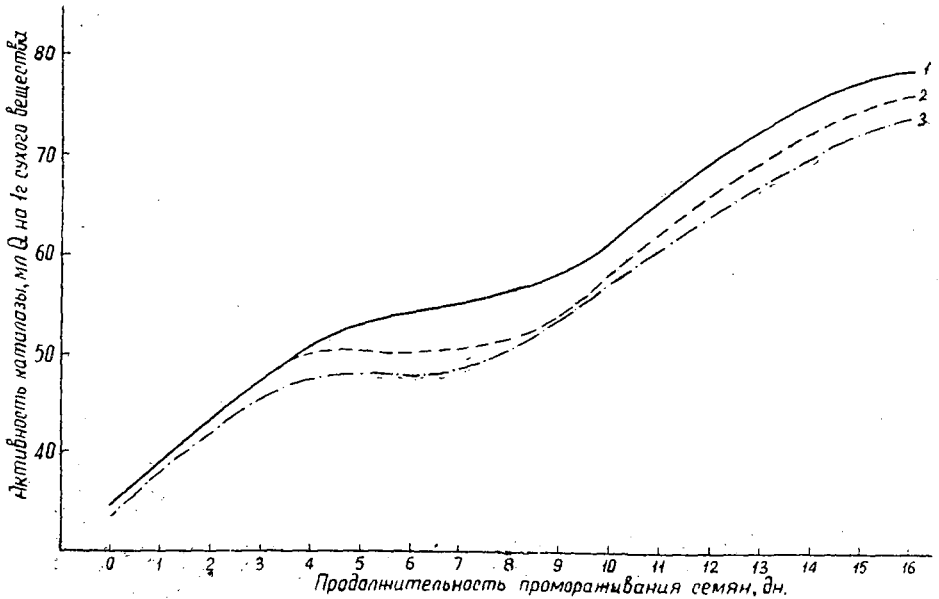


Рис. 2. Динамика активизации каталазы в зависимости от срока действия искусственного заморозка. Обозначения см. на рис. 1.

лом по И. К. Мурри. Сухие семена ели почти не содержат аскорбиновой кислоты. Приведенные материалы описывают процессы, происходящие в среднем в массе семян; в отдельных случаях может наблю-

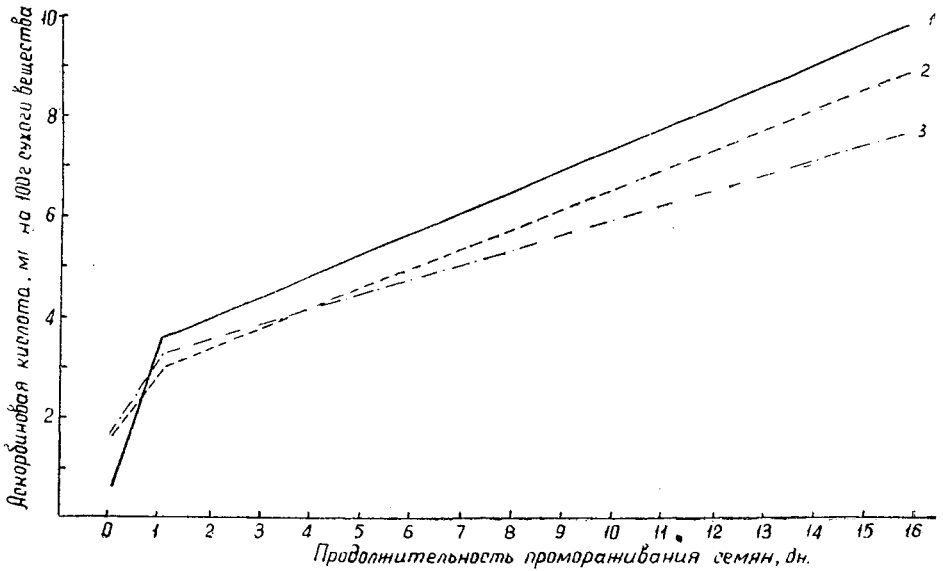


Рис. 3. Динамика накопления аскорбиновой кислоты в прорастающих семенах ели в зависимости от срока действия искусственного заморозка. Обозначения те же.

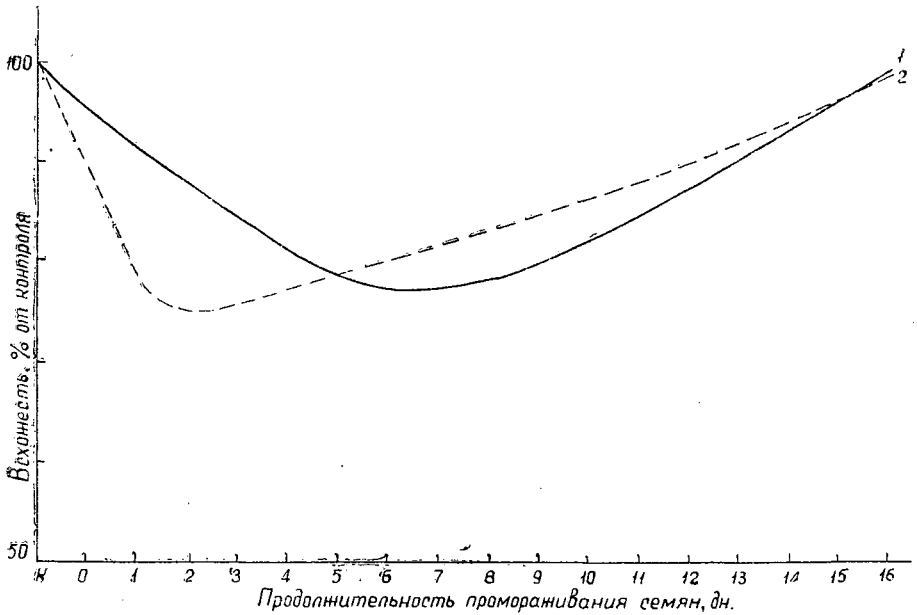


Рис. 4. Изменения всхожести семян ели в зависимости от срока действия искусственного заморозка.

1 — однократный заморозок; 2 — двукратный заморозок.

даться гибель тех или иных семян и снижение общей всхожести. Известно, что аскорбиновая кислота является одним из факторов, защищающих клетку от неблагоприятного действия низких температур [8].

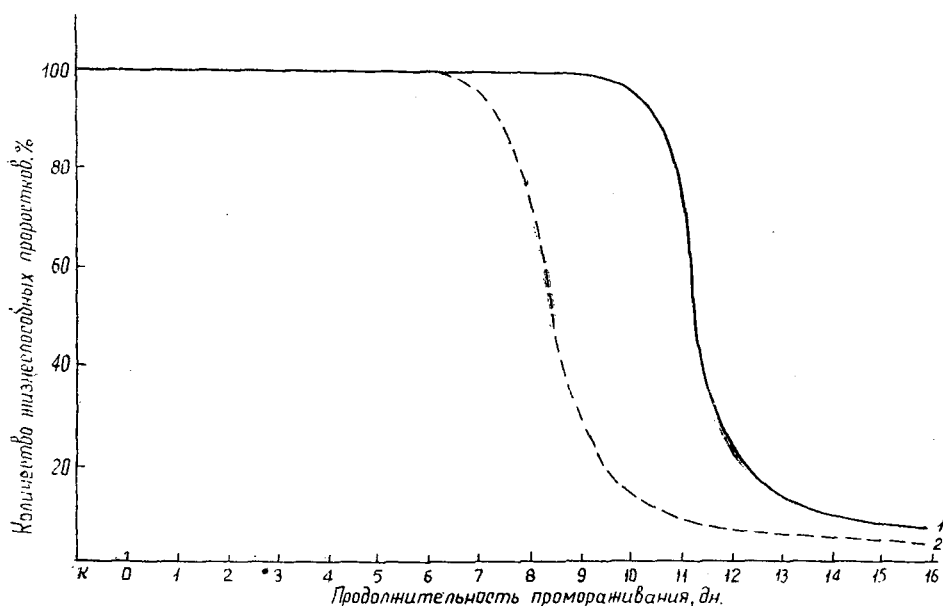


Рис. 5. Количество жизнеспособных проростков в зависимости от срока действия искусственного заморозка. Обозначения см. на рис. 4.

Действительно, если принять всхожесть семян в контроле за 100% (в наших опытах она составляла 73,4%), то уже при однократном действии искусственного заморозка всхожесть снижается (рис. 4). Наибольший вред заморозки приносят на 5—9-й день прорастания. В начале и конце срока прорастания они менее вредны. В случае дробного воздействия отрицательных температур (во втором варианте опыта) неблагоприятное действие заморозков сказывается раньше — на 2—3-й день от начала периода прорастания — и снижает всхожесть семян примерно в той же степени.

С точки зрения эффекта лесовозобновления представляет интерес предвидеть не только степень снижения всхожести семян, но и итоговую жизнеспособность всходов, которые в тот или иной период прорастания подверглись действию пониженных температур. С этой целью в конце опыта все всходы были осмотрены и разделены на жизнеспособные и нежизнеспособные.

К первой группе отнесены всходы без видимых повреждений, ко второй — с заметными повреждениями в виде побурений и загниваний. Почти во всех случаях загнивал корешок. Верхушечная точка роста и семядоли не имели видимых повреждений. В контроле все всходы оказались жизнеспособными. Приняв контроль за 100%, мы получили представление о количестве жизнеспособных проростков из партий семян, испытывавших действие отрицательных температур в разные сроки (рис. 5).

Из рисунка видно, что 6-часовой искусственный заморозок оказывает губительное действие на семена на 10—12-й день с начала прорастания, а дробный 12-часовой — на 6—9-й день.

Семена, подвергшиеся в эти периоды заморозку, дают только 5—10% жизнеспособных проростков. Известно, что при ранних и сверх-ранних посевах семян хвойных в грунт наблюдается сильное

снижение грунтовой всхожести [6]. В природных условиях, когда корешок всхода быстро углубляется в подстилку или минеральную почву, прорастающие семена, надо думать, страдают в меньшей степени. Но к семенам, зависающим на дерновинах мха и на опаде, наши выводы должны относиться в полной мере.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. Гейгер. Климат приземного слоя воздуха. М., 1960. [2]. И. И. Гудцев, Д. В. Романов. Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной методом яровизации. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1952. [3]. А. Давыдов. Влияние некоторых экологических факторов на повреждение ели морозами в зиму 1939/40 гг. Сб. «Исследования по лесному хозяйству», Л., 1948. [4]. Н. Е. Декатов. Влияние микрорельефа на возобновление ели. Сб. «Исследования по лесоводству», М.—Л., 1931. [5]. Н. Е. Декатов. Температурные колебания в различных условиях лесной обстановки Ленинградской области и их влияние на возобновление ели. Сб. «Исследования по лесоводству», Л., 1936. [6]. Н. Т. Кочкаръ. О сроках посева сосны обыкновенной. Сборник научных работ по лесному хозяйству Института леса БССР, 6, 1955. [7]. В. М. Любченко. Методы предпосевной подготовки и хранения семян древесных и кустарниковых пород. Минск, 1962. [8]. С. Н. Мацко. Устойчивость клеток к низким температурам в зависимости от витаминного фактора. Сб. «Клетка и температура среды», М.—Л., 1964. [9]. К. Ф. Мирон. Лесосеменное дело. 1945. [10]. В. И. Некрасов. Предпосевная обработка семян лесных древесных пород пониженными температурами. М., 1960. [11]. О. П. Олисова. Вопросы биологии прорастания семян кедра сибирского. Труды по лесному хозяйству западно-сибирского филиала АН СССР, вып. 3, 1957. [12]. В. В. Протопопов. Влияние температуры приземного слоя воздуха и почвы концентрированных лесосек на возобновление ели. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1953. [13]. В. В. Протопопов. Микроклимат различных фитоценозов и его регулирование в лесоводственных целях. Сб. «Вопросы лесного хозяйства Сибири и Дальнего Востока», Красноярск, 1959. [14]. Г. Е. Пятецкий. Влияние избыточного увлажнения вырубок на всхожесть, прорастание семян и приживаемость всходов хвойных пород. Известия Карельского и Кольского филиалов АН СССР, вып. 2, 1958. [15]. С. А. Самофал. Яровизация многолетних лесных растений. Журн. «В защиту леса» № 1, 1938. [16]. В. Ю. Урбах. Математическая статистика для биологов и медиков. М., 1963. [17]. O. Kirchner, E. Loew, C. Schröter. *Picea excelsa*. In «Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas», Bd. 1, Lief. 2, Bogen 7—12, Stuttgart, 1904. [18]. P. Yli-Vakkuri. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä, Acta Forest. Fennica, 75, 1963.

Поступила в редакцию
4 июня 1965 г.

УДК 634.0.561.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА СОВОКУПНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ

В. В. АНТАНАЙТИС

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Литовская сельскохозяйственная академия)

Величина текущего прироста насаждений по запасу зависит от состава насаждений, возраста, условий местопроизрастания, полноты, характера распределения деревьев по ступеням толщины, наличного запаса, климатических факторов, проведенных лесохозяйственных мероприятий, санитарного состояния насаждения, семенных годов и т. д.

Влияние большинства этих факторов отражается на ширине годичного слоя. От этой величины зависит текущий прирост по запасу в пределах породы, класса бонитета, класса возраста при одинаковой сумме площадей сечения (m^2/ga). Поэтому методика расчета годичного текущего прироста древесины лесных массивов должна быть связана с нахождением ширины годичного слоя. Определяя текущий прирост путем однократного обмера деревьев, посредством изучения ширины годичных слоев, получаем данные об особом виде текущего прироста, который М. Л. Дворецкий называет текущим приростом наличного древостоя [5], а А. И. Тарашкевич — фактическим. Этот вид текущего прироста теоретически отличается от определяемого на постоянных пробных площадях путем повторного обмера деревьев. Но разница, равная текущему приросту стволов отпада, настолько незначительна, что ее даже не отмечают в учебниках лесной таксации.

В зарубежных странах после второй мировой войны широкое распространение получили математико-статистические способы инвентаризации леса. В некоторых странах, отличающихся высокой интенсивностью лесного хозяйства, математико-статистическим путем определяют и текущий прирост по запасу [6], [7].

В Литовской ССР изучение текущего прироста по запасу проводится с 1958 г. [1], [2]. Разрабатывая методику определения текущего прироста, мы учли результаты разных исследований и опыт лесоустроителей ГДР и Швеции [6] — [16]. Однако опыт этих стран может быть использован только частично. Мы предлагаем для определения годичного текущего и периодического текущего приростов пойти по следующему пути.

В результате натурных работ изучается текущий прирост нескольких насаждений в однородной группе, и усредненные данные распространяются на всю группу. Данные о лесном фонде должны быть представлены по преобладающим породам, классам возраста и классам бонитета. Чем мельче такие однородные группы, тем точнее расчеты прироста. Желательно при образовании групп учитывать также степень

смешения пород, полноту, условия местопроизрастания. В пределах каждой такой группы изучают среднюю ширину годичного слоя.

Естественно, возникает вопрос: сколько деревьев и в скольких насаждениях нужно бурить для определения текущего прироста с необходимой точностью. Чтобы ответить на этот вопрос, использовали результаты исследований изменчивости ширины годичных слоев. Высокая изменчивость наблюдается не только в группе, но и в отдельном насаждении и даже в ступенях толщины, например: в сосновых и еловых древостоях Литовской ССР вариационный коэффициент ширины годичных слоев колеблется от 37 до 52% (в среднем 45%). При этом величины изменчивости ширины годичных слоев в центральных ступенях толщины и во всем насаждении близки. На ее размер оказывает влияние порода, возраст, условия местопроизрастания, степень ухода и ряд других факторов. Однако в каждом случае учитывать влияние этих факторов в отдельности практически невозможно. Поэтому целесообразно применять средний коэффициент вариации — 45%.

В последнее время Г. Курт и В. Джурджу показали, что распределение приростов по диаметру закономерно [4], [12]. Наши опытные данные подтверждают, что в пределах породы, класса возраста и класса бонитета распределение приростов близко к нормальному. Такая закономерность наблюдается как в отдельном, так и в группе однородных насаждений.

Учитывая изменчивость прироста по диаметру отдельных деревьев ($V = 45\%$), можно установить минимальное количество обмеряемых стволов одной породы в однородной группе насаждений (табл. 1).

Таблица 1

Желательная точность определения средней ширины годичного слоя, %	Количество подлежащих обмеру деревьев в однородной группе насаждений при вероятности		
	0,683 $(n = \frac{V^2}{p^2})$	0,8 $(n = \frac{(V \cdot 1,3)^2}{p^2})$	0,954 $(n = \frac{(V \cdot 2)^2}{p^2})$
3	226	380	900
6	56	95	225
10	20	34	81

Ширину годичного слоя устанавливали как среднюю арифметическую из десяти. Таким образом выравнивается влияние погодных факторов. Но в этом случае получаем не годичный, а периодический текущий прирост. Определение годичного текущего прироста возможно только при наличии хороших измерительных приборов.

При нахождении текущего прироста совокупности насаждений среднюю ширину годичного слоя стволов одного элемента леса в однородной группе древостоев достаточно определить с точностью $\pm 6\%$. Однако вероятность должна быть не ниже 0,954. Поэтому в пределах группы однородных насаждений для одного элемента леса приростным буровом нужно брать образцы примерно у 225 деревьев (в одном насаждении у 25—30 стволов). Таким образом накапливаются не только нужные данные для получения текущего прироста всего лесного массива, но и с удовлетворительной точностью ($\pm 13\%$) определяется суммарный прирост обследованных насаждений.

В результате уточненной таксации для каждой однородной группы насаждений должны быть выявлены породный состав, возраст, класс

Количество обмеряемых деревьев $n = \frac{(V \cdot 2)^2}{P^2}$; $V = 45\%$	Точность определения z_r (при вероятности 0,95), % $P_{zr} = \frac{V \cdot 2}{\sqrt{n}}$; $V = 45\%$	Точность определения среднего диаметра (при вероятности 0,95), % $P_d = \frac{V \cdot 2}{\sqrt{n}}$; $V = 35\%$	Количество насаждений в группе n	Точность определения P_G , % $P_{PG} = \sqrt{(P_{zr})^2 + (P_d)^2}$
900	3	2,3	9	3,8
225	6	4,7	9	7,6
81	10	7,8	9	12,7
900	3	2,3	50	3,8
225	6	4,7	50	7,6
81	10	7,8	50	12,7
900	3	2,3	100	3,8
225	6	4,7	100	7,6
81	10	7,8	100	12,7

бонитета, общий запас, средний диаметр и средняя ширина годичного слоя (последние три показателя по составляющим породам).

Для расчетов прироста мы предлагаем пользоваться таблицами процентов текущего прироста [3]. Они дают возможность сопоставлять результаты. Опытная проверка таблиц, которую по поручению Всесоюзного объединения «Леспроект» проводила Литовская контора «Леспроект», Центральное, Северное, Белорусское, Западно-Сибирское и Украинское лесостроительные предприятия и Карельская контора «Леспроект», использовавшие данные примерно 400 пробных площадей, показала, что при определении текущего прироста по запасу отдельных насаждений таблицы в 68 случаях из 100 обеспечивают точность $\pm 13\%$. Для совокупности древостоев точность возрастает.

Текущий прирост по запасу Z_M для группы однородных насаждений вычисляют по преобладающим породам или элементам леса по формуле

$$Z_M = \frac{M \cdot p_M}{100},$$

где M — запас.

Точность определения годичного или периодического текущего приростов лесных массивов зависит от точности: учета древесного запаса; определения средней ширины годичного слоя и погрешностей измерений; применяемых вспомогательных таблиц p_M .

В табл. 2 приведены показатели точности определения (по предлагаемому способу) текущего прироста группы однородных насаждений. При наличии в группе не менее 10 древостоев достаточная для практики точность $\pm 8-10\%$ достигается обмером примерно 200 деревьев. В условиях Литовской ССР в большинстве лесхозов в зависимости от породного состава, классов возраста и классов бонитета целесообразно образовывать в среднем 300 сравнительно однородных групп. Таким образом, желая определить текущий прирост лесов всего лесхоза, нужно брать пробы на прирост примерно у 60 000 деревьев. Эту работу целесообразно проводить в сочетании с таксацией леса. Один таксатор с рабочим за день берут пробы и измеряют прирост у 150—200 деревьев. Таким образом, для нахождения текущего прироста этой совокупности необходимо дополнительно 300—400 технико-дней и столько же рабочих дней. В целях снижения себестоимости работ образование

Таблица 2

Точность определения P_{HF} , % $P_{P_{HF}} = \frac{V}{\sqrt{n}}$ $V = 20\%$	Точность определения P_M , % $P_{P_M} = \sqrt{(P_{P_G})^2 + (P_{P_{HF}})^2}$	Точность определения запаса группы насаждений, % $P_V = \frac{V}{\sqrt{n}}$ $V = 10\%$	Точность определения текущего прироста, % $P_{z_M} = \sqrt{(P_{P_M})^2 + (P_V)^2}$
6,7	7,7	3,3	8,4
6,7	10,1	3,3	10,5
6,7	14,4	3,3	14,8
2,8	4,7	1,4	4,9
2,8	8,1	1,4	8,2
2,8	13,0	1,4	13,1
2,0	4,3	1,0	4,4
2,0	7,9	1,0	8,0
2,0	12,9	1,0	12,9

однородных групп и изучение прироста в них целесообразно проводить для нескольких лесхозов, расположенных в одинаковых природных условиях. Например, для Литовской ССР вполне допустимо изучать прирост в масштабе всей республики. Согласно результатам анализа лесного фонда республики, в Литве следует образовать около 1000 сравнительно однородных групп, следовательно, обмерить прирост у 200 000 деревьев. При последнем лесоустройстве в Литве (с 1958 г. по 1963 г.) был изучен прирост у 130 000 деревьев основных пород. Эти данные позволили определить текущий прирост лесов Литвы [1].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Антанайтис. Изучение текущего прироста насаждений в Литовской ССР. Сб. «Новое в лесной таксации», М., 1964. [2]. В. Антанайтис. Изменчивость текущего прироста деревьев и насаждений в лесах Литовской ССР. Научные труды Литовской сельскохозяйственной академии, т. X, 1963. [3]. В. Антанайтис. Таблицы таксации текущего прироста отдельных насаждений. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966. [4]. В. Джурджу. Таксация текущего прироста насаждений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, М., 1957. [5]. М. Л. Дворецкий. Текущий прирост древесины ствола и древостоя. М., 1964. [6]. Betriebsregelungsanweisung für den Volkswald in der DDR. Teil I, 1961. [7]. Bo Eklund. An der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens angewandte Methoden der Zuwachsermittlung, Stockholm, 1963. [8]. H. Grossmann, H. Kurth. Möglichkeiten der Auswertung von Zuwachsinventuren für die Forsteinrichtung der DDR. Archiv für Forstwesen, 9, 1964. [9]. H. Grossmann. Zur Rationalisierung des Holzvorrats und Zuwachsinventurverfahrens im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. Die sozialistische Forstwirtschaft, 6, 1964. [10]. H. Grossmann. Der Einfluss verschiedener Faktoren auf den Variabilitätskoeffizienten des Radialzuwachses. Archiv für Forstwesen, 10, 1961. [11]. H. Kurth. Der gegenwärtige Stand der Zuwachsmessung in der Forsteinrichtung DDR. Forst und Jagd, 7—9, 1959. [12]. H. Kurth. Variabilitätskoeffizienten des Radialzuwachses und mathematisch-statistische Genauigkeit der Zuwachsinventur. Archiv für Forstwesen, 10, 1961. [13]. H. Kurth. Systematische Fehler bei Ermittlung des Radialzuwachses an Bohrspanen. Archiv für Forstwesen, 12, 1963. [14]. F. Loetsch. Massenzuwachsermittlung durch Bohrspanproben unter Anwendung mathematisch-statistischer Methoden. Zeitschrift für Weltforstwirtschaft, 3, 1953. [15]. M. Prodan. Messung der Waldbestände. Frankfurt, 1951. [16]. A. Richter, H. Grossmann, H. Thiele. Zur Frage der Zuwachsermittlung mit Hilfe der Bohrspanproben. Archiv für Forstwesen, 5, 1956.

УДК [634.0.5+ 528.77 : 634.0] : 674.032.475.4

ДИНАМИКА ТАКСАЦИОННЫХ И ДЕШИФРОВОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ТИПА ЛЕСА СОСНЯК МАЙНИКОВО-БРУСНИЧНЫЙ БАССЕЙНА Р. ВЕТЛУГИ

В. И. СУХИХ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В настоящее время в связи с широким применением в лесотаксационных работах материалов аэрофотосъемки и измерительного дешифрирования аэроснимков приобретает весьма актуальный характер изучение полога насаждений, а также форм и размеров крон.

Мы сделали попытку составить опытную местную таблицу хода роста сосновых насаждений типа леса сосняк майниково-брусничный (В₂) и включить в нее сомкнутость полога P_s , диаметр крон D_k , длину крон l_k , высоту до наибольшей ширины крон h_{D_k} , количество деревьев, выходящих в верхнюю часть полога (проекции крон которых менее чем на 50% закрыты кронами смежных деревьев).

Возраст, лет	Класс бонитета	Средние					Видовое число, 1/1000	Коэффициент формы, 1/1000
		высота, м	диаметр, см	диаметр крон, м	длина крон, м	высота до наибольшей ширины крон, м		
20	II	7,2	6,2	0,80	3,5	4,5	572	678
25	I	9,8	8,0	1,20	4,8	6,0	550	675
30	I	12,1	9,9	1,60	5,4	7,7	530	673
35	I	14,5	11,7	1,94	5,9	9,7	514	671
40	I	16,4	13,8	2,25	6,3	11,5	500	669
45	I	18,0	15,7	2,47	6,6	12,8	486	668
50	I	19,4	17,7	2,72	6,9	14,0	476	667
55	I	20,5	19,5	2,85	7,1	15,0	468	666
60	I	21,4	20,9	3,00	7,3	15,8	465	666
65	I	22,2	22,4	3,10	7,4	16,6	462	665
70	I	22,8	23,6	3,20	7,6	17,3	459	665
75	I	23,4	24,7	3,29	7,7	17,8	455	665
80	I	23,9	25,6	3,35	7,8	18,2	453	664
85	II	24,4	26,4	3,43	8,0	18,6	450	664
90	II	24,7	27,2	3,48	8,1	19,0	448	664
95	II	25,1	27,8	3,54	8,2	19,4	447	664
100	II	25,4	28,4	3,60	8,4	19,7	445	664

При исследовании строения и роста насаждений за основу было взято учение проф. Н. В. Третьякова об элементе леса, а также положения разработанной им и доц. П. В. Горским методики для полевого

сбора материалов и составления таблиц хода роста [2], [3], [4], [9], [10], [11]. При изучении строения полога насаждений мы руководствовались методическими указаниями проф. Г. Г. Самойловича [6], [7], [8].

Таблица составлена для условий левобережья Горьковской области (бассейна р. Ветлуги). Были использованы материалы 14 пробных площадей с возрастом от 23 до 100 лет, которые и послужили основой для составления эскиза таблиц. Все пробы заложены в Красноярском леспромхозе. Дополнительно в Керженской сплавной конторе было обследовано 6 пробных площадей в насаждениях того же типа.

По данным перечетов и учетным деревьям на каждой пробной площади вычисляли необходимые таксационные показатели. С этой целью на пробных площадях помимо учетных деревьев обмеряли проекции крон, определяли координаты каждого дерева и зарисовывали проекции крон на план (на миллиметровой бумаге) в масштабе 1:100 (рис. 1). Всего было обмерено и зарисовано 3563 дерева на 15 пробных площадях. Все средние таксационные показатели найдены принятыми в таксации способами. Для каждой пробной площади составлено уравнение зависимости h от D_k . В трех случаях связь выражается уравнением параболы второго порядка, в остальных — прямой линией. Коэффициент корреляции (или корреляционное отношение) равен $0,782 \div 0,969$. Средняя высота до наибольшей ширины кроны определена по формуле

$$h = a \cdot h_{D_k} + b,$$

откуда

$$h_{D_k} = \frac{h - b}{a}.$$

Уравнения составлены для древостоев каждой пробной площади по данным обмеров учетных деревьев. Связь между h и h_{D_k} выражена

Таблица 1

Суммы площадей сечения, м ²	Сомкнутость полога, 1/100	Запас на 1 га, м ³	Прирост		Процент текущего прироста	Число стволов	
			средний, м ³	текущий, м ³		всего, шт.	в пологе, %
16,7	0,90	69	3,4	—	—	5567	56
20,0	0,90	107	4,3	7,6	8,6	4000	64
22,6	0,89	146	4,9	7,8	6,2	2935	69
24,7	0,82	185	5,3	7,8	4,7	2276	74
26,6	0,75	218	5,5	6,6	3,3	1784	78
28,0	0,70	245	5,5	5,4	2,3	1442	81
29,0	0,67	268	5,4	4,6	1,8	1178	84
29,8	0,64	288	5,2	4,0	1,4	997	86
30,5	0,62	304	5,1	3,6	1,1	888	88
31,1	0,60	319	4,9	3,0	0,9	788	90
31,5	0,58	331	4,7	2,4	0,7	720	92
31,9	0,56	341	4,5	2,0	0,6	667	94
32,2	0,55	350	4,4	1,8	0,5	625	95
32,5	0,54	358	4,2	1,6	0,4	594	95
32,8	0,53	365	4,0	1,4	0,4	565	96
33,1	0,52	371	3,9	1,2	0,3	545	96
33,3	0,51	376	3,8	1,0	0,3	526	97

Уравнениями параболы первого порядка, иногда — второго порядка, но парабола в этом случае имеет сглаженный характер и близка к прямой линии: r_{11} равен $0,669 \div 0,898$.

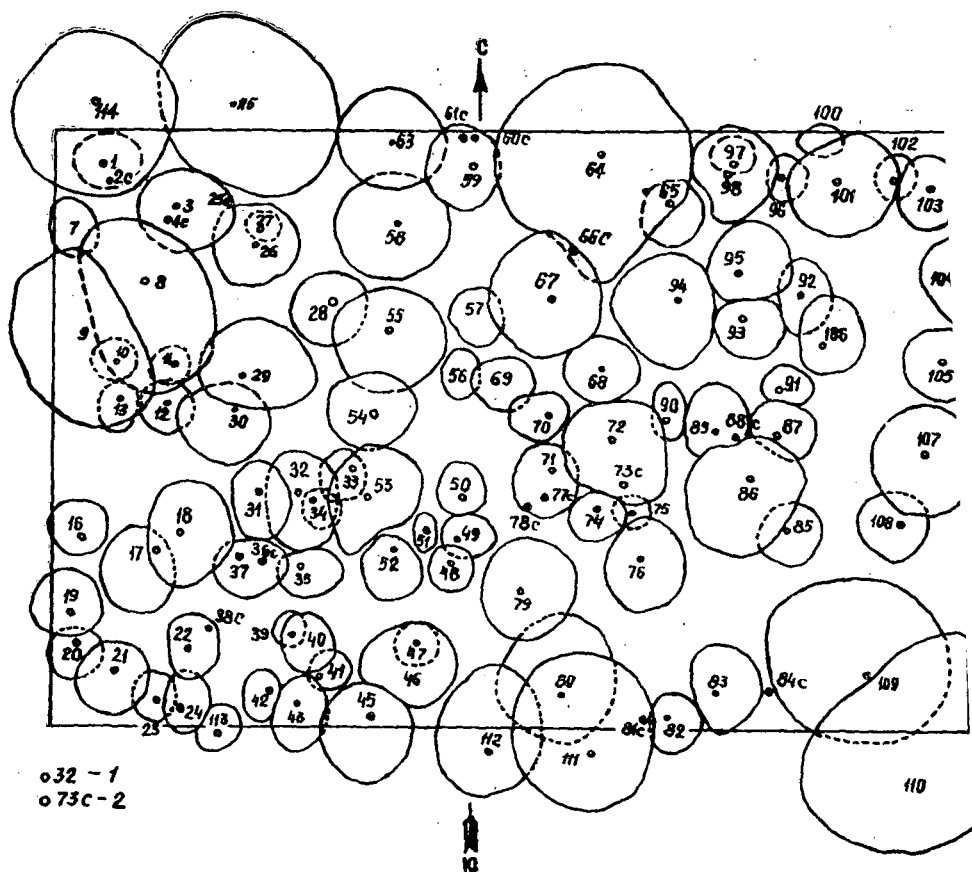


Рис. 1. Схема расположения проекций крон на части пробной площади № 6.
1 — сырорастущие деревья; 2 — сухостойные деревья.

Для определения средней длины кроны использована зависимость между l_k и h , которая в четырех случаях выражена уравнениями параболы второго, а в остальных — первого порядков: $r_{1/1}$ или η колеблутся от 0,563 до 0,897.

Установление хода роста по h_T , d_T , D_k° , l_k° и $h_{D_k}^\circ$ для насаждений, имеющих высоту 14 м и менее, произведено по графикам зависимости этих показателей от возраста, а более 14 м — по уравнениям прямых линий связи перечисленных показателей с возрастом:

1) для средних высот $h_T = 31,40 - \frac{600,00}{A}$; $r_{1/1} = 0,990 \pm 0,005$; коэффициент достоверности $t = 201$;

2) для средних диаметров $d_T = 39,65 - \frac{1425,0}{A}$, $r_{1/1} = 0,968 \pm 0,016$; $t = 58$;

3) для средних диаметров крон $D_k^\circ = 4,51 - \frac{90,70}{A}$; $r_{1/1} = 0,965 \pm 0,017$; $t = 57$;

4) для средних длин крон $l_k^\circ = 9,15 - \frac{101,53}{A}$; $r_{1/1} = 0,942 \pm 0,029$; $t = 32$;

5) для высот до наибольшей ширины крон $h_{D_k}^{\circ} = 25,17 - \frac{546,90}{A}$; $r_{1/1} = 0,926 \pm 0,044$; $t = 21$.

Данные о видовом числе получены по уравнению $f = 0,344 + \frac{2,55}{h_T}$; $r_{1/1} = 0,870 \pm 0,065$; $t = 14$. Выравнивание коэффициентов формы проведено по формуле $q_2 = 0,655 + \frac{0,225}{h_T}$; $r_{1/1} = 0,992 \pm 0,004$; $t = 253$.

Все уравнения и статистические показатели составлены и вычислены на электронно-вычислительной машине «Урал» [1], [5], [12].

Был построен график зависимости $G \cdot A = A \cdot a + b$. Поскольку таблица хода роста составлена для насаждений, имеющих относительные полноты меньше единицы, то прямая на общем графике проведена посредине роя точек, то есть по средним значениям сумм площадей сечений исследованных насаждений.

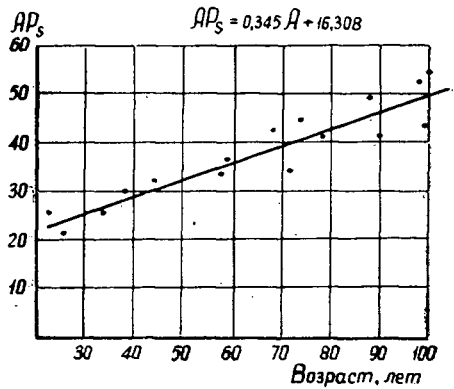


Рис. 2. График зависимости сомкнутости полога от возраста.

Мы установили, что сомкнутость полога сосновых насаждений в возрасте свыше 30 лет находится в тесной взаимосвязи с возрастом и изменяется согласно уравнению $P_s = 0,345 + \frac{16,308}{A}$ (рис. 2). По этому уравнению и вычислена сомкнутость полога для различных возрастных групп. Учитывая то, что величина неизбежных просветов в сосновом пологе от 20 до 30 лет остается практически одинаковой и в нормальных насаждениях близка к нулю, сомкнутость 20-, 25- и 30-летних древостоев принята неизменной.

Число деревьев, видимых в пологе, полученное по данным натурных обмеров, нанесено на график зависимости числа деревьев от возраста и выравнено. Класс бонитета определен по бонитировочной шкале М. М. Орлова. Все вычисленные таксационные и дешифровочные показатели были нанесены на графики и тщательно выравнены, после чего занесены в таблицу. Произведена также их взаимная проверка и увязка по известным таксационным и математическим формулам. В табл. 1 приведен ход роста сосновых насаждений типа леса сосняк майниково-брусничного бассейна р. Ветлуги, пройденных умеренными рубками ухода и санитарными рубками. Состав насаждений — 10С, ед. Б, ярус 1.

Приведенные по тексту, в таблице и на рис. 2, 3 и 4 данные свидетельствуют о том, что все таксационно-дешифровочные показатели, характеризующие форму крон и строение полога, очень строго коррелируют с возрастом, друг с другом и таксационными показателями.

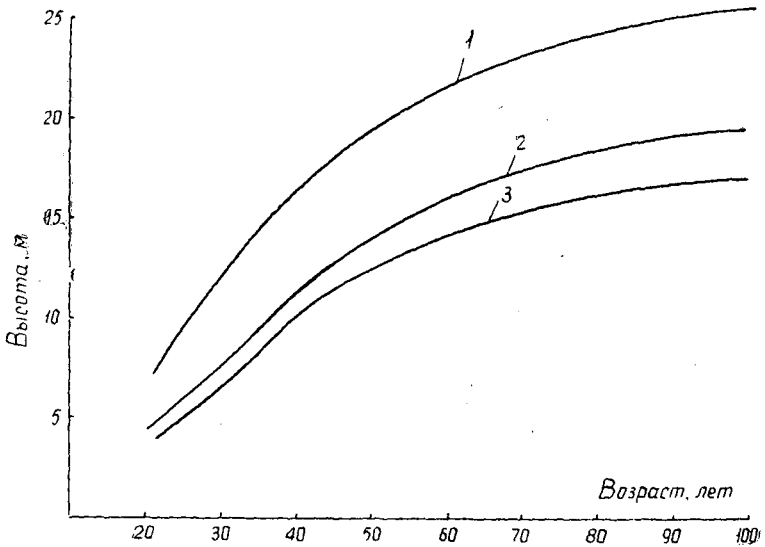


Рис. 3. Ход роста сосновых насаждений типа леса сосняк майниково-брусничный по высоте (кривая 1), высоте до наибольшей ширины крон (кривая 2) и высоте до конца крон (кривая 3).

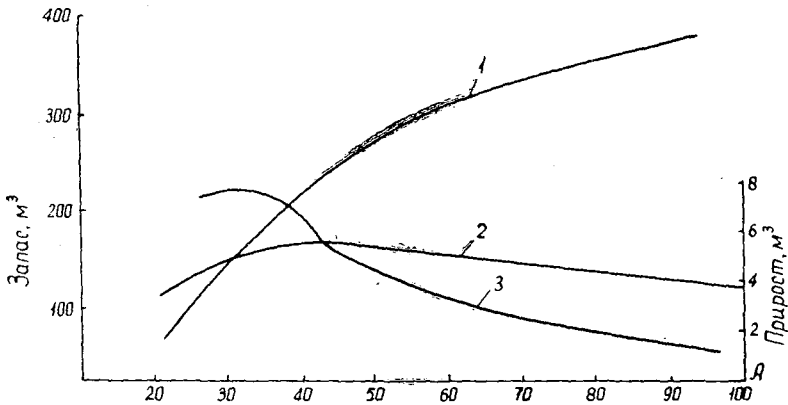


Рис. 4. Ход роста сосновых насаждений типа леса сосняк майниково-брусничный по запасу и приросту.
1 — объем стволовой древесины; 2 — средний общий прирост;
3 — средний периодический прирост.

Они не только взаимосвязаны, но и дополняют друг друга. Поэтому нельзя говорить о ходе роста насаждения и не упоминать о его пологе, форме крон и особенно степени сомкнутости полога.

Сопоставление наших материалов с данными ленинградских таблиц А. Р. Варгаса, таблиц хода роста полных сосновых насаждений I класса бонитета типа леса сосняк-кисличник лесной зоны европейской части СССР, всеобщей таблицы II класса бонитета и стандартной таблицы сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0 показывает, что ранее составленные таблицы не могут характеризовать ход роста

сосновых насаждений типа леса сосняк майниково-брусничный, произрастающих в Горьковской области на обширных площадях. Поэтому мы считаем, что составленная нами таблица хода роста будет способствовать улучшению лесоустроительных и лесохозяйственных работ в условиях Горьковской области. Она окажется полезной не только при наземных таксационных работах, но и при камеральном дешифрировании аэроснимков для целей таксации леса, картографии и других видов специального дешифрирования, так как она позволяет определить по сомкнутости полога полноту и использовать множественную зависимость для определения какого-либо таксационного показателя. Так, например, d_t может быть найден по D_k° и h_t , полнота — по сомкнутости полога и по числу деревьев и среднему диаметру и т. п. Использование нескольких зависимостей позволит повысить достоверность дешифрирования аэроснимков и устранил грубые ошибки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Л. Дворецкий. Практическое пособие по вариационной статистике. Поволжский лесотехнический институт, Йошкар-Ола, 1961. [2]. П. В. Горский. Руководство для прохождения летней и зимней практики по лесной таксации. Изд. ЛТА, Петрозаводск, 1950. [3]. П. В. Горский. Руководство для составления таблиц. Гослесбумиздат, М., 1962. [4]. П. В. Горский. Методические положения по составлению эскизов таблиц хода роста разновозрастных насаждений и техника их составления. Алма-Ата, 1962. [5]. А. К. Митропольский. Техника статистических исчислений. М.—Л., 1931. [6]. Г. Г. Самойлович. Методика изучения насаждений для лесного дешифрирования аэроснимков и аэротаксации лесов. Изд. ЛТА, Л., 1956. [7]. Г. Г. Самойлович. К методике изучения полога насаждений и степени его сомкнутости. Техинформационный сборник ЛТА, № 37, Л., 1956. [8]. Г. Г. Самойлович. Значение изучения полога насаждений для лесоводства, дешифрирования аэроснимков и аэротаксации лесов. Труды ЛТА, № 81, Л., 1957. [9]. Н. В. Третьяков. Закон единства в строении насаждений. М.—Л., 1927. [10]. Н. В. Третьяков. Таксация насаждений. Конспект лекций, составленный М. Давыдовым, 1930. [11]. Н. В. Третьяков, П. В. Горский, Г. Г. Самойлович. Справочник таксатора, Гослесбумиздат, Л., 1952. [12]. А. В. Тюрин. Основы вариационной статистики в применении к лесоводству. Гослесбумиздат. М.—Л., 1961.

Поступила в редакцию
5 февраля 1966 г.

УДК 634.0.232 : 674.032.475.542

О ВЛИЯНИИ БЕРЕЗЫ НА РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕЛИ В КУЛЬТУРАХ

А. И. СКАВЫШ

Аспирант

(Двинская ЛОС)

С целью изучения влияния березы бородавчатой на рост и продуктивность ели обыкновенной в 1962—1963 гг. в Докшицком лесничестве Бегомльского лесхоза БССР мы исследовали еловые культуры 30—33-летнего возраста с различной степенью участия березы (и осины) естественного происхождения, а также чистые культуры ели.

При определении запаса насаждений по таксационным пробным площадям стволы разбивали на три класса с равными суммами площадей сечений. Для каждого класса одной породы брали по 2—3 модельных дерева, анализировали ход их роста и определяли запас класса и всего насаждения.

Описываемые культуры были созданы на площадях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования непосредственно перед закультуриванием елью. Почвы дерново-подзолистые средне оподзоленные супесчаные влажные, подстилаемые на глубине 40—50 см суглинками. Пахотный горизонт не выражен. Тип условий произрастания С₃. В покрове встречаются зеленые мхи, осока, грушанка, кислица, майник, хвощ лесной, фиалка лесная, кочедыжник женский.

Чистые культуры создавали посадкой саженцев ели в плужные борозды и частично посевом семян ели в площадки (пробы 5 и 6). Первоначальная густота посадки 7,0—9,0 тыс. шт., посевных мест — 4,3 тыс. шт. на 1 га.

Некоторые участки культур в первые годы после посадки обсеменялись березой и частично осинкой. Рубки ухода своевременно не проводили, и к моменту исследования образовались двухъярусные насаждения с березой в первом ярусе и елью — во втором. Возраст березы и ели одинаков.

В насаждениях с числом стволов березы около 1000—1500 шт. на 1 га верхний полог ее сомкнут, при меньшем количестве (500 шт. и меньше) разомкнут, хотя стволы распределены по площади равномерно. Средняя высота березы в возрасте 30 лет 16—18 м, класс бонитета Ia. Второй нижний ярус ели образует хорошо выраженный обособленный полог, в первый ярус ель не выходит даже единично. Средняя высота елового яруса 5,3—8,8 м, то есть в 2—3 раза ниже верхнего березового, и зависит от доли участия березы в составе насаждений.

Таксационные данные насаждений приведены в табл. 1. Данные таблицы показывают, что по мере уменьшения числа стволов и

1 доллнк.

№ пробной площадки	Квартал	Ярус	Порода	Первоначаль- ная густота, шт./га	Число сохра- нившихся своедов на 1 га	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сумма площадей сеждений, м ² /га	Полнота	Запас, м ³ /га	Состав по запасу, %
1	142	1	Береза Ель	8900	1550	17,5	11,1	15,2	0,65	140	79
		5330			5,3	5,0	10,4	0,28	38	21	
2		1	Всего Береза Ель	8600	6880	18,4	12,5	25,6	0,80	178	100
		4060			5,8	5,2	8,5	0,22	31	15	
3	141	1	Всего Береза Ель	8100	5670	16,4	11,6	28,2	0,75	211	100
		5070			6,6	6,0	14,1	0,37	56	29	
4		1	Всего Береза Ель	7000	6660	17,1	13,8	30,9	0,50	196	100
		4650			8,8	7,2	19,2	0,50	97	50	
5		1	Всего Береза Ель	5400	5400	15,5	11,0	30,5	0,57	195	100
		2700			6,1	5,2	5,8	0,20	22	18	
6		1	Всего Береза Ель	4020	4020	16,3	12,5	18,1	0,55	125	100
		2410			7,7	6,5	7,9	0,20	33	24	
7	80	1	Всего Береза Осина Сосна Ель	8800	3410	17,5	16,0	20,2	0,44	140	100
		7570			7,8	5,6	19,2	0,48	103	52	
			Всего		8140			30,4		197	100

Продолжение табл. 1

№ пробной площади	Квартал	Зрус	Порода	Первоначальная густота, шт./га	Число сохранившихся стволов на 1 га	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сумма площадей сечений, м ² /га	Полнота	Запас, м ³ /га	Состав по запасу, %	
8	80	1	Береза		190	18,0	17,3	4,4	0,30	38	19	
			Осина		100		2,9		26		13	
			Сосна	9300	60	1,8		14		7		7
		2	Ель		6650	8,6	6,4	21,1	0,53	119	61	
9		1	Всего		7000			30,2		197	100	
			Береза		45			2,0		19		7
			Осина		45			1,3		11		5
			Сосна	8100	10	0,4		3		1		1
			Ель		4280	12,8	9,8	32,3	0,85	219	87	
10		1	Всего		4380			36,0		252	100	
			Береза		110			1,8		15		5
			Сосна		60			1,2		9		3
			Ель	8900	4930	13,8	9,5	35,0	0,9	266		92
11		1	Всего		5100			38,0		290	100	
			Береза		10			0,4		4		1
			Сосна	9000	80	1,8		14		4		4
			Ель		4250	15,0	10,8	39,1	1,0	322		95
			Всего		4340			41,3		340	100	

Примечание. Полнота ели определена по таблицам хода роста культур ели БССР (по В. К. Захарову и А. Ф. Киселеву).

полноты верхнего яруса березы значительно увеличиваются средние таксационные показатели и запас не только культур ели, находящихся в подчиненном ярусе, но, что особенно важно, и насаждений в целом. Наибольшие запасы имеют чистые культуры ели, в составе которых береза занимает до 5—10% по запасу.

В табл. 2 приведены данные хода роста по высоте модельных деревьев первого класса толщины березы, ели под ее пологом и ели в чистых культурах.

Таблица 2

Порода	Высота, м (числитель) и годичный прирост, м (знаменатель) в возрасте (лет)						
	5	10	15	20	25	30	33
Береза	$\frac{1,8}{-}$	$\frac{5,9}{0,82}$	$\frac{9,3}{0,68}$	$\frac{13,2}{0,78}$	$\frac{16,7}{0,70}$	$\frac{19,3}{0,52}$	$\frac{20,4}{0,37}$
Ель под пологом березы (пробы 1 и 2)	$\frac{0,6}{-}$	$\frac{1,6}{0,20}$	$\frac{2,7}{0,22}$	$\frac{3,9}{0,24}$	$\frac{5,8}{0,38}$	$\frac{7,6}{0,36}$	$\frac{8,6}{0,33}$
Ель в чистых культурах (пробы 10 и 11)	$\frac{0,6}{-}$	$\frac{2,0}{0,28}$	$\frac{4,9}{0,58}$	$\frac{8,3}{0,68}$	$\frac{11,6}{0,66}$	$\frac{14,5}{0,58}$	$\frac{16,3}{0,60}$

Береза превосходит ель по высоте в несколько раз. Этот разрыв увеличивается до 25-летнего возраста, затем прирост березы замедляется. Прирост ели по высоте повышается медленно и, достигнув максимума в возрасте 20—25 лет, у деревьев первого класса толщины (которые составляют 12% от общего числа стволов ели) остается на одном уровне, у средних по толщине снижается значительно, а у самых тонких (65% числа стволов) практически прекращается (несколько сантиметров в год). Линейный прирост по диаметру снижается у деревьев ели всех трех классов толщины. В чистых культурах ель по энергии роста в высоту превосходит таковую под пологом березы почти в два раза.

Интересы народного хозяйства, целлюлозной и химической промышленности требуют от лесоводов получения балансовой и строительной еловой древесины в минимально короткие сроки.

Таким образом, береза хотя и является породой почвоулучшающей, однако в силу быстроты роста при значительной густоте угнетающе влияет на рост ели в культурах, снижает ее продуктивность, поэтому следует создавать чистые культуры ели, а к введению березы в состав еловых культур подходить весьма осторожно.

Поступила в редакцию
25 января 1965 г.

УДК 634.0.524.13 : 674.032.475.542

К ВОПРОСУ О ФОРМЕ СТВОЛОВ ЕЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛНОТЫ

В. И. БОРИСОВ

Инженер

(Арзамасский лесхоз)

Форму стволов ели, выраженную через q_2 , мы изучали в двух типах леса Архангельской области: ельнике-черничнике и ельнике сфагновом.

При сборе и обработке полевого материала была принята следующая методика. На каждой пробной площади срубали и обмеряли 15 учетных деревьев из трех центральных ступеней толщины. Для каждой пробы находили средние показатели. Насаждения близких полнот объединяли в группы и для них вычисляли средние q_2 .

Данные статистической обработки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средняя полнота	Класс бонитета	Средний возраст и его пределы	Средняя H и ее пределы	Средний D и его пределы	Количество пробных площадей	Количество обмеренных деревьев	Средний q_2	$\pm m$	Кoeffициент различия t
0,54	V,2	142 (125—174)	15,0 (12—18)	17,2 (14—20)	6	90	0,698	$\pm 0,006$	3,6
0,83	IV,7	165 (125—205)	18,0 (13—22)	19,6 (15—23)	26	390	0,722	$\pm 0,003$	
0,45	Va	148 (135—160)	12,0 (11—13)	12,8 (11—14)	7	105	0,721	$\pm 0,006$	3,5
0,62	Va	120 (115—124)	11,9 (11—13)	12,4 (12—13)	4	60	0,743	$\pm 0,002$	

Выравнивание мы проводили по следующим эмпирическим формулам:

в ельниках-черничниках при полноте 0,54

$$q_2 H = 0,949 + 0,635 H;$$

при полноте 0,83

$$q_2 H = 0,845 + 0,675 H;$$

в ельниках сфагновых при полноте 0,45

$$q_2 H = 0,926 + 0,644 H;$$

при полноте 0,62

$$q_2 H = 0,855 + 0,671 H.$$

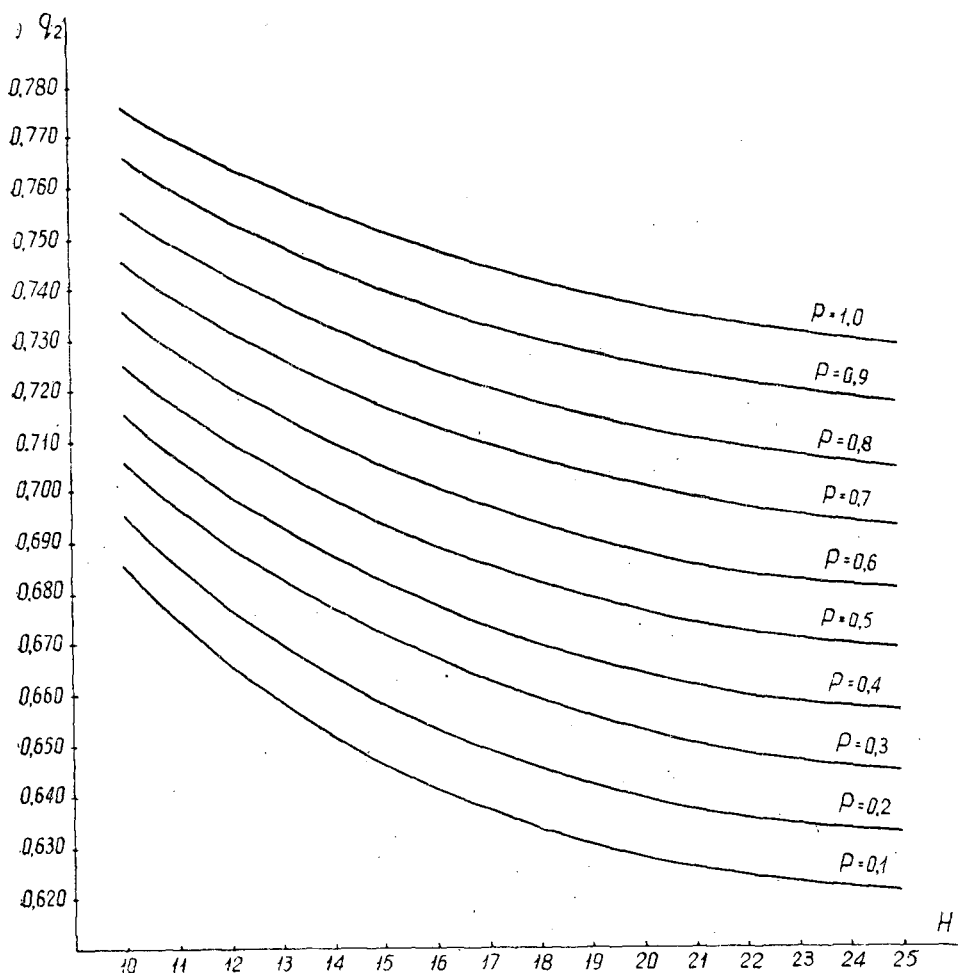


Рис. 1. Зависимость q_2 от полноты P и высоты H в ельниках-черничниках.

В связи q_2 с полнотой наблюдается определенная закономерность: на 0,1 полноты q_2 изменяется на 0,010—0,012 в ельниках-черничниках и на 0,012—0,013 в ельниках сфагновых.

Используя установленную связь q_2 с полнотой, мы вычислили средние коэффициенты формы в зависимости от средней высоты и полноты, значения которых для ельников-черничников приведены на рис. 1.

Закономерную связь q_2 с полнотой и средней высотой в ельниках можно также выразить следующей эмпирической формулой:

$$q_2 = \frac{0,825}{H} + 0,580 + 0,115P. \quad (1)$$

Нами разработана номограмма, позволяющая найти q_2 по полноте и средней высоте (рис. 2).

В основе составления номограммы лежат следующие математические расчеты.

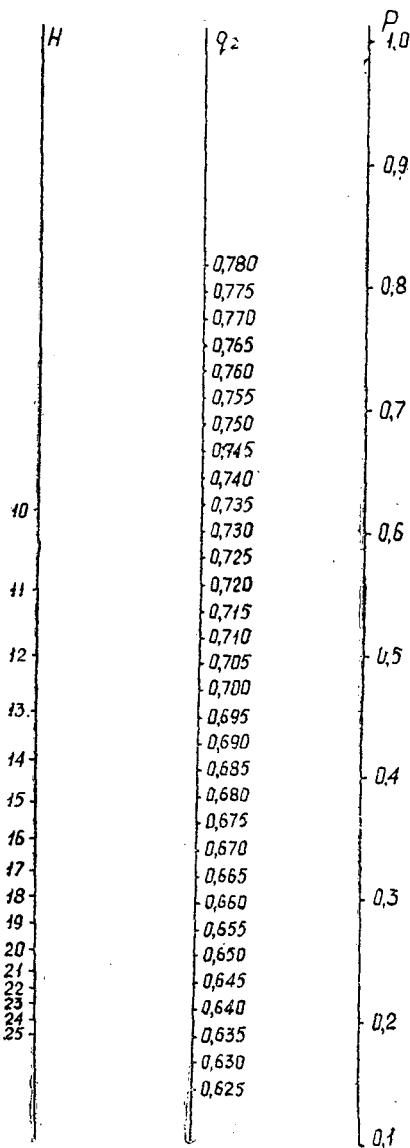


Рис. 2. Номограмма для определения q_2 стволов ели по средней высоте H и полноте P .

1. В формуле (1) обе части правенства делим на 2 и получаем

$$\frac{q_2}{2} = \frac{\frac{0,825}{H} + 0,580 + 0,115P}{2}$$

2. Вводим в это уравнение вспомогательные переменные. Обозначив $\frac{q_2}{2}$ через c , $\frac{0,825}{H} + 0,580$ через a , $0,115P$ через b , получаем формулу вида

$$c = \frac{a + b}{2},$$

то есть уравнение средней линии в трапеции.

Пользуясь этим уравнением, строим номограмму, состоящую из трех параллельных шкал.

На левой оси номограммы в нужном масштабе откладываем значения $\frac{0,825}{H} + 0,580$, а против них соответствующие значения P . На средней линии откладываем значения $\frac{q_2}{2}$ и против них соответствующие значения q_2 .

Пользуются номограммой следующим образом. На левой шкале находят деление, соответствующее средней высоте древостоя, на правой — полноте. К этим двух точкам прикладывают линейку и на средней шкале номограммы берут значение q_2 .

Полноту и среднюю высоту как при глазомерной, так и при перечислительной таксации определяют с вполне достаточной точностью. Применение формулы (1) и номограммы позволит значительно повысить точность определения коэффициентов формы, а тем самым и запасов древостоев элемента леса.

УДК 634.0.56 : 674.031.632.26

РОСТ ДУБА НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ В ПОЧВОЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЧЕРНОГО ЛЕСА

А. А. ШАБАРОВ

Аспирант

(Украинская сельскохозяйственная академия)

Почвы уникальных дубрав Черного леса, расположенного в юго-восточной части Правобережной лесостепи УССР, начали изучать в довоенное время [4], [5]. Лесоводственно-таксационное описание Черного леса было сделано А. Г. Солдатовым [6], который попытался установить степень влияния почвенных условий и увлажнения почвы на рост и продуктивность насаждений. Однако до настоящего времени не установлены причины лучшего роста насаждений на светло-серых лесных почвах, которые в Черном лесу наиболее распространены после серых лесных почв.

Наша работа имеет целью осветить этот вопрос. Исследованиями были охвачены близкие по возрасту насаждения, расположенные на плато (участок № 7), в начале склона (№ 1 — плакор) и на дне балки (№ 4 — плаккат) Сацкий Яр в Чернолесском лесхоззатге Кировоградской области. Все они близки по режиму хозяйства. Характеристика этих участков дана в табл. 1.

Таким образом, эти три древостоя представляют экологический ряд с уменьшением содержания питательных веществ в почве (участки № 7, № 1 и № 4) и с увеличением увлажнения (участки № 1, № 7 и № 4).

Почвенные исследования были направлены на изучение динамики общего и усвояемого запаса воды, некоторых водно-физических свойств и механического состава. Механический состав почв определен по Н. А. Качинскому [3].

Исследуемые почвы всех трех генетических типов принадлежат к группе иловато-крупнопылеватых тяжелых суглинков. Если принять содержание ила в темно-серой почве за 100%, то в серой почве его количество составит 80%, а в светло-серой — 77%.

Содержание ила в самом верхнем слое светло-серой почвы можно повысить путем кольматажа. Различное содержание ила обуславливает соответственно различное содержание питательных веществ в этих почвах.

Для всех трех типов почв характерно увеличение илистой фракции в иллювиальном горизонте и уменьшение (по сравнению с почвообразующей породой) в верхней части профиля. В зависимости от потери ила в верхней части профиля эти почвы могут быть отнесены к таким подгруппам: очень слабо обезыленная (участок № 7), средне обезыленная (участки № 1 и № 4). Обезыливание находит отражение и в распределении по профилю твердых частиц в единице объема почвы. Этот

Таблица 1

№ участка	Лесничество, квартал	Рельеф	Почва	Состав культур	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Полномера	Класс бонитета	Тип условный инвентаризационный растения	Второй ярус	Подлесок	Напочвенный покров
7	Хировское, 94	Ровный	Темно-серая лесная на карбонатном лёссе	9Д(Яс+К.п., Лп, Г	57	19,4	26,8	0,9	I	D ₂	Средней густоты из клена полевого, граба, ясеня	Средней густоты из лещины обыкновенной, бузины черной, бересклета бородавчатого	Копытень европейский, ясменник душистый, крапива друмлиная, фиалка лесная, гравилат городской, звездчатка узколистая
1	Знаменское, 22	Начало склона балки северной экспозиции	Серая лесная на карбонатном лёссе	6Д2Г(Лп, Яс	67	17,6	19,8	0,9	II	D ₂	Редкий из кленов полевого и остролистного, граба и липы	Редкий из лещины	Редкий, равномерный из звездчатки узколистой, осоки волосистой, гравилата городского, медунки неясной, фиалки лесной, копытня европейского
4	Знаменское, 14	Дно балки Сацкий Яр	Светло-серая на оглессном лёссе	10Д+Г, Лп, Яс	67	23,6	26,9	0,9	Ia	D ₃	Средней густоты из кленов остролистного и полевого, граба, липы, ясеня, береста, ильма	Средней густоты из лещины обыкновенной	Звездчатка узколистая, гравилат городской, медуница неясная, пролеска многолетняя, чина чернеющая, будра волосистая, фиалка лесная, сныть обыкновенная, копытень европейский

процесс, как показал С. А. Золотарев [2], коррелятивно связан с продуктивностью насаждений.

В условиях Черного леса на рост дуба существенное влияние оказывают также физические свойства почвы. Свойства темно-серой и серой лесных почв отличаются несущественно, у светло-серой они значительно хуже, чем у предыдущих: меньшие влагоемкость, общая скважность и пористость (за исключением самого верхнего слоя) и большая твердость. Изменение водно-физических характеристик по профилю указывает на уменьшение скважности в иллювиальном горизонте. Скорость впитывания воды увеличивается в направлении от светло-серой почвы к темно-серой и уменьшается по профилю с глубиной.

Между генетическими типами почв и твердостью четкой связи не наблюдается, с глубиной твердость возрастает, достигая максимума в иллювиальном горизонте. При этом для светло-серой лесной почвы отмечается благоприятное соотношение между содержанием воды и воздуха в единице объема при высоких значениях коэффициента водного насыщения.

Рассмотрение водно-физических свойств этих почв без количественного учета воды в них не дает достаточно полного представления о причинах различного роста дуба.

Исследования показали, что почвы под близкими по составу и строению насаждениями имеют различный запас как валовой, так и доступной влаги, причем увеличение запасов воды идет от плато через плакор к плаккату. Естественно, что меньшая убыль воды отмечается в насаждении, где нет внутрипочвенного стока (участок № 7). На участке № 1, находящемся в начале склона, расход продуктивной влаги за вторую половину вегетации составил 65%, то есть на 10% больше, чем на участке № 4, расположенном на дне балки, насаждение которого имеет такой же возраст. Разница в расходе продуктивной влаги, как и заметно больший ее запас в условиях плакката, являются следствием внутрипочвенного стока.

Этот пример является небольшой иллюстрацией к отмеченной в 1927 г. Г. Н. Высоцким [1] общей тенденции: плакор теряет влагу и растворенные питательные вещества; плаккат же, воспринимая воды внутрипочвенного и поверхностного стоков вместе с растворенным и мелкоземистым материалом, становится влажнее и богаче.

Таким образом, в условиях почвозащитных дубрав Черного леса, произрастающих на серых лесных почвах, в данном случае отмечается более тесная связь роста дуба с содержанием влаги в почве, чем с генетическими типами почв. Концепция об оподзоленности серых лесных почв и связанном с нею ухудшении их лесорастительных свойств в условиях Черного леса не оправдывается.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Н. Высоцкий. Очерки о почвах и режиме грунтовых вод. Избранные сочинения, т. 2, изд-во АН СССР, М., 1962. [2]. С. А. Золотарев. Серые почвы и их взаимодействие с широколиственно-дубовыми лесами Украины. Сб. «Пути повышения продуктивности лесов», изд-во «Урожай», Киев, 1965. [3]. Н. А. Качинский. Физика почвы. Изд-во «Высшая школа», М., 1965. [4]. П. С. Погребняк. Дослідження ґрунтів і кореневих систем у дубравах. Ч. I, Праці інституту лісівництва, т. I, вид. АН УРСР, Київ, 1949. [5]. А. С. Скородумов. Почвы Черного леса. Изд-во АН УССР, Киев, 1954. [6]. А. Г. Солдатов. Выращивание высокопродуктивных дубрав. Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, М., 1961.

УДК 634.0.232 : 674.031.623.23

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПОЛЯ КАК СОПУТСТВУЮЩЕЙ ПОРОДЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ДУБОВО-СОСНОВЫХ КУЛЬТУР НА УКРАИНЕ

Г. И. РЕДЬКО

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Полесская агролесомелиоративная опытная станция)

В 30-е и 40-е годы текущего столетия во многих лесхозагах Черниговской, Житомирской, Сумской и других областей Украинской ССР на месте погибших от корневой губки и ослабленных сосновым шелкопрядом чистых сосновых насаждений в условиях суборей были созданы тополево-дубово-сосновые культуры. Несколько рядов сосны (*Pinus silvestris* L.) чередовались с одним или несколькими рядами дуба (*Quercus robur* L.), а в качестве буфера между ними размещался один ряд тополя европейско-американского, преимущественно тополя мариландика (*Populus euroamericana* Guinier. cv. *marilandica* Rehder.). Подготовка почвы везде была частичной, путем напахивания гребней шириной 30—40 см через 2 м в междурядьях вырубленного насаждения. Сосну и дуб высаживали сеянцами, а тополь — черенками с размещением в ряду через 0,7—0,8 м.

В течение 1961—1962 гг. мы изучали 20-летний опыт совместного выращивания тополя, дуба и сосны в условиях суборей и частично сугрудков в смешанных культурах Черниговского, Нежинского и Полтавского лесхозагов. Были заложены пробные площади: № 2 и 3 — в условиях свежей субори; № 5 и 6 — во влажной субори; № 8 и 9 — во влажном сугрудке; № 7 — в условиях богатой влажной субори; № 1 и 4 (контроль) — в свежей и влажной субори в чистых сосновых культурах. Количество деревьев 1 яруса на каждой пробе более 200. На девяти пробных площадях разработано 63 модельных дерева сосны и тополя и раскопано 10 почвенных монолитов размером 0,5 × 0,5 × 1 м по Н. А. Качинскому для изучения корненаселенности. Все насаждения расположены в пределах боровой террасы р. Десны (пробы № 1—8) и р. Ворсклы (проба № 9). Почва на всех изученных участках слабо- и средне-дерново оподзоленная, супесчаная, свежая или влажная, на чистых песчаных или с легкосуглинистыми иловатыми прослойками речных отложениях. На всех участках размещение культур 2 × 0,7—0,8 м, посадка под меч Колесова, уход в рядах. Все насаждения дважды проведены прочисткой с вырубкой 5—10 м³ древесины с 1 га.

Как видно из табл. 1, в условиях свежей субори сформировались двухъярусные насаждения. При этом по всем таксационным показателям роста тополь существенно отстает от сосны и в какой-то мере даже угнетается. Увеличение относительного количества посадочных мест

тополя с 18 до 40% (пробы № 2 и 3) за счет уменьшения посадочных мест сосны и дуба резко снижает общую продуктивность насаждения. Общая таксовая стоимость выращенной древесины во втором случае на 18% меньше, чем в первом. Абсолютное преобладание сосны имеет и в почве по количеству мелких (тоньше 2 мм) корней. В культурах первого варианта, в котором из общего числа посадочных мест сосной было занято 46, а тополем 18%, к 20 годам соотношение этих пород по количеству деревьев стало равным 32 и 9%, по запасу древесины 66 и 15%, по ее таксовой стоимости 73 и 12%, по весу мелких корней в почве 75 и 7%. Во втором варианте культур (40 и 40%) эти величины соответственно равны 32 и 22%, 75 и 20%, 87 и 11%, 78 и 15%.

Стволы тополей в условиях свежих суборей хилые, к 15—20 годам покрыты лишайниками. При рубках ухода больше вырубается оставших в росте полей, чем сосен. Худший рост тополя наблюдался на протяжении всего времени выращивания культур. Дуб в обоих вариантах находится в угнетенном состоянии. Количество мелких корней незначительно (5—14%). Средняя высота дубков в первом варианте (четыре рядка) в 1.7 раза больше, чем во втором (один рядок).

Чистое насаждение сосны в условиях свежей субори (проба № 1) имеет несколько меньшие средние диаметры и высоты, чем смешанные тополево-дубово-сосновые культуры. Общий запас древесины на 1 га также несколько меньше, чем в смешанных культурах первого варианта. Однако выход деловой древесины и общая стоимость ее значительно выше в чистых культурах: соответственно 57 и 44—54%, 272 и 232—190 руб. Условия свежих суборей неблагоприятны для удовлетворительного произрастания тополя мариландика (слишком бедны и сухи). Таким образом, в условиях свежих суборей при создании дубово-сосновых культур тополь является плохой сопутствующей породой.

Во влажной субори к 20 годам сформировались трехъярусные насаждения с тополем в первом, сосной во втором и дубом в третьем ярусах. Тополь существенно превосходит сосну по всем показателям роста в обоих вариантах культур. Деревья сосны в первом и втором смежных с тополем рядах, как правило, сильно угнетены, имеют редкое охвоее побегов и часто усохшие боковые ветви в верхней части кроны и даже вершину. Несмотря на различное качество древесины тополя и сосны, выход деловой древесины и общая ее таксовая стоимость значительно больше для тополя, чем для сосны. Так, в первом варианте культур общая стоимость выращенной на 1 га древесины тополя равна 94 руб., сосны — 51 руб., а в культурах по второму варианту соответственно 151 и 91 руб.

В культурах первого варианта количество мелких корней сосны в однометровом слое почвы несколько больше, чем у тополя; во втором варианте наоборот. Основная масса мелких корней сосны (96 и 90%) находится в верхнем 30-сантиметровом слое. Однако в отличие от условий свежих суборей, в этом слое находится и абсолютное большинство мелких корней тополя (100 и 80%). Для сосны взаимодействие ее корней с корнями тополя в данном случае явно отрицательно. Конкурентоспособность у тополя значительно выше, чем у сосны. Об этом свидетельствует и соотношение этих пород по различным показателям в обоих вариантах культур: по количеству посадочных мест в момент создания культур для тополя — 18 и 40%, для сосны 46 и 40%, по количеству деревьев в возрасте 20 лет соответственно — 13—25% и 33—34%, по запасу древесины — 61—63% и 37—30%, по ее таксовой стоимости — 64—60% и 35—36% и, наконец, по количеству мелких корней в однометровом слое почвы — 40—52% и 54—46%. Об отставании

сосны в росте по диаметру и высоте на протяжении всего периода выращивания культур свидетельствует ход роста средних (из трех) модельных деревьев.

Дуб, как и в условиях свежих суборей, находится в угнетенном ярусе и, несмотря на хорошую сохранность и относительно большее число деревьев, чем у тополя и сосны, имеет незначительные запасы древесины и количество мелких корней в почве.

Продуктивность насаждения с преобладанием сосны по числу деревьев выше в условиях, в которых сосна более конкурентоспособна, чем тополь (в данном примере — в условиях свежей субори). При относительно равном участии сосны и тополя по количеству посадочных мест (второй вариант культур) большую продуктивность имеет насаждение во влажной субори, где конкурентоспособность тополя выше, чем сосны. Чистое сосновое насаждение в условиях влажной субори (проба № 4) значительно более продуктивно, чем смешанные тополево-дубово-сосновые (пробы № 5 и 6). Общий запас древесины равен соответственно 225 и 134—196 $m^3/га$, выход деловой древесины 65 и 32—55%, таксовая стоимость древесины — 400 и 147—254 руб. Таким образом, и в условиях влажных суборей тополь является плохим спутником сосны и дуба.

В богатых влажных сугрудках (ВС₃) при создании культур по второму варианту смешения уже к 20 годам сосна оказывается во втором, а дуб в третьем угнетенных ярусах (проба № 7). Тополь преобладает над сосной по всем показателям роста: по среднему диаметру в 1,9 раза, по средней высоте в 1,4, по запасу древесины в 5,2, по таксовой ее стоимости в 5,4 раза. В почве самый богатый верхний 10-сантиметровый слой занимают мелкие корни тополя, а сосна довольствуется более бедными глубже расположенными слоями. Так, в верхнем 10-сантиметровом слое почвы мелких корней тополя находится 58% от общего их количества, а сосны лишь 7%, в слое 10—30 см соответственно 19 и 45%, 30—50 см — 17 и 16%, 50—80 см — 5 и 31%. В метровой толщине почвы 84% всех корней тополевы и лишь 16% — сосновые.

Едва ли целесообразным может быть выращивание тополя с сосной без участия дуба в условиях влажных сугрудков. При смешении двух рядов сосны с одним рядом осокоря (проба № 9) сосна настолько отстала в росте от тополя и была угнетена им, что уже к 15—16-летнему возрасту почти полностью выпала. Сформировалось чистое насаждение осокоря хорошей продуктивности. В возрасте 23 лет общий запас древесины был равен 426 $m^3/га$, в том числе деловой 76%, а обшая таксовая стоимость древесины составила 585 руб. При смешении семи рядов сосны с тремя рядами тополя (проба № 8) уже в возрасте 10 лет тополь превосходит сосну по среднему диаметру в 1,8, по средней высоте — в 2 и по запасу древесины — в 1,2 раза, несмотря на то, что количество деревьев сосны в 3,5 раза больше, чем тополя. При этом наименьшую высоту имеют смежные с тополем ряды.

Общее состояние как смешанных, так и чистых сосновых культур удовлетворительное. Признаков корневой губки и повреждений от насекомых во всех обследованных 20-летних насаждениях не найдено.

В заключение можно сказать, что имеющиеся в литературе рекомендации по использованию тополя в качестве сопутствующей буферной породы в дубово-сосновых кулисных культурах, а также по введению его при реконструкции, как и вообще рекомендации по выращиванию тополя в суборях, мало обоснованы.

УДК 634.0.523.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ СТВОЛОВ И СУММЫ БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТВОЛОВ В ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯХ

В. Г. ЯРОШЕВИЧ

Главный инженер Днепропетровского межобластного управления
лесного хозяйства и лесозаготовок

Боковая поверхность обескоренного древесного ствола — это поверхность камбиального слоя, от жизнедеятельности которого зависит прирост стволовой древесной массы. В последнее время был внесен ряд предложений по определению текущего объемного прироста ствола по величине боковой поверхности, однако теоретическая их сторона разработана слабо.

Для вычисления боковой поверхности принято пользоваться выражениями

$$s = \Sigma \pi d h; \tag{1}$$

$$s = \pi d_{0,5} H, \tag{2}$$

где d — срединный диаметр отрезка;

h — его длина;

H — высота дерева;

$d_{0,5}$ — диаметр на середине высоты дерева.

Если при числе отрезков более двух уравнение (1) не вызывает сомнений, то справедливость формулы (2) нуждается в доказательстве.

Древесный ствол более точно приравнивается к параболоиду вращения с уравнением образующей

$$y^2 = px^m.$$

Но в таком случае

$$s = \frac{2\pi}{m+2} 2^{m/2} d_{0,5} H = u d_{0,5} H. \tag{3}$$

Для равенства (2) и (3) необходимо, чтобы $u = \pi$. Это возможно только, если $m = 0$ или $m = 2$. Но тогда образующая тела вращения — не парабола, а прямая. Это случай цилиндра или конуса. Для параболоида вращения $u \neq \pi$.

При различных значениях m получаются следующие u (табл. 1).

Можно считать, что чаще всего

$$s = 2,96 d_{0,5} H. \tag{4}$$

Таблица 1

m	0,8	1,0	1,2	1,4
u	2,96	2,96	2,98	3,0

Выражение (4) может быть получено путем использования I теоремы Гюльдена, согласно которой поверхность тела вращения, описываемого плоской кривой при вращении ее около оси, лежащей в плоскости этой кривой и не пересекающей ее, равна произведению длины кривой на длину окружности, описываемой центром тяжести кривой

$$s = L \cdot 2\pi r_s. \quad (5)$$

Для древесных столов без ощутимой погрешности можно считать $L = H$.

Величина r_s определяется по II теореме Гюльдена как ордината центра тяжести образующей, равная частному от деления площади вращающейся фигуры на длину образующей.

В нашем случае

$$r_s = \frac{1}{2} s_{\text{пр}} : L, \quad (6)$$

здесь $s_{\text{пр}}$ — площадь осевого (радиального) сечения древесного ствола, а L должно быть заменено на H .

В качестве исходного материала можно использовать усредненные данные о форме древесных стволов, установленные В. К. Захаровым. Для наших целей величина сбега в коре должна быть уменьшена на относительную двойную толщину коры, для определения которой можно использовать шведские таблицы Мааса. Затем вычисляем относительные радиусы (табл. 2).

Таблица 2

Доли H	Относительные диаметры в коре, D в % от $D_{0,1}$	Двойная толщина коры, % от соответствующего D	Относительные диаметры без коры, d в % от $D_{0,1}$	Относительные диаметры без коры, d в долях от $d_{0,5}$	Относительные радиусы
0,0	140,9 $D_{0,1}$	10	126,8 $D_{0,1}$	1,83 $d_{0,5}$	0,92
0,1	100 $D_{0,1}$	8	92,0 $D_{0,1}$	1,33 $d_{0,5}$	0,67
0,2	91,6 $D_{0,1}$	6,5	85,6 $D_{0,1}$	1,24 $d_{0,5}$	0,62
0,3	84,4 $D_{0,1}$	5	80,2 $D_{0,1}$	1,16 $d_{0,5}$	0,58
0,4	78,3 $D_{0,1}$	4	75,2 $D_{0,1}$	1,09 $d_{0,5}$	0,54
0,5	71,8 $D_{0,1}$	3	69,3 $D_{0,1}$	1,00 $d_{0,5}$	0,50
0,6	64,8 $D_{0,1}$	4	62,0 $D_{0,1}$	0,90 $d_{0,5}$	0,45
0,7	55,4 $D_{0,1}$	4,5	52,9 $D_{0,1}$	0,76 $d_{0,5}$	0,38
0,8	43,3 $D_{0,1}$	5,5	40,9 $D_{0,1}$	0,59 $d_{0,5}$	0,29
0,9	25,0 $D_{0,1}$	7,0	23,3 $D_{0,1}$	0,34 $d_{0,5}$	0,17

Используя относительные радиусы, по формуле Симпсона вычисляем

$$\frac{1}{2} s_{\text{пр}} = 0,471 d_{0,5} L,$$

откуда из уравнения (6)

$$r_s = 0,471 d_{0,5}.$$

Далее, согласно выражению (5),

$$s = L \cdot 2\pi \cdot 0,471 d_{0,5} = 2,96 d_{0,5} L. \quad (7)$$

Заменяя L на H , получаем

$$s = 2,96 d_{0,5} H. \quad (4')$$

Отсюда следует, что применение формулы (2) вместо уравнения (4) для стволов сосны сопровождается ненужной систематической положительной ошибкой + 6%. Поэтому для определения боковой поверхности соснового древесного ствола лучше пользоваться выражением (4).

Были также сделаны предложения вычислять сумму боковых поверхностей древесных стволов лесонасаждений и представлять ее в таблицах хода роста. Для этого следует использовать способ средней модели. Однако при этом нельзя упускать из виду, что среднее дерево по объему не идентично среднему дереву по боковой поверхности ствола. В первом из них диаметр на высоте груди определяется по пересчету стволов как величина средняя квадратическая, во втором же случае эта величина средняя арифметическая. Поэтому для перехода от первой ко второй нужно вносить поправку. Диаметры должны быть уменьшены на 4%, высоты на 1%.

Переход от диаметров на высоте груди $D_{1,3}$ к диаметрам на половине высоты ствола $D_{0,5}$ может быть произведен через коэффициент формы $q_2 = \frac{D_{0,5}}{D_{1,3}}$, который, в свою очередь, определяется через видовое число f по таблице М. Е. Ткаченко. Для вычисления $d_{0,5}$ без коры следует из диаметра $D_{0,5}$ в коре вычесть двойную среднюю толщину коры (по таблицам Мааса).

Суммарная величина всех поправок к среднему дереву насаждений хода роста будет $0,95 \times 0,99 \times q_2 \times 0,97$. Умножив выражение (4) на эту поправку и на число стволов на 1 га N , получим сумму боковых поверхностей древесных стволов лесонасаждения

$$\Sigma S = S_n = 2,72 D_{1,3} \cdot H q_2 N. \quad (8)$$

В таблицах хода роста показатели, как правило, даются для двух частей насаждений: оставляемой и убираемой. Поэтому S_n необходимо определять как сумму

$$S_n = S_o + S_y.$$

Недостаточный учет этого обстоятельства и использование S_o вместо S_n могут привести к неверным выводам (S_n — категория биологическая, а S_o — техническая).

Следует ожидать, что величины S и их изменения для светолюбивых и теневыносливых пород не будут одинаковыми. Выяснение этого обстоятельства является очередной задачей.

Во многих таблицах отсутствуют показатели, требуемые выражением (8), или число стволов на 1 га неустойчиво. Поэтому формула (8) может быть преобразована. Путем умножения и деления на $\pi D_{1,3} f$ и перегруппировки показателей получим

$$S = \frac{2,72 \pi D_{1,3}^2 H \cdot f N q_2}{\pi D_{1,3} f} = 3,46 \frac{V}{D_{1,3}} \frac{q_2}{f}, \quad (9)$$

здесь V — запас насаждения, как известно, равный $\frac{\pi}{4} D_{1,3}^2 H f N$.

В ряде случаев выражение (9) более удобно, чем (8).

УДК 634.0.526.9

**ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНИХ КЛАССОВ ТОЛЩИНЫ БРЕВЕН
ОТ РАЗЯДОВ ВЫСОТЫ И СТУПЕНЕЙ ТОЛЩИНЫ ДРЕВОСТОЕВ**

З. Н. БРАТОВА

Доцент

Т. Ф. МАРТЫНИХИНА

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для выявления выхода сортиментов необходимо исследовать ряды и таблицы распределения деловой древесины по классам толщины и качеству. При этом особенно важно определить средние классы толщины бревен в зависимости от разрядов высоты и ступеней толщины древостоев. Установим эту зависимость при помощи множественного корреляционного уравнения для случая большого числа наблюдений. Из сортиментно-сортных таблиц для древостоев ели IV, V, VI, VII разрядов высоты ([3], табл. 257—260) взяты данные процентного выхода бревен по классам толщины и ступеням толщины.

Таблица 1

X ₁ (разряды высоты)	X ₂ (классы толщины)								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Σ
4	109	84	111	120	56	88	56	34	658
5	107	80	108	116	56	89	59	29	644
6	20	48	78	98	47	89	57	20	457
7	1	22	56	30	44	84	52	18	357
Σ	237	234	353	414	203	350	224	101	2116

Таблица 2

X ₂ (ступени толщины)	X ₃ (классы толщины)								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Σ
16						4	38	25	67
20					24	93	72	28	217
24				61	69	94	48	17	289
28			43	131	37	62	26	12	311
32		11	120	96	27	42	18	9	323
36	9	96	92	61	21	30	11	6	326
40	58	67	51	38	12	13	6	2	247
44	73	34	29	15	7	6	3	2	169
48	97	26	18	12	6	6	2	—	167
Σ	237	234	353	414	203	350	224	101	2116

Таблица 3

X_2 (ступени толщины)	X_1 (разряды высоты)				
	4	5	6	7	Σ
16	22	19	15	11	67
20	59	58	52	48	217
24	75	74	72	68	289
28	81	79	77	74	311
32	84	81	80	78	323
36	84	83	81	78	326
40	84	83	80	—	247
44	85	84	—	—	169
48	84	83	—	—	167
Σ	658	644	457	357	2116

Составляем таблицы распределения изучаемых величин: X_1 — разряды высоты древостоев; X_2 — ступени толщины древостоев; X_3 — классы толщины бревен (табл. 1, 2 и 3).

На основании этих таблиц вычисляем моменты отдельных исследуемых величин X_1 , X_2 , X_3 , а также моменты произведения каждой пары X_1X_2 , X_1X_3 , X_2X_3 .

Основные моменты приведены в табл. 4, 5, 6, где h_1 , h_2 , h_3 — порядки основных моментов.

Таблица 4

h_1	h_3				
	0	1	2	3	4
0	1	0	1	0,084	2,009
1	0	0,188	-0,158	0,321	—
2	1	0,109	0,885	—	—
3	0,311	0,339	—	—	—
4	1,666	—	—	—	—

Таблица 5

h_2	h_3				
	0	1	2	3	4
0	1	0	1	0,084	2,009
1	0	-0,714	0,069	-1,436	—
2	1	0,186	1,446	—	—
3	0,989	-1,519	—	—	—
4	2,083	—	—	—	—

Таблица 6

h_1	h_3				
	0	1	2	3	4
0	1	0	1	0,989	2,083
1	0	-0,244	-0,225	-0,534	—
2	1	-0,138	0,892	—	—
3	0,311	-0,424	—	—	—
4	1,666	—	—	—	—

Статистики рядов распределения разрядов высоты, ступеней толщины и классов толщины древостоев или приведены в табл. 7.

Таблица 7

Статистики	X_1	X_2	X_3
X_a	5	32	4
m_1	0,242	0,088	0,211
c	1	4	1
\bar{X}	5,242	32,352	4,211
σ	1,096	2,172	2,011

В табл. 7 X_a — начальное значение; m_1 — первый начальный момент; c — величина разряда; \bar{X} — среднее значение; σ — основное отклонение исследуемых величин. Основной момент произведения трех случайных величин $r_{1|1|1} = 0,029$ ([1], стр. 141—144). После нахождения основных моментов переходим к составлению корреляционного уравнения.

Множественное линейное корреляционное уравнение, выражающее зависимость классов толщины бревен от разрядов высоты и ступеней толщины древостоев ([2], стр. 365), имеет вид

$$r_{(j_1)|(j_2)}|1 = r_{1|0|1} \xi_{1(j_1)} + \frac{\delta_1}{\gamma_1} (\xi_{2(j_2)} - r_{1|1|0} \xi_{1(j_1)}),$$

где $r_{(j_1)|(j_2)}|1$ — условный основной момент величины X_3 первого порядка;

$\xi_{1(j_1)}$ и $\xi_{2(j_2)}$ — нормированные значения X_1 и X_2 .

$$\delta_1 = r_{0|1|1} - r_{1|1|0} \cdot r_{1|0|1},$$

$$\gamma_1 = 1 - r_{1|1|0}^2,$$

$r_{1|0|1}$, $r_{1|1|0}$ и $r_{0|1|1}$ — основные моменты первого порядка произведения величин $X_1 X_3$, $X_1 X_2$ и $X_2 X_3$.

Используя ранее найденные основные моменты и статистики случайных величин, получаем выражение для нахождения вероятных значений классов толщины бревен по разрядам высоты и ступеням толщины древостоев

$$\tilde{X}_{3[j_1, j_2]} = 9,406 + 0,027 X_{1(j_1)} - 0,165 X_{2(j_2)}$$

с основной ошибкой множественного линейного корреляционного уравнения ([1], стр. 75) $\sigma_{3,12} = 1,426$.

В нашем случае множественное гиперболическое корреляционное уравнение имеет вид

$$r_{(j_1)|(j_2)}|1 = -0,036 - 0,149 \xi_{1(j_1)} \xi_{2(j_2)} - 0,030 \xi_{1(j_1)} - 0,752 \xi_{2(j_2)}$$

с основной ошибкой ([1], стр. 76) $\sigma_{3,12} = 1,402$.

Так как основная ошибка множественного корреляционного уравнения гиперболического вида уменьшилась незначительно по сравнению с основной ошибкой линейного уравнения, то остановимся на линейном.

Вычисленные по нему вероятные значения классов толщины бревен и наблюдаемые средние классы (в скобках) приведены в табл. 8.

Таблица 8

X ₁	X ₂								
	16	20	24	28	32	36	40	44	48
4	(7,27) 7,065	(6,46) 6,24	(5,51) 5,54	(4,72) 4,88	(4,09) 4,22	(3,37) 3,56	(2,78) 2,90	(2,36) 2,84	(1,97) 1,58
5	(7,32) 6,90	(6,48) 6,24	(5,59) 5,58	(4,72) 4,92	(4,10) 4,26	(3,45) 3,60	(2,81) 2,94	(2,33) 2,28	(1,99) 1,66
6	(7,26) 6,93	(6,44) 6,27	(5,79) 5,61	(4,83) 4,95	(4,24) 4,29	(3,47) 3,63	(2,82) 2,91	—	—
7	(7,55) 6,96	(6,52) 6,30	(5,75) 5,64	(4,88) 4,98	(4,35) 4,32	(3,58) 3,66	—	—	—

Сравнивая вероятные значения классов толщины бревен древостоев ели, вычисленные на основании множественного линейного корреляционного уравнения, с наблюдаемыми средними значениями, видим между ними практически полное совпадение.

Таким же образом могут быть вычислены средние значения классов толщины бревен для любых древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. К. Митропольский. Статистическое исчисление. Т. 1—4, Л., 1952—1954.
 [2]. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. Физматгиз, 1961.
 [3]. Н. В. Третьяков, П. В. Горский, Г. Г. Самойлович. Справочник таксатора, 1952.

Поступила в редакцию
9 июля 1965 г.

УДК 634.0.377.72

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПУТЬ СЦЕПА ЦНИИМЭ-ДВЗ
ПРИ ВХОДЕ В СТРЕЛОЧНЫЙ ПЕРЕВОД

Г. А. КАЛИНИН

Кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

В статье приведен расчет воздействия на путь сцепов ЦНИИМЭ-ДВЗ при входе в стрелочный перевод с прямым острием.

Как следует из опытов [5], наибольшее влияние на путь оказывает первая по ходу тележка сцепа, поэтому величина бокового давления на острием направляющего колеса сцепа может быть получена из уравнения равновесия сил, действующих на эту тележку.

Если в момент входа в стрелку тележка направляется одной осью, что соответствует действительным условиям движения [6], то уравнения равновесия действующих сил в общем виде выглядят так:

$$\begin{aligned} \Sigma H_i + F_{\text{неур}} &= Y_1; \\ M_{\text{тр}} + F_{\text{неур}} \cdot \left(x_1 - \frac{l}{2}\right) &= Y_1 \cdot x_1. \end{aligned}$$

Уравнение (1) представляет сумму проекций сил, действующих на ось, перпендикулярную продольной оси тележки (рис. 1), а уравнение (2) — сумму моментов всех горизонтальных сил относительно центра поворота тележки.

На рис. 1 обозначены: x_1 — расстояние от передней оси до мгновенного центра поворота; l — жесткая база тележки; d_1 и d_2 — плечи

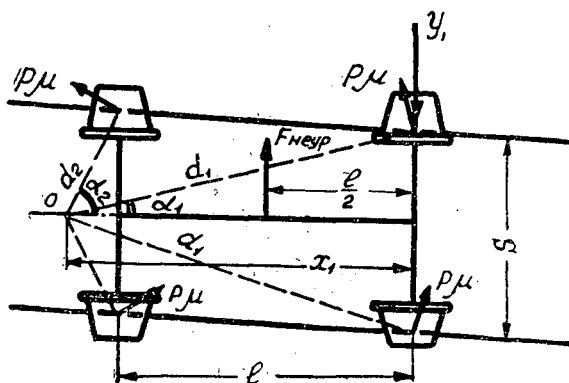


Рис. 1. Схема положения тележки сцепа при движении по стрелке.

скольжения, то есть расстояния от контактов колес первой и второй осей до центра поворота; s — ширина колеи; Y_1 — направляющее усилие, представляющее реакцию рельса в точке набегания на него гребня направляющего колеса; $P\mu$ — сила трения скольжения в контакте колеса и рельса; $F_{\text{невр}}$ — центробежные и инерционные силы, действующие от первой тележки на путь.

В связи с тем, что ударный вход экипажа в стрелку существенно отличается от установившегося движения по кривой, рассмотрим отдельные составляющие приведенных уравнений равновесия.

Сумма проекций сил трения на горизонтальную поперечную ось тележки (рис. 1) выражается формулой

$$\Sigma H_i = 2P\mu \cdot \cos \alpha_1 + 2P\mu \cdot \cos \alpha_2 = 2P\mu \left[\frac{x_1}{\sqrt{x_1^2 + \frac{s^2}{4}}} + \frac{x_1 - l}{\sqrt{(x_1 - l)^2 + \frac{s^2}{4}}} \right], \quad (3)$$

здесь P — вертикальное давление колеса на рельс;

μ — коэффициент трения между колесом и рельсом;

α_1 и α_2 — углы между продольной осью тележки и плечами скольжения.

Неуравновешенные силы, действующие на путь, складываются из центробежных сил тележки и из инерционных сил, возникающих при повороте хребтовой балки первого полусцепа. При их определении используем метод Хеймана [3], [4]. По этому методу экипаж рассматривают как линию, а его массу считают равномерно распределенной по длине. Тогда ускорение экипажа и, следовательно, силы инерции могут быть изображены графически.

На рис. 2 точки A_0 и H соответствуют направляющей и второй осям тележки. Точка O — мгновенный центр поворота, который может находиться перед задней осью (схема а) или за ней (схема б). Из точки A_0

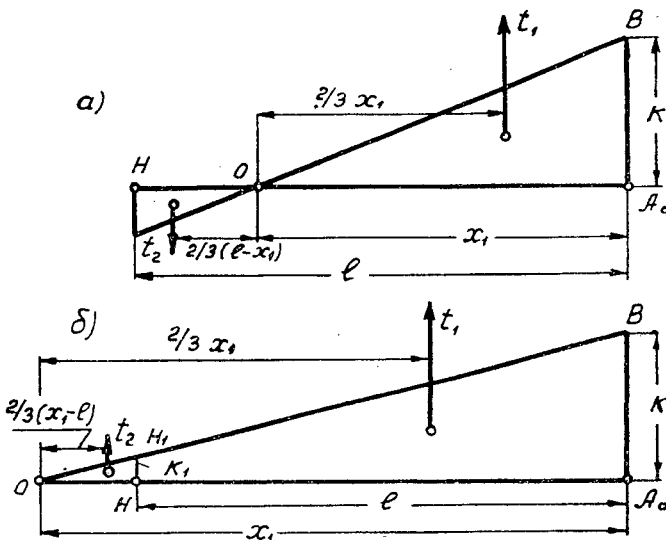


Рис. 2. Треугольник ускорений направляющей тележки.

перпендикулярно вверх откладываем величину поперечного ускорения: $\frac{A_0B}{R} = \frac{v^2}{R} = \frac{v^2 \cdot \sin \beta}{x_1}$. Тогда сила инерции на единицу длины

$$K = \frac{Q_T \cdot v^2 \cdot \sin \beta}{g \cdot x_1 \cdot l},$$

где Q_T — вес тележки;
 β — угол набегания тележки на остряк;
 v — скорость движения поезда.

Площади же треугольников ускорений будут давать силы инерции t_1 и t_2 тележки. Проекция этих сил на поперечную ось

$$T_T = t_1 - t_2 = \frac{Q_T \cdot v^2 \cdot \sin \beta}{2gl} \left[1 - \frac{(l - x_1)^2}{x_1^2} \right]. \quad (4)$$

На рис. 2, б сила инерции выражается площадью трапеции A_0HH_1B а ее аналитическое выражение соответствует зависимости (4).

Инерционная сила, возникающая при повороте хребтовой балки определяется следующим образом.

а) По схеме рис. 3 находят силы инерции полусцепа. Точки D_1 и D_2 соответствуют положению шкворней тележек полусцепа; L_M — длина хребтовой балки (моста); u — величина свеса за шкворень.

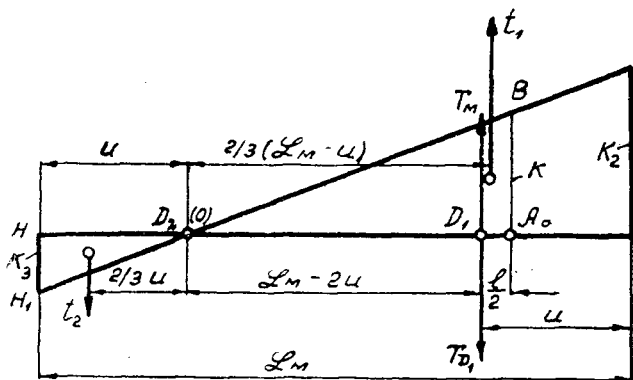


Рис. 3. Треугольник ускорений первого полусцепа.

б) Полагая, что хребтовая балка поворачивается около оси, соответствующей положению шкворня второй по ходу тележки (точки D_2), определяем момент сил t_1 и t_2 относительно этой точки поворота.

в) Находим силу, действующую на шкворень передней тележки, которая и является дополнительной инерционной силой T_M от поворота хребтовой балки. Ее величина в итоге определяется выражением

$$T_M = \frac{Q_M \cdot v^2 \cdot \sin \beta (L_M^2 - 3L_M \cdot u + 3u^2)}{3 \cdot g \cdot x_1 \left(L_M - 2u + \frac{l}{2} \right) (L_M - 2u)}, \quad (5)$$

здесь Q_M — вес хребтовой балки и приходящегося на полусцеп груза.

Для выяснения влияния перевозимого груза на величину инерционных сил проведены опыты по измерению перемещений тележек и коников по отношению к хребтовым балкам сцепа. Установлено, что в момент движения по стрелке первой тележки поворот пакета хлыстов, а следовательно, и инерционная сила от перевозимого груза отсутствуют. На основании тех же опытов принято положение, что хребтовая балка первого полусцепа поворачивается около шкворня второй тележки.

Соответственно рассматриваем составляющие уравнения (2) и определяем моменты от действующих горизонтальных сил — уравнения (3), (4) и (5) — относительно центра поворота тележки. Дополнительно учтено, что при повороте хребтовой балки в опорной пяте тележки возникает момент трения. Его величина равна

$$M_{\text{тр}}^n = Q \cdot \mu_0 \cdot r_0$$

или удобнее

$$M_{\text{тр}}^n = 4P\alpha\mu_0 \cdot r_0,$$

где r_0 — приведенный радиус пяты;

μ_0 — коэффициент трения;

Q — давление на пяту;

α — коэффициент, учитывающий соотношение нагрузки на пяту и общего давления колес тележки (для условий груженого сцены $\alpha = 0,89$).

В результате уравнения равновесия (1) и (2) принимают вид

$$2P\mu \left[\frac{x_1}{\sqrt{x_1^2 + \frac{s^2}{4}}} + \frac{x_1 - l}{\sqrt{(x_1 - l)^2 + \frac{s^2}{4}}} \right] + \frac{Q_T \cdot v^2 \cdot \sin \beta}{2gl} \left[1 - \frac{(l - x_1)^2}{x_1^2} \right] + \frac{Q_M \cdot v^2 \cdot \sin \beta (L_M^2 - 3L_M \cdot u + 3u^2)}{3 \cdot g \cdot x_1^2 \left(L_M - 2u + \frac{l}{2} \right) (L_M - 2u)} = Y_1; \quad (6)$$

$$2P\mu \left[\sqrt{x_1^2 + \frac{s^2}{4}} + \sqrt{(x_1 - l)^2 + \frac{s^2}{4}} \right] + \frac{Q_T \cdot v^2 \cdot \sin \beta (l^2 - 3lx_1 + 3x_1^2)}{3 \cdot g \cdot x_1^2} + \frac{Q_M \cdot v^2 \cdot \sin \beta (L_M^2 - 3L_M \cdot u + 3u^2) \left(x_1 - \frac{l}{2} \right)}{3 \cdot g \cdot x_1 \left(L_M - 2u + \frac{l}{2} \right) (L_M - 2u)} + 4P\alpha\mu_0 r_0 = Y_1 \cdot x_1. \quad (7)$$

Решение системы уравнений (6) и (7) дает значения направляющего усилия Y_1 и положения центра поворота x_1 . Однако их аналитическое исследование даже с применением приближенных формул [2] громоздко. Нами применен графоаналитический метод решения уравнений равновесия. По этому методу строим кривые зависимости Y_1 от x_1 из условия равновесия горизонтальных сил, действующих на тележку, и аналогичные кривые из условия равновесия моментов. Точки пересечения этих кривых определяют значения Y_1 и x_1 . Целесообразно строить график зависимости $\frac{Y_1}{P} = f(x_1)$. Обозначим также $v^2 \cdot \sin \beta = a$. Тогда исходные уравнения будут

$$\frac{Y_1}{P} = \frac{2\mu \cdot x_1}{\sqrt{x_1^2 + \frac{s^2}{4}}} + \frac{2\mu (x_1 - l)}{\sqrt{(x_1 - l)^2 + \frac{s^2}{4}}} + \frac{Q_T \cdot a}{2gl \cdot P} \left[1 - \frac{(x_1 - l)^2}{x_1^2} \right] + \frac{Q_M \cdot a (L_M^2 - 3L_M \cdot u + 3u^2)}{3 \cdot g \cdot x_1 \cdot P \left(L_M - 2u + \frac{l}{2} \right) (L_M - 2u)}; \quad (8)$$

$$\frac{Y_1}{P} = \frac{2\mu \sqrt{x_1^2 + \frac{s^2}{4}}}{x_1} + \frac{2\mu \sqrt{(x_1 - l)^2 + \frac{s^2}{4}}}{x_1} + \frac{Q_T \cdot a (l^2 - 3lx_1 + 3x_1^2)}{3 \cdot g \cdot P \cdot x_1^2} + \frac{Q_M \cdot a (L_M^2 - 3L_M \cdot u + 3u^2) \left(x_1 - \frac{l}{2} \right)}{3 \cdot g \cdot P \cdot x_1^2 \left(L_M - 2u + \frac{l}{2} \right) (L_M - 2u)} + \frac{4\alpha\mu_0 \cdot r_0}{x_1}. \quad (9)$$

Подставляем постоянные численные величины, относящиеся к сцепу ЦНИИМЭ-ДВЗ и пути. Решение этих уравнений для различных значений коэффициента трения (0,20; 0,25 и 0,30) и определенных условий движения экипажа, которые характеризуются величиной a , показано на рис. 4.

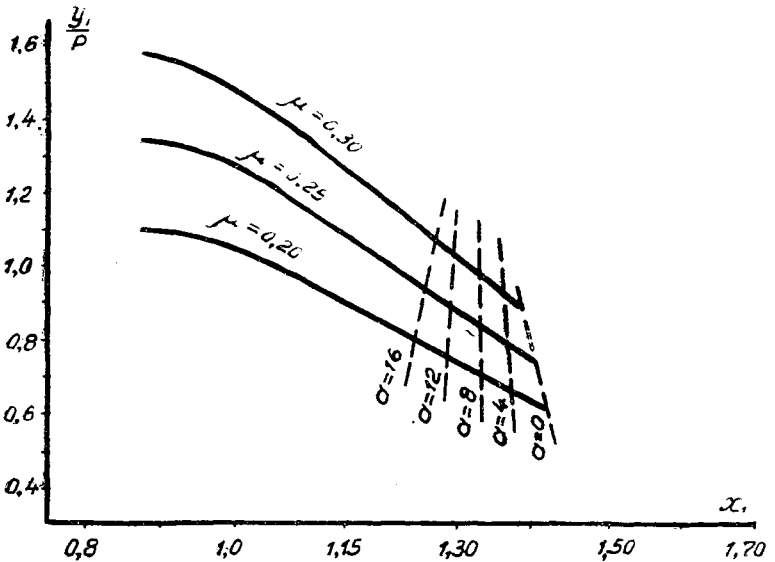


Рис. 4. Зависимость $\frac{Y_1}{P} = f(x_1)$.

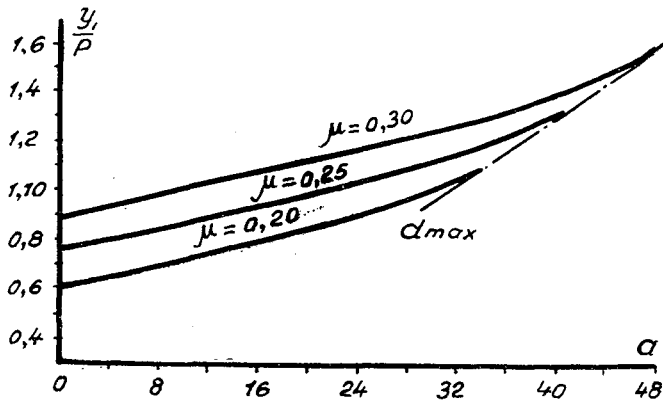
Для практически встречающихся значений a (обычно не более 8—10) зависимость $\frac{Y_1}{P} = f(x_1)$ может быть представлена выражениями

$$\left. \begin{aligned} \text{для } \mu = 0,30 \quad \frac{Y_1}{P} &= 3,22 - 1,64 \cdot x_1; \\ \text{для } \mu = 0,25 \quad \frac{Y_1}{P} &= 2,67 - 1,37 \cdot x_1; \\ \text{для } \mu = 0,20 \quad \frac{Y_1}{P} &= 2,14 - 1,06 \cdot x_1. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Графическое решение уравнений (6) и (7) позволяет также дать зависимость $\frac{Y_1}{P} = f(a)$. Она представлена графиками рис. 5 и аналитическими выражениями

$$\left. \begin{aligned} \text{для } \mu = 0,30 \quad \frac{Y_1}{P} &= 0,89 + 0,012 \cdot a; \\ \text{для } \mu = 0,25 \quad \frac{Y_1}{P} &= 0,75 + 0,012 \cdot a; \\ \text{для } \mu = 0,20 \quad \frac{Y_1}{P} &= 0,61 + 0,012 \cdot a. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Аналогично получена графическая (линейная) и аналитическая зависимость $\frac{Y_1}{P} = f(\mu)$

Рис. 5. Зависимость $\frac{Y_1}{P} = f(\alpha)$.

Исходя из рассмотренных связей, для функций $\frac{Y_1}{P} = f(\mu, x_1)$ и $\frac{Y_1}{P} = f(\mu, \alpha)$ также получены следующие формулы:

$$\left. \begin{aligned} \frac{Y_1}{P} &= (11,1 - 5,8 \cdot x_1) \cdot \mu; \\ \frac{Y_1}{P} &= 2,76 \cdot \mu + 0,012 \cdot \alpha + 0,06. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Таким образом, графоаналитическое решение системы уравнений равновесия сил, действующих на первую тележку сцепы ЦНИИМЭ-ДВЗ при движении ее по острюку, дает величину направляющего усилия (отношение $\frac{Y_1}{P}$) в зависимости от положения центра поворота x_1 , скорости движения и угла набегания экипажа α и коэффициента трения колес по рельсу μ . Принятие определенных условий движения экипажа (или уточнение их опытным путем) позволяет установить остальные характеристики вписывания.

Теоретические расчеты, проведенные по принятой методике, вполне удовлетворительно согласуются с опытными данными [5]. При сравнении расчетного направляющего усилия Y_1 с полученным опытным путем боковым давлением необходимо учитывать [1], что величина последнего определяется алгебраической суммой направляющего усилия и силы трения по контакту колеса и рельса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. М. Бромберг, М. Ф. Вериго и др. Взаимодействие пути и подвижного состава. Трансжелдориздат, М., 1956. [2]. О. П. Ершков. Расчет рельса на действие боковых сил в кривых. Труды ЦНИИ МПС, вып. 192, М., Трансжелдориздат, 1960. [3]. Ф. Мейнеке. Краткий курс паровозостроения. Трансжелдориздат, М., 1938. [4]. Х. Хейман. Направление железнодорожных экипажей рельсовой колеи. Трансжелдориздат, М., 1957. [5]. В. В. Шелкунов, Г. А. Калинин. Определение усилий, воспринимаемых рамными рельсами и острюками стрелки. Журн. «Вестник Всесоюзного НИИ железнодорожного транспорта» № 4, 1962. [6]. В. В. Шелкунов, Г. А. Калинин. Исследование вписывания лесовозного подвижного состава в стрелочный перевод методом кино съемки. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1965.

УДК 634.0.377.44

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ РАМЫ ТРАКТОРА ТДТ-60 ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО НЕРОВНОМУ ПУТИ

Ю. Л. КОВАЛЕВ

Аспирант

Ш. М. ГОХМАН

Кандидат технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

В последнее время большое внимание уделяется изучению плавности движения гусеничных машин, так как от нее зависят многие эксплуатационные показатели (скорость, расход топлива, производительность и др.) и условия работы водителя и узлов машины.

Плавность движения трелевочных тракторов практически не изучена. Однако этот вопрос очень актуален в связи с тенденцией повышения рабочих скоростей трелевочных тракторов.

Несмотря на разнообразие предлагаемых критериев для оценки плавности движения, большинство авторов [1], [2], [3], [6], [7] используют величины вертикальных ускорений, получаемых машиной при движении, во взаимосвязи с частотой колебаний или их повторяемостью. Данный критерий имеет наибольшее применение в силу простоты его измерения и ясности физического смысла.

Рама трактора ТДТ-60 опирается на четыре каретки: две передние и две задние. Между рамой и передними каретками установлены ресоры в виде цилиндрических пружин. Между задними каретками и рамой упругих элементов нет, поэтому ускорения частей каретки, получаемые ими при движении, будут передаваться раме. При наличии упругого элемента не наблюдается непосредственной передачи ускорений от каретки к раме, так как в этом случае характер движения рамы колебательный. Ускорения рамы при этом могут быть определены при помощи методов, опубликованных в печати [5], [6].

Определим ускорение точки *Б* рамы (рис. 1) при движении трактора через препятствия.

При наезде третьего катка подвески происходит подъем его на высоту препятствия. При этом балансир O_3BB будет поворачиваться вокруг точки *В*, сообщая раме трактора ускорение.

Ускорение точки *Б*

$$a_B = \frac{d^2\varphi}{dt^2} a_1, \quad (1)$$

где φ — угол поворота балансира O_3BB .

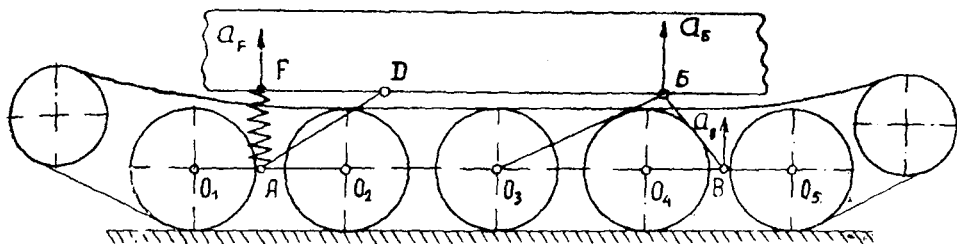


Рис. 1. Схема соединения рамы трактора ТДТ-60 с каретками подвески.

Величину $d\varphi$ определяем так:

$$d\varphi = \frac{dx_{\tau}}{p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi - p \sin \varphi} \quad *$$
(2)

Заменив в этом выражении

$$p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi - p \sin \varphi = u,$$
(3)

получаем

$$d\varphi = \frac{dx_{\tau}}{u}.$$
(4)

Если $dx_{\tau} = \text{const}$, то есть скорость трактора при движении через препятствие не изменяется, то после дифференцирования уравнения (4) имеем

$$d^2\varphi = - \frac{dx_{\tau} du}{u^2}.$$
(5)

Величина du определяется дифференцированием уравнения (3)

$$du = p \frac{d\psi}{\cos^2 \psi} \cos \varphi - p \operatorname{tg} \psi \sin \varphi d\psi - p \cos \varphi d\psi.$$

Заменим в этой формуле $d\psi$ ее значением

$$d\psi = \frac{p \cos \varphi d\varphi}{r_0 \cos^3 \psi}, \quad *$$

тогда

$$du = \frac{p^2 \cos^2 \varphi d\varphi}{r_0 \cos^3 \psi} - p \operatorname{tg} \psi \sin \varphi d\varphi - p \cos \varphi d\varphi.$$
(6)

Подставив уравнения (3) и (6) в формулу (5), получаем

$$d^2\varphi = - \frac{dx_{\tau} d\varphi \left(\frac{p^2 \cos^2 \varphi}{r_0 \cos^3 \psi} - p \operatorname{tg} \psi \sin \varphi - p \cos \varphi \right)}{(p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi - p \sin \varphi)^2}.$$

Разделим обе части этого уравнения на dt^2

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = - \frac{dx_{\tau}}{dt} \frac{d\varphi}{dt} \left(\frac{p^2 \cos^2 \varphi}{r_0 \cos^3 \psi} - p \operatorname{tg} \psi \sin \varphi - p \cos \varphi \right)}{(p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi - p \sin \varphi)^2}.$$

Уравнение выведено нами ранее [4]. Во всей статье в формулах ссылка относится к этой работе.

Учитывая, что

$$\frac{dx_T}{dt} = v_T,$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{v_T}{p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi - p \sin \varphi},^*$$

находим

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = - \frac{v_T^2 \left(\frac{p^2 \cos^2 \varphi}{r_0 \cos^3 \psi} - p \operatorname{tg} \psi \sin \varphi - p \cos \varphi \right)}{(p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi - p \sin \varphi)^3}. \quad (7)$$

Ускорение точки B

$$a_B = - \frac{v_T^2 a_1 \left(\frac{p^2 \cos^2 \varphi}{r_0 \cos^3 \psi} - p \operatorname{tg} \psi \sin \varphi - p \cos \varphi \right)}{(p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi - p \sin \varphi)^3}. \quad (8)$$

Это уравнение позволяет проследить изменение ускорений точки рамы B , получаемых ею при движении третьего катка подвески через препятствие.

Анализируя эту зависимость, можно заключить, что ускорение точки B достигнет максимального значения в момент встречи катка с препятствием, то есть при $\varphi = 0$ и $\psi = \psi_0$

$$a_{B_{max}} = - \frac{v_T^2 a_1 \left(\frac{p^2}{r_0 \cos^3 \psi_0} - p \right)}{p^3 \operatorname{tg}^3 \psi_0}. \quad (9)$$

Если в уравнении (9) тригонометрические функции выразить через

$$\sin \psi_0 = \frac{r_0 - h_n}{r_0},^*$$

то можно выявить влияние различных конструктивных параметров каретки на величину ускорений.

Ускорения точки B , получаемые ею при движении четвертого и пятого катков подвески через препятствия, могут быть определены по зависимости

$$a_B = a_B \frac{p - a_1}{p}, \quad (10)$$

где a_B — ускорение точки B ;

$$a_B = \frac{d^2\varphi}{dt^2} a. \quad (11)$$

При движении четвертого катка через препятствие

$$d\varphi = \frac{dx_T}{l_0 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi}.^* \quad (12)$$

Заменив

$$l_0 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi = u, \quad (13)$$

получаем

$$d\varphi = \frac{dx_T}{u}.$$

Дифференцируя эту зависимость при $dx_T = \text{const}$, находим

$$d^2\varphi = - \frac{dx_T \cdot du}{u^2}. \quad (14)$$

Величину du находят из выражения

$$du = -l_6 \operatorname{tg} \psi \sin \varphi d\varphi + l_6 \cos \varphi \frac{d\psi}{\cos^2 \psi} + \\ + a \cos \varphi d\varphi - a \operatorname{tg} \delta \sin \varphi d\varphi + a \cos \varphi \frac{d\delta}{\cos^2 \delta};$$

но так как

$$d\delta = \frac{a \cos \varphi d\varphi}{p \cos \delta}, \quad * \\ d\psi = \frac{l_6 \cos \varphi d\varphi}{r_0 \cos \psi},$$

то

$$du = a \cos \varphi d\varphi + \frac{a^2 \cos^2 \varphi d\varphi}{p \cos^3 \delta} - l_6 \operatorname{tg} \psi \sin \varphi d\varphi + \\ + \frac{l_6^2 \cos^2 \varphi d\varphi}{r_0 \cos^3 \psi} - a \operatorname{tg} \delta \sin \varphi d\varphi. \quad (15)$$

Подставив формулы (13) и (15) в уравнение (14), получаем

$$d^2 x_T d\varphi = \frac{d x_T d\varphi \left(a \cos \varphi + \frac{a^2 \cos^2 \varphi}{p \cos^3 \delta} - l_6 \operatorname{tg} \psi \sin \varphi + \frac{l_6^2 \cos^2 \varphi}{r_0 \cos^3 \psi} - a \operatorname{tg} \delta \sin \varphi \right)}{(l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi)^2}.$$

Разделив на dt^2 и учитывая, что

$$\frac{dx_T}{dt} = v_T, \\ \frac{d\varphi}{dt} = \frac{v_T}{l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi}, \quad *$$

находим

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{v_T^2 \left(a \cos \varphi + \frac{a^2 \cos^2 \varphi}{p \cos^3 \delta} - l_6 \operatorname{tg} \psi \sin \varphi + \frac{l_6^2 \cos^2 \varphi}{r_0 \cos^3 \psi} - a \operatorname{tg} \delta \sin \varphi \right)}{(l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi)^3}. \quad (16)$$

Тогда

$$a_B = \frac{v_T^2 a \left(a \cos \varphi + \frac{a^2 \cos^2 \varphi}{p \cos^3 \delta} - l_6 \operatorname{tg} \psi \sin \varphi + \frac{l_6^2 \cos^2 \varphi}{r_0 \cos^3 \psi} - a \operatorname{tg} \delta \sin \varphi \right)}{(l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi)^3}. \quad (17)$$

Ускорение a_B достигнет максимального значения при $\varphi = 0$ и $\delta = 0$ и $\psi = \psi_0$, то есть в начальный момент удара катка о препятствие

$$a_{B_{max}} = - \frac{v_T^2 a \left(\frac{l_6^2}{r_0 \cos^3 \psi_0} + a + \frac{a^2}{p} \right)}{l_6^3 \operatorname{tg}^3 \psi_0}. \quad (18)$$

Максимальное значение ускорения точки B при наезде пятого катка на препятствие

$$a_{B_{max}} = - \frac{v_T^2 b \left(\frac{l_6^2}{r_0 \cos^3 \psi_0} + b + \frac{b^2}{p} \right)}{l_6^3 \operatorname{tg}^3 \psi_0}. \quad (19)$$

Экспериментальное измерение ускорений, получаемых рамой трехлопастного трактора ТДТ-60 при движении по лесному волоку, было произведено с помощью инерционных акселерометров и осциллографа Н-700. Замеряли ускорения точек рамы F и B , расположенных над

каретками подвески. Некоторые результаты обработки полученных осциллограмм приведены в табл. 1.

Таблица 1

Ускорения (m/sec^2), получаемые точкой F при движении через препятствия		Ускорения (m/sec^2), получаемые точкой B при движении через препятствия			Высота преодолеваемых препятствий, м	Скорость движения трактора, км/час
1-го катка	2-го катка	3-го катка	4-го катка	5-го катка		
0,40	0,35	0,55	0,70	1,10	0,03	2,70
0,50	0,48	0,65	0,90	1,55	0,05	2,80
0,58	0,55	0,70	1,10	1,74	0,07	2,60
0,90	0,80	1,12	2,00	3,45	0,10	2,90
2,10	2,00	2,80	5,20	8,80	0,15	3,20

Из табл. 1 видно, что ускорения точек рамы достигают больших величин. Они значительно снижают плавность движения трактора. В процессе испытаний были также замерены ускорения точек F и B при движении трактора по ровному волоку.

Ускорения точки F составляли $0,08—0,22 m/sec^2$, а точки B — $0,10—0,26 m/sec^2$. Оценивая данные табл. 1 по шкале Я. И. Бронштейна и учитывая число толчков, испытываемых трактором на одном километре пути (для лесных волоков по нашим подсчетам в среднем $30—60$), можно заключить, что плавность движения трактора ТДТ-60 при скорости $\geq 2,90$ км/час является посредственной, а при скорости $\geq 3,20$ км/час — неудовлетворительной.

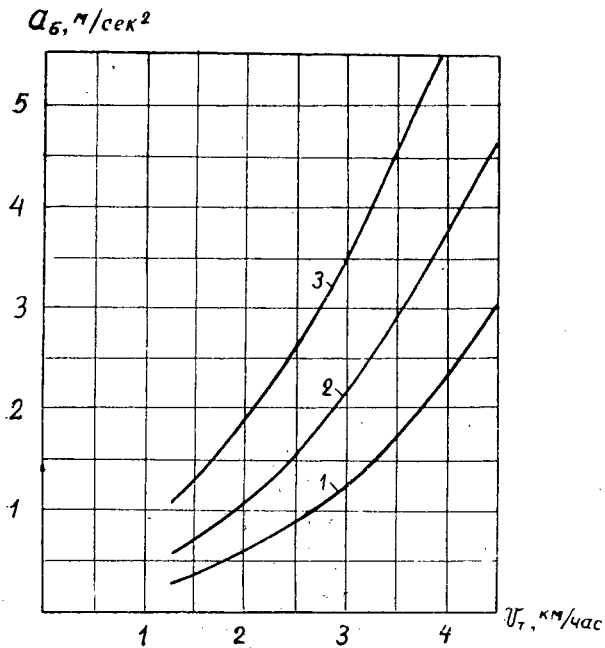


Рис. 2. Изменение ускорений, получаемых точкой B рамы при переезде через препятствие высотой 10 см.

1 — третий каток; 2 — четвертый каток; 3 — пятый каток.

На рис. 2 приведены кривые, показывающие изменение ускорений точки рамы *Б* при переезде катков задней каретки через препятствие различной скоростью. Ускорения точки *Б* для этих графиков определены по уравнениям (9), (18) и (19). Из графиков видно, что ускорения рамы увеличиваются с повышением скорости движения трактора. Меньшие ускорения рама получает при переезде третьего катка через препятствия. Поэтому кинематическая связь рамы с третьим катком с точки зрения плавности движения является лучшей, чем с четвертым и пятым.

В заключение следует сказать, что для новых трелевочных тракторов необходима более совершенная подвеска, обеспечивающая лучшую плавность движения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. К. Бируля. О допустимых колебаниях автомобиля при движении по неровной поверхности дороги. Труды ХАДИ, вып. 8, 1949. [2]. Я. И. Бронштейн. Методы испытаний автомобилей на плавность хода. Материалы совещаний по подвеске автомобиля, изд-во АН СССР, М., 1951. [3]. Е. А. Григорьева. Исследование тяговых свойств и плавности хода тракторов в условиях орошаемого земледелия. Диссертация, М., 1953. [4]. Ю. Л. Ковалев, Ш. М. Гохман. Определение динамических нагрузок на опорные катки подвески трелевочного трактора ТДТ-60. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966. [5]. Е. Д. Львов. Теория трактора. Машгиз, М., 1960. [6]. Р. В. Рогеинберг. Подвеска автомобиля и его колебания. Машгиз, М., 1960. [7]. В. Б. Цимбалн. Методы и измерители оценки плавности хода автомобилей. Материалы совещаний по подвеске автомобиля, изд-во АН СССР, М., 1951.

Поступила в редакцию
22 ноября 1965 г.

УДК 531/534 : 634.0.5

К ВОПРОСУ О ЦЕНТРЕ ТЯЖЕСТИ И МОМЕНТЕ ИНЕРЦИИ ДЕРЕВА

А. А. ДЕБЕРДЕЕВ

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Ни одна задача, связанная с динамикой дерева, не может быть решена без знания центра тяжести и момента инерции дерева. Центр тяжести дерева определяли лишь экспериментально [5], [2], а момент инерции — лишь теоретически. Теоретическое вычисление момента инерции основывалось на предположениях, что дерево можно приравнять к более простому по форме телу, имеющему тот же объем [5].

Настоящая статья посвящена теоретическому определению центра тяжести и момента инерции ствола и всего дерева. При этом принимается, что ствол однороден по высоте и состоит из цилиндрических звеньев одинаковой длины, диаметры которых убывают по высоте ствола согласно данным о сбеге (то есть по сути дела применяются метод приближенного интегрирования по стволу).

При определении центра тяжести и момента инерции дерева будем исходить из того, что дерево состоит из двух частей: ствола и кроны. Поэтому расстояние от нижнего среза до центра тяжести дерева можно определить по формуле

$$c = \frac{h_c M_c + h_k M_k}{M},$$

а момент инерции дерева относительно оси, проходящей через нижний срез дерева, равен

$$I = I_c + I_k^I + I_k^{II},$$

где c, h_c, h_k — соответственно расстояния от нижнего среза до центра тяжести дерева, ствола и кроны;

M, M_c, M_k — массы дерева, ствола и кроны;

I, I_c, I_k^I, I_k^{II} — моменты инерции дерева, ствола, I и II частей кроны

Поскольку строгой математической модели ствола мы еще не знаем, то центр тяжести и момент инерции ствола определяли не интегрированием, а численными методами, принимая ствол, как уже отмечалось выше, однородным по высоте и состоящим из цилиндрических звеньев одинаковой длины, диаметры которых убывают по высоте

ствола согласно данным сбегая стволов при среднем коэффициенте формы [8]. Вычисления производили по формулам

$$\frac{h_c}{l} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i l_i}{V l}; \quad \frac{I_c}{M_c l^2} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i l_i^2}{V l^2},$$

где V_i — объем i -того двухметрового отрезка ствола;

V — объем всего ствола;

l_i — расстояние до середины i -того отрезка ствола;

l — высота ствола (дерева).

По этим формулам произведены вычисления применительно к 146 стволам различных высот (в пределах от 14—15 до 28—30 м) основных пород (сосна, ель, береза, осина) и различных разрядов высоты (Ia, I—IV) — табл. 1.

При вычислениях пользовались математически уже обработанными данными массовых таблиц [8].

Таблица 1

Порода	Наименование величины	Средние значения по разрядам высоты					Общее среднее значение по всем разрядам высоты
		Ia	I	II	III	IV	
Ель	$\frac{h_c}{l}$	0,308	0,308	0,306	0,309	0,311	0,308
	$\frac{I_c}{M_c l^2}$	0,141	0,142	0,141	0,143	0,146	0,143
Сосна	$\frac{h_c}{l}$	0,327	0,307	0,302	0,301	0,310	0,308
	$\frac{I_c}{M_c l^2}$	0,167	0,146	0,142	0,140	0,147	0,147
Береза	$\frac{h_c}{l}$	0,293	0,292	0,291	0,291	0,292	0,292
	$\frac{I_c}{M_c l^2}$	0,131	0,129	0,129	0,129	0,130	0,130
Осина	$\frac{h_c}{l}$	0,301	0,303	0,301	0,304	0,304	0,303
	$\frac{I_c}{M_c l^2}$	0,136	0,138	0,136	0,138	0,138	0,137

Примечание. Отметим, что соответствующие значения для прямого круглого конуса $\frac{h_c}{l} = 0,25$; $\frac{I_c}{M_c l^2} = 0,1$. Отсюда видно, насколько ствол отличается от конуса.

Полученные величины с изменением высоты и диаметра ствола изменяются настолько незначительно, что отклонения от соответствующих средних арифметических значений внутри породы по различным разрядам высоты обычно меньше $\pm 1\%$ и редко достигают нескольких процентов (такая точность нас удовлетворяет).

Поэтому результаты вычислений табл. 1 математической обработке не подверглись, и мы ограничились лишь приведением средних

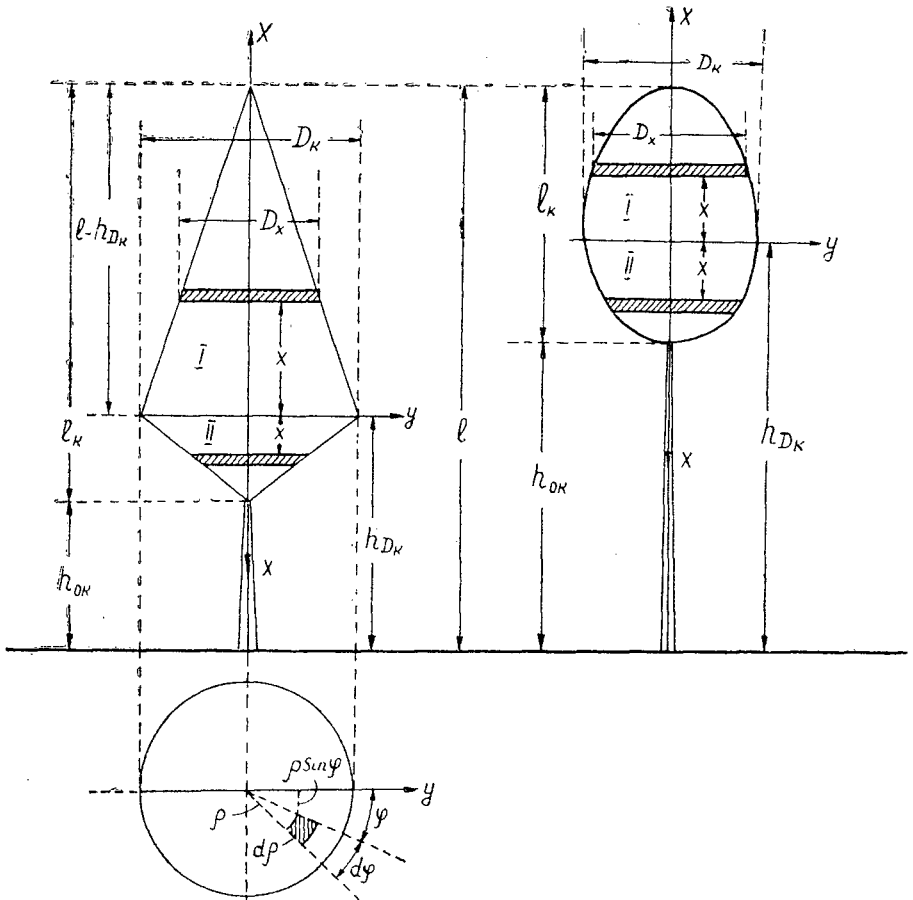


Рис. 1.

арифметических значений соответствующих величин для каждого разряда высоты данной породы, а также для породы в целом.

Центр тяжести и момент инерции кроны определим, исходя из следующих положений.

1. По исследованиям Г. Г. Самойловича [7] и Н. И. Баранова [1] для деревьев различных пород преобладающими формами крон являются: для ели — конусовидная, для сосны — параболоидная, для березы и осины — яйцевидная (эллипсоидная), то есть упомянутые кроны представимы сочетанием соответственно двух конусов, двух параболоидов вращения или двух полуэллипсоидов вращения (рис. 1).

2. Плотность кроны однородна по высоте.

Расстояние от нижнего среза дерева до центра тяжести кроны h_k входящее в формулу (1), определяем так:

$$h_k = \frac{1}{M_k} \left[\int_0^{l-h_{D_k}} (h_{D_k} + x)^2 dm_1 + \int_0^{h_{D_k}-h_{0K}} (h_{D_k} - x)^2 dm_2 \right], \quad (3)$$

где первый интеграл относится к I части кроны, а второй — ко II.

$$dm_1 = \frac{M_k}{V_k} dV_1; \quad dm_2 = \frac{M_k}{V_k} dV_2.$$

здесь dm_1, dV_1, dm_2, dV_2 — элементарные массы и объемы, отнесенные к соответствующим частям кроны;

V_k — объем всей кроны.

Для конусовидной кроны имеем

$$dm_1 = dm_2 = \frac{3M_k D_x^2}{D_k^2 l_k} dx,$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{причем для I части кроны} \\ \text{для II части} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{D_x}{D_k} = \frac{l - h_{D_k} - x}{l - h_{D_k}}; \\ \frac{D_x}{D_k} = \frac{h_{D_k} - h_{O_k} - x}{h_{D_k} - h_{O_k}}. \end{array} \quad (4)$$

Поэтому

$$\left. \begin{array}{l} dm_1 = \frac{3M_k (l - h_{D_k} - x)^2}{(l - h_{D_k})^2 l_k} dx; \\ dm_2 = \frac{3M_k (h_{D_k} - h_{O_k} - x)^2}{(h_{D_k} - h_{O_k})^2 l_k} dx. \end{array} \right\} \quad (5)$$

Подставив это в уравнение (3), после интегрирования и замены всюду $h_{O_k} = l - l_k$, получаем

$$h_k = h_{D_k} + \frac{1}{4} (2l - 2h_{D_k} - l_k). \quad (6)$$

Для параболоидной кроны

$$h_k = h_{D_k} + \frac{1}{3} (2l - 2h_{D_k} - l_k). \quad (7)$$

Аналогично для яйцевидной (эллипсоидной) кроны

$$h_k = h_{D_k} + \frac{3}{8} (2l - 2h_{D_k} - l_k). \quad (8)$$

Отметим, что для кроны с симметричными верхними и нижними частями $l_k = 2(l - h_{D_k})$ и формулы (6), (7) и (8) дают, как и следовало ожидать, $h_k = h_{D_k}$ (рис. 1).

Подставив выражения (6), (7) и (8) в формулу (1), получаем следующие уравнения для определения высоты центра тяжести дерева

для ели

$$c = h_c \frac{M_c}{M} + \left[h_{D_k} + \frac{1}{4} (2l - 2h_{D_k} - l_k) \right] \frac{M_k}{M}; \quad (9)$$

для сосны

$$c = h_c \frac{M_c}{M} + \left[h_{D_k} + \frac{1}{3} (2l - 2h_{D_k} - l_k) \right] \frac{M_k}{M}; \quad (10)$$

для березы и осины

$$c = h_c \frac{M_c}{M} + \left[h_{D_k} + \frac{3}{8} (2l - 2h_{D_k} - l_k) \right] \frac{M_k}{M}. \quad (11)$$

Моменты инерции соответствующих частей кроны в общем виде можно определить так:

$$I_{\text{K}}^{\text{I}} = \int_{V_1} h_1^2 dm; \quad I_{\text{K}}^{\text{II}} = \int_{V_2} h_2^2 dm,$$

здесь h_1 и h_2 — соответственно расстояния от оси $I-I$ до элемента dm кроны.

Для I части кроны

$$h_1^2 = (h_{D_{\text{K}}} + x)^2 + \rho^2 \sin^2 \varphi,$$

для II части

$$h_2^2 = (h_{D_{\text{K}}} - x)^2 + \rho^2 \sin^2 \varphi,$$

где $\rho \sin \varphi$ — расстояние от плоскости xy до элемента dm кроны (рис. 1).

Тогда моменты инерции соответствующих частей кроны могут быть найдены из следующих выражений:

$$\left. \begin{aligned} I_{\text{K}}^{\text{I}} &= \int_{V_1} (h_{D_{\text{K}}} + x)^2 dm_1 + \int_{V_1} \rho^2 \sin^2 \varphi dm; \\ I_{\text{K}}^{\text{II}} &= \int_{V_2} (h_{D_{\text{K}}} - x)^2 dm_2 + \int_{V_2} \rho^2 \sin^2 \varphi dm, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

где в первых интегралах под dm_1 и dm_2 можно понимать весь слой кроны высотой dx , расположенный на высоте $h_{D_{\text{K}}} + x$ или $h_{D_{\text{K}}} - x$ от оси $I-I$, а во вторых под dm — массу элемента с объемом $dV = \rho d\rho d\varphi dx$.

Для конусовидной кроны

$$\left. \begin{aligned} I_{\text{K}}^{\text{I}} &= \frac{3(l - h_{D_{\text{K}}}) M_{\text{K}}}{l_{\text{K}}} \left[\frac{h_{D_{\text{K}}}^2}{3} + \frac{(l - h_{D_{\text{K}}})^2}{30} + \frac{(l - h_{D_{\text{K}}}) h_{D_{\text{K}}}}{6} + \frac{D_{\text{K}}^2}{5} \right]; \\ I_{\text{K}}^{\text{II}} &= \frac{3(h_{D_{\text{K}}} - h_{O_{\text{K}}}) M_{\text{K}}}{l_{\text{K}}} \left[\frac{h_{D_{\text{K}}}^2}{3} + \frac{(h_{D_{\text{K}}} - h_{O_{\text{K}}})^2}{30} - \frac{(h_{D_{\text{K}}} - h_{O_{\text{K}}}) h_{D_{\text{K}}}}{6} + \frac{D_{\text{K}}^2}{5} \right]; \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

для параболоидной

$$\left. \begin{aligned} I_{\text{K}}^{\text{I}} &= \frac{(l - h_{D_{\text{K}}}) M_{\text{K}}}{l_{\text{K}}} \left[h_{D_{\text{K}}}^2 + \frac{(l - h_{D_{\text{K}}})(3h_{D_{\text{K}}} + l)}{6} + \frac{D_{\text{K}}^2}{24} \right]; \\ I_{\text{K}}^{\text{II}} &= \frac{(h_{D_{\text{K}}} - h_{O_{\text{K}}}) M_{\text{K}}}{l_{\text{K}}} \left[h_{D_{\text{K}}}^2 - \frac{(h_{D_{\text{K}}} - h_{O_{\text{K}}})(3h_{D_{\text{K}}} + h_{O_{\text{K}}})}{6} + \frac{D_{\text{K}}^2}{24} \right]; \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

для яйцевидной (эллипсоидной)

$$\left. \begin{aligned} I_{\text{K}}^{\text{I}} &= \frac{(l - h_{D_{\text{K}}}) M_{\text{K}}}{l_{\text{K}}} \left[h_{D_{\text{K}}}^2 + \frac{(l - h_{D_{\text{K}}})(11h_{D_{\text{K}}} + 4l)}{20} + \frac{D_{\text{K}}^2}{30} \right]; \\ I_{\text{K}}^{\text{II}} &= \frac{(h_{D_{\text{K}}} - h_{O_{\text{K}}}) M_{\text{K}}}{l_{\text{K}}} \left[h_{D_{\text{K}}}^2 - \frac{(h_{D_{\text{K}}} - h_{O_{\text{K}}})(11h_{D_{\text{K}}} + 4h_{O_{\text{K}}})}{20} + \frac{D_{\text{K}}^2}{30} \right]. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Подставив выражения (13), (14) и (15) в уравнение (2), а также заменив всюду $h_{O_{\text{K}}} = l - l_{\text{K}}$, получаем следующие формулы для определения момента инерции дерева:

для ели

$$I = I_{\text{с}} + M_{\text{K}} \left[h_{D_{\text{K}}}^2 + \frac{(l + 4h_{D_{\text{K}}} - l_{\text{K}})(2l - 2h_{D_{\text{K}}} - l_{\text{K}}) + (l - h_{D_{\text{K}}})^2}{10} + \frac{3D_{\text{K}}^2}{5} \right]; \quad (16)$$

для сосны

$$I = I_c + M_k \left[h_{D_k}^2 + \frac{(h_{D_k} + l_k - l)^2 + (l + 3h_{D_k})(2l - 2h_{D_k} - l_k)}{6} + \frac{D_k^2}{24} \right]; \quad (17)$$

для березы и осины

$$I = I_c + M_k \left[h_{D_k}^2 + \frac{4(h_{D_k} + l_k - l)^2 + (4l + 11h_{D_k})(2l - 2h_{D_k} - l_k)}{20} + \frac{D_k^2}{30} \right]. \quad (18)$$

Формулы (9), (10), (11) и (16), (17), (18) могут служить для определения центра тяжести и момента инерции дерева. Однако им можно придать более простой, числовой вид.

Исследованиями Г. Г. Самойловича [7], Н. И. Баранова [1], А. П. Полищука и Ю. С. Ноликова [6] установлены определенные значения, характеризующие размеры и положение крон деревьев в зависимости от высоты дерева l (табл. 2).

Таблица 2

Порода	Высота кроны l_k	Высота наибольшей ширины кроны h_{D_k}	Диаметр кроны D_k
Ель	$0,5 \div 0,75) l$	$(0,5 \div 0,6) l$	$(0,1 \div 0,19) l$
Сосна	$(0,2 \div 0,3) l$	$(0,8 \div 0,9) l$	$(0,06 \div 0,09) l$
Береза	$(0,3 \div 0,5) l$	$(0,65 \div 0,8) l$	$(0,15 \div 0,25) l$
Осина	$(0,25 \div 0,35) l$	$(0,85 \div 0,9) l$	$(0,125 \div 0,245) l$

Подставляя значения входящих в уравнения (9), (10), (11) и (16), (17), (18) величин в пределах, указанных в табл. 2, получаем:

Таблица 3

Порода	Высота центра тяжести дерева c	Момент инерции дерева I
Ель	$h_c \frac{M_c}{M} + (0,562 \div 0,675) \frac{M_k}{M} l$	$I_c + (0,337 \div 0,485) M_k l^2$
Сосна	$h_c \frac{M_c}{M} + (0,833 \div 0,900) \frac{M_k}{M} l$	$I_c + (0,698 \div 0,812) M_k l^2$
Береза	$h_c \frac{M_c}{M} + (0,725 \div 0,838) \frac{M_k}{M} l$	$I_c + (0,541 \div 0,712) M_k l^2$
Осина	$h_c \frac{M_c}{M} + (0,831 \div 0,881) \frac{M_k}{M} l$	$I_c + (0,704 \div 0,781) M_k l^2$

Средние значения (после подстановки величин из табл. 1)

Ель	$\left(0,308 \frac{M_c}{M} + 0,619 \frac{M_k}{M} \right) l$	$(0,143M_c + 0,411M_k) l^2$
Сосна	$\left(0,308 \frac{M_c}{M} + 0,867 \frac{M_k}{M} \right) l$	$(0,147M_c + 0,755M_k) l^2$
Береза	$\left(0,292 \frac{M_c}{M} + 0,782 \frac{M_k}{M} \right) l$	$(0,130M_c + 0,627M_k) l^2$
Осина	$\left(0,303 \frac{M_c}{M} + 0,856 \frac{M_k}{M} \right) l$	$(0,137M_c + 0,743M_k) l^2$

Для использования этой таблицы необходимо знать распределение массы дерева между стволом и кроной.

Численные значения упомянутых величин для 70-летней ели черничной различной густоты в пределах Ленинградской области приведены в табл. 4 (графы 4—7). Они получены на основании данных В. И. Кравченко [4] (графы 2, 3).

Таблица 4

Характер древостоя	$\frac{M_k}{M}$	$\frac{M_c}{M}$	c	I_c	I_k	I
1	2	3	4	5	6	7
Редкий . .	0,237	0,763	0,3821	0,109Ml ²	0,097Ml ²	0,206Ml ²
Средний . .	0,197	0,803	0,3701	0,115Ml ²	0,081Ml ²	0,196Ml ²
Густой . .	0,218	0,782	0,3761	0,112Ml ²	0,090Ml ²	0,202Ml ²

Для еловых пород Севера, по данным Л. В. Коротяева [3], вес кроны в среднем составляет $\frac{1}{3}$ от веса ствола, что дает $M_k = 0,25 M$ и $M_c = 0,75 M$. По этим данным согласно табл. 3, находим $c = 0,3861$; $I = 0,210 Ml^2$.

В дальнейшем, по мере накопления наших сведений о распределении масс дерева, можно будет вычислить высоту центра тяжести и момент инерции также и для деревьев других пород и районов.

Поэтому, на наш взгляд, необходимы дальнейшие исследования по выявлению распределения массы дерева между различными органами для деревьев других пород и районов.

Впервые здесь получены значения высоты центра тяжести и момента инерции ствола и дерева.

По экспериментальным данным, центр тяжести дерева располагается в пределах от 0,35—0,38 [5] до 0,4 [2] общей его высоты. Наши теоретические данные (табл. 4 и ниже) о центре тяжести дерева близки к экспериментальным, тем более, что величины 0,35—0,38 относятся к древостоям преимущественно Ленинградской области, а 0,4 — районам Европейского Севера СССР.

Это позволяет полагать, что значения момента инерции дерева, полученные аналогичным методом и при тех же допущениях, заслуживают доверия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. И. Баранов. К вопросу об исследовании взаимосвязи между кронами деревьев и таксационными признаками древостоев. Сборник трудов 17 «Вопросы лесной таксации», Л., 1941. [2]. Л. В. Коротяев. О положении центра тяжести стволов с кроной и хлыстов, заготавливаемых в лесах Европейского Севера Союза ССР, ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1959. [3]. Л. В. Коротяев. Вес кроны еловых деревьев в лесонасаждениях Севера. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1959. [4]. В. И. Кравченко. Количественные соотношения между надземными и подземными органами в 70-летнем ельнике черничном. «Ботанический журнал», т. XLVIII, АН СССР, 1963. [5]. С. Ф. Орлов. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. Гослесбуиздат, М., 1963. [6]. А. П. Полищук, Ю. С. Ноликов. Некоторые вопросы динамики падающего дерева. Труды ЦНИИМЭ, XXVIII, 1961. [7]. Г. Г. Самойлович. Применение авиации и аэрофотосъемки в лесном хозяйстве. Гослесбуиздат, М., 1953. [8]. А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов. Лесная вспомогательная книжка. Гослесбуиздат, М.—Л., 1956.

УДК 621.874.7 : 621.869.72

О КАЧЕСТВЕ УКЛАДКИ БРЕВЕН В НАКОПИТЕЛЕ

А. П. МАЗУРЕНКО

Старший научный сотрудник

(СНИИЛП)

Работы по определению точности укладки бревен в накопителе мы проводили в производственных условиях на нижних складах леспрохозов Свердловской области. Методика опытов заключалась в следующем. На транспортере укрепляли мерную линейку с ценой деления 5 см. Линейку устанавливали со стороны того торца, по которому включался сбрасыватель. Это позволяло исключить ошибку, связанную с неточностью выпилки бревен по длине.

Разброс торцов бревен вдоль транспортера измеряли по мерной линейке путем совмещения плоскости визирования перпендикулярной оси транспортера с плоскостью торца. Разбег торцов бревен от произвольно выбранного начала отсчета фиксировали дважды: на транспортере в момент отрыва бревна от траверса и в накопителе. Величина отклонения торцов бревен на транспортере зависела от точности включения сбрасывателя и его конструкции; в накопителе — дополнительно от формы эстакады транспортера в поперечном сечении и размеров накопителя.

Для каждого бревна измеряли диаметр переднего торца, особыми индексами отмечали характеристику бревна: ровное — Р, имеющее на поверхности пеньки от сучьев — С, значительную кривизну К и др.

Разбег торцов бревен при сброске их с траверса транспортера и укладке в накопителе подчиняется закону нормального распределения. В качестве примера на рис. 1 приведены полигоны частот и кривые нормального распределения разбега торцов при укладке в накопителе. Результаты наблюдений обработаны методами математической статистики. В связи с тем, что начало отсчета отклонений выбирали произвольно, среднее значение разбега торцов бревен M не может в полной мере характеризовать качество сброски и укладки бревен в накопителе. Качество сброски оценивается по величине среднего квадратического отклонения σ , характеризующего степень разбросанности торцов бревен.

Согласно теории вероятности, 68,3% общего количества бревен имеют разбег торцов в пределах среднего квадратического отклонения $\pm \sigma$. Разбег торцов всех бревен практически укладывается в интервале, равном $\pm 3\sigma$. Чем меньше величина среднего квадратического отклонения, тем выше качество укладки бревен.

Наблюдения проводили на транспортерах со скоростью движения тягового органа 0,6—0,7 м/сек в сухую погоду летом и осенью.

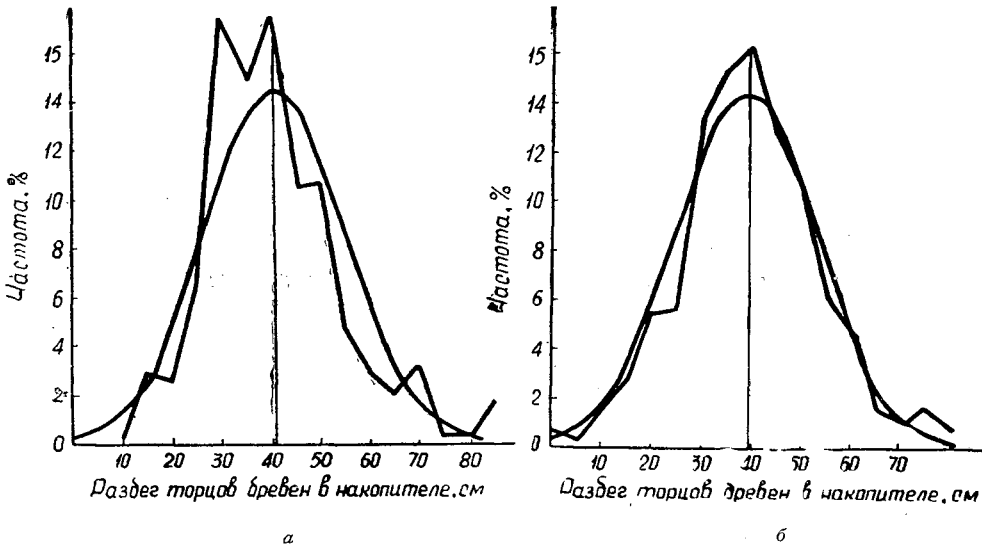


Рис. 1.

а — сбрасыватель БМ-3; пиловочник 4 м; $M=40,8$ см; $\sigma = \pm 14,0$ см; б — сбрасыватель БС-2; пиловочник 4 м; $M=39,3$ см; $\sigma = \pm 13,9$ см.

Для опытов использовали механический рычажный сбрасыватель БМ-3 конструкции СНИИЛП. Для сравнения применяли механические сбрасыватели БС-2 конструкции СНИИЛП, ККС-3 ВКФ ЦНИИЛесо-сплава и пневматические АСБ-6 ЦНИИМЭ. Данные наблюдений приведены в сводной табл. 1.

Таблица 1

Сбрасыватели	Наименование сортамента	Длина, м	Наименование леспромхоза	Разбег торцов бревен, см		
				количество замеров	среднее значение M	среднее квадратическое отклонение σ
БМ-3	Рудстойка	2,5	Афанасьевский	$\frac{120}{118}$	$\frac{31,6}{27,6}$	$\frac{\pm 9,7}{\pm 11,4}$
	Вагонная стойка . .	2,8	Бисертский	$\frac{106}{106}$	$\frac{28,7}{56,6}$	$\frac{\pm 16,3}{\pm 27,5}$
	Шпальник	2,7	"	$\frac{249}{225}$	$\frac{32,8}{32,1}$	$\frac{\pm 8,7}{\pm 13,6}$
	Пиловочник лист- венный	4,0	"	$\frac{396}{368}$	$\frac{20,0}{40,8}$	$\frac{\pm 7,5}{\pm 14,0}$
	Рудстойка	4,0	"	$\frac{118}{118}$	$\frac{14,5}{32,5}$	$\frac{\pm 5,8}{\pm 12,8}$
	Пиловочник хвой- ный	6,0	Афанасьевский	$\frac{127}{127}$	$\frac{25,5}{35,4}$	$\frac{\pm 9,2}{\pm 10,4}$
	БС-2	Шпальник	2,7	Бисертский	$\frac{207}{-}$	$\frac{16,9}{-}$
Пиловочник лист- венный		4,0	"	$\frac{440}{423}$	$\frac{18,7}{39,3}$	$\frac{\pm 6,9}{\pm 13,9}$

Продолжение табл. 1.

Сбрасыватели	Наименование сортамента	Длина, м	Наименование леспромхоза	Разбег торцов бревен, см		
				количество замеров	среднее значение M	среднее квадратическое отклонение σ
БС-2	Пиловочник хвойный	5,0	Бисертский	100	16,4	$\pm 7,9$
				97	20,8	$\pm 10,2$
АСБ-6	Пиловочник	4,0	"	323	40,8	$\pm 7,1$
				311	49,4	$\pm 16,3$
ККС-3	Пиловочник хвойный	4,0	Отрадный	126	52,3	$\pm 29,7$
				126	48,7	$\pm 31,6$
		6,0	"	166	58,9	$\pm 26,1$
				165	69,1	$\pm 28,2$

Примечание. В числителе — данные разбега торцов на транспортере; в знаменателе — в накопителе.

В результате проведения опытов в производственных условиях изучено влияние некоторых факторов на точность сброски и укладки бревен: конструкции транспортера и накопителя, высоты падения, размера и формы бревен, типа сбрасывателя.

Влияние конструкции эстакады и накопителя на точность укладки изучено при работе механического сбрасывателя БМ-3 и характеризуется данными табл. 2.

Таблица 2

Сортамент	Длина, м	Характеристика эстакады и накопителя	Количество замеров	Среднее квадратическое отклонение, см		
				на транспортере	в накопителе	увеличение разбега торцов в накопителе, %
Рудстойка	2,5	Сброска сразу в накопитель (рис. 2,а)	120	$\pm 9,7$	$\pm 11,4$	18
Шпальник	2,7	Сброска через площадку (рис. 2,б)	249	$\pm 8,7$	$\pm 13,6$	56
Пиловочник хвойный	6	Сброска сразу в узкий и глубокий накопитель с крутыми стенками (рис. 2,а)	127	$\pm 9,2$	$\pm 10,4$	13
	6	Сброска сразу в мелкий, но широкий накопитель с отлогой стенкой (рис. 2,в)	64	$\pm 9,2$	$\pm 15,4$	67
"	6	Сброска через площадку в штабель с крутой стенкой (рис. 2,г)	48	$\pm 9,4$	$\pm 15,2$	62

Форма и размеры накопителей и эстакады транспортеров изображены на рис. 2. Увеличение разбега торцов бревен $\Delta\sigma$ на пути от транспортера до накопителя определяли из соотношения

$$\Delta\sigma = \sigma_2 - \sigma_1,$$

где σ_1 — среднее квадратическое отклонение торцов бревен на транспортере;
 σ — среднее квадратическое отклонение торцов бревен в накопителе.

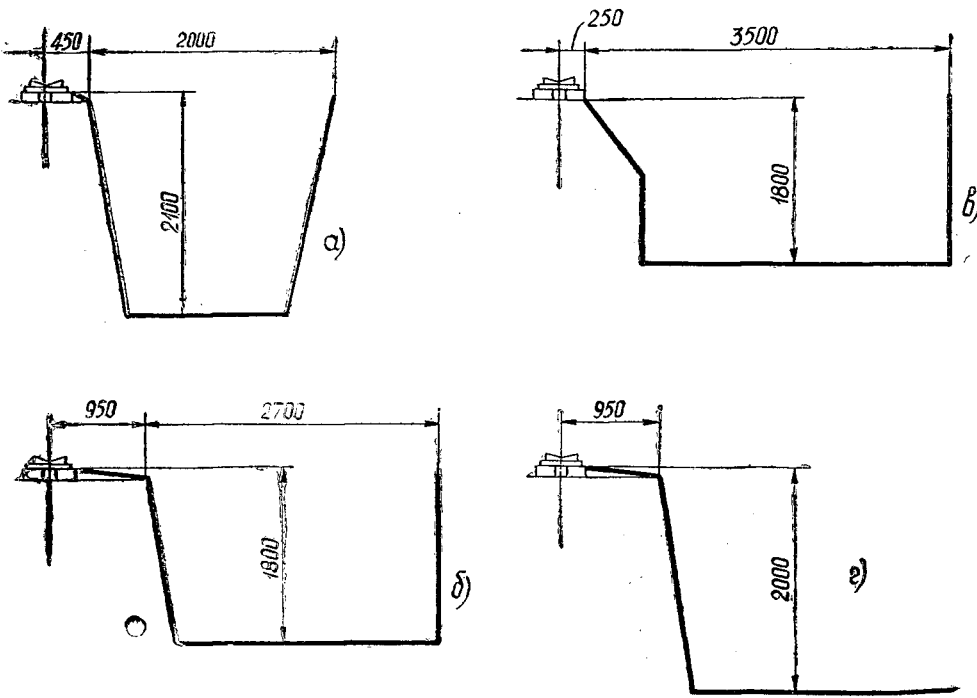


Рис. 2. Поперечники транспортера и накопителей.

Бревна укладывались не всегда равномерно. Иногда около транспортера образовывалась стенка в 3—4 ряда. Следующие бревна перекатывались через них и занимали место в первом, втором и третьем рядах. Результаты наблюдений сведены в табл. 3 (сбрасыватель БМ-3).

Таблица 3

№ ряда	Высота падения, м	Всего замеров (бревен)	Среднее количество бревен в ряду	Разбег торцов бревен, см	
				фактический σ_2	выравненный σ_2'
1	1,6	53	6,6	$\pm 21,2$	$\pm 21,9$
2	1,4	43	5,4	$\pm 21,3$	$\pm 20,1$
3	1,2	49	5,5	$\pm 19,9$	$\pm 18,2$
4	1,0	22	3,1	$\pm 13,7$	$\pm 16,4$
5	0,8	21	3,0	$\pm 12,7$	$\pm 14,6$
6	0,6	21	3,5	$\pm 8,9$	$\pm 12,7$
7	0,4	15	3,0	$\pm 13,4$	$\pm 10,9$
8	0,2	8	1,8	$\pm 9,8$	$\pm 9,0$

Наибольший разбег торцов приобретают бревна первых нижних рядов. С уменьшением высоты падения разбег снижается. Поэтому выравнивание первых нижних рядов занимает большую часть рабочего времени сортировщиков.

Из таблицы видно также, что количество бревен в ряду уменьшается по мере заполнения накопителя. Бревна в поперечнике накопителя располагаются под углом естественного откоса 40—45° (рис. 3). Чтобы заполнить геометрический объем накопителя, их необходимо раскатывать.

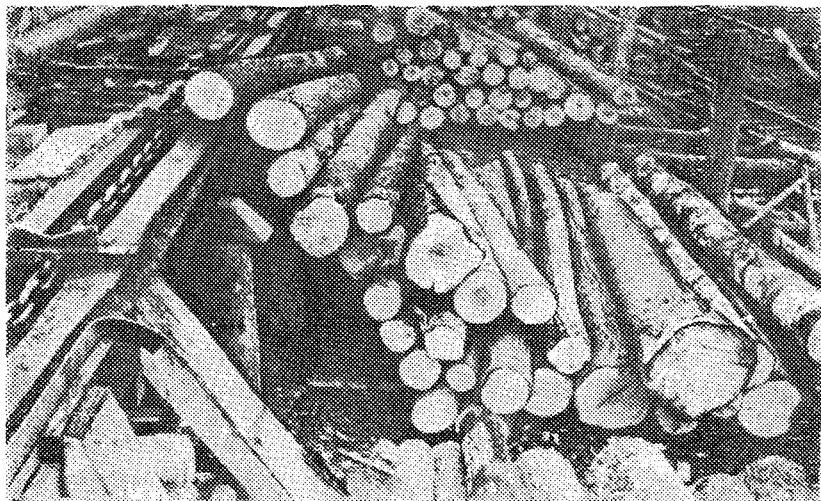


Рис. 3. Заполнение широкого накопителя с отлогой стенкой. Бисертский ЛПХ.

Влияние размеров бревен и состояния их боковой поверхности на укладку в накопителе характеризует табл. 4 (Бисертский леспромхоз, сбрасыватель БМ-3).

Таблица 4

Наименование сортамента	Длина, м	Диаметр, см	Порода и характеристика боковой поверхности бревен	Количество заборов	Среднее квадратическое отклонение торцов в накопителе σ_2	
					см	%
Рудстойка	4,0	6—20	Ель, пихта, частично недообрубленные сучья, прямая	118	$\pm 12,8$	100
Пиловоочник лиственный	4,0	8—40	Береза, осина, липа, недообрубленные сучья, кривизна до 10%	250	$\pm 15,1$	118
Вагонная стойка	2,8	6—10	Береза гладкая, небольшая кривизна	106	$\pm 27,5$	215
Фанерный кряж	1,6	22 и более	Береза гладкая, цилиндрическая	32	± 36	282

Кучно укладываются в накопитель прямые бревна рудничной стойки длиной 4 м с соотношением диаметров 1 : 3.

Бревна лиственного пиловочника имеют значительную кривизну, наплывы, неровности, соотношение диаметров 1 : 5, поэтому их разброс больше. Разбег торцов тонких вагонных стоек увеличивается более чем в два раза по сравнению с рудничной стойкой. Наибольший разброс бревен в накопителе получен при сброске фанерных кряжей длиной 1,6 м. Он выходит за допускаемые пределы по условию укладки бревен в устойчивый штабель ($\pm 3\sigma_2 = \pm 108$ см).

Сопоставимые данные разбега торцов пиловочных бревен длиной 4 м получены для сбрасывателей БС-2, БМ-3 и АСБ-6 на транспортере Бисертского ЛПХ, а для ККС-3 на транспортере Отрадновского ЛПХ.

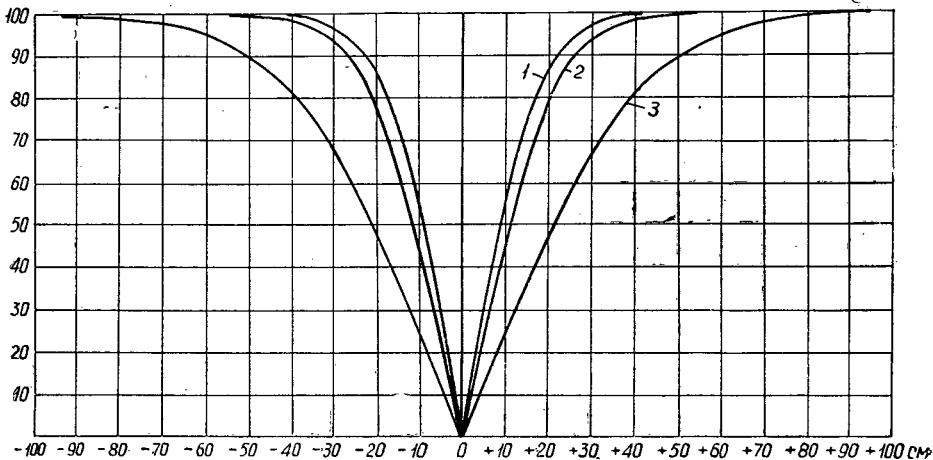


Рис. 4. Разбег торцов пиловочных бревен длиной 4 м в накопителе.

1 — БС-2, $\sigma = \pm 13,9$ см и БМ-3, $\sigma = \pm 14,0$ см; 2 — АСБ-6, $\sigma = \pm 16,3$ см; 3 — ККС-3, $\sigma = \pm 31,6$ см.

Наименьший разбег в накопителе наблюдается при работе БС-2 и БМ-3. Несколько увеличенный, но находящийся в допустимых пределах разбег торцов дают пневматические сбра­сыватели АСБ-6. Значительный разбег, превышающий допускаемый по условию погрузки бревен в вагоны МПС, получен при работе серийного сбра­сывателя ККС-3. Это объясняется тем, что зубья гребенок сталкивающихся рычагов изнашиваются, и четкость работы сбра­сывателя нарушается.

На рис. 4 приведены графики разбега торцов бревен в накопителе при сортировке пиловочных бревен длиной 4 м разными сбра­сывателями.

Если, например, по условию погрузки в вагоны МПС допускается разбег торцов бревен в пределах ± 20 см, то с требуемой точностью сбра­сыватели БС-2 и БМ-3 укладывают 85%, АСБ-6 — 80%, а ККС-3 — 48% общего количества пиловочных бревен.

Поступила в редакцию
25 мая 1964 г.

УДК 634.0.323.1

АНАЛИЗ ЯВЛЕНИЯ РАСЩЕПА КОМЛЕВОЙ ЧАСТИ ДЕРЕВЬЕВ ПРИ ПОВАЛЕ

В. П. ЕРМОЛЬЕВ

Старший научный сотрудник

(ЦНИИМЭ)

Вопрос о причинах повреждений комлевой части стволов приобретает все большую актуальность в связи с внедрением механизированной валки с помощью мощных толкающих рычагов.

Для обеспечения лучшей направленности повала и оптимальных условий работы спиливающего органа целесообразно увеличение толкающего усилия. Однако практика показала, что при повале без подпала это приводит к росту процента повреждений комлей стволов из-за расщепов.

Теоретический анализ полезен для правильного осмысливания явления расщепов и причин его возникновения.

Рассмотрим схему взаимодействия валочного рычага и режущего аппарата машины с деревом (рис. 1, а), приняв некоторые упрощения. Считаем, что ствол на участке от реза до точки приложения толкающего усилия имеет постоянное сечение, пильный орган перемещается вдоль оси $y-y$ (рис. 1, а) параллельно самому себе, и пренебрегаем влиянием части ствола над точкой приложения усилия повала.

Под действием усилия повала P дерево изгибается на участке от комля до точки приложения силы. Следовательно, его можно рассматривать на участке $O-O'$ как консольную балку, защемленную в комле (рис. 1, б). Уравнение упругой линии изогнутого дерева имеет вид

$$y_1 = \frac{Plx_1^2}{6EI} \cdot \left(3 - \frac{x_1}{l}\right). \quad (1)$$

При работе режущего органа волокна древесины в районе комля перерезаются и образуется определенный объем древесины $AOO'A'$, в котором напряжения непосредственно от силы P отсутствуют.

Упругая линия может изменить конфигурацию только в результате деформации древесины в сечении реза (поворот сечения $I-I$ в результате растяжения — сжатия волокон), что происходит обычно в конце пиления. Таким образом, объем древесины $AOO'A'$, разгруженный от силы P , остается изогнутым по линии, описываемой уравнением (1), силами сцепления волокон древесины в поперечном направлении. Иными словами, в изогнутой плоскости, перпендикулярной чертежу и проходящей через линию OO' , в древесине имеются напряжения поперек волокон, вызываемые объемом ствола $AOO'A'$, стремящимся выпрямиться.

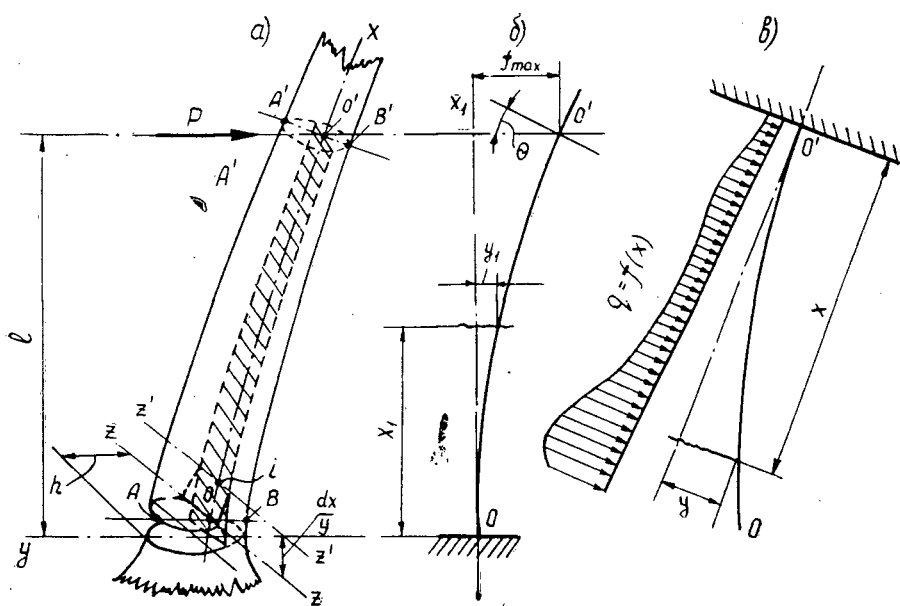


Рис. 1. Схема взаимодействия валочного рычага с деревом во время пиления *а*; первичная *б* и вторичная *в* балки.

Таким образом, объем $AOO'A'$ можно рассматривать как консольную балку, защемленную в месте приложения силы P и нагруженную распределенной по какому-то закону нагрузкой q (рис. 1, *в*). Характер этого закона можно установить, проследив за изменением кривизны упругой линии OO' . Чем значительнее кривизна, тем большую энергию требуется затратить на деформацию балки и, следовательно, приложить большие усилия.

Упругая линия балки $AOO'A'$ (будем называть ее в дальнейшем «вторичной» балкой, а объем $BOO'B'$ — «первичной») представляет собой кубическую параболу, согласно уравнению (1). А как известно, эта кривая имеет наибольшую кривизну ρ в своем начале с постепенным убыванием по мере роста координаты x .

Следовательно, для вторичной балки максимальное значение распределенной нагрузки q_{max} будет на консольном конце, а минимальное q_{min} — в месте заделки. Величины q будут зависеть не только от кривизны ρ , но также и от жесткости вторичной балки, так как чем жестче балка, тем большие усилия требуются для ее деформации на одну и ту же величину.

Жесткость балки характеризуется величиной модуля упругости материала E , моментом инерции поперечного сечения I и характером закрепления концов (в нашем случае консольная балка защемленная).

По мере углубления режущего органа в древесину поперечное сечение вторичной балки, а следовательно, и ее момент инерции и жесткость будут увеличиваться. Соответственно будут расти и значения q по всей длине вторичной балки. При определенном соотношении между усилием повала P , диаметром ствола и величиной пропила, то есть моментом инерции сечения вторичной балки, может возникнуть положение, когда нагрузка на единицу площади плоскости, связываю-

щей вторичную балку со стволом (рис. 1, а), то есть напряжение растяжения между волокнами в поперечном направлении, достигнет предельной величины

$$\frac{q_{max}}{b_k} = \sigma_{вр.п},$$

где b_k — ширина контактной плоскости, см;

$\sigma_{вр.п}$ — предел прочности древесины на растяжение поперек волокон, кг/см².

При дальнейшем возрастании q_{max} произойдет отрыв волокон вторичной балки от ствола (первичной балки) по линии z , то есть расщеп на величину dx . Под действием силы P недопиленная часть на участке Oi получает дополнительную деформацию (кривизну), так как с образованием расщепа жесткость этой части первичной балки резко уменьшается. Это, в свою очередь, вызывает рост усилия q , дальнейший разрыв волокон и, следовательно, быстрое распространение расщепа.

Численные значения усилий q могут быть найдены приближенно при допущении, что вторичная балка деформирована по такой же кривой, что и первичная, но с заделкой в месте консоли первичной балки. Следовательно, для получения уравнения упругой линии вторичной балки достаточно перенести начало координат для уравнения (1) из точки O в точку O' с одновременным поворотом осей по часовой стрелке на угол θ (рис. 1, в).

Координаты x_1 и y_1 в новой системе координат выражаются через x и y следующим образом:

$$x_1 = l - x \cos \theta - y \sin \theta; \quad (2)$$

$$y_1 = x \cdot \sin \theta - y \cdot \cos \theta - f. \quad (3)$$

Подставляем значения x_1 и y_1 в уравнение (1) и после соответствующих преобразований получаем

$$\begin{aligned} F = & \frac{\sin^3 \theta}{l} \cdot y^3 + \frac{\sin 2\theta \cdot \sin \theta - \sin^2 \theta \cdot \cos \theta}{l} \cdot y^2 \cdot x + \\ & + \frac{\cos^2 \theta \cdot \sin \theta - \sin 2\theta \cdot \cos \theta}{l} \cdot y \cdot x^2 + \left[3l \cdot \sin \theta + \frac{6EI}{Pl} \cdot \cos \theta \right] \cdot y - \\ & - \frac{\cos^3 \theta}{l} \cdot x^3 + [\cos \theta + 2\cos^2 \theta - 3\cos^3 \theta] \cdot x^2 + \left[3l \cos \theta - \right. \\ & \left. - \frac{6EI}{Pl} \sin \theta \right] \cdot x = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Решив это уравнение относительно y и продифференцировав результат по x четыре раза, получаем выражение для распределенной нагрузки, действующей на вторичную балку

$$\frac{d^4 F}{dx^4} = q(x). \quad (5)$$

Однако это решение не входит в задачи данной работы. Приближенное графическое решение уравнения и дифференцирование дают эпюру распределения нагрузки q (рис. 2).

Приближенное количественное определение величин q_{max} и глубины пропила, при которой происходит расщеп для ряда диаметров и пород деревьев, показывает соответствие с практикой, но без точного аналитического решения и экспериментальной проверки нельзя судить о правильности сделанных выводов.

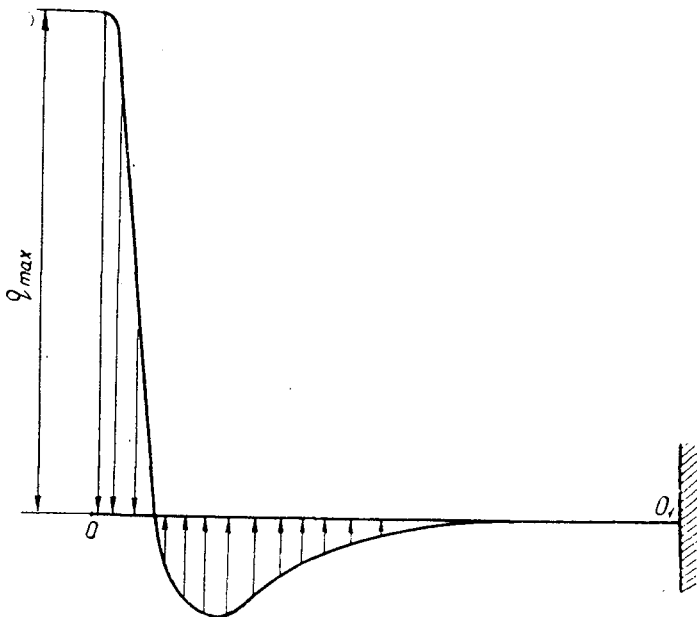


Рис. 2. Вид эпюры распределенной нагрузки q на вторичную балку по результатам графического дифференцирования.

Производя качественный анализ явления, можно предположить, что существует величина пропила h_p , по достижении которой происходит расщеп, то есть h_p характеризует положение «границы расщеп» для определенного сочетания условий. Основными факторами, влияющими на расположение границы расщеп, можно назвать усилие повала P , диаметр ствола в месте реза d , породу дерева, наклон ствола, ветровую нагрузку, пороки древесины (гниль, сердцевины, трещины и т. д.), высоту приложения усилия повала, влажность древесины и т. п.

Все выводы относительно расщеп комлевой части ствола действительны при отсутствии деформаций недопиленной перемычки. Однако при некоторой величине глубины пропила h_D напряжения сжатия в точке B достигнут предельных величин и произойдет поворот сечения недопила. Это резко уменьшит кривизну первичной и вторичной балок на опасном участке, снизит напряжение в контактной плоскости и, следовательно, уменьшит или исключит возможность расщеп. Таким образом, можно считать, что существует «граница деформации», положение которой определяется в основном теми же факторами, что и границы расщеп. Если граница расщеп предшествует границе деформации, то происходит расщеп. В противном случае дерево валится без повреждения комля.

При повале с подпилком на $1/3$ диаметра дерево начинает валиться (то есть недопиленная перемычка деформируется) раньше, чем жесткость вторичной балки достигнет критических величин, то есть в этом случае граница деформации сдвигается к центру плоскости среза и предшествует границе расщеп. Кроме того, форма недопиленной перемычки в этом случае более рациональна, чем при валке без подпила. Следовательно, введение подпиливающего механизма в конструкцию пильно-валочного устройства позволит решить все вопросы. Предложен

еще один способ повала без расщепа. На дерево воздействуют двумя силами: P , прикладываемой, как и при других способах, на некотором расстоянии от места среза, и P_1 , точка приложения которой находится в районе конца вторичной балки у пня. Направление действия этих сил одно и то же. При этом сила P_1 как бы прижимает консоль вторичной балки к плоскости контакта $AOO'A'$ и разгружает ее от действия сил q , то есть условий для развития расщепа не возникает. Этот способ проверен, но на производстве не применялся. Использование рассмотренных способов приводит к значительному усложнению конструкций навесного оборудования. Повал с помощью машины ВТМ ЦНИИМЭ позволяет в ряде случаев, особенно для деревьев с мягкой древесиной, избежать повреждения комля. При этом валочный рычаг в процессе спиливания поддерживает дерево небольшим усилием и только в конце реза толкает ствол с большой (около 1500 кг) силой. Вследствие инерции кроны ствол не успевает сильно изогнуться, и больших усилий q не возникает. Практика показала, что данный способ не обеспечивает хороших условий работы пильного аппарата (происходят частые зажимы шины) и не дает хорошей направленности повала (более 30% деревьев падает с отклонением от направления повала больше 15°).

Все сказанное свидетельствует о том, что есть смысл радикально изменить весь способ укладки дерева на машину, отказаться от повала толкающим рычагом с последующей заброской комля в коник и перейти к повалу и укладке посредством жесткого захвата дерева. Это даст возможность улучшить условия пиления путем натяжения ствола вверх, избежать повреждения комля и обеспечить идеально направленный повал без лишних операций.

За рубежом имеется уже несколько машин подобного типа («Busch», «Vit feller buncher» и др.), которые дают хорошую производительность. Отсюда следует необходимость глубоких теоретических и экспериментальных исследований процесса жесткого захвата и переноса дерева на машину с тем, чтобы найти наиболее простые и надежные конструктивные решения для проектируемых сейчас машин.

Поступила в редакцию
9 августа 1965 г

УДК 629.114.4

ВЛИЯНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ НА ПЛАВНОСТЬ ХОДА АВТОЛЕСОВОЗА Т-80

А. М. ЖИГАЛОВ

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

Колебания автолесовоза сопровождаются трением, обуславливающим затухание свободных колебаний рамы и колес. Трение происходит в направляющем стакане свечной подвески, в шлицевом соединении полуосевых карданных валов, а также в шинах. Амортизаторы в подвесках автолесовозов отсутствуют.

Однако величина сил постоянного трения в подвесках автолесовозов невелика, а поэтому не может обеспечить быстрого гашения колебаний рамы. При малой величине сил постоянного трения и движении по неровной дороге происходит накопление энергии колебаний и раскачивание рамы, а после переезда единичных неровностей возникают медленно затухающие свободные колебания. Раскачивание рамы вызывает быструю утомляемость водителя, снижение средней скорости движения и долговечности автолесовоза, увеличение аварийности.

Для уменьшения раскачивания поддрессоренных масс в подвеску Т-60М мы установили рычажные гидравлические амортизаторы с автобуса ЗИЛ-158, который по весу и грузоподъемности близок к автолесовозу. Выбор рычажных амортизаторов объясняется простотой их монтажа без больших конструктивных изменений самой подвески.

Испытания подвески автолесовоза Т-60М с этими амортизаторами на свободные колебания показали, что заводская регулировка клапанов слаба. Для увеличения силы сопротивления амортизаторов были изготовлены два дополнительных комплекта клапанов отбоя с уменьшенными проходными сечениями. В дальнейшем будем условно называть заводскую регулировку с проходным сечением клапана отбоя $1,75 \times 1,75 \text{ мм}$ — 1Н, с сечением клапана отбоя, уменьшенным до $1,1 \times 1,1 \text{ мм}$ — 2Н, до $1,0 \times 0,7 \text{ мм}$ — 3Н. Клапаны сжатия при всех регулировках оставались без изменения. Подвеску с отключенными амортизаторами обозначим индексом ОС.

Определение коэффициентов сопротивления амортизаторов с различными регулировками было проведено по результатам обработки осциллограмм свободных колебаний, полученных методом подтягивания. Методика этих испытаний, а также применяемое оборудование и измерительная аппаратура были освещены ранее [2].

Осциллограммы свободных затухающих колебаний задней подвески груженого автолесовоза Т-60М с тремя различными регулировками амортизаторов приведены на рис. 1.

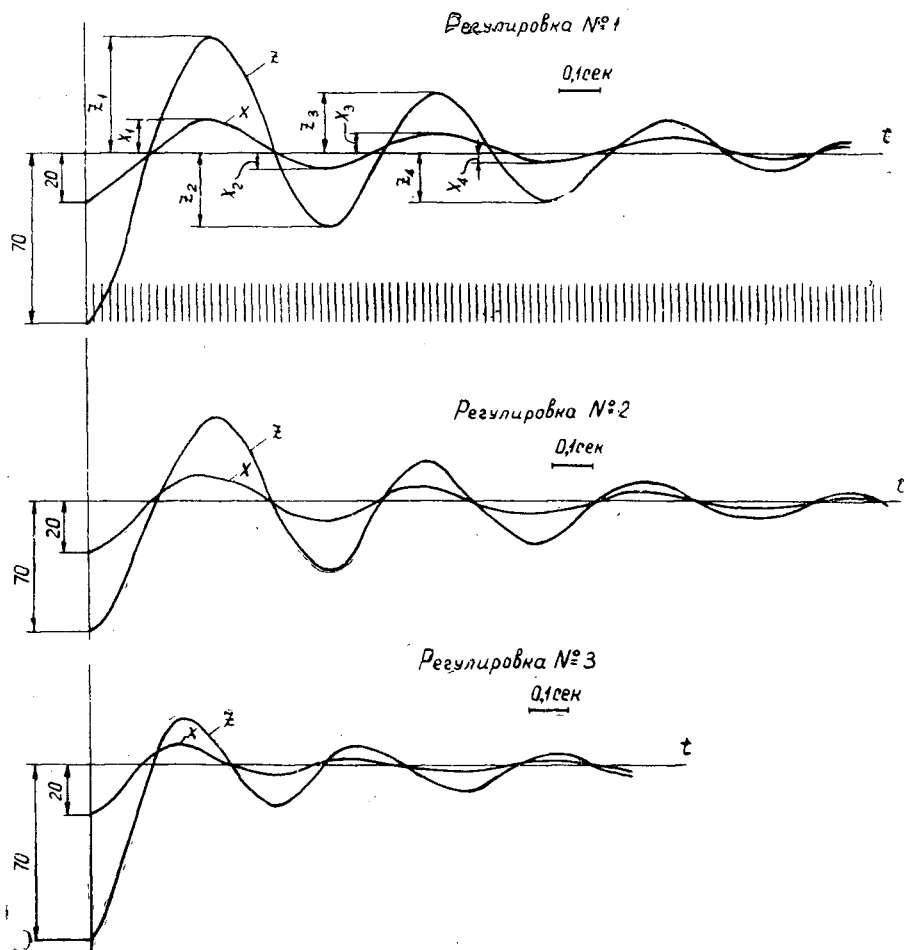


Рис. 1. Осциллограммы свободных колебаний задней подвески груженого автолесовоза Т-60М с различными регулировками амортизаторов.
 z , x — перемещения подрессоренных и неподрессоренных масс.

По осциллограммам при допущении пропорциональности сил гашения колебаний и скорости взаимного перемещения подрессоренных и неподрессоренных масс [5] условно оценивали влияние всех неупругих сопротивлений на гашение колебаний подрессоренных масс суммарным коэффициентом сопротивления в подвеске η .

Сопоставление осциллограмм свободных колебаний при включенных и выключенных амортизаторах позволило определить долю участия последних в общих гасящих усилиях и оценить ее коэффициентами сопротивления амортизаторов на ходах сжатия $n_{сж}$ и отбоя $n_{от}$.

При обработке осциллограмм подтягивания находили следующие показатели:

отношение последующих амплитуд относительных колебаний за период

$$P = \frac{y_0}{y_2}$$

$$\begin{aligned} \text{и полупериоды отбоя} \quad P_{\text{от}} &= \frac{y_0}{y_1} \\ \text{и сжатия} \quad P_{\text{сж}} &= \frac{y_1}{y_2}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $y_0 = z_0 - x_0$; $y_1 = z_1 - x_1$; $y_2 = z_2 - x_2$;
 z_0, z_1, z_2 --- амплитуды перемещений рамы;
 x_0, x_1, x_2 --- амплитуды перемещений оси колес.

Коэффициенты аperiodичности вычисляли по Р. В. Ротенбергу [5] за период

$$\psi = \frac{\ln P}{2\pi} \quad (2)$$

и полупериоды отбоя

$$\psi_{\text{от}} = \frac{\ln P_{\text{от}}}{\pi}$$

и сжатия

$$\psi_{\text{сж}} = \frac{\ln P_{\text{сж}}}{\pi}$$

Между коэффициентами сопротивления амортизаторов, весом подрессоренных масс, приходящимся на подвеску, и жесткостью упругих элементов существует зависимость [6]

$$n = 2 M \omega \psi, \quad (3)$$

где n — коэффициент сопротивления амортизаторов подвески, кгсек/см ;
 M — масса подрессоренных частей, приходящаяся на подвеску, $\text{кгсек}^2/\text{см}$;
 ω — частота собственных колебаний подрессоренных масс на подвеске, $1/\text{сек}$;
 ψ — коэффициент аperiodичности.

По формуле (3) были определены суммарные коэффициенты неупругого сопротивления в подвеске и коэффициенты сопротивления амортизаторов для трех регулировок.

Известно, что один и тот же амортизатор в подвесках разных автомобилей дает неодинаковый эффект, так как на затухание колебаний влияет не только трение и сопротивление амортизаторов, но и соотношение параметров колеблющейся системы. С учетом параметров автолесовоза Т-80 были найдены коэффициенты аperiodичности для его подвески с различными регулировками амортизаторов. Результаты расчета приведены в табл. 1.

Из теории колебаний автомобиля [5], [6] известно, что оптимальное затухание, обеспечиваемое амортизаторами, должно соответствовать коэффициенту аperiodичности $\psi = 0,25 \div 0,35$. Анализ результатов обработки осциллограмм свободных колебаний и расчетных данных (табл. 1) показывает, что для подвески автолесовозов Т-60М и Т-80 затухание, обеспечиваемое амортизаторами 2Н, больше всего отвечает этому требованию.

Для сравнительной оценки плавности хода автолесовоза Т-80 с существующей подвеской и подвеской с амортизаторами 2Н были проведены дорожные испытания на искусственных неровностях и на реальных участках дороги.

Таблица 1

Условное обозначение регулировки амортизаторов	Автолесовоз Т-60М									Автолесовоз Т-80		
	коэффициент апертичности			суммарный коэффициент неупругого сопротивления, $кГсек/см$			коэффициент сопротивления амортизаторов, $кГсек/см$			коэффициент апертичности		
	$\psi_{от}$	$\psi_{сж}$	ψ	$\eta_{от}$	$\eta_{сж}$	η	$n_{от}$	$n_{сж}$	n	$\psi_{от}$	$\psi_{сж}$	ψ
ОС	$\frac{0,161}{0,085}$	$\frac{0,161}{0,085}$	$\frac{0,161}{0,085}$	$\frac{10,2}{8,0}$	$\frac{10,2}{8,0}$	$\frac{10,2}{8,0}$	—	—	—	$\frac{0,227}{0,102}$	$\frac{0,227}{0,102}$	$\frac{0,227}{0,102}$
1Н	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,129	0,107	0,118	12,9	10,3	11,6	4,9	2,3	3,6	0,287	0,229	0,258
2Н	$\frac{0,40}{0,227}$	$\frac{0,185}{0,108}$	$\frac{0,292}{0,166}$	$\frac{25,0}{21,6}$	$\frac{11,6}{10,4}$	$\frac{18,3}{16,0}$	$\frac{14,8}{13,6}$	$\frac{1,4}{2,4}$	$\frac{8,1}{8,0}$	$\frac{0,556}{0,275}$	$\frac{0,258}{0,132}$	$\frac{0,407}{0,202}$
3Н	$\frac{0,59}{0,38}$	$\frac{0,18}{0,098}$	$\frac{0,372}{0,243}$	$\frac{37,2}{36,1}$	$\frac{11,4}{9,3}$	$\frac{24,3}{22,7}$	$\frac{27,0}{28,1}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{14,1}{14,7}$	$\frac{0,826}{0,46}$	$\frac{0,253}{0,118}$	$\frac{0,541}{0,289}$

Примечание. В числителе — данные для автолесовоза без груза; в знаменателе — с номинальной нагрузкой.

Испытания на искусственных неровностях

Дорожный профиль состоит из различных произвольно чередующихся неровностей. Типичной формой неровности для автолесовоза в условиях биржи пиломатериалов является прямоугольный профиль (рейка, доска, брусок). Исходя из эксплуатационных условий, а также учитывая опыт других исследователей [4], мы выбрали неровности двух профилей: прямоугольного — сечением 100×50 мм и синусоидального — длиной 1000 мм и наибольшей высотой 50 мм.

Для испытаний был выбран ровный горизонтальный участок дороги длиной 300 м на бирже пиломатериалов.

Испытания проводили при скоростях движения автолесовоза 10 ; 20 ; 30 ; 36 — 40 км/час, с грузом и без груза, а также с амортизаторами и без них. Для получения большего числа экспериментальных точек каждый заезд повторяли два — три раза. Скорость движения определяли по спидометру.

Плавность хода оценивали величиной максимальных ускорений рамы и максимальных относительных перемещений системы рама — колесо в зависимости от скорости движения [3].

Автолесовоз Т-80 при испытаниях был полностью заправлен топливом, водой и маслом. Полная загрузка автолесовоза включала вес оператора и водителя, вес регистрирующей аппаратуры и полезную нагрузку. Суммарная нагрузка на автолесовоз составила 4 т. Вес пакета пиломатериалов определяли с помощью тензометрических весов [2]. Давление в шинах во время испытаний поддерживали равным $5,5$ атм.

Задняя подвеска автолесовоза была оборудована амортизаторами с коэффициентами сопротивления, соответствующими регулировке 2Н.

Автолесовоз был снабжен акселерометром для записи вертикальных ускорений рамы; реохордом для записи относительных вертикальных перемещений системы рама — колесо; спидометром для определения скорости движения.

Акселерометр, изготовленный автором, представлял собой вибродатчик инерционного типа. Он имел собственную частоту 15 гц и питался от аккумулятора напряжением $10,5$ в [1], [7].

Электроизмерительная схема была выполнена в виде тензометрического моста с двумя рабочими и двумя нерабочими плечами. Применение мощных проволочных преобразователей в рабочих плечах позволило подать сигнал с акселерометра сразу на шлейф осциллографа Н-700, минуя усилитель. Во время испытаний акселерометр крепили на раме автолесовоза в плоскости задней подвески.

Реохорд для записи относительных перемещений был установлен с помощью специального кронштейна на вилке правого заднего колеса. Аккумуляторные батареи для питания осциллографа, акселерометра и реохорда размещали в кабине автолесовоза. Во время эксперимента оператор сидел в кабине рядом с водителем и держал осциллограф на коленях. На пульте управления датчиками и приборами были смонтированы кнопки включения, регулировочный реостат и вольтметр.

Для определения масштаба записи акселерометр и реохорд тарировали до и после каждого цикла замеров. Акселерометр тарировали поворотом его на угол 90° из вертикального положения в горизонтальное. В этом случае отклонение луча шлейфа осциллографа в соответствующем масштабе было равно ускорению в $1 g$. Амплитудная погрешность акселерометра не превышала 1% . Ускорения записывали в масштабе: 1 мм отклонения луча шлейфа равнялся $0,75 \text{ м/сек}^2$ или $1 g = 13 \text{ мм}$. Скорость движения фотобумаги осциллографа составляла 40 мм/сек .

а) Испытания на единичной неровности

Перед началом каждого заезда автолесовоз устанавливали на строго горизонтальной площадке, и на фотобумагу наносили нулевые:

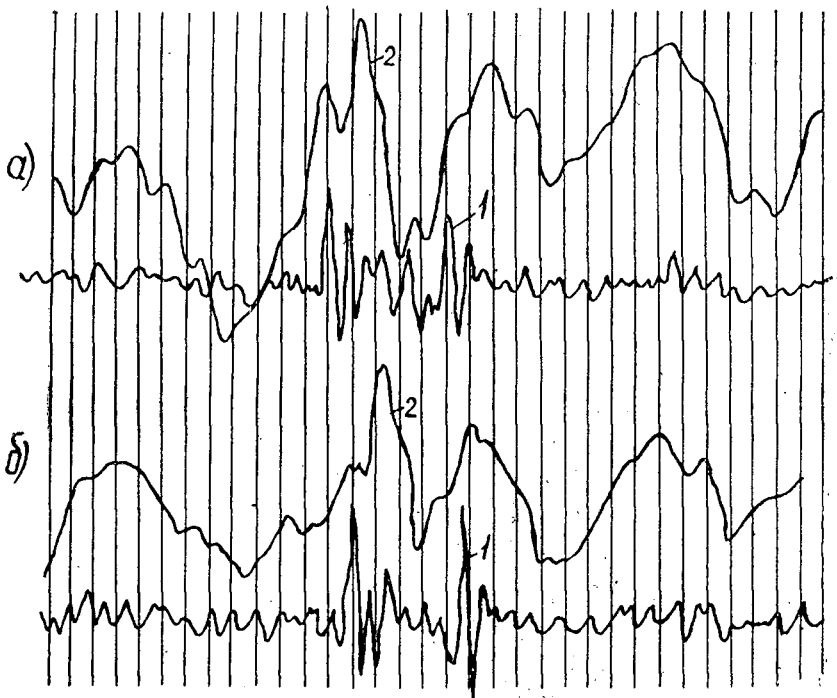


Рис. 2. Осциллограмма перезда единичной неровности прямоугольного профиля.

а — без амортизаторов; б — с амортизаторами.

отметки, соответствующие его статическому положению. Затем автолесовоз разогнался до необходимой скорости, и за 5—6 м до неровности включали питание приборов и лентопротяжной механизм осциллографа. В качестве примера на рис. 2 приведена осциллограмма, соответствующая переезду единичной неровности груженым автолесовозом со скоростью $v_a = 30$ км/час. Кривая 1 соответствует вертикальным ускорениям \ddot{z} рамы в плоскости задней подвески, а кривая 2 — относительным перемещениям z системы рама — колесо. По осциллограммам были определены максимальные ускорения и максимальные относительные перемещения при переезде через единичную неровность прямоугольного профиля с различной скоростью. Отсчет максимальных ускорений вели вверх и вниз от нулевой линии.

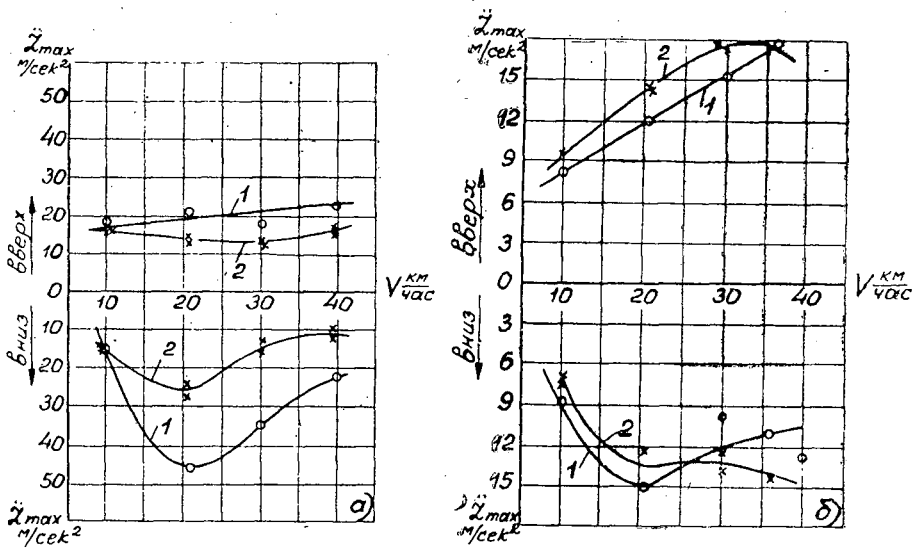


Рис. 3. Максимальные ускорения рамы при переезде единичной неровности прямоугольного профиля.

а — без груза; б — с грузом; 1 — без амортизаторов; 2 — с амортизаторами.

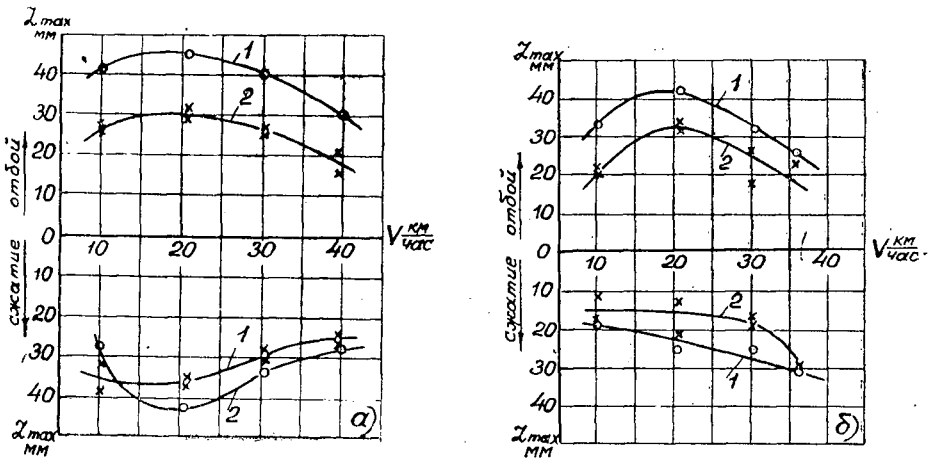


Рис. 4. Максимальные относительные перемещения системы рама — колесо при переезде единичной неровности прямоугольного профиля.

Обозначения см. на рис. 3.

По результатам обработки записей осциллограмм были построены графики зависимости максимального вертикального ускорения подрессорной массы \ddot{z} (рис. 3) и графики зависимости максимальных относительных перемещений z от скорости движения автолесовоза (рис. 4).

Испытания на единичной неровности прямоугольного профиля позволили сделать следующие выводы:

1) включение амортизаторов в подвеску уменьшило относительные перемещения системы рама — колесо при ходе отбоя на 20—30% и при ходе сжатия на 10—20% (рис. 4);

2) влияние амортизаторов на ускорение рамы с грузом и без груза различное: ускорения рамы с грузом и включенными амортизаторами больше вниз на 15—30% и вверх на 10—15%, чем без амортизаторов; ускорения рамы без груза и с включенными амортизаторами меньше вниз на 30—50% и вверх на 50—70%, чем без них (рис. 3);

3) включение амортизаторов вызвало уменьшение числа свободных колебаний после переезда единичной неровности в 1,5—2,0 раза.

б) Испытания на чередующихся синусоидальных неровностях

Условия раскачивания рамы автолесовоза были созданы путем испытания на трех чередующихся синусоидальных неровностях, расположенных одна от другой на расстоянии 2 м.

Методика испытаний и обработка записей те же, что и при испытании на единичной неровности. Результаты обработки осциллограмм приведены на графиках (рис. 5, 6).

На основании приведенных графиков можно сделать следующие заключения:

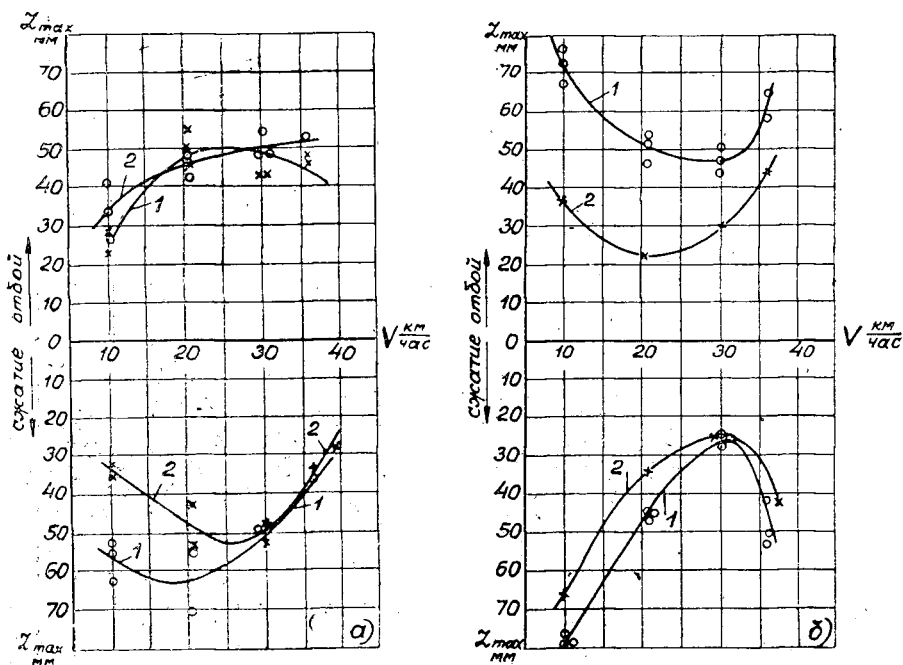


Рис. 5. Максимальные относительные перемещения системы рама — колесо при переезде чередующихся синусоидальных неровностей. Обозначения те же.

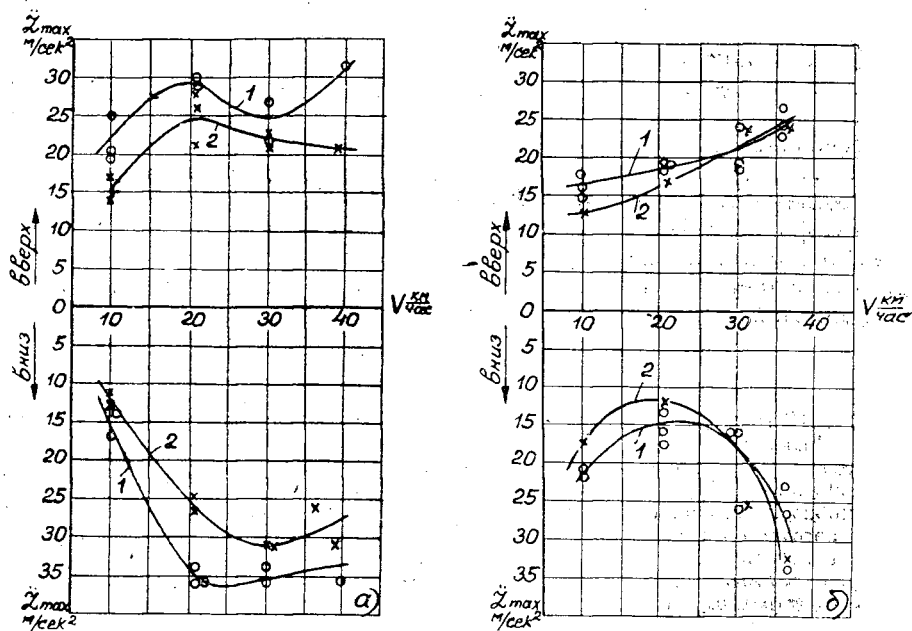


Рис. 6. Максимальные ускорения рамы при переезде чередующихся синусоидальных неровностей. Обозначения те же.

1) движение автолесовоза с грузом со скоростью 10—11 км/час по чередующимся синусоидальным неровностям, расположенным на расстоянии 2 м, вызвало низкочастотный резонанс. Относительные перемещения системы рама — колесо достигли 80 мм как при отбое, так и при сжатии. Включение амортизаторов позволило снизить максимальные перемещения в зоне резонанса на 50% при отбое и на 8—10% при сжатии. При всех других режимах также произошло уменьшение амплитуд относительных колебаний;

2) ускорения рамы автолесовоза с грузом и без груза с включенными амортизаторами на 10—20% меньше, чем без них.

Выводы

1. Свечная пружинная подвеска автолесовоза Т-80 является мягкой для груженого автолесовоза и жесткой для порожнего. При неблагоприятных дорожных условиях ускорение рамы автолесовоза в плоскости задней подвески может достигать 45—50 м/сек², а относительное перемещение системы рама — колесо — 80—85 мм.

2. Увеличение нагрузки на автолесовоз уменьшает величины максимальных ускорений и частоту собственных колебаний поддрессоренной массы.

3. Раскачивание рамы, наблюдающееся при движении груженого автолесовоза по неровной дороге, может быть устранено включением гидравлических амортизаторов в подвеску.

4. С включением амортизаторов качество подвески повышается. При движении автолесовоза по дороге с периодически чередующимися неровностями амортизаторы улучшают плавность его хода на всем диапазоне эксплуатационных скоростей. Незначительное увеличение ускорений, а

следовательно, и ухудшение плавности хода наблюдается при переезде груженого автолесовоза через единичную короткую неровность.

5. Анализ колебаний рамы автолесовоза Т-60М показал, что при наличии амортизаторов количество затухающих колебаний уменьшилось в 1,5—2,0 раза. Частота собственных колебаний рамы изменилась при этом несущественно.

6. Исходя из результатов экспериментального исследования, можно рекомендовать включение в подвеску автолесовоза Т-80 гидравлических амортизаторов с коэффициентами сопротивления при отбое $n_{от} = 7,0 \div 7,6$ кгсек/см и при сжатии $n_{сж} = 0,7 \div 1,1$ кгсек/см.

Это позволит улучшить плавность хода и повысить среднюю скорость движения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Т. А. Гевондян, Л. Т. Киселев. Приборы для измерения и регистрации колебаний. Машгиз, 1962. [2]. А. М. Жигалов. Экспериментальное определение параметров подвесок автолесовозов Т-60М и Т-80. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1964. [3]. С. А. Лаптев. Дорожные испытания автомобилей. Машгиз, М., 1962. [4]. Подвеска автомобиля. Сборник статей, изд. АН СССР, М., 1951. [5]. Р. В. Ротенберг. Подвеска автомобиля и его колебания. Машгиз, М., 1960. [6]. И. Б. Скандер. Оценка эффективности автомобильных гидравлических амортизаторов. Журн. «Автомобильная и тракторная промышленность» № 8, 1956. [7]. И. Я. Чернышенко. Исследование плавности хода трактора КД-35. Кандидатская диссертация, Л., 1961.

Поступила в редакцию
29 сентября 1965 г.

УДК 674.05.002.2

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ЩИТОВ

Л. В. ПАХНУТОВА

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

В связи с возрастающей потребностью заготовок щитовой конструкции в мебельной промышленности и в производстве стройдеталей возрос интерес к оборудованию для форматной обработки щитов.

Раньше для этой цели использовали станки общего назначения, часто небольшой производительности. За последнее время создано много новых конструкций специального высокопроизводительного форматного оборудования.

В статье приведены некоторые данные, связывающие производительность этого оборудования с его технологическими схемами.

Форматное оборудование подразделяют на проходное — с перемещением заготовки во время обработки и позиционное — с неподвижным расположением ее. Применяется также оборудование, использующее обе схемы обработки — позиционно-проходное.

Общее устройство и компоновка станка, а также структура формулы при расчете его производительности зависят не только от схемы обработки (проходная или позиционная), но также и от того, нужно ли перебазировать заготовку во время обработки или не нужно.

Наиболее просто устроено проходное оборудование без перебазирования заготовки. К нему относятся станки с косоустановленным суппортом и с суппортом сопровождения (табл. I). Проходное оборудование с перебазированием заготовки сложнее, так как оно представляет собой как бы сдвоенный станок с переключником (табл. II). В качестве устройств для перемещения заготовок у этих станков обычно используют цепные, штанговые механизмы или каретки.

Проходное оборудование обоих типов характеризуется сравнительно высокой производительностью.

Менее производительны позиционное и позиционно-проходное оборудование (табл. III). Это объясняется наличием холостых ходов подвижных суппортов и последовательной схемой выполнения операций.

Как известно, наиболее полное представление о производительности оборудования дает показатель Q_{ϕ} его фактической производительности, учитывающей внецикловые потери. Однако для сопоставления производительности оборудования разных технологических схем целесообразнее оперировать с цикловой производительностью $Q_{\text{ц}}$, не учитывающей внецикловых потерь.

В этом случае переход от цикловой производительности к фактической легко осуществить через коэффициент η_n использования оборудования во времени

$$Q_{\phi} = \eta_n \cdot Q_{ц}. \quad (1)$$

Цикловая производительность оборудования равна частному от деления действительного фонда времени работы оборудования на время цикла $T_{ц}$. Например, часовая производительность

$$Q_{ц} = \frac{60}{T_{ц}} \text{ шт./час}, \quad (2)$$

где $T_{ц}$ — цикловое время, мин.

Рассмотрим последовательно особенности технологических схем и формулы производительности разных типов форматного оборудования, сгруппированного по приведенным ранее признакам.

Проходное оборудование без перебазирования заготовки. Наибольшую производительность Q можно получить на форматных станках с однопильным косоперемещающимся суппортом (табл. I, 1) или с суппортом сопровождения (табл. I, 2) при раскрое заготовок в виде непрерывной ленты

$$Q = \frac{60U_n}{L} \text{ шт./час}, \quad (3)$$

где U_n — скорость подачи заготовки при продольном распиливании, м/мин;

L — длина заготовки, м.

Устройства проходных станков для раскроя заготовок в виде непрерывной ленты и для обработки штучных заготовок аналогичны.

Использование двухпильного косоперемещающегося суппорта (табл. I, 3) позволяет за один проход производить одновременно опилку задней кромки впередиидущей заготовки и передней кромки — следующей. При этом время холостого хода суппорта совмещается с продолжительностью перемещения щита на его длину. Поэтому производительность такого станка определяется длиной щита L и зазором между пилами $a \approx 0,1 L$

$$Q_{к2с} = \frac{60U_n}{1,1L} \text{ шт./час}. \quad (4)$$

Для сравнительной оценки производительности каждого вида оборудования целесообразно сопоставить ее с наибольшей производительностью Q . Отношение $\frac{Q_i}{Q} = k_i$ назовем коэффициентом оценки производительности, поэтому

$$k_{к2с} = \frac{Q_{к2с}}{Q} = 0,91. \quad (5)$$

В станках с однопильным косоперемещающимся суппортом (табл. I, 4) зазор a больше, так как здесь нет совмещения как у станка 3. Величина зазора определяется временем холостого хода суппорта. Так как пила в поперечном направлении должна пройти расстояние, равное ширине щита B и ее диаметру D , составляющему $0,58 B$, то при

$$k_x = \frac{U_x}{U_n}$$

$$Q = \frac{B + D}{k_x} = \frac{1,58B}{k_x}. \quad (6)$$

Для средних условий обработки принимают $B = \alpha L = 0,33 L$; $k_x = 3$, поэтому $a = 0,17 L$. Тогда

$$Q_{кс} = \frac{60U_n}{1,17L} \text{ шт./час}; \quad k_{кс} = \frac{Q_{кс}}{Q} = 0,85. \quad (7)$$

У станков с суппортом сопровождения (табл. 1,5) направляющие с пильным суппортом после каждой опилки щита также должны вернуться вхолостую в исходное положение; время холостого хода такое же, как и для станка 4, поэтому

$$Q_{сс} = \frac{60U_n}{1,17L} \text{ шт./час}; \quad k_{сс} = \frac{Q_{сс}}{Q} = 0,85. \quad (8)$$

Проходное оборудование с перебазируванием заготовки состоит из двух станков: один — для продольной, другой — для поперечной обработки щитов. Для подачи щитов здесь чаще всего используют цепные механизмы.

В станках с поперечно-продольной схемой обработки (табл. II, 6—10) перебазирование щита может быть произведено только после ухода предыдущего станка на участке продольной обработки из зоны перегрузки. Поэтому цикловое время обработки складывается из времени t_p обработки продольных кромок щита, продолжительности перегрузки щита $t_{пер}$ и дополнительного времени $t_{доп}$ для перемещения подающих упоров на величину их длины C' и зазора C'' для свободной укладки щита ($C' + C'' = 0,1 L$)

$$T_{ц} = t_p + t_{пер} + t_{доп}. \quad (9)$$

Для перекладки щита необходимо перемещение его на ширину B со скоростью $U_{пер}$.

Часто перекладку делают ускоренной, поэтому

$$U_{пер} = k_{пер} \cdot U_n,$$

где $k_{пер} \approx 2$.

$$T_{ц} = \frac{L}{U_n} + \frac{B}{U_{пер}} + \frac{0,1L}{U_n} = \frac{L}{U_n} \left(1,1 + \frac{\alpha}{k_{пер}} \right); \quad (10)$$

$$Q_{2ц}^{п-п} = \frac{60 \cdot U_n}{L \left(1,1 + \frac{\alpha}{k_{пер}} \right)} \text{ шт./час}; \quad k_{2ц}^{п-п} = \frac{Q_{2ц}^{п-п}}{Q} = 0,79. \quad (11)$$

Производительность станка с продольно-поперечной схемой обработки (табл. II, 11) может быть выше, так как увеличенная скорость перебазирования щита создает зазор между щитами на участке продольной обработки, достаточный для его ухода с места перегрузки на участок поперечной обработки. Это позволяет подавать щиты в продольную обработку с минимальным зазором $a = 0,1 L$. Тогда

$$Q_{щ}^{п-п} = \frac{60U_n}{1,1L} \text{ шт./час}; \quad k_{щ}^{п-п} = \frac{Q_{щ}^{п-п}}{Q} = 0,91. \quad (12)$$

На форматных станках, у которых направляющие для поперечной и продольной обработки находятся на разных уровнях (табл. II, 12 и 13), щиты могут перемещаться один над другим. Перебазирование щита заключается в его падении на направляющие второго станка. Ввиду малой величины времени падения зазор между щитами на участке продольной обработки также может быть принят равным величине a . Тогда

$$Q_{2\text{ш}} = \frac{60U_n}{1,1L} \text{ шт./час}; k_{2\text{ш}} = \frac{Q_{2\text{ш}}}{Q} = 0,91. \quad (13)$$

В станках с двухштанговыми механизмами подачи (табл. II, 14) производительность в значительной мере будет определяться потерями на холостой ход штанг. В этом случае

$$Q_{2\text{ш}} = \frac{60U_n}{1,3L \left(1 + \frac{1}{k_x}\right)} \text{ шт./час}; k_{2\text{ш}} = \frac{Q_{2\text{ш}}}{Q} = 0,58. \quad (14)$$

Производительность станка с четырехштанговыми механизмами подачи (табл. II, 15), где холостой ход одной пары штанг совмещен с рабочим ходом другой, равняется производительности без потерь на холостой ход, то есть

$$Q_{4\text{ш}} = \frac{60U_n}{1,1L} \text{ шт./час}; k_{4\text{ш}} = \frac{Q_{4\text{ш}}}{Q} = 0,91. \quad (15)$$

У форматных станков с подачей заготовок на каретках (табл. II, 16) обычно операции цикла выполняются последовательно. Вначале производится загрузка и закрепление щита на каретке первого станка и обработка первой пары кромок. После освобождения щита автоматический переключатель ускоренно смещает его на каретку второго станка, где заготовка закрепляется и перемещается для обработки второй пары кромок. Раскрепление щита в конце пути и его выгрузка позволяют возвращать каретку второго станка в исходное положение.

Цикловое время станка, построенного по продольно-поперечной и поперечной схемам, рассчитывают по участку продольной обработки

$$T_{\text{ц}} = t_p + t_x + t_{3,p} + t_{\text{пер}}, \quad (16)$$

где $t_{3,p}$ — время закрепления и раскрепления щита; $t_{3,p} = \frac{0,2L}{U_n}$;

$t_{\text{пер}}$ — продолжительность перегрузки, зависящая от пути перемещения щита и скорости $U_{\text{пер}}$.

При поперечно-продольной схеме

$$\begin{aligned} T_{\text{ц}} &= \frac{1,1L}{U_n} \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + \frac{0,2L}{U_n} + \frac{B}{U_{\text{пер}}} = \\ &= \frac{L}{U_n} \left[1,1 \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + 0,2 + \frac{\alpha}{k_{\text{пер}}}\right]; \end{aligned} \quad (17)$$

$$Q_{\text{к}}^{\text{п-п}} = \frac{60U_n}{L \left[1,1 \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + 0,2 + \frac{\alpha}{k_{\text{пер}}}\right]} \text{ шт./час}; k_{\text{к}}^{\text{п-п}} = \frac{Q_{\text{к}}^{\text{п-п}}}{Q} = 0,55. \quad (18)$$

При продольно-поперечной схеме время перегрузки увеличивается, поэтому производительность снижается

$$Q_{\text{к}}^{\text{п-п}} = \frac{60U_n}{L \left[1,1 \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + 0,2 + \frac{1}{k_{\text{пер}}}\right]} \text{ шт./час}; k_{\text{к}}^{\text{п-п}} = \frac{Q_{\text{к}}^{\text{п-п}}}{Q} = 0,46. \quad (19)$$

Позиционное оборудование может быть одно- и многопозиционным. На двухпозиционных станках (табл. III, 17) производится рабочий и холостой ход пил, загрузка и выгрузка щита, закрепление и освобождение его, а также его перегрузка на второй участок. Обработку продольных кромок лучше производить в направлении удаления от второго

станка, то есть по стрелке U_n . В результате этого возможно совмещение времени перегрузки щита на станок поперечной обработки и загрузки нового щита на первый станок со временем холостого хода суппорта. Поэтому

$$T_n = t_p + t_x + t_{3,p} = \frac{L + D + C''}{U_n} \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + \frac{0,2L}{U_n} = ,$$

$$= \frac{L}{U_n} \left[1,24 \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + 0,2\right]; \quad (20)$$

$$Q_{2n} = \frac{60U_n}{L \left[1,24 \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + 0,2\right]} \text{ шт./час}; \quad k_{2n} = \frac{Q_{2n}}{Q} = 0,54. \quad (21)$$

Однопозиционный станок (табл. III, 18, 19) отличается невысокой производительностью, то есть кроме совмещения по времени рабочего хода пильных суппортов остальные операции выполняются последовательно, поэтому

$$T_n = t_{pn} + t_{xn} + t_{xnn} + t_{3,c} + t_{a,p}, \quad (22)$$

где t_{xnn} — время холостого хода поперечного суппорта;

$$t_{3,c} \text{ — время загрузки и съема щита со станка; } t_{3,c} = \frac{0,62L}{U_n}.$$

$$T_n = \frac{1,24L}{U_n} \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + \frac{B + D + C''}{k_x U_n} + \frac{0,62L}{U_n} + \frac{0,2L}{U_n} =$$

$$= \frac{L}{U_n} \left[2,06 + \frac{(1,48 + \alpha)}{k_x}\right]; \quad (23)$$

$$Q_{1nx} = \frac{60U_n}{L \left[2,06 + \frac{(1,48 + \alpha)}{k_x}\right]} \text{ шт./час}; \quad k_{1nx} = \frac{Q_{1nx}}{Q} = 0,38. \quad (24)$$

Исключение холостого хода суппортов в однопозиционных станках, а также совмещение по времени загрузки и выгрузки щита (табл. III, 20) повышают производительность станка. В этом случае цикловое время обработки складывается из продолжительности загрузки щита t_3 и рабочего хода пильного суппорта продольной обработки t_{pn}

$$T_n = t_{pn} + t_3 = \frac{L}{U_n} \left(1,24 + \frac{1}{k_{пер}}\right); \quad (25)$$

тогда

$$Q_{1n} = \frac{60U_n}{L \left(1,24 + \frac{1}{k_{пер}}\right)} \text{ шт./час}; \quad k_{1n} = \frac{Q_{1n}}{Q} = 0,58. \quad (26)$$

Комбинированное оборудование. На станках с пластинчатым конвейером (табл. III, 21, 22) при перемещении щита обрабатываются продольные кромки; при остановке щита на позиции подвижная пила обрабатывает поперечные кромки. Если суппорт выполняется двухпильным, то за один проход одновременно опиливается задняя кромка впереди идущего щита и передняя кромка следующего. Так как обработка продольных и поперечных кромок щита производится последовательно, то

$$T_u = t_{pn} + t_{pnp} = \frac{L+a}{U_n} + \frac{B+D}{U_n} = \frac{L}{U_n} (1,1 + 1,58\alpha); \quad (27)$$

$$Q_{k2n} = \frac{60U_n}{L(1,1 + 1,58\alpha)} \text{ шт./час}; \quad k_{k2n} = \frac{Q_{k2n}}{Q} = 0,62. \quad (28)$$

Если обработка поперечных кромок производится двумя подвижными пилами с холостым ходом (табл. III, 23, 24), то цикловое время определяется следующим образом:

$$T_u = t_{pnp} + t_{xnp} + t_{nep} + t_c + t_{3,p} = \frac{B+D}{U_n} \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + \frac{L}{k_{nep}U_n} + \frac{0,31L}{U_n} + \frac{0,2L}{U_n} = \frac{L}{U_n} \left[1,58\alpha \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + \frac{1}{k_{nep}} + 0,51\right]. \quad (29)$$

Тогда

$$Q_{2nx} = \frac{60U_n}{L \left[1,58\alpha \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + \frac{1}{k_{nep}} + 0,51\right]}; \quad k_{2nx} = \frac{Q_{2nx}}{Q} = 0,58. \quad (30)$$

Наконец, подача щита может осуществляться кареткой (табл. III, 25). При этом поперечные кромки опиливаются подвижной пилой с холостым ходом при остановке щита в позиции. Так как щит остается закрепленным на каретке в течение всего времени его форматной обработки, то в цикловое время входит продолжительность всех операций, начиная с загрузки и кончая съемом щита с каретки

$$T_u = t_{pn} + t_{xn} + 2t_{pnp} + 2t_{xnp} + t_{3,p} + t_{3,c} = \frac{L}{U_n} \left[(1 + 3,74\alpha) \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + 0,82 \right]; \quad (31)$$

тогда

$$Q_{knp} = \frac{60U_n}{L \left[(1 + 3,74\alpha) \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + 0,82 \right]} \text{ шт./час}; \quad k_{knp} = \frac{Q_{knp}}{Q} = 0,26. \quad (32)$$

В том случае, когда исключен холостой ход суппорта (табл. III, 26, 27), цикловое время уменьшается на величину $2t_{xnp}$, тогда

$$Q_{kp} = \frac{60U_n}{L \left[(1 + 0,58\alpha) \left(1 + \frac{1}{k_x}\right) + 3,16\alpha + 0,82 \right]} \text{ шт./час}; \quad k_{kp} = \frac{Q_{kp}}{Q} = 0,29. \quad (33)$$

Таким образом, высокая производительность оборудования может быть получена в проходных станках без перебазирования заготовки при совмещенном холостом ходе (например, у станка 3 с $k = 0,91$). В проходном оборудовании с перебазированием заготовки высокая производительность достигается исключением продолжительности перегрузки из циклового времени (например, у станков 7, 8, 9 с $k = 0,91$). Производительность позиционного станка, дающего большую точность обработки, повышается при применении многопозиционности, позволяющей совмещать операции продольной и поперечной опиловок, а также при исключении холостого хода суппортов.

УДК 667.612/613

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРИСТОСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПЛЕНОК, НАНЕСЕННЫХ НА ДРЕВЕСИНУ*

М. П. ГОРЕНЬКОВ

Доцент

(Архангельский лесотехнический институт)

Работами, выполненными в МЛТИ, установлено, что поверхность древесины даже при подготовке ее по десятому классу чистоты ГОСТа 7016—54 имеет большие неровности. Величина этих неровностей для крупнопористых пород ореха, красного дерева, ясеня соответствует шестому, для дуба пятому классу этого ГОСТа.

Ликвидация структурных неровностей путем их шлифования практически невозможна, поэтому в производстве их заполняют разными составами (порозаполнителями, грунтами) или просто наносят лаки.

Известные в технической литературе индикаторные, электрометрические способы определения пористости лакокрасочных покрытий применимы лишь для металлических поверхностей, но не для древесины. Качество заполнения пор древесины определялось визуальными методами [2].

Некоторые исследователи [1] предлагают определять степень заполнения пор при помощи новых коэффициентов K_c и K_v . Однако эти коэффициенты не позволяют определить пористость прозрачной лаковой пленки.

В настоящее время нет простого и доступного метода определения пористости прозрачных лаковых пленок и эффективности заполнения пор древесины. В лаборатории клеевых и отделочных материалов Архангельского лесотехнического института в 1965 г. был разработан метод, в основе которого лежит способность древесины пропускать воздух или другой газ через открытые поры. Если на поверхность древесины последовательно наносить несколько слоев лакокрасочного материала, то тем самым мы будем постоянно закупоривать ее поры, в результате чего достигнем такого момента, когда древесина не будет газопроницаемой. Таким образом, критерием определения пористости лаковой пленки и эффективности заполнения пор древесины является учитываемое количество воздуха, проходящего через образец со слоем лака, грунта или порозаполнителя под определенным давлением. Когда нельзя учесть объем воздуха, проходящего через образец, то

* Работа выполнена под руководством проф., доктора технических наук Ю. М. Иванова.

пористость пленки можно определить визуально путем наливания воды на поверхность образца. По выходу пузырьков воздуха через слой воды можно судить о пористости пленки.

Степень заполнения пор древесины P (в процентах по отношению к образцу без слоя грунта или порозаполнителя) может быть определена по формуле

$$P = \left(1 - \frac{Q_1}{Q}\right) \cdot 100, \quad (1)$$

а пористость прозрачных лаковых пленок (P_1 , %) по отношению к чистому образцу — по формуле

$$P_1 = \frac{Q_1}{Q} \cdot 100; \quad (2)$$

где Q_1 — объем воздуха, прошедшего через образец со слоем лакокрасочного материала под определенным давлением за определенный промежуток времени, *мл*;

Q — объем воздуха, прошедшего через чистый образец под этим же давлением и за этот же промежуток времени, *мл*.

Для испытания различных лакокрасочных пленок были взяты образцы размером $34 \times 34 \times 2$ мм. Образец такого размера не коробился от наносимого слоя лакокрасочного материала; кроме того в этом случае исключено влияние перерезания волокон на точность результатов проводимых опытов.

Исследованиями* установлено, что заболонная часть древесины имеет большую пористость, чем ядровая. Исходя из этого, для изготовления образцов из заболонной части чурака длиной 0,6 м выкалывали квадратный брусок 60×60 мм, затем его раскраивали на пластины, которые торцевали на образцы указанного размера.

Предварительные исследования показали, что вырезанные из пластинок образцы имеют неодинаковую воздухопроницаемость; это оказывает влияние на точность результатов при определении степени заполнения пор древесины и пористости лаковой пленки. Для получения точных результатов отбирали образцы с одинаковой воздухопроницаемостью (пористостью). Чтобы предотвратить выход воздуха через торцевые и продольные кромки образца, их покрывали лаком в два слоя.

Для определения пористости лаковой пленки смонтирована установка, включающая следующее оборудование: баллон с воздухом (давление 150 *ати*); редуктор для снижения давления воздуха до 10 *ати*; контрольный редуктор для снижения давления воздуха с 10 *ати* до необходимого; газометр (с различными газовыми бюретками для измерения количества проходящего воздуха) и подводящие шланги; зажимной патрон, служащий для закрепления образца с испытуемой пленкой. Этот патрон установлен на осях оснований. Образец закладывали в патрон между двумя резиновыми прокладками и зажимали крышкой с помощью болтов (резиновые прокладки предназначены для обеспечения плотности зажима). Воздух на образец подавали со стороны испытуемой пленки лакокрасочного материала. При таком расположении образца получают более точные показания пористости пленки, так как воздух прижимает пленку к поверхности древесины. (Подача воздуха с другой стороны образца приводит к отрыву пленки и искажает результаты испытаний). Кроме того, такое расположение позволяет без нарушения качества пленки определить плотность зажи-

* Н. А. Оснач. Проницаемость и проводимость древесины. М., 1964.

ма образца в патроне. Для этого на образец наливали воду. Если из мест его зажима воздух не выходит, значит образец зажат плотно. После такой проверки воду удаляли наклоном патрона. Величина прилагаемого давления воздуха была принята в пределах 1—6 *ати*. При максимальном давлении образец с пленкой толщиной 2 мм не разрушался.

Давление более 6 *ати* приводило к разрушению образца и исследуемой пленки.

Разработанным нами методом проверена порозаполняющая способность грунта ЦНИИМОД-54, пористость пленки лака НЦ-221 и полиэфирного лака ПЭ-214, нанесенного на радиальные и тангентальные поверхности бука, березы, ясеня и дуба.

В табл. 1 приведены результаты исследований при нанесении грунта ЦНИИМОД-54 рабочей вязкостью 41 *сек* по ВЗ-4 на поверхность березовых и буковых образцов.

Таблица 1

Порода	Вид разреза ствола	Степень заполнения пор P (% по отношению к чистому образцу)					
		при расходе грунта, $г/м^2$					
		20	40	60	80	100	120
Береза	Тангентальный	98,04	98,5	99,975	99,99	—	—
	Радиальный	98,25	99,45	99,99	100	—	—
Бук	Тангентальный	35,00	99,90	99,99	99,99	—	100
	Радиальный	99,47	99,93	99,99	—	100	—

Грунт наносили на образцы методом втирания. Образцы с нанесенным слоем грунта выдерживали при 18—20°С в течение 24 *час*, после чего их испытывали. Для каждого опыта брали 15—18 образцов, что обеспечивало точность результатов в пределах 5%.

Из табл. 1 видно, что при одинаковом расходе грунта (20 $г/м^2$) степень заполнения пор березы для радиальной поверхности выше, чем для тангентальной. При расходе грунта 60 $г/м^2$ достигается практически полное заполнение пор. Аналогичная картина наблюдается и для буковой древесины. При расходе грунта более 60 $г/м^2$ степень заполнения пор для буковой и березовой древесины увеличивается на незначительную величину. При рассмотрении в микроскоп покрытия с максимальным расходом грунта видно, что на поверхности древесины образовалась толстая пленка.

В табл. 2 приведены результаты испытаний порозаполняющей способности грунта ЦНИИМОД-54 рабочей вязкостью 194 *сек* по ВЗ-4. Сравнивая порозаполняющую способность грунта с различной рабочей вязкостью (табл. 1, 2), мы видим, что при нанесении низковязкого

Таблица 2

Порода	Вид разреза ствола	Степень заполнения пор P (% по отношению к чистому образцу)					
		при расходе грунта, $г/м^2$					
		20	40	60	80	100	120
Береза	Тангентальный	91,2	99,5	99,5	100	—	—
	Радиальный	92,68	99,6	99,97	100	—	—

раствора грунта в количестве 20 г/м^2 его порозаполняющая способность выше, чем высоковязкого. Это связано с тем, что низковязкий раствор по сравнению с высоковязким глубже и быстрее проникает в поры и закупоривает их. Кроме того, грунт вязкостью 41 сек легче наносится на поверхность древесины. Однако при расходе грунта рабочей вязкостью 194 сек в количестве 40 г/м^2 достигается практически полное заполнение пор древесины, в то время как для грунта рабочей вязкостью 41 сек требуется 60 г/м^2 .

Грунт ЦНИИМОД-54 вязкостью 41 сек по ВЗ-4 наносили на поверхность пластины березового лущеного шпона с разным расходом на каждый квадратный метр. После этого из пластины вырезали образцы размером $34 \times 34 \text{ мм}$. При расходе грунта 40 г/м^2 степень заполнения пор поверхности лущеного шпона составила 60% по отношению к чистому образцу, при расходе 60 г/м^2 — 98% , что практически достаточно. Максимальное количество грунта, закрывающее все поры древесины, для березового лущеного шпона равно 100 г/м^2 .

Описываемый метод был применен для определения минимальной толщины непористого лакового покрытия. На одну сторону подобранных с одинаковой воздухопроницаемостью образцов древесины бука и ясеня наносился лак методом окунания. После каждого нанесения слоя определяли расход лака по весу (г/м^2) и с помощью специальных зажимов образец помещали на сушилку при $18\text{--}20^\circ\text{C}$ в течение 24 час . После сушки измеряли толщину пленки микроскопом МИС-11 и образцы испытывали.

Пористость пленки определяли по отношению к чистому образцу по формуле (2). Пленка, имеющая нулевую пористость, считалась оптимальной. При четырех слоях лака НЦ-221 рабочей вязкостью 15 сек , нанесенных на поверхность буковой древесины, минимальная толщина непористой пленки равна $32\text{--}37 \text{ мк}$; при рабочей вязкости 25 сек по ВЗ-4 толщина такой пленки равна 45 мк (лак наносили за два раза). Аналогично наносили полиэфирный лак ПЭ-214 вязкостью 20 сек по ВЗ-4 на ясеневые образцы. При первом нанесении расход лака составил 120 г/м^2 , толщина пленки 47 мк , а ее пористость 6% . При втором нанесении расход лака 54 г/м^2 , толщина пленки 70 мк , пленка стала непористой.

Для тангентальных образцов с одним слоем лака (98 г/м^2) пористость пленки равна 14% , толщина 41 мк ; после нанесения второго слоя при расходе 47 г/м^2 пленка толщиной 66 мк стала непористой.

Следовательно, разработанный метод позволяет определить оптимально допустимую норму грунта или порозаполнителя (исходя из их порозаполняющей способности), а также минимальную толщину непористого прозрачного лакового покрытия на древесине. Расход лакокрасочных материалов зависит от вида распиловки ствола и рабочей вязкости применяемого лакокрасочного материала. Вид применяемого лакокрасочного материала и его сухой остаток оказывают влияние на образование непористого прозрачного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. В. Андреева, Г. И. Кутянин. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 12, 1965. [2]. Н. М. Бессонова. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 9, 1964.

УДК 634.0.812

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ КОЛЕБАНИЙ

Л. И. КОНДРАТОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Воронежский сельскохозяйственный институт)

При статических испытаниях материала на механические свойства кроме упругих деформаций со временем могут развиваться пластические или вязкие, увеличивающие общую деформацию, принимаемую для расчета модуля [2]. Тогда получают заниженное значение модуля по сравнению с истинным. Эту величину принимают за статический модуль упругости.

Очевидно, если модуль определять при больших скоростях нагружения образца (например, при колебаниях), то получим более высокое значение его, так как вязкие процессы будут протекать за меньший промежуток времени.

Модуль, полученный при скоростных нагружениях, называют динамическим.

С повышением температуры вязкие процессы в материале увеличиваются и значение модуля снижается намного больше, чем вследствие уменьшения сил межузатомных связей. На рис. 1 показано влия-

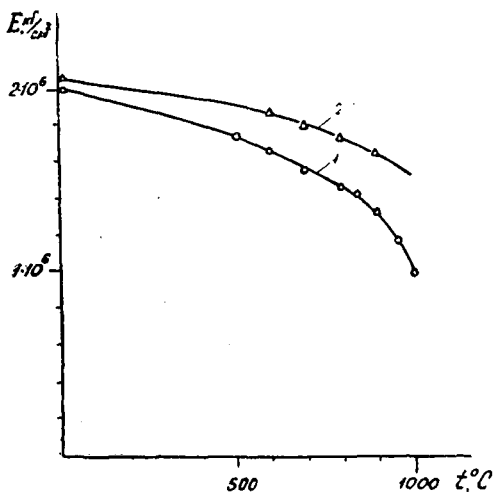


Рис. 1.

1 — статический модуль упругости;
2 — динамический.

ние температуры на величину модуля упругости для сплава на никелевой основе. Из графика видно, что с повышением температуры разность между динамическим и статическим модулями увеличивается.

Истинное значение модуля как физическую константу можно получить при температуре испытания, стремящейся к абсолютному нулю, и скорости образца, стремящейся к бесконечности.

Для многих материалов (древесина и некоторые пластики) предельная температура, ниже которой модуль упругости не зависит от температуры, может быть выше абсолютного нуля. Так как в реальных условиях конструкции работают при различных напряженных состояниях, то необходимо учитывать кажущееся снижение модуля.

В табл. 1 приведены средние значения статических $E_{ст}$ и динамических $E_{д}$ модулей упругости, полученные нами для различных материалов. Влажность образцов 10%.

Таблица 1

Материал	Удельный (объемный) вес, г/см ³	$E_{ст}$, кг/см ²	$E_{д}$, кг/см ²
Сталь (У-8)	7,80	$1,964 \cdot 10^6$	$1,982 \cdot 10^6$
Сосна натуральная	0,48	110,000	129,000
прессованная	0,92	205,000	228,000
Береза натуральная	0,64	129,000	147,000
прессованная	1,10	240,000	260,000
Винипласт	1,38	8,900	28,290
Оргстекло	1,18	32,000	48,000
Стеклотекстолит	1,60	198,000	235,000

По сравнению с данными для древесины разность между динамическим и статическим модулями для таких материалов как органическое стекло и винипласт возрастает. Это объясняется большей текучестью пластиков со временем. Значения модулей, представленных в табл. 1, определяли при деформации изгиба образца по схеме консольной балки. Динамический модуль упругости определяли при поперечных колебаниях образца. Для проведения эксперимента мы разработали специальную установку (рис. 2), которая состоит из объекта испытания в виде консольной балки, вибратора В, усилителя УМ-50 и датчика обратной связи Д. С помощью датчика осуществляется положительная обратная связь усилителя с колебательной системой. Вибратор В приводит в колебание объект испытания. Батарея Б, дроссель Др

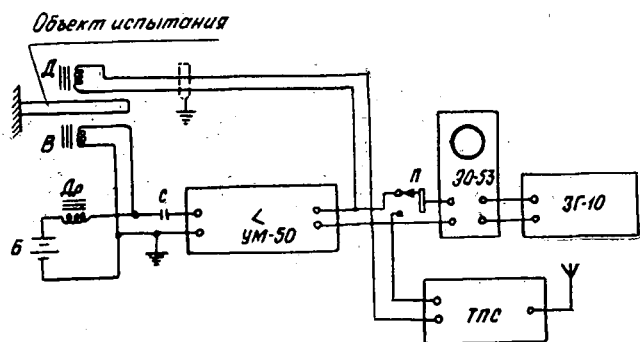


Рис. 2. Блок-схема автоколебательной системы.

и емкость C — элементы схемы подмагничивания вибратора, которые необходимы для исключения явления колебания на удвоенной частоте.

Частоту колебания объекта измеряют методом сравнения с эталонным генератором ЗГ-10 по фигурам ЛИССАЖУ на осциллографе типа ЭО-53. Проверку такого генератора производят также методом сравнения по сигналам точной частоты, передаваемой институтом им. Штернберга.

Величину динамического модуля рассчитывали по формуле [3]

$$E_d = \frac{F \cdot \gamma \cdot l^4 \cdot f^2 \cdot 10^{-3}}{305 \cdot I_z} \text{ кг/см}^2,$$

где F — площадь поперечного сечения образца;

γ — удельный (объемный) вес;

l — свободная длина образца;

f — частота собственных колебаний;

I_z — момент инерции поперечного сечения.

Свободную или расчетную длину балки выбирали из соображений минимальной погрешности (в определении модуля) вследствие перемещения опорного закрепления. Если не учитывать влияния перемещения закрепленного конца балки, то можно прийти к неправильному выводу о влиянии формы образца на величину модуля упругости [1].

По своему физическому смыслу модуль упругости не может изменять своей величины в зависимости от геометрических размеров образцов.

Статический модуль упругости при изгибе определяли на тех же самых образцах, на которых вначале находили динамический модуль.

Величину статического модуля вычисляли по формуле

$$E_{ст} = \frac{P}{y \cdot I_z} \cdot \left(\frac{lx^2}{2} - \frac{x^3}{3} \right) \text{ кг/см}^2,$$

где P — нагрузка;

x — расстояние от закрепленного конца стержня до сечения, в котором измерялся прогиб;

y — прогиб.

Образцы имели размеры $10 \times 30 \times 300$ мм. Постоянную силу затяжки образца при закреплении его в опоре обеспечивали, применяя тарировочные ключи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Баженов. Динамический модуль упругости древесины как показатель ее физико-механических свойств. Труды Института леса, т. IX, 1953. [2]. Б. И. Огарков. Теория упругого последствия древесины. Журн. «Техническая физика», т. XXVII, 1957. [3]. С. П. Тимошенко. Колебания в инженерном деле. Госфизматиздат, 1959.

Поступила в редакцию
20 мая 1965 г.

УДК 634.0.844

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВСЕХ СУЧКОВ В ДЕЛОВОЙ ЧАСТИ ХЛЫСТА КОРЕЙСКОГО КЕДРА

Ф. Т. ТЮРИКОВ

Доцент

(Сибирский технологический институт)

Известно, что качество пилопродукции определяется главным образом по сортобразующему пороку — сучкам [1], [2].

Проведенные нами исследования методом лущения деловой части хлыстов корейского кедр^{*} позволили установить закономерность распределения сучков по длине и диаметрам [3], [4], [5].

Для определения количества сучков в хлыстах мы применяли теорию относительных чисел. Наибольшее число сучков (в вершине) принимали за 100% и находили процент содержания их в других частях хлыста. Хлысты по длине делили на десять и по радиусу — на двадцать долей. Все сучки проектировали на одну плоскость и учитывали их или на определенной части радиуса по всей длине хлыста, или на определенном расстоянии от комля к вершине по всему радиусу. Построенная таким образом схема позволяет получить качественную характеристику хлыстов по количеству и размеру в них сучков.

На рис. 1 и 2 приведены сучки размерами от 1 мм и выше, встречающиеся в деловой части хлыста.

Наибольшее количество сучков (42,2 по всей окружности) приходится на долю длины у вершины в ядровой части.

Из рис. 1 видно, что в первых пяти долях радиуса от центра к периферии количество сучков от комля к вершине увеличивается примерно в два раза, в последующих девяти долях происходит более резкое их возрастание. На последних шести долях радиуса отсутствуют сучки в двух — трех долях длины от комля. Наибольшее насыщение сучками по всем радиусам — в вершинной части хлыста; в пределах пяти — шести долей длины находится среднее значение частоты встречаемости.

Частота встречаемости всех сучков на определенном радиусе и различном расстоянии от комля к вершине может быть записана в следующем виде:

$$\omega = aL + b,$$

где L — расстояние от комля хлыста;

a — угловой коэффициент, определяемый через $\operatorname{tg} \alpha$;

α — угол наклона прямой к оси абсцисс;

b — удаление начальной точки прямой от оси.

* Древесина корейского кедр — основное сырье деревообрабатывающих предприятий Дальнего Востока; удельный объем использования ее составляет 60—70% в общем балансе лесозаготовок.

Для каждой доли радиуса определены постоянные коэффициенты a и b и занесены в табл. 1.

Таблица 1

Величина радиуса от центра к периферии, долей	Угловой коэффициент наклона прямой к оси абсцисс a	Коэффициент удаления начальной точки прямой от оси x -ов b	Величина радиуса от центра к периферии, долей	Угловой коэффициент наклона прямой к оси абсцисс a	Коэффициент удаления начальной точки прямой от оси x -ов b
0,05	0,45	60,0	0,55	0,94	+11,5
0,10	0,50	55,0	0,60	1,00	+8,5
0,15	0,52	53,0	0,65	1,06	+6,0
0,20	0,58	48,0	0,70	0,96	+3,0
0,25	0,64	41,0	0,75	0,94	0
0,30	0,73	34,0	0,80	0,94	-3,0
0,35	0,77	28,0	0,85	0,94	-8,0
0,40	0,80	24,0	0,90	0,89	-12,0
0,45	0,86	17,0	0,95	0,84	-15,0
0,50	0,89	15,0	--	0,83	-17,0

Количество сучков на периферии в сравнении с ядровой частью уменьшается почти в два раза по всей длине хлыста. Это объясняется тем, что часть сучков прекращает свое естественное развитие из-за ряда биологических причин. Уменьшение происходит несколько неравномерно (рис. 2): особенно это характерно для комлевой и вершинной частей хлыста. В вершинной и прилежащей к ней средней частях хлыста (на пяти долях длины от вершины) до половины радиуса снижение количества сучков незначительно и составляет не более 20% от всех встречающихся сучков в этих долях радиуса; со второй половины радиуса снижение значительно и составляет около 80%. В трех последующих долях от вершины хлыста снижение числа сучков равномерное, а на первых двух долях от комля и с первых трех долей радиуса количество сучков резко снижается (до 70%). С половины же радиуса до периферии содержание сучков очень малое и на долю длины их приходится не более трех штук.

Следовательно, зона с наименьшим содержанием сучков находится в комлевой части и составляет $\frac{1}{3}$ всей длины хлыста, сучки отсутствуют на этом отрезке с половины радиуса. На $\frac{2}{3}$ длины хлыста от комля с половины радиуса встречаемость основного сортообразующего порока в 3—4 раза меньше, чем в центральной зоне. Наблюдается наибольшее насыщение сучками центральной части хлыста — начиная с $\frac{1}{3}$ его длины от комля, и особенно большая встречаемость их — в вершинной части.

Таким образом, пиломатериалы повышенного качества можно получить из комлевой и средней частей с половины радиуса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Д. Власов. Проблема рационального использования древесины при производстве и потреблении пиломатериалов в СССР. Диссертационная работа, Л., 1960. [2]. А. Н. Песочкин. Лесопиломно-строгальные производства, ГЛБИ, М., 1949. [3]. Ф. Т. Тюриков, В. Ф. Ветшева. Некоторые результаты исследования качественных зон древесины хлыстов корейского кедр. СТИ. Научный отчет, Красноярск, 1965. [4]. Ф. Т. Тюриков. Сравнительная характеристика методов определения качества пиловочного сырья. Труды СТИ. Красноярск, 1966. [5]. Ф. Т. Тюриков. Методика определения качественных зон древесины методом лущения. Тезисы докладов на конференции СТИ по итогам научно-исследовательских работ за 1965 г., СТИ, Красноярск, 1966.

УДК 539.37

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДНИХ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

В. Н. БИЛЬТРИКОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Нами была проведена серия опытов по изучению свойств материала покрытия в зависимости от количественного соотношения компонентов, времени и температуры полимеризации. Для изготовления покрытий использовали эпоксидную смолу ЭД-6, отверждаемую малеиновым ангидридом. Повышение относительной деформации и уменьшение жесткости достигалось введением пластификаторов — дибutilфталата и предельных полиэфиров, полученных поликонденсацией себациновой кислоты и диэтиленгликоля*. Применение полиэфиров приводит к крипу и релаксации, а также к уменьшению оптической чувствительности, что не позволяет производить исследования напряжений методом полос при толщине покрытия порядка 1 мм. Введение дибutilфталата в количестве до 12% не оказывает заметного влияния на свойства материала покрытия.

Для получения оптически чувствительного покрытия проводили непосредственную полимеризацию на поверхности элемента в специальной ванне [1]. Перед заливкой ванну тщательно протирали, обезжиривали и обливали 2%-ным раствором дихлорметилсилана или промазывали циатином-201, чтобы заполимеризовавшийся продукт хорошо отходил от ее стенок. На дно ванны помещали зеркальное стекло, облитое 0,25%-ным раствором триацетата целлюлозы в хлористом метиле. Толщину покрытия определяли калиброванной проволокой. Образцы с ванны предварительно нагревали до температуры на 25—30°С выше температуры композиции. В эпоксидную смолу, подогретую до температуры 80—100°С, добавляли нужное количество пластификатора. Массу тщательно перемешивали и добавляли предварительно расплавленный малеиновый ангидрид. Приготовленную смесь снова тщательно перемешивали при дополнительном подогреве до 100°С и выливали в ванну. Для состава — эпоксидная смола 100%; малеиновый ангидрид 30%; дибutilфталат 17,5% — наилучшим режимом полимеризации оказался следующий: при 70°С — выдержка в течение 12 час; при 80°С — 12 час; при 100°С — 6 час; при этом подъем температуры осуществлялся медленно — 3°С/час; спуск — 2°С/час. При таком режиме начальные

* В. К. Воронцов и др. Оптически чувствительные покрытия для исследования пластических деформаций. Проблемы прочности в машиностроении, вып. 8, 1961.

напряжения незначительны. При температуре полимеризации выше 110°C с содержанием дибутилфталата 17,5% материал покрытия приближается по свойствам к стандартному (без пластификатора).

Оптико-механические свойства материала покрытия изучены на металлических образцах из сплава алюминия марки Д16АТ и изготовленных отдельно из оптически чувствительного материала (размеры образца с покрытием даны на рис. 1).

Испытания на чистое растяжение образца с покрытием проводили на универсальной машине силой 5 Т (Р-5) и V-образной оптической установке (рис. 2), собранной на базе ППУ-5 с применением ртутной лампы ДРШ-250. Анализаторная часть ППУ-5 была полностью заменена.

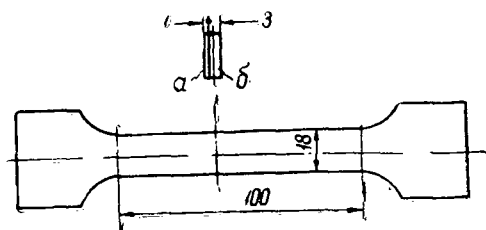
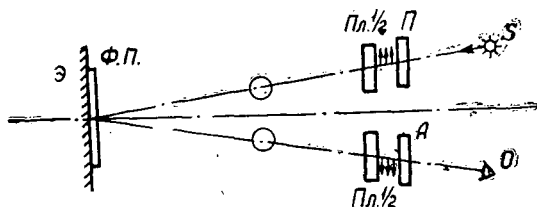


Рис. 1. Образец с покрытием на простое растяжение.

a — покрытие; *b* — образец.

Рис. 2. Схема V-образной оптической установки.

S — источник света; *O* — объектив фотоаппарата; *П* — поляризатор; *А* — анализатор; *Пл. 1/2* — пластинка в $1/2$ длины волны; *Ф. П.* — фотоупругое покрытие; *Э* — образец.



Для оценки оптической чувствительности материала пользовались ценой полосы по деформациям $\varepsilon_0^{(1,0)}$, которая может быть получена из основного закона фотоупругости

$$m = \frac{(\sigma'_1 - \sigma'_2) 2t}{\sigma_0^{(1,0)}}, \quad (1)$$

где m — порядок полос;

σ'_1, σ'_2 — главные напряжения в слое;

$\sigma_0^{(1,0)}$ — цена полосы материала по напряжениям.

Разность главных напряжений в слое на основании закона Гука связана с разностью главных деформаций в слое

$$\sigma'_1 - \sigma'_2 = \frac{E'}{1 + \mu'} (\varepsilon'_1 - \varepsilon'_2), \quad (2)$$

где E' — модуль упругости;

μ' — коэффициент Пуассона.

$$\varepsilon_0^{(1,0)} = \frac{1 + \mu'}{E'} \sigma_0^{(1,0)}. \quad (3)$$

На основании формул (1), (2), (3) получим

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = \varepsilon'_1 - \varepsilon'_2 = \frac{\varepsilon_0^{(1,0)} m}{2t}, \quad (4)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ — главные деформации в элементе.

Так как при простом растяжении $\varepsilon_2 = -\mu\varepsilon_1$, то

$$\varepsilon_0^{(1,0)} = (1 + \mu) \frac{2t\varepsilon_1}{m} \quad (\text{для упругих деформаций});$$

$$\varepsilon_0^{(1,0)} = \frac{3t\varepsilon_1}{m} \quad (\text{для пластических деформаций}).$$

Порядок полос устанавливали по черной изохrome. При прохождении очередной изохromы фиксировали нагрузку и измеряли деформации с помощью тензометра. В результате получена зависимость между деформациями ε и порядком полос m (рис. 3).

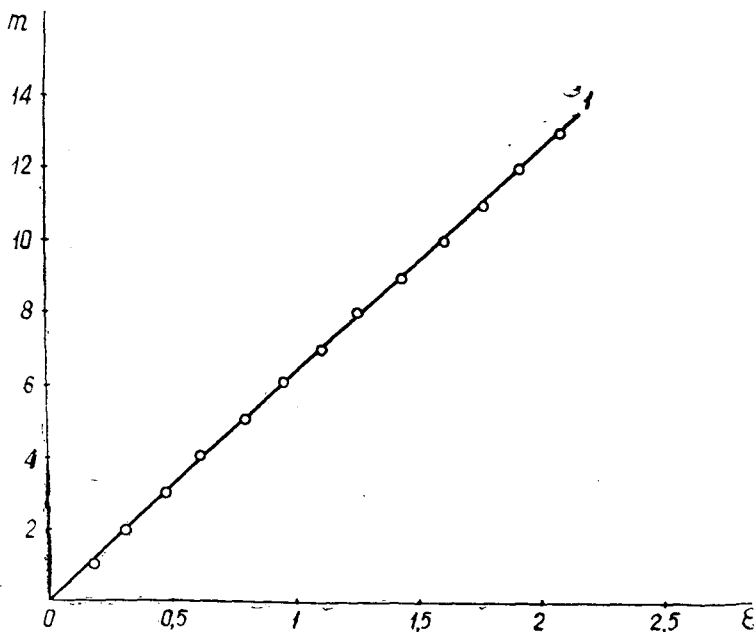


Рис. 3.

На образцах, изготовленных отдельно из оптически чувствительного материала, были определены модуль упругости и коэффициент Пуассона

$$E' = (2,4 - 2,6) \cdot 10^4 \text{ кг/см}^2$$

$$\mu' = 0,39 - 0,41;$$

$$\varepsilon_0^{(1,0)} = (0,55 - 0,67) \cdot 10^{-3}.$$

Нужно отметить, что для каждого состояния оптико-механические свойства зависят от большого числа параметров процесса полимеризации. В связи с этим при исследовании конкретных задач появляется необходимость каждый раз изучать свойства покрытия при простом растяжении; для этого одновременно с основными образцами должен быть изготовлен специальный образец на простое растяжение.

УДК 66.018.2

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИЗ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Н. М. ТАРАСОВ

Доцент, кандидат технических наук

М. М. ПОДЛЕСНЫХ

Старший инженер

(Воронежский политехнический институт)

Авторы данной статьи разработали надежный и доступный метод определения сравнительной твердости различных материалов, в том числе прессованной и натуральной древесины.

С этой целью к обычному прессу Бринелля вместо шарикового наконечника прикрепляют стальной закаленный конус с углом при вершине 90° и радиусом острия 0,5 мм. Глубину проникновения конуса в образец измеряют пристроенным тут же индикатором. Это приспособление позволяет использовать существующие специальные приборы для определения твердости металлов; при этом ускоряется процесс измерения, повышается его точность и надежность. Конусный пуансон не разрывает волокон древесины, что ведет к стабильности показаний прибора. С помощью данного прибора было определено место прессованной древесины (по твердости) среди других наиболее распространенных машиностроительных материалов.

Следует рекомендовать максимально возможную степень прессования применять для изделий, работающих с удельными давлениями от 20 кг/см^2 и выше. При малой степени прессования и значительном удельном давлении изделие из прессованной древесины подвергается значительному смятию. Величина смятия зависит не только от удельного давления и степени прессования, но и от времени приложения сдвигающей силы и толщины стенки изделия (вкладыша), подвергающегося нагрузке. Для уменьшения смятия следует снизить удельное давление, но если это вызовет затруднения, то нужно уменьшить толщину стенок вкладышей. Конструктивно последнее может привести к тому, что вкладыши в корпусах придется прикреплять клеем (например, БФ-2). Такие тонкие вкладыши (толщиной до 1 мм) обладают повышенной теплопроводностью, что позволяет увеличивать относительную скорость контакта шейки вала и вкладыша, доводя ее до 5 м/сек , с одновременным возрастанием удельного давления до 60 кг/см^2 .

Такими сборными подшипниками можно с малыми конструктивными изменениями заменять подшипники качения.

В процессе прессования древесины любым методом получают заготовки, которые сравнительно близки по размерам и конфигурации к

получаемой детали машин. Припуск удаляют путем срезания на металлорежущих станках или вручную.

Существенное влияние на чистоту получаемой поверхности при механической обработке резанием оказывают величина подачи и глубина резания. Наблюдается прямолинейная зависимость чистоты от указанных величин. Рекомендуется выдерживать чистоту обработки трущейся поверхности детали из ДП в пределах $\Delta 5 - \Delta 7$.

При механической обработке ДП чистота обработанной поверхности существенно зависит и от геометрии заточки режущего инструмента, особенно от переднего угла γ и главного угла в плане φ .

На рис. 1 показано влияние переднего угла γ на чистоту поверхности, получаемую при обработке с различными подачами. Что касается влияния угла φ , то следует иметь в виду, что при $\varphi < 40^\circ$ чистота поверхности резко ухудшается, а при $\varphi > 50^\circ$ резко возрастает тангенциальная составляющая силы резания P_z .

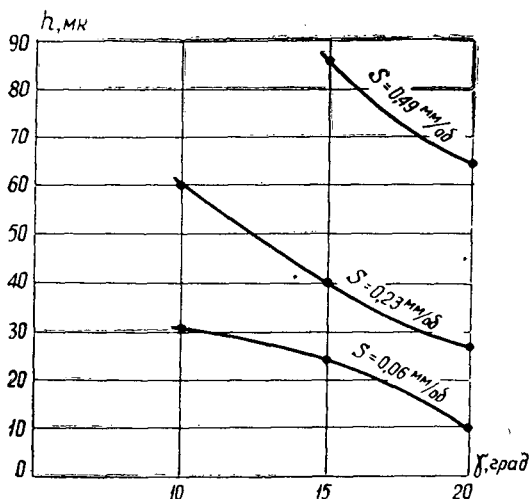


Рис. 1.

Чистота обработанной поверхности в значительной мере зависит от степени прессования, то есть твердости ДП и породы древесины.

На рис. 2 показана зависимость чистоты поверхности образцов березы от степени прессования.

Из графика видно, что с повышением степени прессования качество обработанной поверхности улучшается.

Контактная поверхность изделия из ДП быстро прирабатывается и становится более гладкой, чем полученная в результате механической обработки. Возникает сомнение в целесообразности проведения чистовой обработки. Для выяснения данного вопроса был проделан эксперимент с притиранием поверхностей различной шероховатости, полученных механической обработкой с различными подачами при одинаковом удельном давлении 50 кг/см^2 и одинаковом времени притирания. В результате было установлено, что чем чище обработана поверхность, тем меньше истирается она при приработке. Высота неровностей от притирания уменьшается, однако неровность не исчезает полностью. Более грубо обработанные поверхности дольше сохраняют следы неровностей. Время приработки поверхностей зависит от числа контактов,

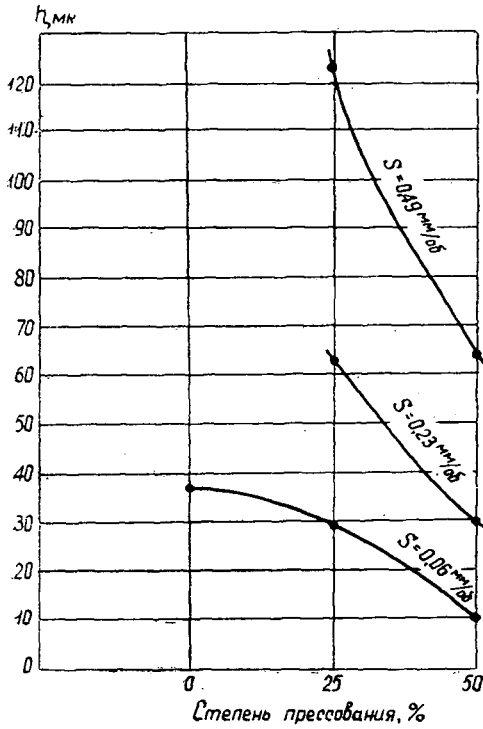


Рис. 2.

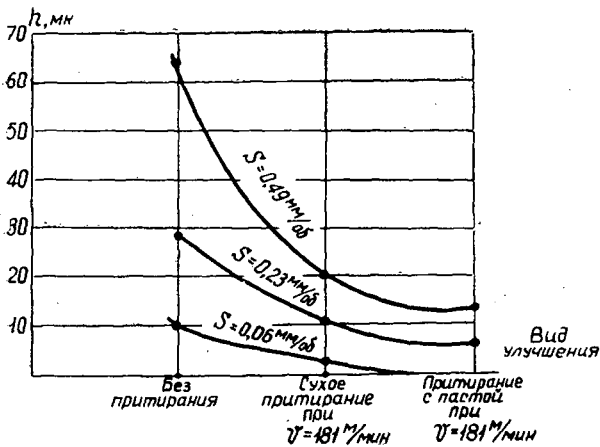


Рис. 3.

то есть от скорости относительного трения и среды, в которой происходит притирание. Лучшая среда для притирания — графит с машинным маслом.

На рис. 3 показано улучшение чистоты обработанной поверхности притиранием. Истирание поверхности увеличивается с ухудшением качества обработки, следовательно, при более грубой обработке в трущихся парах возникает больший зазор, а с появлением зазора ускоряется и общий износ поверхности от вибраций, от ухудшения условий

смазки и других факторов. Таким образом, чистовую обработку рабочих поверхностей следует производить с подачами в пределах до 0,2 мм/об.

Приработанные поверхности у деталей из прессованной древесины в результате длительной работы при правильной эксплуатации имеют повышенную чистоту (по сравнению с первоначальной, полученной при механической обработке) и большую поверхностную твердость.

Механическая обработка прессованной древесины несколько разрушает обработанную поверхность и делает ее менее стойкой к истиранию по сравнению с приработанной. Отсюда возникает необходимость искусственной приработки трущейся поверхности в процессе производства детали машины из ДП. Методы искусственного улучшения поверхности у деталей из ДП — обкатка роликами или дорнирование. При производстве следует учитывать припуск на обработку этими методами. При изготовлении вкладышей и втулок подшипников из ДП не следует подвергать механической обработке внутреннюю поверхность, которая при прессовании получилась с улучшенными качествами как по чистоте, так и по твердости. Чистоту поверхности — шероховатость легко определить с помощью профилографа-профилометра, изготовляемого Московским заводом «Калибр». Но для определения поверхностной твердости упруго-пластичных материалов, к которым относится и прессованная древесина, не существует простых по эксплуатации и дешевых приборов для широкого использования в условиях цеха. Прибор должен обеспечивать возможность точного замера величины проникновения иглы прибора в материал при приложении сравнительно малого усилия; при плавном приложении силы давать точный отсчет при заданной глубине (определяемой в десятых долях мм) проникновения иглы в материал.

Авторы статьи предлагают прибор, отвечающий указанным требованиям, для широкого использования его на рабочих местах при производстве изделий из ДП.

Этот прибор дает показание относительной поверхностной твердости, которую легко можно сопоставить с известными значениями стандартной поверхностной твердости, полученной на других приборах. Простота, надежность в эксплуатации и дешевизна дают возможность широкого использования его в промышленности непосредственно на рабочих местах. Прибор позволил измерять сравнительную твердость на образцах по их сечению, что дало представление о законах проникновения деформации при одноосном и контурном прессовании.

Поступила в редакцию
21 декабря 1964 г.

УДК 66.061.3/5 : 634.0.892.6

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

КИНЕТИКА ЭКСТРАКЦИИ СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ
ИЗ ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ,
ПОЛУЧЕННОЙ РАЗМОЛОМ ПНЕВОГО ОСМОЛА*Е. В. УШКОВА*

Научный сотрудник

С. Я. КОРОТОВ

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

При извлечении смолистых веществ из осмольной щепы органическим растворителем основной процесс, определяющий скорость экстракции, — молекулярная диффузия канифоли в капиллярах древесины [2], [4]. Интенсифицировать этот процесс можно сокращением пути движения молекул канифоли изнутри куска древесины наружу, то есть измельчением осмола.

Если из пневого осмола получить волокнистый материал, то можно предположить, что основная масса смолистых будет находиться на поверхности волокна и при экстракции его органическим растворителем решающим процессом будет растворение и диффузия канифоли с поверхности волокна в окружающий раствор.

Так как экстракция смолистых веществ из осмольной массы бензином идет относительно быстро и не зависит от ее влажности, то это подтверждает наши предположения, что общая скорость извлечения определяется скоростью растворения и скоростью конвективной диффузии смолистых веществ в раствор.

Опытные данные обычно обрабатывают по формуле

$$Nu' = A (Re)^m \cdot (Pr')^n,$$

где Nu' — диффузионный критерий Нуссельта;

Re — критерий Рейнольдса;

Pr' — диффузионный критерий Прандтля.

Для экспериментальной проверки и установления коэффициента A и показателей степени m и n критериального уравнения проведены опыты по экстракции смолистых веществ (на лабораторной установке).

Опыты проводили с осмольной волокнистой массой, полученной дефибрированием щепы на лесохимическом комбинате. Во всех опытах влажность, содержание смолистых веществ и степень измельчения массы были постоянны (влажность 9%, содержание канифоли 16, 1% к абс. сухой обесмоленной древесине, измельчение 6° ШР).

Для экстракции использовали бензин БР-1 с пределами кипения 81—120° С, удельный вес — 0,715 г/см³.

Во время проведения опытов осмольную массу хранили в эксикаторе, чтобы влажность ее не менялась в зависимости от влажности окружающего воздуха.

Навеску массы 50 г помещали в пространство между стенкой стакана и сетчатым патроном. Высота слоя массы 100 мм. Стакан устанавливали в термостат, нагретый до температуры опыта и выдерживали 30 мин. Бензин в количестве 700 мл (весовое соотношение волокно : бензин — 1 : 10) нагревали до температуры на 5° выше температуры опыта, наливали в стакан, включали мешалку и пускали секундомер. Этот момент считался началом опыта. Пробы экстракта в количестве 10 мл отбирали через определенное время, а в стакан после этого наливали 10 мл экстракта примерно такой же концентрации. Содержание канифоли в мисцелле определяли титрованием [1]. Опыт продолжался до тех пор, пока не прекращался рост концентрации канифоли в экстракте. Первую пробу отбирали через 1 мин, вторую — через 3 мин, третью — через 5 мин от начала опыта, а все последующие — через каждые 5 мин.

Скорость движения растворителя должна оказывать заметное влияние на извлечение. Для проверки были поставлены опыты при различной скорости движения растворителя, что достигалось изменением скорости вращения мешалки: 15, 60, 300, 600 об/мин. Для каждого числа оборотов мешалки исследовали влияние температуры — 20, 40, 60, 80°C. Всего проведено 32 опыта, по результатам которых построены графики зависимости $G = f(\tau)$.

Обработка результатов

Основное дифференциальное уравнение массопередачи при переходе вещества из одной фазы в другую

$$dG = k \cdot \Delta c \cdot F \cdot d\tau \text{ кг/сек},$$

где dG — количество канифоли, перешедшее в раствор в единицу времени, кг;

k — коэффициент массопередачи, м/сек;

F — поверхность, м²;

τ — время, сек;

$$\Delta c = c_n - c_p,$$

где $c_n = \rho$ канифоли, кг/м³;

c_p — концентрация канифоли в растворе, кг/м³.

Принимая

$$\frac{dG}{d\tau} = \operatorname{tg} \alpha,$$

где α — угол, образованный касательной (к кривой извлечения в определенной исследуемой точке) и осью абсцисс,

получим

$$kF = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\Delta c}.$$

Допустим, что при одних и тех же значениях G и температурах поверхность одинакова. Тогда

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1 \cdot \Delta c_2}{\operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \Delta c_1}.$$

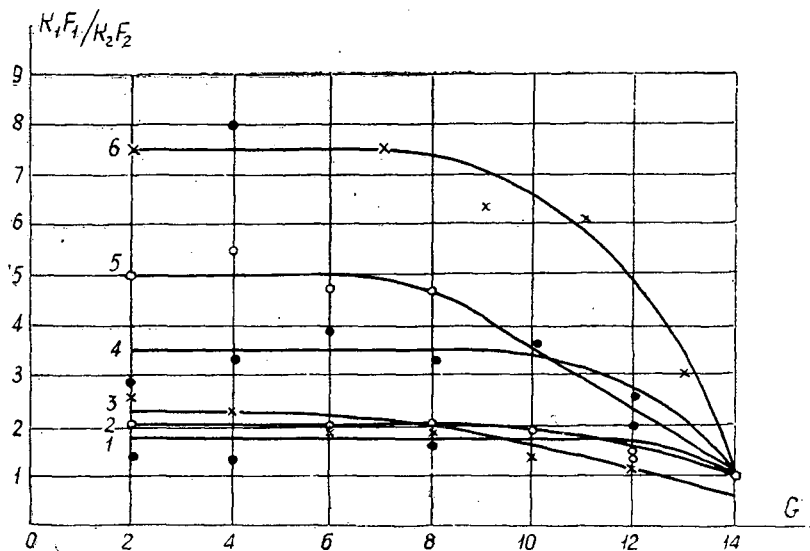


Рис. 1.

Кривая 1 — $\frac{Re_1}{Re_2} = 2$; 2 — $\frac{Re_1}{Re_2} = 4$; 3 — $\frac{Re_1}{Re_2} = 5$; 4 — $\frac{Re_1}{Re_2} = 10$;
5 — $\frac{Re_1}{Re_2} = 20$; 6 — $\frac{Re_1}{Re_2} = 40$.

При одинаковом извлечении

$$\Delta c_1 = \Delta c_2; \quad \frac{k_1}{k_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2}.$$

На рис. 1 представлена зависимость этой величины от G при 60°C . Отношение тангенсов взято для разных чисел оборотов мешалки при постоянных температурах, то есть при определенных отношениях критериев Re^* .

Как видно из рис. 1, при некотором значении G отношение тангенсов начинает падать. Это можно объяснить тем, что при увеличении G по-разному сокращается поверхность растворения F и высказанное выше допущение о равенстве F при одинаковых G нарушается. Нарушения наступают тем раньше и идут тем резче, чем больше отношение чисел оборотов, иначе говоря, чем больше отношение критериев Рейнольдса. Это говорит о том, что уменьшение поверхности растворения зависит не только от G , но и от Re .

Для всех кривых $G = f(\tau)$ в точках с абсциссами 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 определены значения $\operatorname{tg} \alpha$.

Критерий Рейнольдса для мешалки определяли по формуле

$$Re_m = \frac{n \cdot d^2 \rho}{\mu},$$

где n — число оборотов мешалки, *сек*;
 d — диаметр мешалки, *м*;
 ρ — плотность раствора, *кг/м³*.
 μ — вязкость, *н сек/м²*.

* При постоянных температурах и одинаковом извлечении числа Re относятся как числа оборотов мешалки.

Если ρ дано в сантипуазах, то

$$\text{Re}_m = \frac{n \cdot d^2 \cdot \rho \cdot 1000}{\mu_{\text{сп}}}$$

Вязкость и удельный вес бензиновых растворов канифоли взяты на основании работ, проведенных сотрудниками Архангельского института леса и лесохимии [5]. Критерий Прандтля вычисляли по формуле

$$\text{Pr}' = \frac{\nu}{D},$$

где ν — кинематическая вязкость, $\text{м}^2/\text{сек}$;

D — коэффициент диффузии канифоли в бензиновый раствор, $\text{м}^2/\text{сек}$.

Коэффициент диффузии канифоли в бензине принят нами равным $0,7 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{сек}$ при 20°C (по работам, проведенным сотрудниками Архангельского института леса и лесохимии [6]). Коэффициент диффузии при других температурах определяли по формуле [3]

$$D_t = D_{20} [1 + \beta(t - 20)],$$

где D_{20} — коэффициент диффузии при температуре 20°C ;

$$\beta = \frac{0,2 \sqrt{\mu}}{\sqrt{\gamma}}$$

Мы подсчитали, что коэффициент диффузии при 40°C равен $0,896 \cdot 10^{-11}$, при 60°C — $1,056 \cdot 10^{-11}$, при 80°C — $1,204 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{сек}$. Определяем коэффициент массопередачи из критериального уравнения

$$k = A \cdot \frac{D^{1-n} \cdot \nu^n \cdot \text{Re}_m^m}{l}$$

где l — определяющий размер волокна, в наших опытах одинаковый.

Отношение коэффициентов массопередачи при различных значениях критерия Рейнольдса

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{A \cdot l_2}{A \cdot l_1} \cdot \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^{1-n} \cdot \left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)^n \cdot \left(\frac{\text{Re}_1}{\text{Re}_2}\right)^m,$$

где $\frac{A l_2}{A l_1} = 1$ (так как размер волокна во всех опытах одинаковый);

$$\frac{D_1}{D_2} \approx 1^*; \quad \frac{\nu_1}{\nu_2} \approx 1^*; \quad \frac{k_1}{k_2} = \left(\frac{\text{Re}_1}{\text{Re}_2}\right)^m,$$

тогда

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\text{tg } \alpha_1}{\text{tg } \alpha_2} = \left(\frac{\text{Re}_1}{\text{Re}_2}\right)^m$$

На логарифмической сетке строим график $\frac{\text{Re}_1}{\text{Re}_2} = f\left(\frac{\text{tg } \alpha_1}{\text{tg } \alpha_2}\right)$ (рис. 2) в пределах сравнительно постоянных отношений $\frac{\text{tg } \alpha_1}{\text{tg } \alpha_2}$, что соответствует извлечению не больше 8 г канифоли на 100 г абс. сухой бессмоленной щепы

Из графика находим m — показатель степени критерия Re . Он равен 0,6 в пределах Re_m от 600 до 40000.

* При одинаковых температурах и концентрациях.

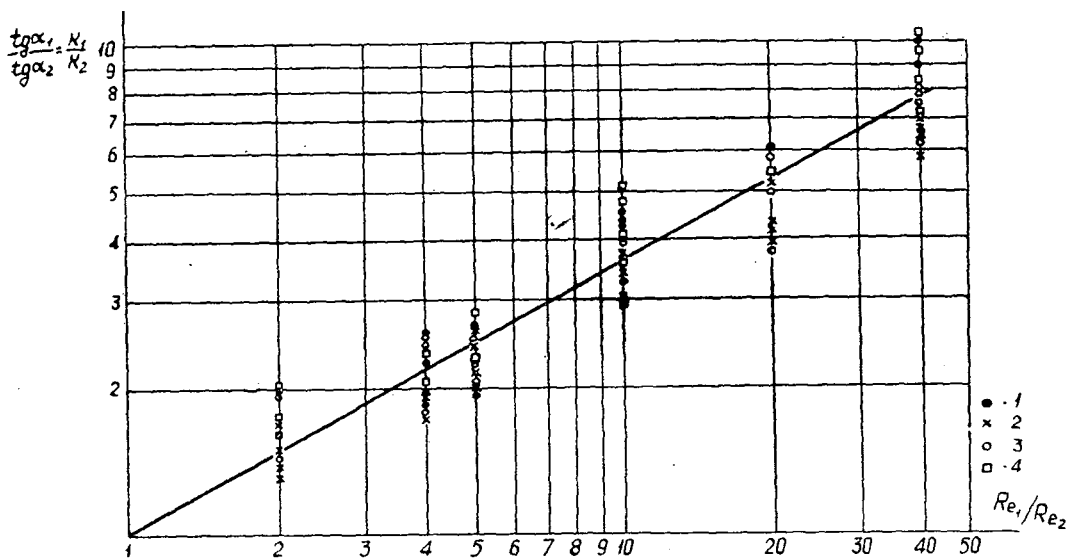


Рис. 2. Зависимость $\frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{Re_1}{Re_2}$

1 — при 20°C; 2 — при 40°C; 3 — при 60°C; 4 — при 80°C.

Для определения показателя степени n критерия Pr' сравниваем Nu' при различных температурах

$$\frac{Nu_1}{Nu_2} = \frac{k_1 l_1 D_2}{k_2 l_2 D_1} = \frac{A \cdot Re_{M1}^{0,6} \cdot (Pr'_1)^n}{A \cdot Re_{M2}^{0,6} \cdot (Pr'_2)^n}$$

Отношение $\frac{k_1}{k_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2}$ (при одинаковом извлечении и том же F);

$$\frac{k_1 \cdot l_1 \cdot D_2}{k_2 \cdot l_2 \cdot D_1} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1 \cdot D_2}{\operatorname{tg} \alpha_2 \cdot D_1} = \left(\frac{Re_{M1}}{Re_{M2}} \right)^{0,6} \cdot \left(\frac{Pr'_1}{Pr'_2} \right)^n$$

В табл. 1 представлены значения Pr' , вычисленные, для различных температур и разных извлечений (концентраций).

Таблица 1

Извлечено канифоли, г	$Pr' = \frac{\nu}{D}$ при температуре, °C			
	20	40	60	80
2,0	904,7	602,0	443,1	342,4
4,0	908,0	605,1	445,2	343,0
6,0	910,3	608,1	447,4	343,5
8,0	911,5	611,0	450,0	344,1

Как видно из таблицы, величина Pr' в зависимости от величины извлечения канифоли меняется мало.

Как было показано, при разных температурах величина F сокращается неодинаково, особенно в условиях большого извлечения. Поэтому сравнивать отношение $\frac{\operatorname{tg} \alpha_1 D_2}{\operatorname{tg} \alpha_2 D_1}$ к $\left(\frac{Re_1}{Re_2} \right)^{0,6}$ можно только в начале процесса или при самом малом извлечении канифоли (2 г). При высокой

турбулентности начальная поверхность F будет разрушена и при извлечении 2 г. Поэтому данные при $n = 600$ об/мин сравнивать с другими нельзя.

На логарифмической сетке строим график

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_1 \cdot D_2}{\operatorname{tg} \alpha_2 \cdot D_1} : \left(\frac{\operatorname{Re}_{M_1}}{\operatorname{Re}_{M_2}} \right)^{0,6} = f \left(\frac{\operatorname{Pr}_1}{\operatorname{Pr}_2} \right)^n.$$

Из графика определяем показатель степени n критерия Прандтля. Он равен — 0,33.

Теперь критериальное уравнение диффузии смолистых веществ из осмольной массы имеет вид

$$\operatorname{Nu}' = A \cdot \operatorname{Re}_M^{0,6} (\operatorname{Pr}')^{-0,33};$$

$$\frac{k \cdot l}{D} = A \cdot \operatorname{Re}_M^{0,6} (\operatorname{Pr}')^{-0,33};$$

отсюда

$$kF = \frac{A \cdot F \cdot D}{l} \cdot \operatorname{Re}_M^{0,6} \cdot (\operatorname{Pr}')^{-0,33}.$$

Обозначим

$$\frac{F \cdot A}{l} = B.$$

$$B = \frac{k \cdot F (\operatorname{Pr}')^{0,33}}{D \cdot \operatorname{Re}_M^{0,6}}; \quad kF = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\Delta c}.$$

Определяем B при извлечении 2 г из 100 г абс. сухого обессмоленного волокна при температурах 20, 40, 60, 80°C и числе оборотов мешалки 15, 60, 300 об/мин.

Результаты приведены в табл. 2. Среднее значение $B = 0,303$, максимальная ошибка 12,2—16,1%.

Таблица 2

Число об/мин	Температура, °C	kF	Pr	$\operatorname{Pr}^{+0,33}$	$\operatorname{Re}_M^{+0,6}$	D	B
15	20	0,0000117	904,7	9,7	47,9	0,000007	0,34
	40	0,0000188	602,0	8,4	52,6	0,00000896	0,335
	60	0,0000247	443,0	7,6	57,5	0,00001058	0,308
	80	0,0000337	342,4	7,0	62,2	0,00001204	0,315
60	20	0,0000234	904,7	9,7	110,1	0,000007	0,276
	40	0,0000356	602,0	8,4	120,8	0,00000896	0,278
	60	0,0000617	443,1	7,6	132,1	0,00001058	0,335
	80	0,0000804	342,4	7,0	143,0	0,00001204	0,326
300	20	0,0000617	904,7	9,7	289,1	0,000007	0,296
	40	0,0000931	602,0	8,4	317,4	0,00000896	0,276
	60	0,000123	443,1	7,6	347,4	0,00001058	0,254
	80	0,000176	342,4	7,0	374,0	0,00001204	0,234

Теперь критериальное уравнение диффузии смолистых веществ из осмольной волокнистой массы имеет следующий вид:

$$kF = 0,303 D \cdot \operatorname{Re}_M^{0,6} \cdot (\operatorname{Pr}')^{-0,33}. \quad (1)$$

Анализируя полученное уравнение, мы находим, что коэффициент диффузии стоит в степени + 1,33, вязкость μ — в степени — 0,93 и скорость движения растворителя W в степени + 0,6; следовательно,

скорость экстракции смолистых веществ из осмольной волокнистой массы в большей степени зависит от коэффициента диффузии смолистых с поверхности волокна в растворитель и от вязкости раствора; в меньшей степени — от скорости движения растворителя.

График (рис. 3) говорит о хорошей сходимости опытных данных с полученным уравнением.

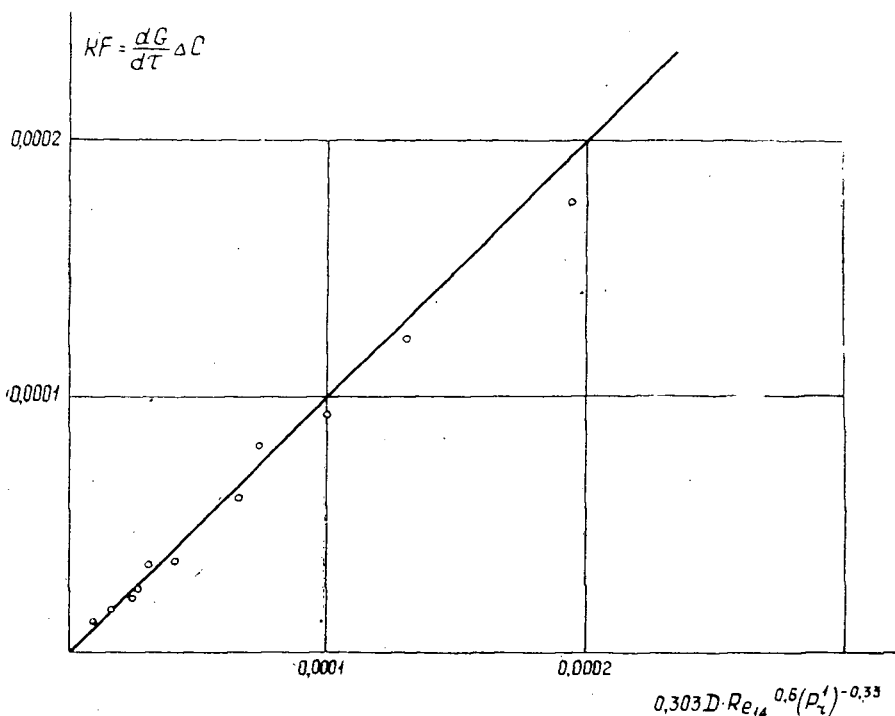


Рис. 3.

Формула (1) пригодна только для начального периода растворения, так как в дальнейшем F меняется в зависимости не только от степени извлечения смолистых, но и от Re_m .

Следовательно, в нашей статье показано, что определяющим процессом при экстракции канифоли бензином из волокнистого материала, полученного размолом пневого осмола, является процесс растворения канифоли.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. И. Вершук, Н. А. Гурич. Методы анализа сырья и продуктов канифольно-скипидарного производства. Гослесбумиздат, 1960. [2]. Л. В. Голиков, В. Н. Козлов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1960. [3]. А. Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии. Госхимиздат, 1960. [4]. С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962. [5]. Л. В. Меньшикова, З. С. Калугина, И. П. Сидоровская, Н. А. Андрианов, С. Я. Коротов. ИВУЗ. «Лесной журнал» № 6, 1962. [6]. Л. В. Меньшикова, З. С. Калугина, И. П. Сидоровская, С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965.

Поступила в редакцию
11 июня 1965 г.

УДК 543.42 : 634.0.813.11

**ИЗУЧЕНИЕ ЛИГНИНА
МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ****КЕТО-ЕНОЛЬНАЯ ТАУТОМЕРИЯ****Ю. С. ПИЛИПЧУК**

Старший преподаватель

Р. З. ПЕН

Старший преподаватель

А. В. ФИНКЕЛЬШТЕЙН

Доцент, кандидат химических наук

И. Л. ШАПИРО

Младший научный сотрудник

(Сибирский технологический институт)

В одной из наших работ [2] показано, что препараты, полученные омылением ацетилированного лигнина, имеют инфракрасные спектры поглощения, аналогичные спектрам лигнина до ацетилирования, за исключением области карбонильного поглощения $1800-1660\text{ см}^{-1}$. В данной статье мы сделали попытку объяснить причину этого явления. С этой целью были сняты ИК спектры следующих препаратов лигнина: 1 — периодатный лигнин из ели (его химическая характеристика приведена нами ранее [2]); 2 — получен обработкой препарата 1, 1 н. раствором едкого натра при 20°C в течение 160 час с последующей кратковременной промывкой раствором уксусной кислоты и водой; 3 — получен обработкой препарата 2 1 н. раствором соляной кислоты при температуре 20°C в течение 160 час.

Спектры записаны на двухлучевом спектрофотометре ИКС-14 с призмой из хлористого натрия по описанной ранее методике [3]. Полученные результаты приведены на рис. 1. Номера кривых соответствуют номерам препаратов.

Как видно из кривых 1 и 2 (рис. 1), длительная обработка лигнина раствором щелочи на холоду вызывает значительное уменьшение интенсивности полос поглощения в области частот $1740-1700\text{ см}^{-1}$, однако в результате последующей обработки соляной кислотой интенсивность вновь увеличивается (рис. 1, кривая 3) и становится близкой к интенсивности полос в спектре исходного препарата лигнина.

Многие исследователи предполагают наличие в лигнине карбонильных групп, способных енолизироваться [1]. Поскольку при кето-енольной таутомерии равновесие смещается в сторону енольной формы в щелочной среде и в сторону кето-формы — в кислой, приведенные выше

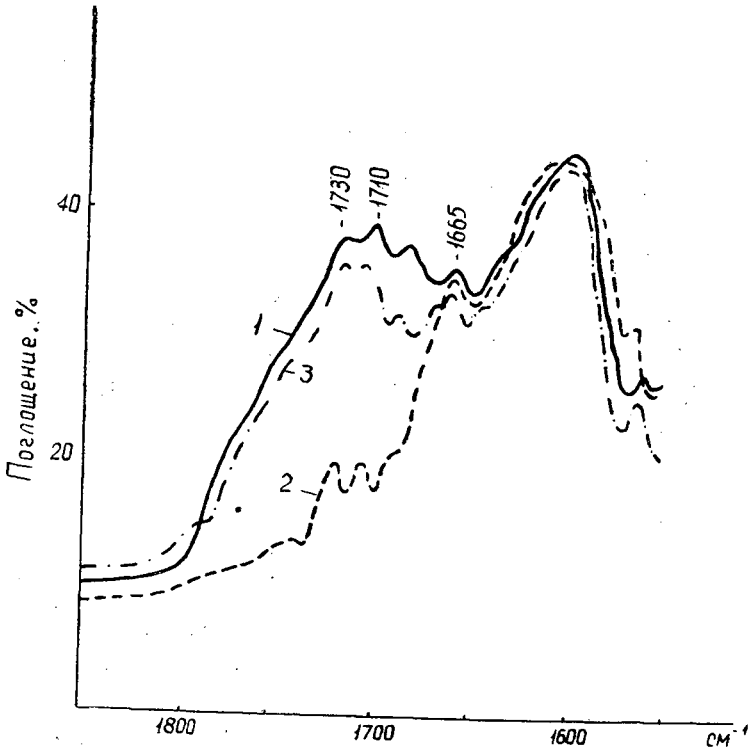


Рис. 1.

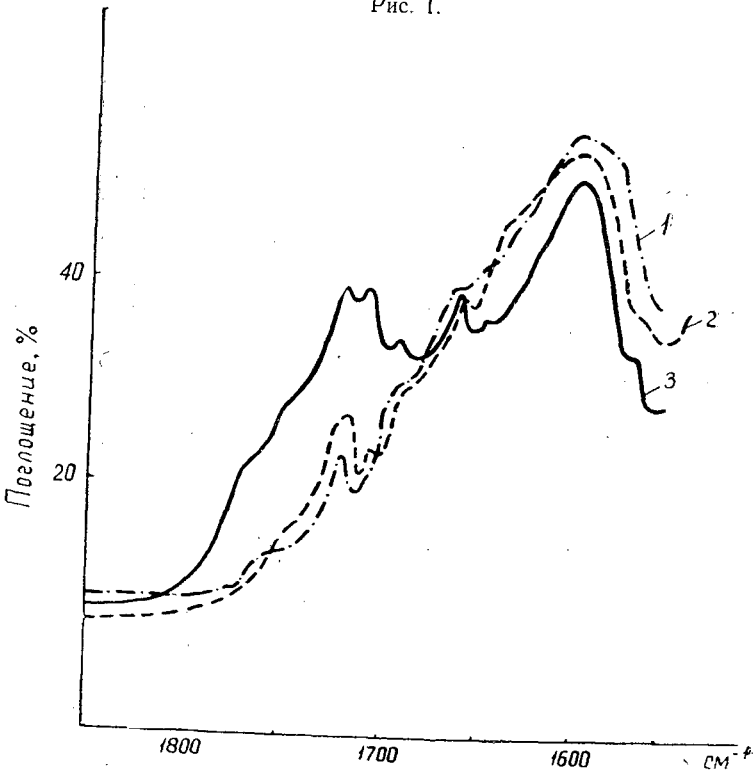


Рис. 2.

результаты экспериментов мы склонны рассматривать как подтверждение наличия кето-енольной таутомерии в лигнине.

Переход в енольную форму легко происходит как при низких температурах, так и при нагревании; при температуре 98° в среде 1 н. раствора едкого натра енолизация проходит за 3 часа (рис. 2, кривая 1). Переход енолов в кето-форму происходит несколько труднее. Трехчасовое нагревание при 98° енола, полученного при повышенной температуре, с 1 н. соляной кислотой не вызывает заметного увеличения карбонильного поглощения (рис. 2, кривая 2). Переход в кетон енола, полученного в жестких условиях, удалось наблюдать лишь после двухмесячной выдержки препарата на холоду (рис. 2, кривая 3).

Таким образом, с помощью инфракрасной спектроскопии получены данные, подтверждающие наличие кето-енольной таутомерии в лигнине.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Никитин. Лигнин. ГЛБИ, М.—Л., 1961. [2]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. Исследование лигнина методом инфракрасной спектроскопии. Сообщение I. Сборник материалов по итогам научно-исследовательских работ за 1962 г., СТИ, вып. II, Красноярск, 1963. [3]. В. М. Резников, Ю. С. Пилипчук, Л. С. Соловьев. Материалы первой научной конференции комплексной Проблемной лаборатории Сибирского технологического института. Красноярск, 1961.

Поступила в редакцию
14 сентября 1965 г.

УДК 674.049.2

ИЗМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Г. Ф. ПОТУТКИН

Аспирант

Л. В. ШИРЯЕВА

Инженер

(Архангельский лесотехнический институт)

В настоящее время назрела необходимость глубокого изучения процессов, происходящих при прессовании древесностружечных плит, чтобы управлять этими процессами и тем самым воздействовать на свойства плит.

Уже первые систематические исследования в области облагороженной древесины и древесных пластиков [3] показали, что отрицание возможности химического взаимодействия связующего с древесиной не позволяет выяснить причины резкого изменения свойств древесных пластиков по сравнению с исходной древесиной. А. А. Берлин с сотрудниками, изучая взаимодействие феноло-формальдегидной смолы с древесиной, нашли, что при этом происходят как процессы химического взаимодействия этих смол с древесиной, так и физико-химический процесс смазывания клеточных стенок расплавленной смолой.

Данные, полученные рядом авторов [4], [10], [11], могут лишь частично объяснить процессы, происходящие при прессовании древесностружечных плит.

Как показали наши исследования [9], при прессовании плит с использованием смолы МФ-17 происходят различные химические превращения отдельных компонентов древесины и взаимодействие их со связующим.

Один из важнейших факторов, влияющих на скорость прессования и качество древесностружечных плит, — температура прессования. Опытным путем установлено, что при прессовании древесностружечных плит на мочевино-формальдегидных смолах оптимальной является температура 140—160°С. При 120°С процесс прессования резко замедляется, а при 180°С происходит разрушение связующего. Ряд исследователей [1], [2], [4], [6], [7], [8], [10], [12], [13] показал, что при нагревании до температуры 100—200°С происходят заметные химические изменения компонентов древесины.

Цель настоящей работы — более детально выяснить качественную и количественную стороны химических изменений древесины в температурном интервале 120—160°С.

Экспериментальная часть

Объектом исследований была сосновая стружка, полученная на станках ДС-2. Стружку высушивали до влажности 5—6% и просеивали. Для прессования использовали фракцию, проходящую через сито с диаметрами отверстий 10 мм и задерживающуюся на сите с диаметрами отверстий 2 мм. Просеянную стружку прессовали без связующего на прессе П-454 с электрообогревом плит. Чтобы не изменять условий прессования по сравнению с прессованием древесностружечных плит, вместо связующего стружку смачивали водой в лопастном смесителе конструкции ЦНИИМОДа (из расчета 7,5% воды к весу абс. сухой древесины). Был принят следующий режим прессования: удельное давление 16 кг/см², температура 120, 140 и 160°С, время выдержки 19 мин. Размер готовых плит 550 × 650 × 19 мм.

Плиты получились непрочные, поэтому их физико-механические испытания не проводили. Кромки шириной 100 мм обрезали и выбрасывали. Из таких плит размером 350 × 450 × 19 мм при ручной распиловке (перпендикулярно их плоскости прессования) получали опилки. Для исследований использовали опилки, проходящие через сито с диаметром отверстий 0,5 мм. Химический анализ проводили по методике, описанной нами ранее [9]. Результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Единица измерения	Древесина			
		исходная	запрессованная при температуре °С		
			120	140	160
Влажность	%	5,18	7,50	7,30	6,50
Экстрагируемые горячей водой	"	3,00	3,00	3,10	3,30
эфиром	"	3,07	3,10	3,10	3,33
Лигнин	"	28,00	28,10	28,30	28,70
Целлюлоза	"	51,28	49,80	49,60	49,20
Холоцеллюлоза	"	71,60	71,30	70,90	67,40
pH водной вытяжки	"	4,65	4,65	4,40	4,30
Метоксильные группы в лигнине	"	14,55	13,87	13,39	13,02
Пентозаны в древесине	"	9,10	9,10	9,00	8,70
Потеря в весе	"	—	0,5	1,40	2,10

В табл. 2 приведены результаты элементарного анализа лигнинов, выделенных из древесных плит.

Таблица 2

Лигнин	Содержание, %	
	Н	С
Из исходной древесины	6,72	52,70
Из стружки, запессованной при 120°С	6,07	57,16
" " " 140°С	5,89	66,44
" " " 160°С	5,87	67,98

Полученные экспериментальные данные показывают, что уже при 120°С имеют место изменения отдельных компонентов древесины, углубляющиеся при повышении температуры прессования. Из табл. 1 видно,

что количество веществ, экстрагируемых горячей водой и эфиром, при нагревании древесины увеличивается по сравнению с исходной. С повышением температуры прессования уменьшается рН водной вытяжки, по-видимому, в результате выделения летучих веществ — кислот. (Данные наших опытов косвенно совпали с данными других исследователей [5]).

С увеличением температуры прессования уменьшается количество целлюлозы, пентозанов и холоцеллюлозы. Продукты разрушения углеводных компонентов древесины частично переходят в водо- и эфирорастворимые вещества, частично — в вещества, определяемые как лигнин (табл. 1). С ростом температуры прессования увеличивается количество углерода и одновременно уменьшается количество водорода в лигнинах, полученных из плит, по сравнению с исходной древесиной (табл. 2). Количество веществ, определяемых как лигнин, возрастает с увеличением температуры прессования. Изменения в составе имеют место уже при низких температурах прессования. Состав лигнинов, выделенных из исходной древесины и после прессования, значительно различается. Так, с повышением температуры уменьшается количество метоксильных групп.

Изменения качественного и количественного состава лигнина можно объяснить тем, что при прессовании идет конденсация, а возможно, и взаимодействие его с сахарами, образующимися при гидролизе целлюлозы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Е. Баркалая. Баркалаит как новый вид пластмассы. ОНТИ, 1937.
[2]. В. А. Баум. Труды ЦНИЛХИ. Вып. 6, 1935. [3]. А. А. Берлин. Исследования в технологии и химии облагороженной древесины и древесных пластических масс. ГЛБИ, 1950. [4]. Б. Т. Ив, П. А. Исслнский. Журн. «Лесохимическая промышленность» № 1—2, 1934. [5]. В. Н. Козлов. Труды Института химии и металлургии. Вып. 2, 1955. [6]. В. И. Корякин. Термическое разложение древесины. ГЛБИ, 1962. [7]. Н. И. Никитин. Химия древесины. 1935. [8]. Н. И. Никитин. Химия древесины. 429, 1951. [9]. Г. Ф. Потуткин, Г. Л. Дранишников. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4 и 6, 1965. [10]. Н. Я. Солечник и др. Труды ЛТА № 98, 1962. [11]. R. I. Kennedy. Tappi. 45, 1962, 738—741. [12]. F. Kollman. Holz als Roh- und Werkstoff. 18, 1960, 193—200. [13]. W. Sander mann, T. Awqustin. Holz als Roh- und Werkstoff. 21, 1963, 256—265.

Поступила в редакцию
28 января 1966 г.

УДК 543 : 541.1

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ТРОЙНОЙ СИСТЕМЫ КАРБАМИД — М-КРЕЗОЛ — О-КРЕЗОЛ****И. М. БОХОВКИН**

Профессор

В. Ф. ЧЕСНOKOV

Кандидат химических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Крезолы являются производными фенола и находят большое практическое применение в производстве искусственных смол.

В одной из работ [2] отмечается, что при получении продуктов конденсации с альдегидами три изомера крезола являются неравноценными. Лучшим из них является м-, затем о-крезол; п-крезол для этих целей почти не используется, так как в литых продуктах он способствует образованию пузырей.

Представляло интерес проследить характер взаимодействия различных изомеров крезола с другими продуктами, применяемыми при получении пластических масс и древесностружечных плит.

При исследовании двойных систем, образованных ацетамидом с крезолами [1], выяснилось, что изомеры крезолов ведут себя различно по отношению к ацетамиду. Наиболее активным из них является м-крезол. При этом ацетамид рассматривался как производное карбамида, где одна из аминогрупп заменена метильным радикалом. В дальнейшем мы исследовали взаимодействие крезолов с карбамидом и ацетамидом (при их одновременном присутствии) визуальным-политермическим методом. Установлено, что способность к образованию соединений с карбамидом увеличивается в направлении карбамид — п-крезол, карбамид — о-крезол и карбамид — м-крезол.

Чтобы сделать окончательный вывод о большей активности м-крезола по отношению к карбамиду, при дальнейших исследованиях мы исследовали вторую компонент — ацетамид.

В настоящей статье приведены экспериментальные данные по изучению тройной системы карбамид — м-крезол — о-крезол*. При исследовании фиксировали температуры исчезновения последних кристаллов.

Исходные вещества были предварительно очищены и имели константы, соответствующие литературным данным. [3]. Составы готовили по весу и пересчитывали на молекулярные проценты. В них изучены би-

* В экспериментальной работе принимала участие старший лаборант Е. О. Витман.

нарные системы: 1) карбамид — м-крезол образует соединение состава $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2 \text{ м-С}_7\text{H}_8\text{O}$. Диаграмма плавкости имеет эвтектическую точку при 5 мол % карбамида и 7° и переходную при 30 мол % карбамида и 66° ; 2) карбамид — о-крезол образует соединение состава $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2 \text{ о-С}_7\text{H}_8\text{O}$. Эвтектическая точка соответствует 7 мол % карбамида и 26° и переходная — 28 мол % карбамида и 59° ; 3) м-крезол — о-крезол имеет соединение состава $\text{м-С}_7\text{H}_8\text{O} \cdot \text{о-С}_7\text{H}_8\text{O}$. Диаграмма плавкости имеет эвтектическую точку при 19 мол % о-крезола и 0° и переходную — при 56 мол % о-крезола и 5° .

Разрезы через тройную систему

Для выявления поверхности кристаллизации тройной системы было исследовано одиннадцать сечений в направлениях, указанных на рис. 4. Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 1, 2 и 3.

Разрез I (10 мол % о-крезола и 90 мол % м-крезола) пересекает поля кристаллизации м-крезола, бинарного соединения состава $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2 \text{ м-С}_7\text{H}_8\text{O}$ (точка пересечения соответствует 4 мол % карбамида при т. пл. $+4^\circ$) и карбамида (точка пересечения лежит при 28 мол % карбамида и т. пл. $+62^\circ$).

Разрез II (25 мол % о-крезола и 75 мол % м-крезола) пересекает поля бинарного соединения между м-крезолом и о-крезолом, бинарного

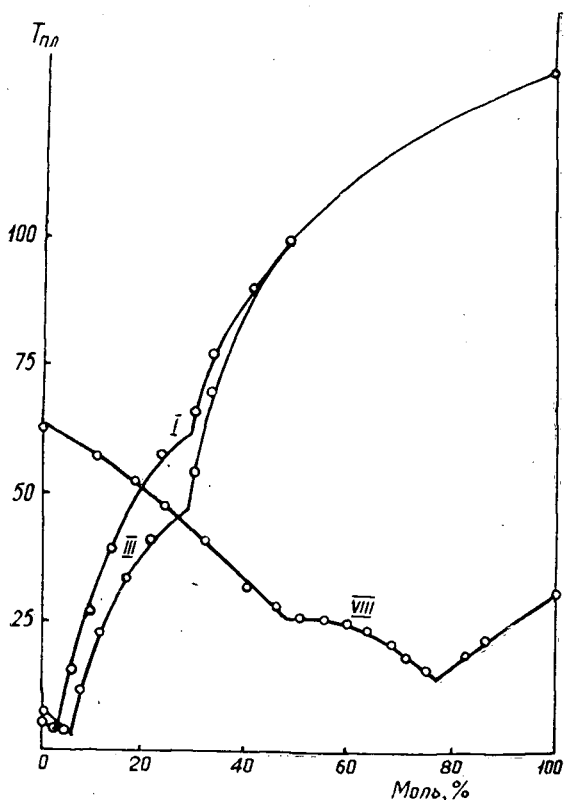


Рис. 1. Кривые кристаллизации по разрезам I, III, VIII тройной системы карбамид — м-крезол — о-крезол.

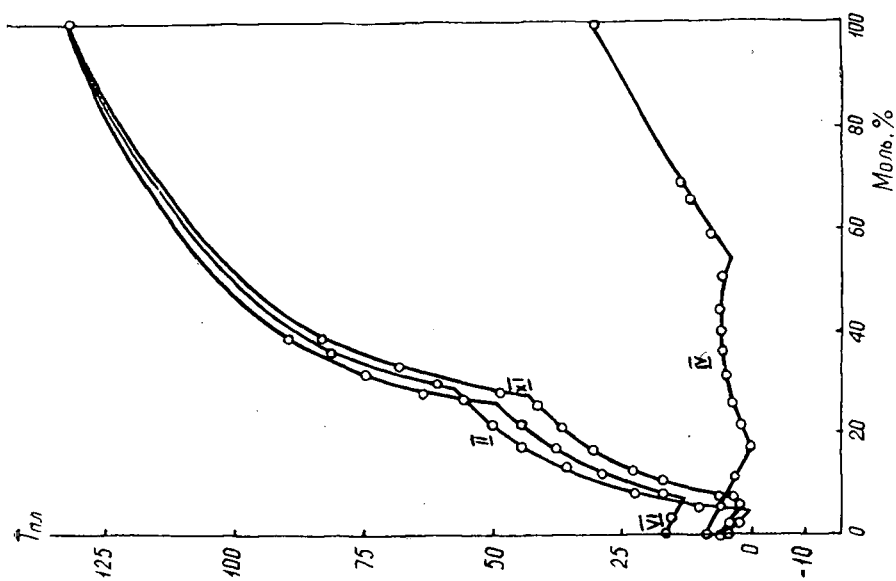


Рис. 3. Кривые кристаллизации по разрезам II, IV, VI, XI тройной системы карбамид — м-крезол — о-крезол.

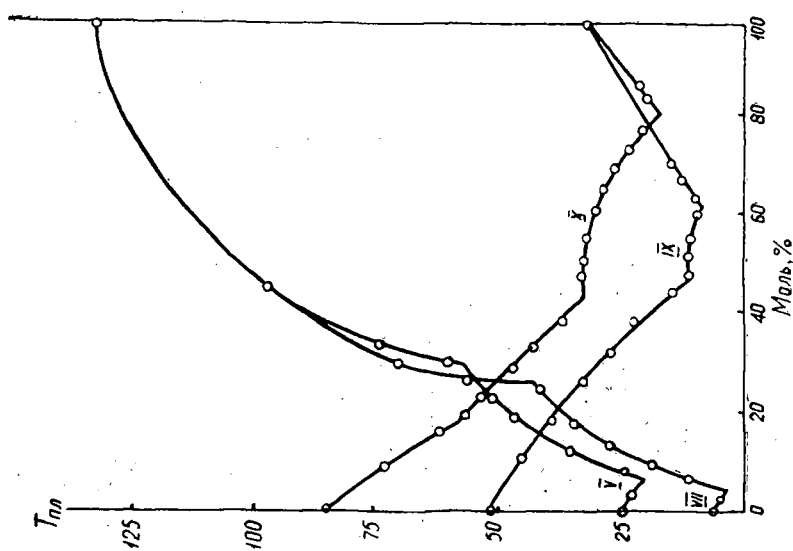


Рис. 2. Кривые кристаллизации по разрезам V, VII, IX, X тройной системы карбамид — м-крезол — о-крезол.

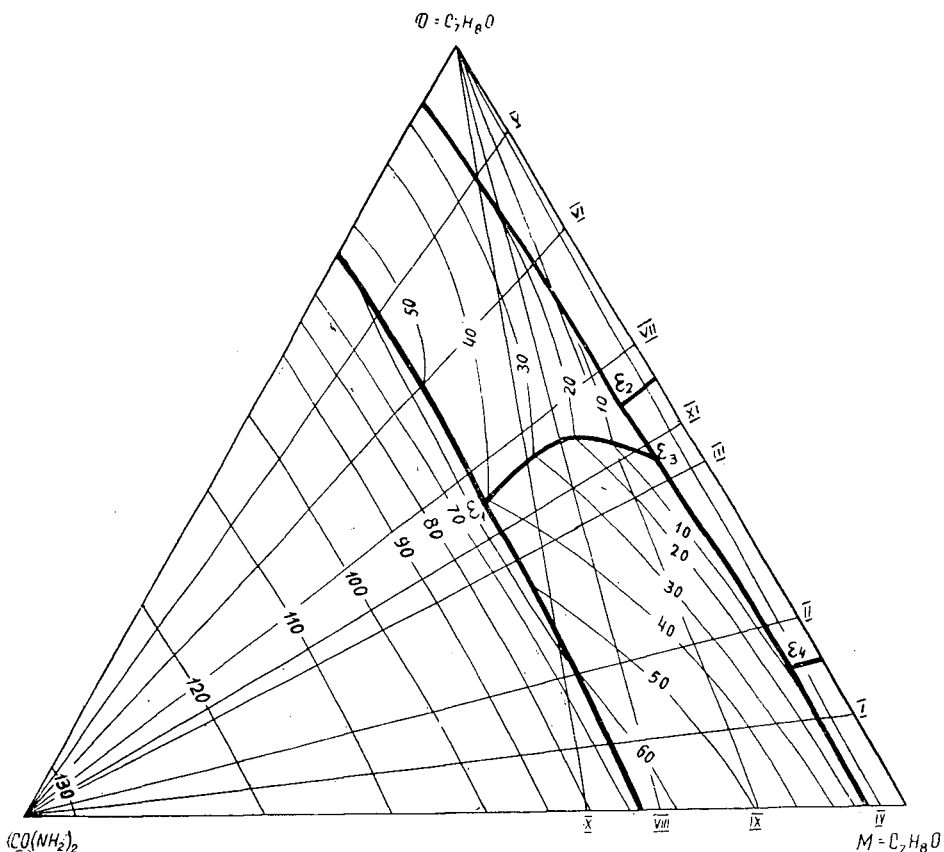


Рис. 4. Плоская диаграмма кристаллизации тройной системы карбамид — м-крезол — о-крезол.

соединения между карбамидом и м-крезолом и поле карбамида. Точки пересечения соответствуют: первая — 4 мол% карбамида при т. пл. 0° , вторая — 29 мол% карбамида при т. пл. $+58^{\circ}$.

Разрез III (45 мол% о-крезола и 55 мол% м-крезола) пересекает те же поля. Точки пересечения соответствуют: первая — 3 мол% карбамида при т. пл. $+1^{\circ}$, вторая — 28 мол% карбамида при т. пл. $+45^{\circ}$.

Разрез IV (3 мол% карбамида и 97 мол% м-крезола) пересекает поля м-крезола, бинарного соединения между м-крезолом и о-крезолом и поле о-крезола. Точки пересечения соответствуют: первая — 18 мол% о-крезола при 0° , вторая — 55 мол% о-крезола и т. пл. $+4^{\circ}$.

Разрез V (11 мол% м-крезола и 89 мол% о-крезола) пересекает поля о-крезола, бинарного соединения между карбамидом и о-крезолом и поле карбамида. Точки пересечения соответствуют: первая — 6 мол% карбамида при т. пл. $+20^{\circ}$, вторая — 26 мол% карбамида при т. пл. $+53^{\circ}$.

Разрез VI (25 мол% м-крезола и 75 мол% о-крезола) пересекает те же поля. Первая точка пересечения соответствует 6,5 мол% карбамида при т. пл. $+13^{\circ}$, вторая — 26 мол% карбамида при т. пл. $+49^{\circ}$.

Разрез VII (60 мол% о-крезола и 40 мол% м-крезола) пересекает те же поля. Первая точка пересечения соответствует 5 мол% карбамида при т. пл. $+4^{\circ}$, вторая — 26 мол% карбамида при т. пл. $+41^{\circ}$.

Разрез VIII (28 мол % карбамида и 72 мол % м-крезола) пересекает поля бинарного соединения между карбамидом и м-крезолом, бинарного соединения между карбамидом и о-крезолом и поле о-крезола. Точки пересечения соответствуют: первая — 48 мол % о-крезола при т. пл. + 25°, вторая — 78 мол % о-крезола при т. пл. + 12°.

Разрез IX (17 мол % карбамида и 83 мол % м-крезола) пересекает те же поля. Первая точка пересечения соответствует 48 мол % о-крезола при т. пл. + 11°, вторая — 52 мол % о-крезола при т. пл. + 8°.

Разрез X (36 мол % карбамида и 64 мол % м-крезола) пересекает поля карбамида, бинарного соединения между карбамидом и м-крезолом, бинарного соединения карбамида с о-крезолом и поле о-крезола. Точки пересечения соответствуют: первая — 21 мол % о-крезола при т. пл. + 55°, вторая — 45 мол % о-крезола при т. пл. + 33°, третья — 81 мол % о-крезола при т. пл. + 49°.

Разрез XI (50 мол % м-крезола и 50 мол % о-крезола) пересекает поля бинарного соединения между м-крезолом и о-крезолом, бинарного соединения карбамида с о-крезолом, бинарного соединения карбамида с м-крезолом и поле карбамида. Точки пересечения соответствуют: первая — 5 мол % карбамида при 0°, вторая — 8 мол % карбамида при т. пл. + 4°, третья — 27 мол % карбамида при т. пл. + 43°.

На основании полученных данных построена плоская диаграмма плавкости тройной системы карбамид — м-крезол — о-крезол, на которой нанесены изотермы через каждые 10°. Эта диаграмма включает в себя шесть полей кристаллизации — три поля чистых компонентов и три, приходящиеся на соединения $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{m-C}_7\text{H}_8\text{O}$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{o-C}_7\text{H}_8\text{O}$ и $\text{m-C}_7\text{H}_8\text{O} \cdot \text{o-C}_7\text{H}_8\text{O}$. Тройного соединения в системе не обнаружено. Тройные точки в системе характеризуются следующими составами и температурами плавления: E_1 — 42 мол % о-крезола, 32 мол % м-крезола и 26 мол % карбамида при т. пл. + 40°; E_2 — 53 мол % о-крезола, 42 мол % м-крезола и 5 мол % карбамида при т. пл. + 3°; E_3 — 46 мол % о-крезола, 49 мол % м-крезола и 5 мол % карбамида при т. пл. + 2°; E_4 — 18 мол % о-крезола, 78 мол % м-крезола и 4 мол % карбамида при т. пл. — 1°.

Размер поля бинарного соединения карбамида с м-крезолом немного больше поля двойного соединения карбамида с о-крезолом. Это говорит о том, что м-крезол несколько лучше взаимодействует с карбамидом по сравнению с о-крезолом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. М. Боховкин. ЖОХ 34, 718, 1964. [2]. Г. С. Петров. Искусственные смолы и пластмассы. ОНТИ, Химиздат, 1954. [3]. Справочник химика, т. II, 1951.

Поступила в редакцию
8 декабря 1965 г.

УДК 676.1.022

К ВОПРОСУ О ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЯХ ПРИ СУЛЬФАТНОЙ ВАРКЕ

Ю. А. ГУГНИН

Старший научный сотрудник

(ВНИИБ)

Известно, что сульфатная варка проходит быстрее, чем натронная. Содержание лигнина в сульфатной целлюлозе примерно в два раза меньше, чем в натронной, полученной за одно и то же варочное время. Имеются работы [2], [3], [4], [5], [6], [10], [11], [12], [13], в которых показаны различия между этими двумя способами варки. Наибольшее распространение получила теория о механизме сульфатной варки, разработанная Хэггlundом, Микавой и их учениками [10], [11]. Приводим описание японского варианта теории. Согласно этой теории группы X лигнина при сульфатной варке вступают в реакцию с сернистым натрием, образуя меркаптаны, которые, реагируя между собой и с другими группами X лигнина, дают моно- и дисульфиды. При более высокой температуре под действием щелочи в группах Z, B и B¹ лигнина происходит гидролиз простых эфирных связей с образованием групп X лигнина, которые затем при взаимодействии с сернистым натрием опять дают моно- и дисульфиды. При 160°С и выше дисульфид легко гидролизует горячей щелочью с образованием меркаптана и некоторого количества кетона. Моносульфид более устойчив к действию горячей щелочи, но частично разлагается с образованием кетона. Последний в свою очередь превращается в кислоту. Большая часть групп X, Z, B и B¹ лигнина с сернистым натрием образует моносульфид; в результате этого реакционноспособные X группы лигнина оказываются защищенными от дальнейшей конденсации. Это, по мнению авторов теории, является причиной лучшего растворения лигнина при сульфатной варке, чем при натронной. По теории Хэгглунда — Микавы сера химически связывается с лигнином. На основании экспериментов Ю. Жигалов и Д. Тищенко [1] пришли к выводу, что сера химически не связана с лигнином и что основная масса ее в тиолигнинах является элементарной. В этой связи авторы отрицают участие сульфидной серы в реакциях с лигнином при сульфатной варке. Г. Чиркин и Д. Тищенко [7] выдвинули новую гипотезу о причине различия между натронной и сульфатной варками. По их мнению, во втором случае продукты гидролиза конденсируются с образованием вещества, имеющего в своем составе оксидифенилметановые звенья. Эти звенья при высокой температуре восстанавливаются присутствующим в сульфатном щелоке сероводородом с образованием низкомолекулярных веществ фенольной природы, растворимых в щелочи. При натронной варке также происходит конденсация лигнина, но восстановительный процесс отсутствует, поскольку в натронном щелоке нет сероводорода. Таким образом, согласно этой гипотезе основное различие между химизмом сульфатной и натронной варок заклю-

чается в том, что в первом случае имеет место процесс восстановления сконденсированного лигнина. Гипотеза Г. Чиркина и Д. Тищенко вызвала возражение [9].

В одной из последних работ [8] подтверждены выводы Ю. Жигалова и Д. Тищенко об отсутствии химической связи серы с лигнином.

На наш взгляд, гипотеза Г. Чиркина и Д. Тищенко является новым шагом в изучении сложного механизма сульфатной варки.

В данной статье изложены результаты опытов по изучению восстановительных реакций при сульфатной варке. Чтобы подтвердить благоприятное влияние сульфида натрия и оценить действие различных восстановителей на растворение лигнина, было решено осуществить искусственную конденсацию лигнина в древесине перед варкой. При этом мы исходили из предположения, что если сильно сконденсированный любым способом лигнин будет лучше растворяться при сульфатной варке, чем при натронной, то это будет служить подтверждением наличия реакций между сульфидом и лигнином, а в присутствии восстановителей — восстановительных реакций. Если же растворение лигнина будет происходить одинаково при сульфатной и натронной варках без восстановителей, а также в их присутствии, то в этом случае восстановительные реакции отсутствуют, а сульфид натрия не реагирует с лигнином.

Известно, что резорцин обладает большой реакционной способностью к фенольным гидроксилам лигнина, а формальдегид — к конденсации с фенолами или с веществами фенольного типа.

Исходя из этого, опыты были проведены следующим образом. Сосновую щепу предварительно пропитывали растворами резорцина (при $\text{pH} = 4$) и формальдегида (при $\text{pH} = 1$) при температуре 100°C в течение 4 час; для создания кислой среды добавляли H_2SO_4 . После диффузионной промывки дистиллированной водой щепу варили с раствором NaOH и параллельно с $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$ (Na_2S — 25% от веса щелочи) в течение 1 часа при 170°C . Отношение щелочи к древесине составляло 25% в ед. NaOH . В твердом остатке после варки определяли выход и содержание лигнина. Результаты опытов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Раствор на пропитку	Добавлено сульфида натрия, % от веса щелочи на варку	Выход твердого остатка после варки, % от веса абс. сухой древесины	Процент лигнина в твердом остатке	Процент растворения лигнина от исходного в древесине
Резорцин*	—	57,1	19,6	58,7
Резорцин	25	48,71	8,2	85,3
Формальдегид*	—	65,2	38,5	7,0
Формальдегид	25	53,4	12,5	75,3

Резорцин и формальдегид в растворе — в избытке по отношению к древесине.

Из таблицы видно, что при сульфатной варке щепы, обработанной резорцином, в раствор перешло лигнина почти на 30% больше, чем при натронной. При сульфатной варке щепы, обработанной формальдегидом, в раствор перешло лигнина в 10 раз больше, чем при натронной.

Г. Чиркин и Д. Тищенко [7] показали, что при введении в щелочной раствор восстановителей, не содержащих серу, целлюлоза содержит лигнина меньше, чем при натронной варке. В этой связи было интересно выяснить действие некоторых восстановителей на процесс растворения лигнина, сконденсированного с формальдегидом, и параллельно на лигнин, сконденсированный при нагреве древесины со щелочью (при за-

варке). Учитывая, что некоторые восстановители нестойки при высокой температуре, опыт проводили следующим образом.

Сосновую щепу нагревали от 100 до 170°С со щелочью (расход NaOH — 25% от абс. сухой древесины). При таких условиях к концу нагрева лигнин должен быть значительно сконденсирован. После нагрева твердый древесный остаток промывали и затем вновь нагревали от 100 до 170°С с NaOH, но уже с добавкой восстановителей. Параллельно древесные остатки, обработанные после первого нагрева формальдегидом (при 120°С в течение 1 часа), повторно нагревали.

Таблица 2

Щелочь	Восстановители, % от веса щелочи	Выход древесного остатка, %	Процент растворения древесины	Процент лигнина в твердом остатке	Процент рас- творения лиг- нина от исход- ного в древе- сине	Процент рас- творения лиг- нина за второ- ую заварку
Чистая NaOH (первая за- варка)	—	68,15	31,85	26,8	32,4	—
		66,15	33,85	27,0	27,0	
Чистая NaOH (вторая за- варка)	—	59,76	40,24	23,8	47,3	14,9
		57,83	42,17	25,7	45,0	18,0
NaOH	Na ₂ S (25)	55,4	44,6	17,9	63,4	31,0
		54,33	45,67	23,2	53,4	26,4
NaOH	Na ₂ S ₂ O ₄ (100)	55,6	44,4	19,1	60,8	28,4
		53,8	46,2	25,4	48,8	21,8
NaOH	Гидроксил- амин (100)	58,5	41,5	22,2	52,0	19,6
		56,93	43,07	23,4	50,8	23,8
NaOH	Борогидрид натрия (1)	59,15	40,85	21,5	52,9	20,5
		57,26	42,74	25,3	48,0	21,0

Примечание. В числителе — без обработки формальдегидом после первой заварки; в знаменателе — с обработкой формальдегидом после первой заварки.

Как видно из табл. 2, при добавке в натронный щелок восстановителей в раствор переходит лигнина больше, чем при заварке с чистым натронным щелоком, независимо от того, обработан твердый древесный остаток формальдегидом или нет. Следовательно, можно считать, что сульфид натрия облегчает растворение конденсированного лигнина, поскольку он является хорошим восстановителем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. Жигалов, Д. Тищенко. ЖПХ. Т. XXXV, 147, 1962. [2]. Д. П. Кейси. Производство полуфабрикатов и бумаги. Ч. 1, Гослесбумиздат, 1958. [3]. Н. Н. Непенин. Производство целлюлозы. Гослестехиздат. М., 1940. Ю. Н. Непенин. Технология целлюлозы. Т. II. Производство сульфатной целлюлозы, Гослесбумиздат, М., 1963. [4]. Н. И. Никитин. Химия древесины. Изд. АН СССР, М.—Л., 1951. [5]. Н. А. Розенбергер. Отчет ЦНИИБа, 1955. [6]. Л. Э. Уайз. Химия древесины. Т. II, Гослесбумиздат, М.—Л., 1960. [7]. Г. Чиркин, Д. Тищенко. ЖПХ. Т. XXXV, 155, 1962. [8]. В. Щеголев, В. Никитин. Журн. «Бумажная промышленность» № 7, 3, 1964. [9]. J. Gieger, S. Soderberg, S. Thoren. Svensk Papperstidning, 66, № 23, 990, 1963. [10]. E. Hägglund. Tappi, 32, 241, 1949; Das Papier № 5, 37, 1951; Holz als Roh- u. Werkstoff № 7, 251, 1953; T. Enkvist. Tappi, 37, № 8, 350, 1954. [11]. H. Mikawa, K. Sato, Ch. Takasaki, K. Ebisawa. Bl. Chem. Soc. Japan, 29, № 2, 265, 1956. [12]. I. Rosman. Paper Trade J., 87, № 6, 47, 1928. [13]. I. H. Wells. Pulp and Paper Magazine of Canada, 46, № 7, 533, 1945.

Поступила в редакцию
11 сентября 1965 г.

УДК 547.992.3 : {541.45 + 676.11.082}

О МЕХАНИЗМЕ ДЕЙСТВИЯ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ НА ЛИГНИН

Сообщение 1

ДЕЙСТВИЕ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ НА МОДЕЛИ ЛИГНИНА, СОДЕРЖАЩИЕ α -БЕНЗИЛЬНО-СПИРТОВЫЕ И α -БЕНЗИЛЬНО- ЭФИРНЫЕ ГРУППЫ

М. Я. ЗАРУБИН

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

После того, как в 1935 г. Хольмберг предположил, что за сульфирование лигнина ответственны α -бензильно-спиртовые и α -бензильно-эфирные группы, эта гипотеза получила широкое развитие в работах Линдгрена, Хегглунда, Эрдтмана, Микавы и других шведских и японских химиков. Позднее рядом исследователей [9] различными методами установлено наличие этих группировок в лигнине.

В настоящее время большинство химиков считает α -бензильно-спиртовые и α -бензильно-эфирные группы ответственными не только за сульфирование, сульфидирование и другие реакции лигнина, но и за конденсационные изменения лигнина в ходе варок.

Давно замечено, что нагревание древесины с кислотами, щелочами и фенолами снижает способность лигнина реагировать с сульфитными варочными растворами. Снижение реакционной способности лигнина по отношению к сернистой кислоте и ее солям стали называть инактивацией или конденсацией лигнина.

В 1934 г. Н. И. Никитиным [2] было высказано предположение (которое позднее было развито канадскими химиками [15]) о коллоидно-химическом характере изменений при инактивации лигнина. Однако, как показали дальнейшие исследования, при воздействии кислот и щелочей процесс конденсации лигнина сопровождается образованием новых углерод-углеродных связей в молекуле лигнина; по-видимому, здесь преобладает химический процесс. Рихтценхайн [26] показал, что реакция конденсации сопровождается образованием углерод-углеродных связей по пятому положению ароматического ядра. Он предполагал, что конденсация лигнина зависит от веществ углеводного характера. Позднее Энkvист [16] привел схему, согласно которой конденсация щелочного лигнина во время варки происходит между структурными единицами лигнина.

Вопрос о том, какой углеродный атом боковой цепи в структурной единице лигнина соединяется с углеродным атомом в пятом положении ароматического ядра, оставался неясным.

В 1957 г. Д. В. Тищенко [6] выдвинул гипотезу о механизме кислотной конденсации лигнина. Позднее сходные взгляды были высказаны японскими химиками [23].

Большинство исследователей, изучавших реакции α -бензильно-спиртовых и α -бензильно-эфирных групп лигнина, в качестве модельных веществ использовали ванилиловый и вератровый спирты; если же применяли модели, близкие к структурным единицам лигнина, то влияние температуры, pH среды и получаемые продукты подробно не исследовали.

Согласно имеющимся представлениям о лигнине, он построен из окси-пропилфенольных единиц, которые можно рассматривать как замещенные α -фенолоспирты. Поэтому большинство исследователей при рассмотрении поведения лигнина и его конденсации проводят параллель между структурными единицами лигнина и обычными фенолоспиртами, получаемыми в результате взаимодействия фенолов с формальдегидом, и все известные данные для фенолоспиртов переносят на лигнин. Однако такую аналогию нельзя считать удачной. Структурные единицы лигнина имеют замещенные метилольные группы, являются вторичными спиртами и поэтому по реакционной способности во многом отличаются от фенолоспиртов.

Известно [8], что при конденсации фенола с формальдегидом образуются полимеры. С альдегидами типа $R - C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown H \end{matrix}$, например с ацетальдегидом, реакция идет медленнее, чем с формальдегидом, и в большинстве случаев получаются низкомолекулярные (димерные и тримерные) продукты. Механизм образования этих веществ не совсем ясен. Однако известно [4], что реакционная способность карбонильной группы существенно зависит от природы связанных с ней радикалов. В альдегидах, начиная с уксусного и далее, реакционная способность уменьшается, что обусловлено положительным индукционным эффектом, проявляемым алкильными группами. Все это может оказать влияние лишь на стадию образования фенолоспиртов, но не на стадию их конденсации.

В литературе имеются лишь отрывочные сведения о фенолоспиртах и их свойствах, относящиеся к метилалфенолам, полученным в результате конденсации фенолов с формальдегидом. Еще Бекеланд заметил, что салигенин очень легко дегидратируется с образованием смол, аналогичных получаемым в результате конденсации фенолов с формальдегидом. Дегидратация сильно ускоряется под действием кислот и щелочей. Это было подтверждено данными других исследователей [8]. Некоторые считают, что фенолоспирт переходит в таутомерную форму, затем теряет молекулу воды и образует хиноидные соединения.

Эти высказывания согласуются с данными других авторов, разделяющих точку зрения, что начальная стадия состоит в дегидратации, за которой следует полимеризация. О поведении замещенных α -фенолоспиртов в литературе имеется еще меньше сведений.

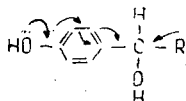
Известно [1], что спирты, особенно вторичные и третичные, содержащие по соседству с гидроксилом фенильную группу, легко дегидратируются, например, α -фенилэтанол самопроизвольно выделяет воду при перегонке. Еще легче выделяет воду α -фенилизопропанол 1-[3,4-диметоксифенил]-пропанол-1; при перегонке при обычном давлении он превращается частично в 3,4-диметокси-1-пропенил-бензол; 1-[3,4-диметоксифенил]-этанол-1 преобразуется в 3,4-демитоксистирол; 1-[4-окси-3-метоксифенил]-изопропанол-1 — в 3,4-диметокси-1-изопропенилбензол; 1-[4-метоксифенил]-пропандиол-1,2 при нагревании с 20% H_2SO_4

превращается в 1-[4-метоксифенил]-пропанон-2 [14]; 1-[4-метоксифенил]-пропанол-1 при перегонке в присутствии небольшого количества H_2SO_4 переходит в ацетол. Б. Леопольд [25] при варке модели с 2 н. NaOH при $180^\circ C$ получил от 18 до 23% винилгваякола.

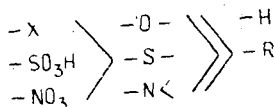
При сульфидировании β -гваяцилового эфира гваяцилглицерина сульфгидратом натрия при $100^\circ C$ (рН = 9) Гирер [18] заметил отщепление воды и образование соединения с конъюгированной двойной связью с ароматическим кольцом. Адлер [11] при нагревании β -арилового эфира гваяцилглицерина со смесью диоксиана с водой в присутствии 0,2 н. HCl наблюдал образование гваякола и кетонов Гибберта. Ишихара и Кондо [24] при варке с забуференным раствором сероводорода (рН = 7; $T = 100^\circ C$) и последующей обработке 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропандиола-1,2 и 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропандиола-1,3 5%-ным NaOH при $100^\circ C$ получили соответственно гваяцилацетон и конифероловый спирт.

Адлер и его сотрудники [12] на модельном веществе показали расщепление кумаранового кольца при сульфатной варке. Образование двойной связи они подтвердили ИК спектром. На дегидратацию соединений, содержащих α -бензильно-спиртовые группы, указывают и другие исследователи [17].

Причина легкой дегидратации вторичных и третичных спиртов, по нашему мнению, обусловлена отрицательным индуктивным влиянием фенольной группы и положительным — алкильной, что приводит к понижению положительного заряда на α -углеродном атоме боковой цепи. Последним вызвано ослабление связи между α -углеродом боковой цепи и атомом кислорода гидроксила. Введение группы —OH в пара-положение кольца α -фенилкарбинолов еще более понизит положительный заряд на α -углеродном атоме и ослабит прочность связи между α -углеродом и атомом кислорода гидроксила. Причина этого — эффект сопряжения, вызванный взаимодействием свободной электронной пары атома кислорода с системой сопряженных связей ароматического кольца, и положительный индукционный эффект, обусловленный радикалом



Заместители, находящиеся у α -углеродного атома, будут как бы выталкиваться. Это распространяется не только на α -фенолоспирты, но и на все соединения данного типа, имеющие заместитель у α -углеродного атома, например, —OR, — SO_3H , —SH. Если водород в метильной группе α -фенолоспиртов будет замещен на радикал, содержащий электропритягивающие группы, то заместитель у α -углерода боковой цепи прочно связан; если радикал содержит электроотталкивающие группы, то заместитель значительно менее прочно связан. Легкость отщепления групп уменьшается с понижением электроотрицательности в следующем порядке:



Отщепление групп —OH или —OR и α -фенолоспиртов или их эфиров приведет к образованию карбениум иона. Последний в зависимости от условий может или стабилизироваться с отщеплением водорода от

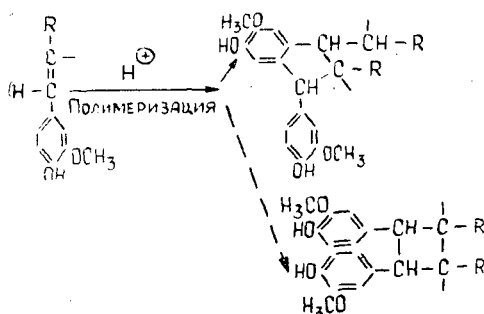
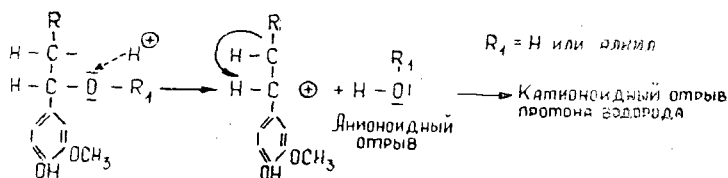
β -углеродного атома и образованием имеющего двойную связь соединения или претерпевать другие превращения. Гирер [21] на основе исследования по расщеплению арилалкилэфирных связей 2 н. NaOH и белым щелоком предложил схему механизма этой реакции.

Согласно этой схеме первый промежуточный продукт при отщеплении элементов воды — образование хинонметида. Подобного взгляда придерживаются Энквист [17] и Адлер [13].

По нашему мнению, отщепление элементов воды вероятнее всего сначала идет через образование карбениум иона путем выталкивания заместителя от α -углерода. На образование карбениум иона как промежуточного продукта указывали Гирер и Альфредсон [19], [20].

В случае стабилизации карбениум иона за счет отщепления водорода в β -положении будет происходить образование соединений, имеющих двойную связь, сопряженную с ароматическим кольцом, а не хинонметидных соединений, энергетически менее выгодных. Первые — сравнительно устойчивые соединения. В случае простых фенолоспиртов дегидратация может привести только к образованию хинонметидов, являющихся неустойчивыми соединениями, претерпевающими дальнейшие полимерные превращения. Такое отщепление заместителя от α -углерода боковой цепи α -фенолоспиртов значительно облегчается в присутствии кислот и щелочей. Кислоты в меньшей степени способствуют ослаблению связи между α -углеродным атомом и кислородом вследствие частичного подавления протонизации атома водорода фенольного гидроксила. С другой стороны, они облегчают отщепление групп —OH и —OR от α -углеродного атома и образование карбениум катиона из-за повышенного количества протона водорода в растворе.

Действие кислот на замещенные α -фенолоспирты и их эфиры схематически может быть представлено следующим образом:

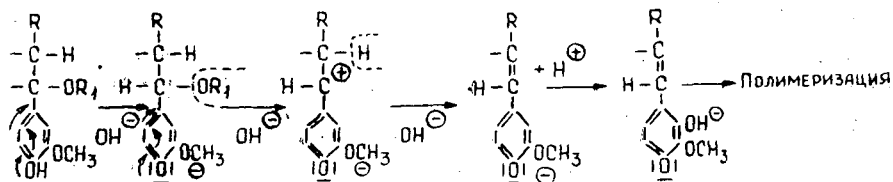


Наряду с полимеризацией возможны реакции присоединения по двойной связи.

Вследствие образования фенолятиона в щелочной среде происходит сопряжение, подобное свободному фенолу, но в значительно большей степени. Это сопряжение и обусловленный им динамический эффект приведут к еще более значительному понижению положительного дробного заряда на α -углероде, а это в свою очередь — к еще большему

ослаблению связи между α -углеродом и атомом кислорода. Обычно отщепление групп $-\text{OH}$, $-\text{OR}$, $-\text{SH}$ в щелочных условиях в отсутствие активации затруднено. Однако в случае замещенных α -фенолоспиртов возможно выталкивание заместителя от α -углеродного атома с образованием карбениум иона.

Схематически это можно представить следующей формулой:



Таким образом, первоначальный продукт при отщеплении элемента воды от замещенных α -фенолоспиртов — непредельные соединения, имеющие сопряженную двойную связь с бензольным кольцом. Последние сравнительно стойки в щелочных средах и нестойки в кислых (полимеризация).

С целью подтверждения вышеуказанного механизма мы исследовали действие щелочей и кислот на 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанол-1 (I). Выбор (I) объясняется тем, что в этом случае согласно предполагаемой схеме промежуточным продуктом должен быть изоэвгенол, который является сравнительно устойчивым соединением по отношению к щелочам. Изучено также его отношение к кислотам. Варки I были проведены с 5%-ным раствором NaOH при температурах 100, 120, 140 и 170° С.

Образование изоэвгенола, имеющего двойную связь, сопряженную с ароматическим кольцом, приведет к смещению λ_{max} исходного соединения в ультрафиолетовой области в сторону коротких длин волн [3]. С этой целью были сняты УФ спектры продуктов, полученных во всех опытах. Данные приведены в табл. 1.

Для продукта, полученного варкой при 120° С, выполнен элементарный анализ. Для продукта найдено: С — 72,4%; Н — 7,5%; для изоэвгенола вычислено: С — 73,1%; Н — 7,3%.

Таблица 1

Продукты	Температура опыта, °С	Время, час	λ_{max} , мик	Выход, %	OCH_3 , %	n_D^{20}	Молекулярный вес*	Примечание
1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанол-1	—	—	230	—	17	—	182	Т. пл. 84—85°
	—	—	280	—	—	—	—	Светлый вязкий продукт
	100	24	270	—	18,2	1,5873	—	Светлый вязкий продукт
	120	10	263— —264	85,7	19	1,5865	215	Стекловидный продукт
140	10	264	—	18,6	—	—	Стекловидный продукт	
170	3	265	82	18,5	—	300	Светлый стекло-видный продукт	
Изоэвгенол	—	—	261	—	18,9	1,5770	164	Бесцветная жидкость

* Определен по Рау в диоксане.

Из табл. 1 видно, что с повышением температуры максимум поглощения смещается в сторону коротких длин волн, однако наряду с этим возрастает молекулярный вес. Первое свидетельствует об отщеплении элементов воды с образованием двойной связи, сопряженной с кольцом, последнее — о каких-то вторичных процессах, происходящих с полученным продуктом. Сопряженная с ароматическим кольцом двойная связь в инфракрасном спектре имеет сильную полосу около 965 см^{-1} [22] и слабую около 1650 см^{-1} ; по первой из них можно легко обнаружить связь. С этой целью были сняты ИК спектры I продуктов от опытов и изоэвгенола (рис. 1). ИК спектры полученных продуктов почти точно соответствовали спектру изоэвгенола.

Для продукта варки при 100°C в спектре определяется полоса, характерная для валентных колебаний спиртового гидроксила; ее нет в спектрах продуктов, полученных при более высоких температурах. Это свидетельствует о том, что процесс отщепления элементов воды от I при температуре 100°C проходит неполностью, что согласуется и с УФ спектром.

В ИК спектре обнаруживается четкая полоса средней интенсивности около 963 см^{-1} , характерная для двойной связи — $\text{C}=\text{C}$ —. С повышением температуры от 100 до 120°C интенсивность полосы сильно увеличивается, при дальнейшем возрастании до 140°C — резко понижается. Наряду с этим в ИК спектрах продуктов появляется новая полоса около 1068 см^{-1} , отсутствующая в спектре изоэвгенола. В ИК спектре при 100°C обнаруживается слабая полоса в этой области, однако с повышением температуры интенсивность ее резко возрастает и при 170°C она является полосой средней интенсивности.

Из рассмотрения ИК спектров можно заключить, что при температуре ниже 100°C в процессе нагревания с растворами NaOH происходит отщепление элементов воды, которое практически нацело проходит при 120°C . Одновременно наблюдается полимеризация образующегося продукта в данных условиях. Этот процесс идет в меньшей степени при 100 — 120°C и резко ускоряется с дальнейшим повышением температуры.

Полимеризация непредельных соединений типа $\text{RCH}=\text{CHR}_1$, обычно ограничивается образованием димерных продуктов, поэтому изоэвгенол и продукт его полимеризации можно разделить перегонкой. С целью подтверждения данных спектров продукты от варок I при 120 — 170°C после метилирования диметилсульфатом были перегнаны в вакууме.

Если выход фракции, кипящей при температурах 113 — 115°C (5—10 мм рт. ст.) и точно соответствующей по УФ и ИК спектрам метиловому эфиру изоэвгенола, составлял $\sim 45\%$, то при температуре обработки 170°C — 12—13%; выход димерного продукта (температура кипения 225 — 230°C при 5—6 мм рт. ст.) при 120°C составил 30%, при 170°C — 65%; неперегоняемый остаток 20—25%. Аналогичные УФ и ИК спектры имел продукт сульфатной варки I при 120°C .

Если карбениум катион действительно стабилизируется с образованием изоэвгенола, полимеризующегося под влиянием щелочей, то при варке последнего в этих условиях получается аналогичный димерный продукт. Поэтому были проведены варки при температурах 120 и 170°C . УФ и ИК спектры продуктов от варки изоэвгенола аналогичны спектрам соответствующих продуктов от варки I. Выделенные продукты в виде метиловых эфиров были перегнаны в вакууме. В виде метилового эфира изоэвгенола вернулось в первом случае — 53%, в

последнем $\sim 9\%$; остальное — продукт полимеризации. УФ и ИК спектры продукта полимеризации изоэвгенола аналогичны спектрам, полученным из I. На образование изоэвгенола и диизоэвгенола при варке I с раствором Na_2S и NaSH при 160°C ($\text{pH} = 12,9$) указывал Центнер [28]. Отщепление элементов воды под влиянием щелочи от I с образованием изоэвгенола наблюдали Волкова и другие [7]. Аналогично замещенным фенолоспиртам должны вести себя по отношению к щелочи и их α -эфиры. С целью подтверждения этого нами проведены варки α -метилового эфира I с 5%-ным NaOH при 120, 140 и 170°C . Если исходный продукт имел $\lambda_{\text{max}} = 280$ мкм, % $\text{OCH}_3 = 31,4$, то для полученных продуктов $\lambda_{\text{max}} = 264\text{—}265$ мкм, % $\text{OCH}_3 = 18,5\text{—}19,5$. УФ и ИК спектры аналогичны соответствующим спектрам продуктов варки I с раствором NaOH .

Если блокировать фенольный гидроксил в пара-положении к α -углероду, то вследствие отсутствия возможности образования фенолятиона электроноподающая способность ароматической структуры значительно понижается. Это приведет к повышению дробного положительного заряда на α -углеродном атоме и к усилению связи между α -углеродом и заместителем ($-\text{OH}$, $-\text{SH}$, $-\text{S}-$, $-\text{SO}_3\text{H}$).

Для проверки проведены варки метилового эфира I с 5%-ным NaOH при 120 и 170°C . Исходный продукт ($\lambda_{\text{max}} = 278$ мкм; % $\text{OCH}_3 = 31,6$; $n_D^{20} = 1,5315$), как было показано, после варки возвращался неизменным ($\lambda_{\text{max}} = 278$ мкм; % $\text{OCH}_3 = 31,8$; $n_D^{20} = 1,5321$). Аналогичны с метиловым эфиром I и ИК спектры полученного продукта. Если образующийся изоэвгенол — сравнительно устойчивое соединение в щелочной среде и мы можем его выделить и проследить механизм реакции, то в кислых условиях изоэвгенол будет полимеризоваться с образованием диизоэвгенола [14]. Если при нагревании I мы получим диизоэвгенол, то можно думать, что указанный выше механизм является правильным. С этой целью поставлены опыты I с HCl , H_2SO_4 и CH_3COOH при температурах $80\text{—}90^\circ\text{C}$. Опыты с HCl и H_2SO_4 проводили в водном растворе (продукт находился в нерастворимом состоянии). В результате показано, что I практически нацело превращается в диизоэвгенол.

Выделенный продукт до перекристаллизации имел т. пл. $160\text{—}170^\circ$, $\lambda_{\text{max}} = 285$ мкм, после перекристаллизации т. пл. $179\text{—}180^\circ$; диизоэвгенол имел т. пл. $179\text{—}180^\circ$; $\lambda_{\text{max}} = 285$ мкм. Аналогичные данные получены в случае α -метилового эфира I. Этот продукт при нагревании в метаноле, содержащем 0,5% сухой HCl , практически нацело превращался в диизоэвгенол. Образование диизоэвгенола из I отмечали Л. Л. Сергеева и другие [5] при изучении реакции нитрования лигнина. Если в щелочных условиях, как указывалось выше, отщепление заместителя ($-\text{OH}$, $-\text{OR}$, $-\text{SH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$) от α -углерода зависит от того, является ли фенольный гидроксил в пара-положении свободным или этерифицированным, то в кислой среде, где отщеплению заместителя от α -углерода способствует протон водорода, оно должно идти сравнительно легко и в случае эфиров-фенолов. Кроме того, образующийся в этом случае метиловый эфир изоэвгенола более стоек по отношению к кислотам, и его можно обнаружить. С этой целью проведено нагревание 1-[3,4-диметоксифенил]-пропанола-1 в присутствии соляной кислоты в растворе метилового спирта.

В результате, если исходный спирт имел $\lambda_{\text{max}} = 278$ мкм, $n_D^{20} = 1,5915$, то для полученного продукта после 4-часового нагревания $\lambda_{\text{max}} = 266$ мкм, $n_D^{20} = 1,5410$. В ИК спектре обнаружена четкая полоса средней интенсивности около 963 см^{-1} , соответствующая деформацион-

ным колебаниям ($-\text{CH}=\overset{1}{\text{C}}\text{H}-$) сопряженной с кольцом двойной связи. Определено содержание метилового эфира изоэвгенола около 40%. При дальнейшем 8-часовом нагревании продукта с крепким метанольным раствором соляной кислоты полоса в области 936 см^{-1} исчезает, и спектр становится идентичным спектру метилового эфира диизоэвгенола.

Гирер и Альфредсон [19] показали, что также пара-окси- и пара-алкокси-бензилсульфиды и дисульфиды легко расщепляются концентрированной HCl или смесью кислот (HJ , HCl , H_3PO_2). Позднее ими же найдено [20], что гладко идет отщепление сульфогруппы от α -сульфо-кислот, содержащих в пара-положении окси- или алкокси-группы.

Экспериментальная часть

1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанол-1 синтезирован согласно [27]. т. пл. $83-84^\circ$. 1-[4-окси-3-метоксифенил]-1 метоксипропан получен из 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанола-1 по Адлеру [10]. Продукт — подвижное масло, $n_D^{20} = 1,5251$, $\lambda_{\text{max}} = 280\text{ мкм}$. Найденное содержание OCH_3 — 30,4%, вычисленное — 31,12%. 1-[3,4-диметоксифенил]-пропанол-1 получен метилированием 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанола-1 диметилсульфатом на холоду. Продукт — светло-желтое масло, $n_D^{20} = 1,5315$; найденное содержание OCH_3 — 32%, вычисленное — 31,12%; $\lambda_{\text{max}} = 278\text{ мкм}$.

Все опыты проведены с 5%-ным раствором NaOH , модуль 1:20. Сульфатная варка: 3,74 г NaOH и 1,01 г Na_2S в 100 мл воды. Во всех опытах продукты высажены CO_2 и извлечены эфиром. УФ спектры сняты на спектрофотометре СФ-4А, растворитель — спирт. ИК спектры сняты на приборе ИКС-14, призма NaCl , толщина слоя 0,1 мм. Растворители — хлороформ и четыреххлористый углерод. Концентрация — 5%. В области 3000 см^{-1} спектры записаны в тех же условиях. Призма LiF . Концентрация — 10%.

Выводы

Предложен и теоретически обоснован новый механизм действия кислот и щелочей на замещенные α -фенолоспирты. Приведены предварительные опытные данные, подтверждающие указанный механизм. Полученные сведения позволяют по-новому подойти к вопросу о поведении лигнина в условиях кислых и щелочных варок.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. К. Д. Неницеску. Органическая химия, ч. I, 1962, стр. 254. [2]. Н. И. Никитин. Материалы Института бумаги, № 16, 19, 1934. [3]. Ч. Н. Р. Рао. Электронные спектры в химии, 1964. [4]. О. А. Реутов. Теоретические проблемы органической химии, 1956, стр. 45, 56. [5]. Л. Л. Сергеева, Н. Н. Шорыгина, Б. В. Лопатин. Известия АН СССР. Отд. химических наук, № 7, 1295, 1962. [6]. Д. В. Тищенко. Журн. «Бумажная промышленность», 32, № 12, 5, 1957. [7]. Цит. по монографии В. Н. Белова, Н. А. Даева, Н. И. Скворцовой, Е. К. Смольяниновой. Успехи химии душистых веществ, 1957, стр. 47. [8]. К. Эллис. Химия синтетических смол, 1938, стр. 414; Шайбер. Химия и технология ископаемых смол, 1946, стр. 446, 337; Г. Шампетье, Г. Рабатэ. Химия лаков, красок и пигментов. Ч. I, 1960, стр. 302. [9]. E. Adler, I. Gieger. Acta Chem. Scand., 9, № 1, 84, 1953; I. Gieger. Acta Chem. Scand., 8, № 3, 1319, 1954; I. Gieger. Chem. Ber., 89, 257, 1956; I. Gieger, B. Lindgren, H. Mikawa. Svensk Pappers. Tidn., 57, 633, 1954; E. Adler. Chem. Ber., 89, 291, 1956; А. Ф. Семечкина, Н. Н. Шорыгина. ЖОХ, XXVIII, 3265, 1958. [10]. E. Adler, I. Gieger. Acta Chem. Scand., 9, 84, 1955. [11]. E. Adler, Y. Perper, E. Eriksoo. Ind. Eng. Chem., 49, 1391, 1957; E. Adler. Papperi ja Puu.

- № 11, 634, 1961. [12]. E. Adler, I. Marton, I. Falkehag. Acta Chem. Scand., № 5, 1311, 1964. [13]. E. Adler, I. Marton, I. Falkehag. Acta Chem. Scand., № 5, 1313, 1964. [14]. Beilsteins Handbuch der organischen chemie. Изд. 4, т. VI, 1120, 1123, 954, 955. [15]. A. Corey, O. Maass. Canad. I. Res., 13 B, 149, 289, 1935; 14 B, 336, 1936; A. Corey, I. Calhoun, O. Maass. Canad. I. Res., 15 B, 168, 1937. [16]. T. Enkvist, B. Alfredsson. Tappi, 36, 211, 1953. [17]. T. Enkvist, T. Asharn, K. Hästbacka. Papperi ja puu, 44, № 8, 395, 1962; B. Lindgren. Acta Chem. Scand., 5, 603, 1951; W. Lautsch. Cellulose—Chem., 19, 69, 1941; H. Mikawa, K. Sato, C. Takasaki, K. Ebisawa. Bull. Chem. Soc. Japan, 29, 254, 1956. [18]. I. Gierer, B. Alfredsson. Acta Chem. Scand., 11, 1516, 1957. [19]. I. Gierer, B. Alfredsson. Chem. Ber., 90, № 7, 1270, 1957. [20]. I. Gierer, B. Alfredsson, S. Södeberg. Svensk Papperstidning, 63, 201, 1960. [21]. I. Gierer. Acta Chem. Scand., 18, № 6, 1469, 1964. [22]. H. Hergert. J. Organ. Chem., 25, 3, 1960; F. H. Allen, I. R. Byers. J. Am. Chem. Soc., 71, № 8, 2683, 1949. [23]. Исидзу, Накано, Мигита. J. Japan Wood Res. Soc., 4, 5, 176, 1958. [24]. T. Ishihara, T. Kondo. Bull. Agr. Chem. Soc. Japan., 23, № 3, 178, 1959. [25]. B. Leopold. Acta Chem. Scand., 4, 1525, 1950. [26]. H. Richtzenhain. Svensk Pappers Tidn., 53, 644, 1950. [27]. Robert и др. J. Amer. Chem. Soc., 72, 5760, 1950. [28]. T. Zentner. Tappi 36, № 11, 517, 1953.

Поступила в редакцию
1. апреля 1965 г.

УДК 547.458

**НЕПРЕРЫВНЫЙ ГИДРОЛИЗ
ПОЛИСАХАРИДОВ РАСТИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ
46—48 %-ной СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ**

Сообщение 3

ПОГЛОЩЕНИЕ ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА ВЛАЖНОЙ ДРЕВЕСИНОЙ

Н. В. ЧАЛОВ

Кандидат технических наук

А. Е. ЛЕЩУК

Аспирант

(Государственный НИИ гидролизной и сульфитно-спиртовой промышленности)

В предыдущих сообщениях [4], [5] нами были рассмотрены принципы технологической схемы непрерывного гидролиза растительных материалов.

Один из основных вопросов в установлении оптимальных условий осуществления технологического процесса — определение показателей количества хлористого водорода, поглощаемого древесиной различной влажности. До последнего времени в литературе имелись лишь отрывочные сведения о нем [6]. Нами [3] получены первые необходимые показатели. С целью дальнейшего уточнения и обобщения мы провели дополнительные исследования.

Методика исследований

Древесину сосны в виде опилок пропитывали водой и определяли влажность. Затем опилки высушивали тонким слоем, часто перемешивая (при постоянном контроле веса опилок). Таким простым способом были приготовлены порции опилок с определенной влажностью (точность $\pm 0,5\%$).

Опилки в количестве 10 г (в пересчете на абс. сухую древесину) помещали в цилиндрический сосуд, внизу которого имелась стеклянная пористая пластинка. Газообразный хлористый водород подводили снизу и отводили сверху. Сосуд помещали в термостат, внутри которого автоматически поддерживалась заданная температура (точность $\pm 0,05^\circ$).

Хлористый водород медленно пропускали через слой опилок, его поглощение легко контролировалось визуально по изменению цвета опилок. После того как основная часть хлористого водорода была поглощена опилками (на это требовалось 1—2 часа), его продолжали подавать еще медленнее. Общее время насыщения во всех опытах составляло 6 час.

Мы учитывали, что газообразный хлористый водород, проходя через слой опилок, может частично подсушить древесину, особенно при повышенных влажности и температуре; поэтому скорость протока хлористого водорода была минимально возможной. Во всех случаях вносили незначительную поправку на испаряющуюся влагу.

После насыщения хлористым водородом его количественно вымывали из опилок водой и определяли содержание в промывных водах. Количество хлористого водорода относилось к абс. сухой древесине и к влаге, содержащейся в опилках. Последние данные показывают концентрацию соляной кислоты, образовавшейся внутри древесины.

Экспериментальные данные и их обсуждение

Как следует из рис. 1, количество хлористого водорода, поглощенного древесиной сосны, в первом приближении пропорционально ее абсолютной влажности и обратно пропорционально температуре. Строго пропорциональная зависимость отмечается только при 30° С, при более низких температурах (0—20° С) она выражается кривой малой кривизны; с увеличением влажности количество поглощаемого хлористого водорода немного уменьшается. При температурах выше 30° С отмечается обратная зависимость.

На рис. 2 приведены политермы поглощения хлористого водорода влажной древесиной. Эти политермы представляют семейство кривых с малой степенью кривизны. С помощью графиков, приведенных на рис. 1 и 2, можно определить показатели поглощения хлористого водорода древесиной сосны любой влажности в пределах 20—180% абсолютных в интервале температур 0—50° С.

Согласно данным, представленным на рис. 3 и 4, внутри древесины может образовываться соляная кислота весьма высокой концентрации. С повышением влажности древесины, несмотря на увеличение количества поглощенного хлористого водорода (рис. 1), концентрация соляной кислоты, образующейся внутри древесины, уменьшается (рис. 3 и 4), но во всех случаях она выше концентрации HCl, которая образуется в аналогичных условиях при насыщении воды хлористым водородом (рис. 4, кривая 10).

Полученные данные имеют большое практическое значение. Они позволяют определить условия поглощения хлористого водорода в широких пределах и, тем самым найти параметры для различных вариантов процесса гидролиза полисахаридов.

Мы сделали попытку обобщить полученные экспериментальные результаты о концентрации соляной кислоты, образующейся внутри древесины сосны при насыщении ее хлористым водородом, по методу Киреева — Отмера [1], [8] и, в частности, выявить температурную зависимость в логарифмических координатах. Однако этот метод корреляции экспериментальных данных оказался непригодным; для чистой воды он вполне применим. Это означает, что при насыщении древесины газообразным хлористым водородом протекает процесс, на который действует ряд факторов, и мы получаем их суммарный эффект. Во-первых, вследствие широко развитой внутренней поверхности частиц древесины происходит сорбция хлористого водорода, определяемая известными закономерностями; во-вторых, при наличии определенного количества влаги и хлористого водорода в древесине протекает процесс набухания полисахаридов, который согласно существующим воззрениям идет с образованием аддитивных соединений гидратированной молекулы кислоты с полисахаридами [7], [9]. В результате парциальная

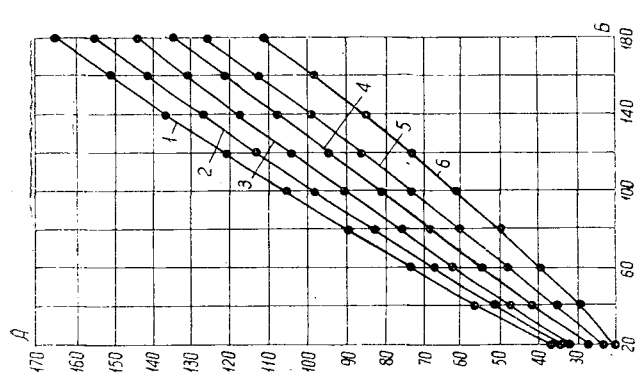


Рис. 1. Изотермы поглощения хлористого водорода влажной древесиной.
 А — количество хлористого водорода, % от абс. сухой древесины; В — абсолютная влажность древесины; кривая 1 — при 0°С; 2 — при 10°С; 3 — при 20°С; 4 — при 30°С; 5 — при 40°С; 6 — при 50°С.

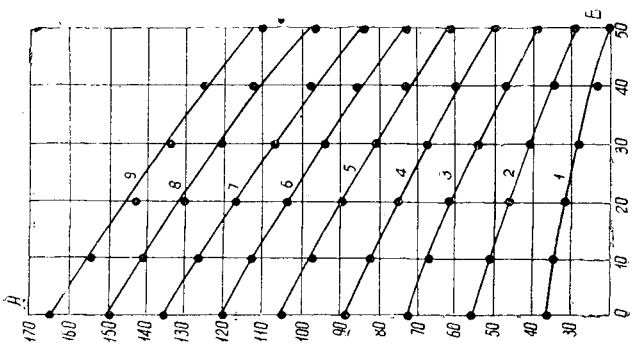


Рис. 2.
 А — количество хлористого водорода, % от абс. сухой древесины; В — температура °С; кривая 1 — влажность древесины — 20%; абсолютных: 2 — 40%; 3 — 60%; 4 — 80%; 5 — 100%; 6 — 120%; 7 — 140%; 8 — 160%; 9 — 180%.

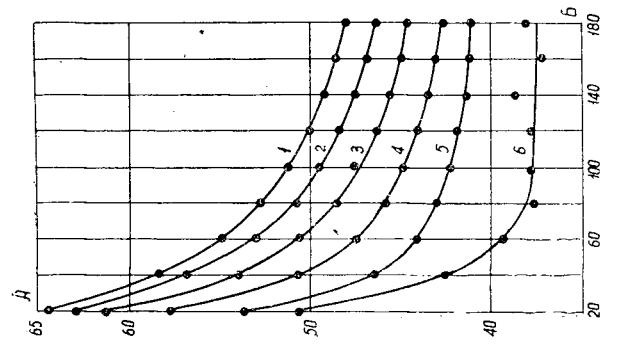


Рис. 3. Изотермы концентрации серной кислоты внутри древесины.
 А — концентрация серной кислоты, вес. %; В — абсолютная влажность древесины, %; кривая 1 — при 0°С; 2 — при 10°С; 3 — при 20°С; 4 — при 30°С; 5 — при 40°С; 6 — при 50°С.

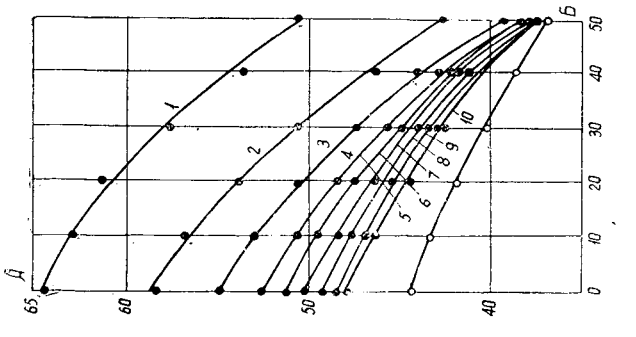


Рис. 4. Полимеры концентрации серной кислоты внутри древесины.
 А — концентрация серной кислоты, вес. %; В — температура, °С; кривая 1 — влажность древесины — 20%; абсолютных: 2 — 40%; 3 — 60%; 4 — 80%; 5 — 100%; 6 — 120%; 7 — 140%; 8 — 160%; 9 — 180%; 10 — кислота, образующаяся при насыщении воды хлористым водородом.

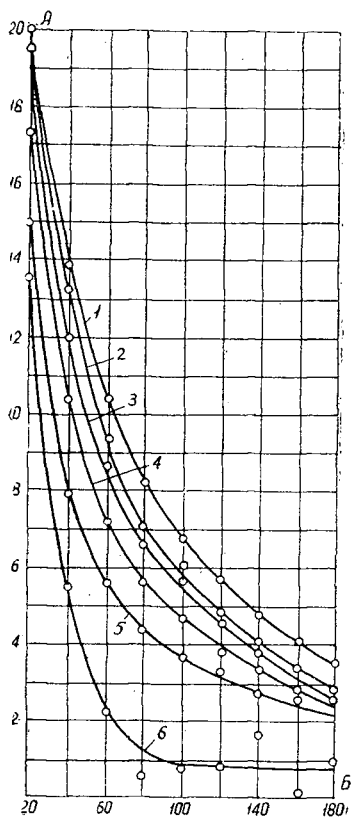


Рис. 5. Влияние сорбции внутренней поверхностью частиц древесины и аддитивных соединений кислоты с полисахаридами и продуктами гидролитической деструкции на концентрацию соляной кислоты, образующейся внутри древесины.

А — разность между концентрацией HCl внутри древесины и концентрацией кислоты, образующейся при насыщении воды хлористым водородом, вес. %; Б — абсолютная влажность древесины; кривая 1 — при 0°C; 2 — при 10°C; 3 — при 20°C; 4 — при 30°C; 5 — при 40°C; 6 — при 50°C.

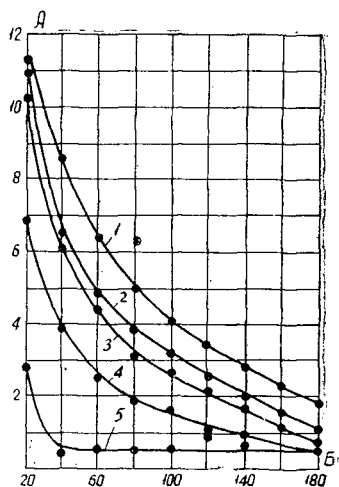


Рис. 6. Влияние аддитивных соединений кислоты с полисахаридами и продуктами гидролитической деструкции на концентрацию соляной кислоты, образующейся внутри древесины.

А — разность между концентрацией HCl внутри древесины, вычисленной по поглощенному хлористому водороду за вычетом сорбированного внутренней поверхностью в абс. сухом состоянии, и концентрацией соляной кислоты, получающейся при насыщении воды, вес. %; Б — абсолютная влажность древесины; кривая 1 — при 0°C; 2 — при 10°C; 3 — при 20°C; 4 — при 30°C; 5 — 40°C.

упругость хлористого водорода над такими соединениями ниже, чем над соляной кислотой. Наконец, имеет место образование соединений кислоты с продуктами гидролитической деструкции [2], что, в свою очередь, обуславливает снижение парциальной упругости хлористого водорода над такими соединениями.

Этим и объясняется значительное повышение концентрации соляной кислоты внутри древесины, вычисленной по количеству поглощенного хлористого водорода и влагосодержанию древесины, над концентрацией HCl, получаемой при насыщении воды хлористым водородом. На рис. 5 даны показатели превышения концентрации соляной кислоты внутри древесины над концентрацией соляной кислоты, которая

получается при насыщении воды. На рис. 6 приведены данные, полученные следующим путем. Из показателей количества хлористого водорода, поглощенного древесиной различной влажности, было вычтено количество хлористого водорода, поглощаемое абс. сухой древесиной [5]. После этого была вычислена концентрация соляной кислоты внутри древесины. Из полученных значений была вычтена концентрация соляной кислоты, которая образуется при насыщении воды хлористым водородом. Таким образом, показатели на рис. 5 характеризуют суммарный эффект факторов, которые были перечислены выше, а на рис. 6 исключено влияние сорбции хлористого водорода широко развитой внутренней поверхностью абс. сухой древесины.

Как видно из рис. 5, при влажности 20% абсолютных суммарное действие перечисленных факторов при 0°С обуславливает превышение концентрации соляной кислоты на 20%, а при 50°С — на 13,6%. Но с увеличением влажности древесины различие в концентрации кислоты все уменьшается, а влияние температуры возрастает. При 50°С и влажности 80% абсолютных и более проявляется лишь небольшая разность между концентрацией HCl внутри древесины и концентрацией кислоты, получаемой при насыщении воды хлористым водородом. Эта разность составляет всего около 1%. В том случае, когда было исключено количество хлористого водорода, сорбированное абс. сухой древесиной (рис. 6), уже при 40°С концентрация соляной кислоты внутри древесины практически одинакова с концентрацией HCl, получаемой при насыщении воды.

Приведенные на рис. 5 и 6 графики показывают, что при сравнительно низкой влажности и температуре не выше 30—40°С наибольшее развитие имеет сорбция хлористого водорода, которая усиливается (по сравнению с абс. сухой древесиной) влагой, содержащейся в древесине. При увеличении влажности древесины (когда параллельно происходит возрастание степени гидролиза полисахаридов) все больше проявляется действие образования соединений соляной кислоты с полисахаридами и продуктами гидролитической деструкции. И наконец, при влажности 180% абсолютных, когда практически все полисахариды гидролизуются, проявляется действие образования соединений соляной кислоты с продуктами гидролиза. Однако эти соединения, судя по рис. 6, уже при 40°С распадаются, и их действие проявляется только до температуры 30°С.

Мы полагаем, что в дальнейшем можно дать более подробную характеристику процессов, происходящих при действии хлористого водорода на влажную древесину.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Киреев. ЖФХ 2, 233, 1931. [2]. П. Н. Одинцов. Строение клеточной стенки трахеид древесины ели и его влияние на процессы набухания, гидролиза и адсорбции. Автореферат докторской диссертации. Госуниверситет, Рига, 1956.
- [3]. Н. В. Чалов, О. А. Александрова. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 14, 1959. [4]. Н. В. Чалов, А. Е. Лещук. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1962. [5]. Н. В. Чалов, О. А. Александрова, А. Е. Лещук. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1963. [6]. В. И. Шарков и О. Д. Камалдина. Журн. «Лесохимическая промышленность» № 2, 1933. [7]. K. Hess, M. Ullmann. Ber., 74, 119, 1941. [8]. D. Ohtmer, R. Gilmont. Ind. and Eng. Chem. 36, 858, 1944. [9]. M. Ullmann, K. Hess. Ber., 74, 136, 1941.

УДК 62—523

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВИМПУЛЬСНЫЙ СУММИРУЮЩИЙ АВТОКУБАТУРНИК
ДЛЯ ПРОДОЛЬНЫХ ПОТОКОВ ДРЕВЕСИНЫ

А. М. КИЛЯКОВ

Старший научный сотрудник

(СевНИИП)

Одним из прогрессивных направлений в создании средств учета древесины является разработка автокубатурников импульсного действия, характерная особенность которых — их нечувствительность к изменению параметров электрической сети. В данной статье описан импульсный автокубатурник, создаваемый в СевНИИПе.

Автокубатурник встраивают в разрыв между выносной и сортировочной бревнотасками поточной линии СевНИИПа типа АПЛ-1М. Он состоит из измерительного механизма, фотоимпульсного преобразователя и счетного устройства. В качестве последнего используют серийный пересчетный прибор типа ПС-100. Мы рассмотрим лишь первые две составные части автокубатурника.

Конструкция измерительного механизма и преобразователя изображена на рис. 1, а кинематическая схема — на рис. 2.

Процесс определения объема бревна осуществляется следующим образом. Движущееся бревно передним торцом воздействует на шторку 1*, которая, поворачиваясь около шарнира 2, поднимает верхний ролик 3. Одновременно с этим бревно воздействует на нижнюю подпружиненную шторку 4, связанную с роликом 5. Посредством ползунков 6 и направляющих 7 оба ролика могут перемещаться только в вертикальном направлении. Поэтому в процессе прохождения бревна через механизм один из роликов обкатывается по верхней, а второй — по нижней образующей бревна, вследствие чего расстояние между осями роликов является некоторой функцией диаметра, а число их оборотов — некоторой функцией длины. На ось нижнего ролика посажен диск 8 с нанесенными радиально прорезями, число которых от центра к краю растет пропорционально квадрату диаметра бревна. С осями роликов связан шарнирный шестизвенник 9, средняя точка которого шарнирно соединена с ползунком 10, перемещающимся в вертикальных направляющих. К этому ползунку жестко прикреплена вилка 11, охватывающая квадратный диск. С одной стороны диска к вилке прикреплен фотоэлемент, а с другой — осветительная лампочка. Фотоэлемент и лампочка

* Для облегчения подъема этой шторки можно использовать вторую, вспомогательную, верхний конец которой шарнирно закрепляется на корпусе механизма, а нижний свободный при подъеме упирается в нижнюю часть шторки 1 и поднимает ее вверх в процессе захода бревна.

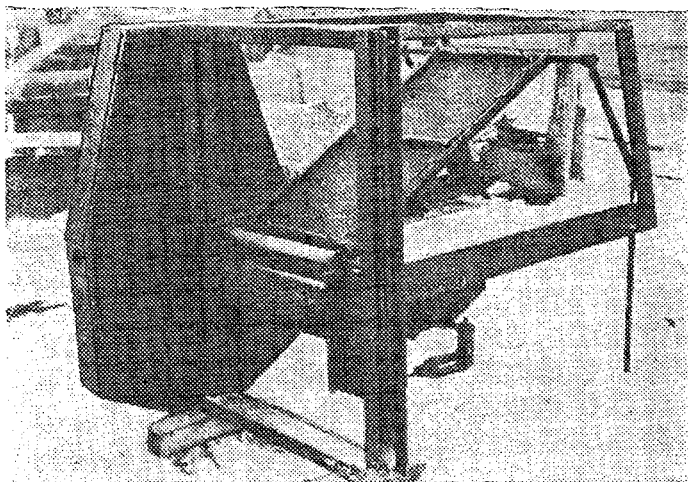


Рис. 1.

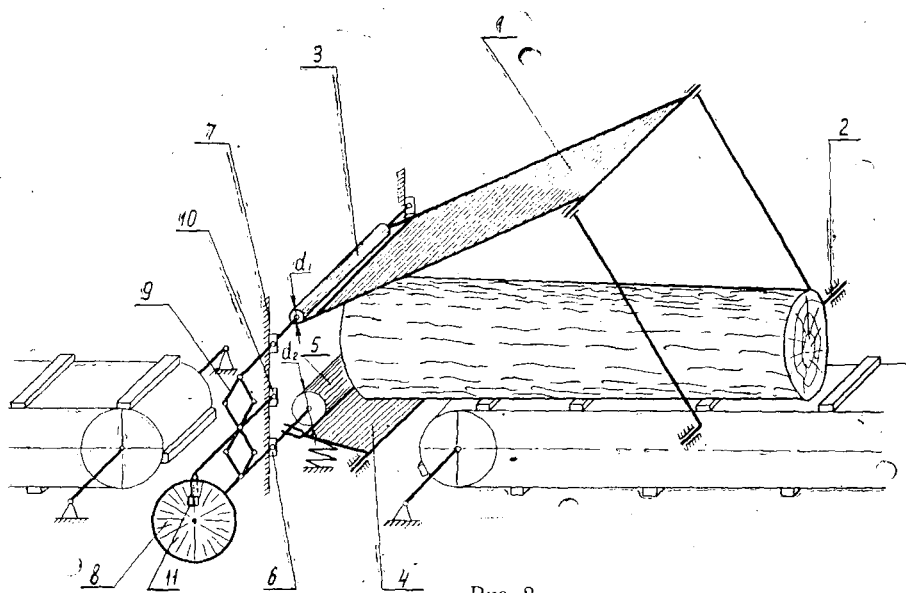


Рис. 2.

располагаются так, что через прорези диска в процессе его вращения на фотоэлемент попадают импульсы света, которые затем преобразуются в электрические и регистрируются счетным устройством ПС-100.

Сигнал на начало и окончание регистрации импульсов дает фотореле, срабатывающее в момент захода бревна в механизм и отпускающее в момент его выхода.

Основные расчетные формулы

Передачный коэффициент шестизвенника. На рис. 3 представлена расчетная кинематическая схема шестизвенника. Из рис. 3 видно, что передаточный коэффициент K_0 можно определить по формуле

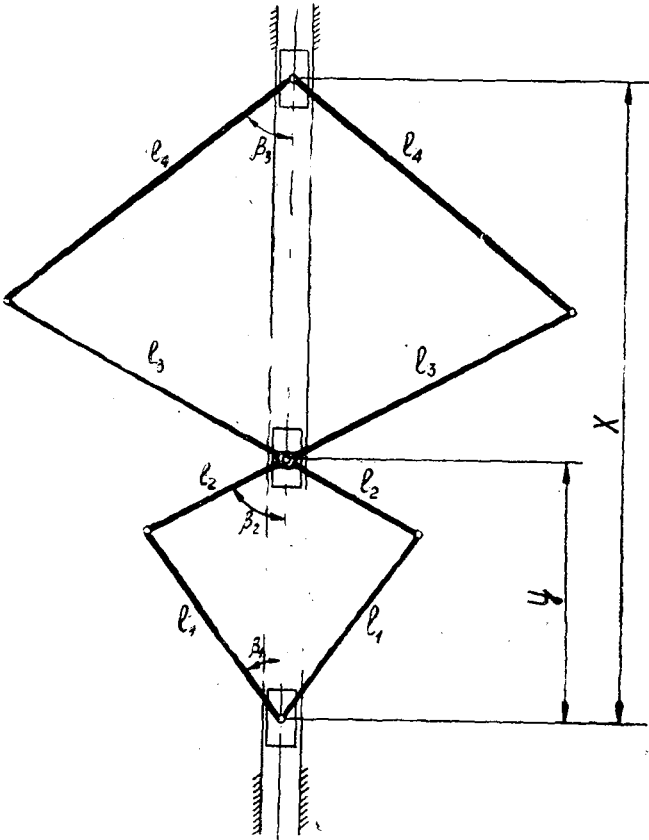


Рис. 3.

$$K_0 = \frac{y}{x}. \quad (1)$$

Из рисунка видно также, что

$$\left. \begin{aligned} y &= l_1 \cos \beta_1 + l_2 \cos \beta_2; \\ x &= l_1 \cos \beta_1 + (l_2 + l_3) \cos \beta_2 + l_4 \cos \beta_3 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

и что

$$l_1 \sin \beta_1 = l_2 \sin \beta_2; \quad l_3 \sin \beta_2 = l_4 \sin \beta_3. \quad (3)$$

Из уравнений следует, что

$$\sin \beta_1 = \frac{l_2 \sin \beta_2}{l_1}; \quad (4)$$

$$\sin \beta_3 = \frac{l_3 \sin \beta_2}{l_4}, \quad (5)$$

откуда

$$\cos \beta_1 = \sqrt{1 - \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2 (1 - \cos^2 \beta_2)}; \quad (6)$$

$$\cos \beta_3 = \sqrt{1 - \left(\frac{l_3}{l_4}\right)^2 (1 - \cos^2 \beta_2)}. \quad (7)$$

Подставляя выражения (6) и (7) в формулу (2), а затем значения y и x в равенство (1), после элементарных преобразований получим

$$K_0 = \frac{\sqrt{l_1^2 - l_2^2 (1 - \cos^2 \beta_2)} + l_2 \cos \beta_2}{\sqrt{l_1^2 - l_2^2 (1 - \cos^2 \beta_2)} + \sqrt{l_2^2 - l_3^2 (1 - \cos^2 \beta_2)} + (l_2 + l_3) \cos \beta_2}. \quad (8)$$

Из формулы (8) видно, что в общем случае передаточный коэффициент шестизвенника не является постоянным (зависит от β_2), поэтому связь между y и x нелинейна. Однако, если длины звеньев выбрать так, чтобы $l_1 = l_2$ и $l_3 = l_4$, то

$$K_0 = \frac{l_1}{l_1 + l_3}, \quad (9)$$

в результате чего связь между y и x становится линейной. Далее, если положить $l_1 = l_2 = l_3 = l_4$, то $K_0 = 0,5$.

Зависимости между размерами бревна и параметрами механизма. Известно [2], что для определения объема бревен автокубатурником суммирующего типа, к которому относится описываемая конструкция, необходимо техническими средствами реализовать функцию вида

$$V = \frac{\pi}{4} \sum_0^n d_i^2 \Delta_i l, \quad (10)$$

где V — объем бревна;
 d_i — текущий диаметр;
 l — длина бревна;
 n — число элементарных цилиндров.

Из равенства (10) следует, что для определения объема бревна необходимо иметь текущее значение диаметра бревна, соответствующее данной точке его длины. Для случая измерения длины бревна нижним роликом с использованием формул, приведенных в одной из наших работ [4], нетрудно получить

$$x = dm + n + l_0, \quad (11)$$

где

$$m = \cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \alpha; \quad (12)$$

$$n = \frac{d_1 (1 - \cos \alpha)}{2 \cos \alpha}; \quad (13)$$

$$l_0 = \frac{d_1 + d_2}{2}. \quad (14)$$

В свою очередь

$$\alpha = 2 \operatorname{arctg} \frac{s}{2}, \quad (15)$$

где s — средний сбеж бревна.

Минимальный радиус r_0 диска должен соответствовать минимальному диаметру d_0 бревна, а следовательно, и минимальному значению y_0 величины y . Вместе с тем нетрудно видеть, что в диапазоне от d_0 до d_{\max} изменение y_{Δ} равно изменению радиуса r . Поэтому уравнение связи между y и r можно записать в виде

$$y = y_0 + y_{\Delta} = y_0 + r_{\Delta} = \frac{r_0}{K_1} + r_{\Delta}, \quad (16)$$

где

$$K_1 = \frac{r_0}{y_0}. \quad (17)$$

С использованием выражений (1) и (11) для $x = x_0$ можно записать

$$y_0 = K_0 x_0 = K_0 (d_0 m_0 + n_0 + l_0), \quad (18)$$

где m_0, n_0 — значения m и n при расчетном сбеге $s = s_0$ или при расчетном значении $\alpha = \alpha_0$.

Подставляя выражение (18) в уравнение (17), а затем значение K_1 в формулу (16), получим

$$y = K_0 (d_0 m_0 + n_0 + l_0) + r_{\Delta}. \quad (19)$$

После подстановки выражений (19) и (11) в равенство (1) получим

$$K_0 = \frac{K_0 (d_0 m_0 + n_0 + l_0) + r_{\Delta}}{dm + n + l_0}, \quad (20)$$

откуда

$$r_{\Delta} = K_0 (dm - d_0 m_0 + n - n_0). \quad (21)$$

При $m = m_0$ и $n = n_0$ (сбег обмеряемого бревна равен расчетному) имеем

$$r_{\Delta_0} = d_{\Delta} K_0 m_0, \quad (22)$$

где

$$d_{\Delta} = d - d_0.$$

Из схемы рис. 2 нетрудно видеть, что

$$l = \pi d_2 n \cos \frac{\alpha}{2}, \quad (23)$$

где n — число оборотов нижнего ролика.

Таким образом, формулы (21), (22) и (23) связывают размеры и сбег бревна с основными параметрами измерительного механизма.

Определение числа прорезей квадратичного диска. При прохождении бревна объемом V через механизм на счетное устройство автокубатурника должно поступить число импульсов N , определяемое по формуле

$$N = \frac{V}{C}, \quad (24)$$

где C — цена одного импульса в единицах объема.

С другой стороны N можно представить как произведение частоты f (или числа прорезей, приходящихся на единицу длины бревна) на его длину, то есть

$$N = fl. \quad (25)$$

Если в формулу (10) подставить значение

$$d = d_b + st, \quad (26)$$

где d_b — диаметр бревна в вершинном отрезе,

то после интегрирования получим

$$V = \frac{\pi d_b^2}{4} l + \frac{\pi d_b s}{4} l^2 + \frac{\pi s^2}{12} l^3. \quad (27)$$

Подставляя в выражение (24) значения N , V , l из уравнений (25) (27), (23), получим

$$f \pi d_2 n \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{\pi}{4C} \pi d_2 n \cos \frac{\alpha}{2} \left(d_b^3 + d_b s l + \frac{s^2 l^2}{3} \right), \quad (28)$$

откуда

$$f = \frac{\pi}{4C} \left(d_b^2 + d_b s l + \frac{s^2 l^2}{3} \right). \quad (29)$$

Величину f можно разложить на две составляющие

$$f = f_1 + \Delta f = \frac{\pi d_b^2}{4C} + \frac{\pi}{4C} \left(d_b s l + \frac{s^2 l^2}{3} \right), \quad (30)$$

где

$$f_1 = \frac{\pi d_b^2}{4C}; \quad (31)$$

$$\Delta f = \frac{\pi}{4C} \left(d_b s l + \frac{s^2 l^2}{3} \right). \quad (32)$$

Из приведенных формул видно, что для получения числа импульсов N , пропорциональных объему V , на радиусе квадратичного диска, соответствующем величине d_b , необходимо иметь частоту прорезей f_1 , а по мере увеличения длины (а следовательно, и диаметра бревна) частота прорезей должна увеличиваться на величину Δf .

Очевидно, для получения частоты f_1 на соответствующем радиусе диска необходимо сделать число прорезей N_1 , определяемое по формуле

$$N_1 = f_1 \pi d_2. \quad (33)$$

Подставляя в выражение (33) значение f_1 из равенства (31) и полагая для общности $d_b = d$, получим

$$N_1 = \frac{\pi^2 d_2}{4C} d^3. \quad (34)$$

В результате имеем формулу для расчета числа прорезей квадратичного диска в зависимости от диаметра бревна.

Ввиду того, что N_1 является целым числом, при расчетах удобнее пользоваться формулой

$$d = \sqrt[3]{\frac{4CN_1}{\pi^2 d_2}}, \quad (35)$$

которая получается при решении уравнения (34) относительно d .

Примерный порядок расчета основных параметров измерительного механизма и импульсного преобразователя

Будем считать, что исходными данными для расчета являются величины C , d_0 , d_{max} и s , тогда порядок вычисления параметров механизма и преобразователя может быть следующим.

1. Задаваясь средней величиной сбега, по формулам (15), (12) и (13) определяют величины α_0 , m_0 и n_0 .

2. Величину d_1 выбирают произвольно. При этом, однако, следует иметь в виду, что большой диаметр d_1 нежелателен как по условиям захода бревна в механизм, так и с точки зрения уменьшения ошибки от сбега [2]. Величину d_2 удобно выбирать из условия равенства $\pi d_2 \cos \frac{\alpha_0}{2} = 0,5 m$, хотя в принципе она может быть любой.

3. Имея в виду, что при $K_0 = 1$ диаметр квадратичного диска приблизительно равен $2 d_{max}$, а при $K_0 = 0,5$ он равен d_{max} , выбирают величину K_0 . По значению K_0 с помощью формулы (9) выбирают величины $l_1 = l_2$ и $l_3 = l_4$ при условии, что $2(l_1 + l_3) > d_{max} + \frac{d_1 + d_2}{2}$.

4. Путем подстановки значения d_0 в формулу (34) определяют N_{1min} . Если в результате вычислений получается дробное число, то его следует округлить до целого в меньшую сторону. Добавляя затем к N_{1min} целые числа 1, 2... и подставляя их в выражение (35), определяют соответствующие значения d до тех пор, пока не наступит равенство $d_i = d_{max}$. В результате получают серию значений N_1 и d , охватывающую диапазон обмеряемых диаметров $d_0 - d_{max}$.

5. Из конструктивных соображений выбирают минимальное значение радиуса диска r_{min} , которому должно соответствовать N_{1min} прорезей. Затем по данным пункта 4 определяют разности $d_{\Delta} = d_i - d_{min}$, а затем с помощью формулы (22) находят соответствующие приращения r_{Δ_0} . Сумма r_{min} и r_{Δ_0} дает величину r_i , соответствующую i -тому значению диаметра бревен.

Таким образом определяют все основные параметры механизма и преобразователя, непосредственно влияющие на точность определения объема бревна.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Г. А. Вильке. Основы автоматизации и автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий. Изд-во «Лесная промышленность», 1964.
[2] А. М. Киляков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1962.

Поступила в редакцию
22 мая 1965 г.

УДК 658.272

НОВАЯ МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

А. Н. ЯБЛОКОВ

Старший научный сотрудник

(ЦНИИМОД)

Производственный профиль запасов пиловочного сырья оценивают по величине сбежистости, форме бревна и распределению древесины по качественным зонам, границы которых [15] находятся в тесной корреляционной связи с перечисленными показателями. Поэтому создание статистической характеристики пиловочного сырья предполагает прежде всего установление взаимосвязей между размерами, сбежистостью, формой и объемом как у одиночных пиловочных бревен, так и в их производственных совокупностях, а также установление законов распределения этих критериев по производственным признакам.

Предположим, что в некоторую выборочную, например, поставную совокупность пиловочных бревен отобрано N штук бревен длиной L с определенными размерами поперечников r_j (рис. 1), отстоящих от вершинных срезов бревен на расстоянии $L_j = jL$, где $j = \text{const}$. Каждое n -ое бревно в этой выборке может иметь некоторую сбежистость, выражаемую коэффициентом $q_{ij} = \frac{r_i}{r_j}$, известную форму, оцениваемую критерием m_{ij} , а следовательно, и вполне определенный объем V_n . Тогда суммарный объем поставной совокупности бревен может быть представлен в виде

$$\sum_{n=1}^N V_n = \sum_{n=1}^N \varphi_1(r_j; L; q_{ij}; m). \quad (1)$$

При планировании раскроя расчеты по оптимизации раскроя на пиломатериалы производят обычно [1], [5], [14], [18] по среднестатистическим значениям (размеров \bar{r}_j и \bar{L} , сбежистости \bar{q}_{ij} , формы \bar{m}_{ij} и объемов \bar{V}_n), соответствующим физической модели бревна, по которой составляют схему раскроя поставной выборки бревен. В этом случае объем поставной совокупности бревен с некоторой степенью приближения, зависящей от количества бревен в совокупности [10], [11] и от применяемого метода учета, может быть определен по формуле

$$\sum_{n=1}^N V_n \approx N \varphi_2(\bar{r}_j; \bar{L}; \bar{q}_{ij}; \bar{m}_{ij}). \quad (2)$$

Из теории [1], [3], [5] и практики лесопиления известно, что при батарейном способе распиловки всякое отклонение фактических размеров

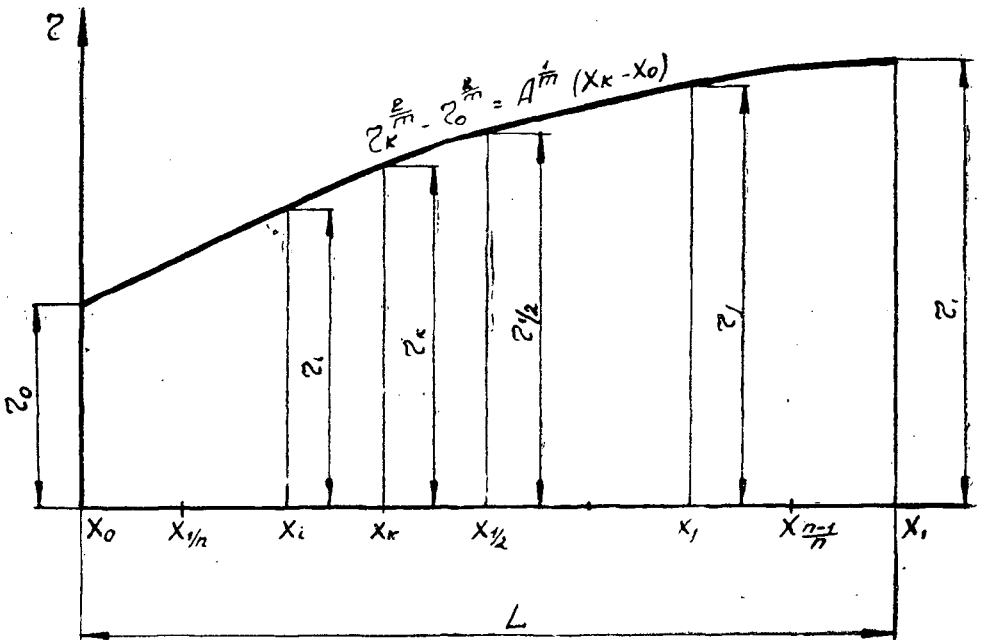


Рис. 1.

сбежистости и формы пиловочных бревен от среднестатистических расчетных значений приводит к неполному использованию объема бревна.

Критерии размеров, формы, сбежистости и объемы находятся в сложной корреляционной связи, поэтому одна из основных задач по исследованию статистических характеристик поставных совокупностей бревен заключается в том, чтобы установить законы совместного влияния вариации критериев на среднее снижение процента использования пиловочного сырья, а также необходимые требования к методам технических измерений и подборке сырья в поставки, при которых влияние дисперсий критериев будет принимать наименьшие значения.

Другим направлением в повышении использования внутренних резервов лесопильного производства является вероятностное планирование на основе установленных дисперсий критериев, производства пиломатериалов из эллиптической (параболической) [18] зоны древесины поставных бревен и сокращение, тем самым, относительного количества пиломатериалов с неспецификационными размерами, не пользующихся спросом.

Без статистической характеристики пиловочного сырья невозможно оценить и эффективность большого разнообразия применяемых методов расчета поставов [1], [3], [5], [13] различных по простоте выполнения расчетов и не сопоставимых до настоящего времени по точности. Невозможно, наконец, правильно рассчитать и установить ни технологический процесс раскрытия, ни режимы работы оборудования в лесопильном потоке [12].

Созданию статистической характеристики пиловочного сырья сопутствует необходимость разрешения ряда других проблем, в частности, совершенствование единой системы сопоставления результатов учета круглых лесоматериалов различными методами [17] и ускорение темпов внедрения средств автоматизации учета круглых лесоматериалов [16] на

всех фазах лесопромышленного производства. Наиболее полному использованию статистических сведений о пиловочном сырье для решения практических задач по планированию раскроя, автоматизации учета производственных процессов и управления ими в лесопромышленных производствах содействуют открывающиеся возможности применения средств электронной цифровой вычислительной техники [18].

В теории и практике лесопиления до сих пор существует разноречивость в оценке формы пиловочного бревна [1], [3], [5], [9], [13], а попытки создать единую статистическую характеристику, исходящую из априорных гипотез [9], не дали удовлетворительных результатов.

Даже из краткого анализа работ [2], [3], [7], [8], [13] в области изучения критериев количественной и производственной оценки пиловочного сырья следует, что статистическая характеристика его должна отвечать целому ряду требований. Она должна, прежде всего, базироваться на совершенной и практически приемлемой теоретической основе, раскрывающей зависимость [1] и [2] между основными критериями оценки физической модели пиловочного бревна и их совокупностей.

Методика исследований статистических характеристик пиловочника должна обеспечивать достаточно точную и простую технику расчетов и открывать возможности для оптимизации способов подготовки сырья к распиловке и технических измерений в соответствии с особенностями производственных запасов древесины.

Большое практическое применение в лесной таксации находит [2], [9] аппроксимация поверхности ствола дерева уравнением параболоида m -го порядка

$$y^2 + z^2 = r^2 = Ax^m. \quad (3)$$

Вследствие того, что средняя длина пиловочных бревен значительно меньше средней величины половины высот стволов, применение ее для описания формы бревен дает более точные результаты.

Тогда физической моделью бревна будет усеченный параболоид вращения, объем которого может быть вычислен по формуле

$$V_m = \pi \int_{x_0}^{x_1} r^2 dx = \pi A \frac{x_1^{m+1} - x_0^{m+1}}{m+1}. \quad (4)$$

Чтобы удовлетворить метрологические требования, а также учесть особенности методики установления схемы формирования поверхности ствола дерева [7], пределы интегрирования x_1 , x_0 выражаются через полуоперечники параболоида r_i , r_j , r_k , отстоящие от вершинного среза бревна на расстояниях $l_i = iL$; $l_j = jL$; $l_k = kL$, где i , j , k — постоянные коэффициенты, которые можно назвать относительными расстояниями соответствующих сечений от вершинного среза бревен.

Если

$$L = x_1 - x_0; \quad l_k = x_k - x_0,$$

то

$$k = \frac{l_k}{L} = \frac{x_k - x_0}{x_1 - x_0};$$

откуда

$$x_k = kx_1 + (1 - k) \cdot x_0. \quad (5)$$

Делая соответствующие подстановки в уравнение (3) на основании выражения (5), можно получить

$$r_k^{\frac{2}{m}} = k r_1^{\frac{2}{m}} + (1 - k) r_0^{\frac{2}{m}} \quad (6)$$

и методом индукции

$$r_i^{\frac{2}{m}} = i r_1^{\frac{2}{m}} + (1 - i) r_0^{\frac{2}{m}}; \quad (7)$$

$$r_j^{\frac{2}{m}} = j r_1^{\frac{2}{m}} + (1 - j) r_0^{\frac{2}{m}}. \quad (8)$$

Из выражений (6), (7) и (8) получим равенство вида

$$r_k^{\frac{2}{m}} = \frac{(j - k) r_i^{\frac{2}{m}} + (k - i) r_j^{\frac{2}{m}}}{j - i}, \quad (9)$$

которое является уравнением поверхности усеченного параболоида m -го порядка, позволяющее по двум произвольным размерам сечений r_i и r_j найти любое другое r_k .

Из равенства (9) с учетом уравнения (3) пределы интегрирования в формуле (4) можно представить в виде

$$x_0 = \frac{j r_i^{\frac{2}{m}} - i r_j^{\frac{2}{m}}}{A^{\frac{1}{m}} (j - i)}; \quad (10)$$

$$x_1 = \frac{(j - 1) r_i^{\frac{2}{m}} + (1 - i) r_j^{\frac{2}{m}}}{A^{\frac{1}{m}} (j - i)}, \quad (11)$$

тогда параметр параболоида A может быть получен в виде

$$A^{\frac{1}{m}} = \frac{r_j^{\frac{2}{m}} - r_i^{\frac{2}{m}}}{L(j - i)}. \quad (12)$$

Производя подстановки равенств (10), (11), (12) в уравнение (4) и выражая $r_i = q_{ij} r_j$, после соответствующих преобразований можно получить уравнение объема параболоида m -го порядка, которое будет иметь вид

$$V_m = \pi r_j^2 L \frac{\left[(j - 1) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (1 - i) \right]^{m+1} - \left(j q_{ij}^{\frac{2}{m}} - i \right)^{m+1}}{(m + 1)(j - i)^m \left(1 - q_{ij}^{\frac{2}{m}} \right)}. \quad (13)$$

По аналогии [2], [6] отношение $f_{mj} = \frac{V_m}{\pi r_j^2 L}$ можно назвать видовым числом параболоида m -го порядка

$$f_{mj} = \frac{\left[(j - 1) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (1 - i) \right]^{m+1} - \left(j q_{ij}^{\frac{2}{m}} - i \right)^{m+1}}{(m + 1)(j - i)^m \left(1 - q_{ij}^{\frac{2}{m}} \right)}. \quad (14)$$

Равенства (13) и (14) являются уравнениями физической модели бревна, объемы которого в большинстве случаев определяют приближенно по известным секционным формулам [2], [6], [7], [8], [11], [17].

Для приближенного вычисления объемов параболоида m -го порядка может быть применено численное интегрирование по известному методу Ньютона — Котеса [4], частный случай которого — обобщенная формула трапеций — в применении к рассматриваемому приближенному методу определения объема модели бревна имеет вид

$$V_m = \frac{\pi L}{n} \left(\frac{r_0^2 + r_1^2}{2} + r_1^2 + \frac{r_2^2}{n} + \dots + r_i^2 + \dots + r_k^2 + \dots \right. \\ \left. \dots + r_j^2 + \dots + \frac{r_{n-1}^2}{n} \right) - R, \quad (15)$$

где $\frac{L}{n}$ — промежуток между смежными узлами обобщенной формулы трапеций или длина секции в секционном методе Смалиана [2], [6], [15].

Выражая все поперечники по концам секций в формуле (15) через поперечник основного сечения r_j и соответствующие коэффициенты сбежистости q_{kj} , получим

$$V_m = \frac{\pi r_j^2 L}{n} \left[\frac{q_{0j}^2 + q_{1j}^2}{2} + q_{\frac{1}{n}j}^2 + q_{\frac{2}{n}j}^2 + \dots + q_{ij}^2 + \dots \right. \\ \left. \dots + q_{kj}^2 + \dots + 1 + \dots + q_{\frac{n-1}{n}j}^2 \right] - R. \quad (16)$$

Тогда видовое число, определяемое приближенно по интерполяционному многочлену без учета остаточного члена разложения R , может быть представлено в виде

$$F_{mj} = \frac{1}{n} \left[\frac{q_{0j}^2 + q_{1j}^2}{2} + q_{\frac{1}{n}j}^2 + q_{\frac{2}{n}j}^2 + \dots + q_{ij}^2 + \dots \right. \\ \left. + \dots + q_{kj}^2 + \dots + 1 + \dots + q_{\frac{n-1}{n}j}^2 \right]; \quad (17)$$

Если предположить, что все размеры поперечников бревен $r_0, r_{\frac{1}{n}}, \dots, r_i, \dots, r_k, \dots, r_j, \dots, r_{\frac{n-1}{n}}, r_1$ в выражении (15) совпадают с соответствующими размерами радиусов параболоида вращения искомого m -го порядка, поверхность которого описывается равенством (9), то все коэффициенты сбежистости q_{kj} (17) могут быть представлены в форме

$$q_{kj}^2 = \left[\frac{(j-k) \cdot q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (k-i)}{j-i} \right]^m. \quad (18)$$

Тогда полусумма квадратов конечных коэффициентов сбежистости в формуле (17) имеет вид

$$\frac{1}{2} (q_{0j}^2 + q_{1j}^2) = \frac{\left(j q_{0j}^{\frac{2}{m}} - i \right)^m + \left[(j-1) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (1-i) \right]^m}{2(j-i)^m}, \quad (19)$$

а сумма квадратов остальных коэффициентов сбежистости может быть представлена в виде

$$\sum_{k=\frac{1}{n}}^{\frac{n-1}{n}} q_{kj}^2 = \sum_{k=\frac{1}{n}}^{\frac{n-1}{n}} \frac{\left[(j-k) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (k-i) \right]^m}{(j-i)^m}. \quad (20)$$

После подстановки равенств (19) и (20) в уравнение приближенного видового числа (17) получим

$$F_{mj} = \frac{\left(j q_{ij}^{\frac{2}{m}} - i \right)^m + \left[(j-1) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (1-i) \right]^m + 2 \sum_{k=\frac{1}{n}}^{\frac{n-1}{n}} \left[(j-k) q_{kj}^{\frac{2}{m}} + (k-i) \right]^m}{2n(j-i)^m}. \quad (21)$$

Рекогносцировочные расчеты показывают, что для получения достоверных m , вследствие малых зависимостей видовых чисел от критерия формы m (при $q_{kj} \rightarrow 1$), точность вычислений этих чисел должна быть высокой и в ряде практических случаев игнорировать остаточный член разложения нельзя.

Остаточный член разложения R подсчитывают [4] по формуле

$$R = \frac{L^2}{12n^2} f''(\zeta), \quad (22)$$

где $x_1 > \zeta > x_0$.

Если

$$f(x) = \pi A x^m,$$

то

$$f''(x) = \pi A m(m-1) x^{m-2}.$$

Тогда

$$R = \frac{L^2}{12n^2} \pi A m(m-1) \zeta^{m-2}, \quad (23)$$

где $x_1 > \zeta > x_0$

или

$$1 > p = \frac{\zeta_p}{L} > 0.$$

На основании уравнений (3), (9), (12) можно записать

$$\zeta_p = L \frac{(j-p) r_i^{\frac{2}{m}} + (p-i) r_j^{\frac{2}{m}}}{r_j^{\frac{2}{m}} - r_i^{\frac{2}{m}}} = L \frac{(j-p) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (p-i)}{1 - q_{ij}^{\frac{2}{m}}}. \quad (24)$$

После подстановки величин A и ζ из уравнений (12) и (24) в равенство (23) и после соответствующих преобразований формула ошибки R (23) принимает вид

$$R = \pi r_j^2 L \frac{m(m-1)}{12n^2} \cdot \frac{\left(1 - q_{ij}^{\frac{2}{m}} \right)^2}{(j-i)^m} \left[(j-p) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (p-i) \right]^{m-2} \quad (25)$$

где $1 > p > 0$.

Если поверхность бревна по измеряемым размерам поперечников в узловых точках удовлетворительно аппроксимируется поверхностью параболоида вращения искомого m -го порядка, то на основании уравнения (16) должно выполняться следующее не вполне определенное равенство

$$\begin{aligned} & \frac{\left[(j-1) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (1-i) \right]^{m+1} - \left(j q_{ij}^{\frac{2}{m}} - i \right)^{m+1}}{(m+1) \left(1 - q_{ij}^{\frac{2}{m}} \right)} = \\ & = \frac{1}{2n} \left\{ \left(j q_{oj}^{\frac{2}{m}} - i \right)^m + \left[(j-1) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (1-i) \right]^m + \right. \\ & \quad \left. + 2 \sum_{k=\frac{1}{n}}^{\frac{n-1}{n}} \left[(j-k) q_{kj}^{\frac{2}{m}} + (k-i) \right]^m \right\} - \\ & \quad - \frac{m(m-1)}{12n^2} \left(1 - q_{ij}^{\frac{2}{m}} \right)^2 \left[(j-p) q_{ij}^{\frac{2}{m}} + (p-i) \right]^{m-2} \end{aligned} \quad (26)$$

при $1 > p > 0$.

В связи с тем, что функциональные зависимости между объемами, сбежистостью и формой не выражаются в элементарных функциях

$$m = \psi(V_m; r_j; L; q_{ij}), \quad (27)$$

то нахождение критерия формы обычными ручными методами вычислений представляет значительные трудности.

Эта задача может быть решена с применением средств электронной цифровой вычислительной техники методами приближенных вычислений и последовательных итераций.

Экспериментальные работы по составлению статистической характеристики производственных совокупностей пиловочных бревен заключаются в этом случае в замерах поперечников бревен r_k по относительным длинам $k = 0; \frac{1}{n}; \frac{2}{n}; \dots; i; \dots; k; \dots; j; \dots; \frac{n-1}{n}; 1$.

На электронной вычислительной машине вычисляют приближенное значение видового числа F_{mj} по формуле (17) при различных базовых размерах поперечников r_j для каждого отдельно взятого бревна. Это же видовое число вычисляют методом итераций по формуле (21) при различных экспериментальных значениях q_{ij} и m_{ij} , задаваемых с достаточно малым шагом в пределах от 0 до 3 (ориентировочно).

По полученным q_{ij} и m вычисляют точное значение видового числа f_{mj} по формуле (16). Ошибка определения видового числа f_{mj} по формуле (17) может быть вычислена по уравнению

$$R = F_{mj} - f_{mj}. \quad (28)$$

Если при подстановке значений R , q_{ij} и m , полученных из предшествующих этапов вычислений, относительная длина p в уравнении (26) будет находиться в пределах от 0 до 1, то все полученные показатели по этому бревну можно считать пригодными для составления статистической характеристики производственных совокупностей бревен. Показатели формы, сбежистости, видовых чисел и объемов по всем бревнам производственной совокупности обрабатывают по известным законам вариационной статистики.

Анализ алгоритма для расчетов статистической характеристики пиловочного сырья и поисковые экспериментальные исследования позволяют сделать весьма важные выводы. Так, например, установлено, что ошибки определения объемов бревен цилиндрической и параболической ($m = 1$) формы по интерполяционному многочлену, а также всеми известными в лесной таксации простыми и секционными методами [2] отсутствуют

$$R_{(m=0; 1)} = 0.$$

Ошибки определения объемов по интерполяционному многочлену у бревен конусной формы ($m = 2$) подсчитывают по формуле

$$R_{(m=2)} = \pi r_j^2 L \frac{\left(1 - q \frac{2}{ij}\right)^2}{6n^2(j-i)}. \quad (29)$$

Объемы бревен по простому методу срединных сечений $j = \frac{1}{2}$, вычисляемые по формуле

$$V_{(m=1; j=\frac{1}{2})} = \pi r_{1/2}^2 L, \quad (30)$$

дают точные результаты на бревнах параболической ($m = 1$) формы; величина объема зависит только от срединного диаметра и длины, но не зависит от сбежистости. Это объясняется тем, что сумма объемов двух секций бревен, симметричных относительно срединного сечения, всегда постоянна при $r_{\frac{1}{2}} = \text{const}$ и $L = \text{const}$ и не зависит от величины сбежистости.

Эта особенность простого метода срединных сечений позволяет предположить, что систематические и случайные ошибки в определении объемов по срединным сечениям обусловлены преимущественно систематическим и случайным отклонениями фактических форм бревен от параболидоальных.

Поэтому известное из ряда работ [2], [6], [10], [11], [17] среднеквадратическое отклонение относительных ошибок (в определении объемов бревен простым методом срединных сечений), возведенное во вторую степень, может быть принято при приближенных расчетах за дисперсию объема от вариации формы бревен. При допущении несвязанности варьирования формы с поперечниками бревен и опущенных корреляционных связях квадрат средней квадратической ошибки (в определении объемов по таблицам ГОСТа) может быть разложен на две составляющие — дисперсию вариации объемов от формы бревен σ_m^2 и дисперсию вариации объемов от сбежистости σ_q^2 , то есть

$$\sigma_j^2 = \sigma_m^2 + \sigma_q^2. \quad (31)$$

Для форм бревен $m > 1$ видовые числа F_m всегда больше единицы, для форм $m < 1$ — всегда меньше единицы.

В связи с простотой их получения видовые числа в ряде практических случаев могут быть использованы при автоматизации процесса сортировки бревен в качестве критерия для разделения бревен на вершинные, комлевые и срединные, что открывает возможности сортировки с учетом качества древесины пиловочных бревен по размерным признакам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. П. Аксенов. Теоретические основы раскря пиловочного сырья. Гослесбумиздат. М.—Л., 1960. [2]. Н. П. Анучин. Лесная таксация. Гослесбумиздат. М.—Л., 1960. [3]. Н. А. Батин. Влияние коэффициентов сбегов на объемный выход пиломатериалов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1958. [4]. И. С. Березин, Н. П. Жидков. Методы вычислений, т. I. Государственное изд-во физико-математической литературы, М., 1962. [5]. Г. Д. Власов. Методы расчета поставов. Гослесбумиздат, М.—Л., 1950. [6]. В. К. Захаров. Лесная таксация. Изд-во «Высшая школа». М., 1960. [7]. В. К. Захаров. Форма древесных стволов и методы ее исследований. Сборник научных трудов БЛТИ ГИНТЛ БССР, Минск, 1957. [8]. Крюденер. Удельные массовые таблицы. Вып. 1—10, СПб., 1908—1913. [9]. К. А. Кудрявцев. Величины среднего сбega и объема круглых лесоматериалов. Изд. Поволжского ЛТИ, Йошкар-Ола, 1962. [10]. А. С. Матвеев-Мотин. Выравнивание варьирования признака в статистических совокупностях и его значение в лесном деле. Труды ЦНИИМОДА, 1958. [11]. А. С. Матвеев-Мотин. Измерение и учет лесных материалов. Гослесбумиздат, М., 1963. [12]. С. А. Образцов. Сырье и основные принципы раскря в лесопилении. ГЛБИ, М., 1963. [13]. Г. Г. Титков. Закономерности сбega в сосновых и еловых бревнах. Научный отчет ЦНИИМОДА, Химки, 1951. [14]. Г. Г. Титков. Краткое руководство по составлению и расчету поставов. Гослесбумиздат, М.—Л., 1958. [15]. Е. Турольски, Е. Бухольц. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1964. [16]. А. Н. Яблоков, Ю. М. Варакин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1961. [17]. А. Н. Яблоков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1965. [18]. А. Н. Яблоков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965.

Поступила в редакцию
11 февраля 1966 г.

УДК 631.541 : 674.032.475.4

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

К ВОПРОСУ О СПОСОБАХ И СРОКАХ ПРИВИВОК ЧЕРЕНКОВ СОСНЫ, ЕЛИ И ЛИСТВЕННОЙ В СЕВЕРОТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЛЕСОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. А. ЕРШОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(ДальНИИЛХ)

Т. Д. БОЙЦОВА

Инженер

(Северная ЛОС)

Наши опыты в 1963—1964 гг. имели целью решить следующие вопросы: выбрать лучшие способы прививки; установить благоприятные сроки проведения прививок; изучить способы ухода за привитыми растениями; выявить местные особенности выполнения таких работ.

Для этого на подвойных участках сосны, ели и лиственницы в мае 1963 г. был поставлен опыт с двумя способами прививки (камбий на камбий и сердцевина на камбий) и двумя видами материала обвязки (хлопчатобумажные нитки и полиэтиленовая пленка). Всего было выполнено по 50 прививок каждого варианта.

Во втором опыте, для выявления лучших сроков, прививки делали ежедневно, с мая по август включительно. В каждый срок прививали 150 черенков сосны, ели и лиственницы способом камбий на камбий с обвязкой нитками. Черенки заготавливали в марте из верхней половины крон 80-летних плюсовых деревьев и хранили на леднике. До 15 июля применяли черенки зимней заготовки, а далее — взятые непосредственно перед прививкой. В ходе работы вели наблюдения за погодой. Данные о приживаемости в опыте с разными способами прививки и обвязки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Способы прививки	Приживаемость, %		
	сосна	ель	лиственница
Камбий на камбий	70	50	4
	40	86	4
Серцевина на камбий	38	60	14
	94	82	2

Примечание. В числителе — приживаемость при обвязке прививок хлопчатобумажными нитками; в знаменателе — полиэтиленовой пленкой.

Крайне низкая приживаемость прививок лиственницы объясняется тем, что в результате продолжительных заморозков в первой декаде июня 1963 г. (до -4°C) погибли побеги подвоев. Опыт 1963 г. с елью мы проводили под пологом редкого древо-стоя, где влияние заморозков было ослаблено, и получили сравнительно высокую приживаемость прививок. Вегетационный период 1964 г. заметно отличался от 1963 г., заморозков было мало, и температура не опускалась ниже -1°C . Повреждений

Таблица 2

Способ прививки	Приживаемость прививок лиственницы (%) в 1964 г. при обвязке	
	хлопчатобумажными нитками	полиэтиленовой пленкой
Камбий на камбий	72	76
Сердцевина на камбий	82	88

побегов лиственницы не наблюдалось. Поэтому при повторении в 1964 г. опыта с лиственницей результаты были значительно лучше (табл. 2).

К осени 1964 г. стали ясны результаты опыта по выявлению лучших сроков прививки для способа камбий на камбий. Так, майские прививки ели к концу следующего года сохранились в среднем на 22%, июньские на 41%, июльские на 33%; прививки II и III декад августа оказались полностью неудачными.

Наши опыты и наблюдения позволяют сделать следующие выводы, которые можно распространить на районы Архангельской области, находящиеся севернее 62° с. ш.

1. При проведении прививок сосны, ели и лиственницы в открытом грунте можно получить высокую приживаемость, однако весенние и летние заморозки могут так сильно повреждать подвой ели и лиственницы, что прививки в такие годы оказываются полностью неудачными. Большой вред при работе с елью приносит и ранневесеннее иссушение побегов.

2. Оба способа дают возможность получить высокую приживаемость прививок. В этом отношении они равноценны, но при способе камбий на камбий облегчается выполнение работы и экономятся черенки.

3. При обоих способах обвязки можно достичь высокой приживаемости прививок. Однако пленка выгоднее тем, что не требует соблюдения жестких сроков снятия обвязки. Ею можно пользоваться в течение 10—12 месяцев, поэтому ее удобнее применять при больших масштабах прививочных работ.

4. При использовании ниток обвязку нужно снимать через 50—55 дней после прививки. Этот срок может меняться в зависимости от погоды.

5. При обвязке полиэтиленовой пленкой посадку на шип и частичную обрезку кроны следует делать не позднее, чем через 45 дней с момента прививки, а при обвязке нитками не позднее, чем через 15 дней после ее снятия. Частичная обрезка кроны при этом заключается в удалении концов ветвей двух — трех верхних мутовок.

6. Осенью в год прививки или весной следующего года необходимо произвести вторичную обрезку кроны подвоя, чтобы стимулировать рост прививок. При этом подрезают концы ветвей на всей кроне подвоя.

7. Лучшее время для проведения прививок — май и июнь, но и в этот период следует избегать солнечных ветреных дней.

8. На подвоях, защищенных пологом лиственных от заморозков, привитые черенки растут медленно.

9. Сравнительно хороший рост отдельных экземпляров прививок сосны, ели и лиственницы указывает на возможность выращивания плантаций в условиях Севера.

Поступила в редакцию
8 января 1965 г.

УДК 634.0.232.31

ОПЫТ АНАЛИЗА ШИШЕК И СЕМЯН СОСНЫ ОДНОГО ДЕРЕВА

Е. П. ЗАБОРОВСКИЙ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Ленинградский НИИ лесного хозяйства)

Для выяснения зависимости между размером, весом семян и их посевным качеством в конце ноября 1961 г. мы собрали шишки в количестве 1661 шт. (табл. 1) со всех частей кроны одного и того же хорошо плодоносившего 60-летнего нормального дерева в редком древостое I—II классов бонитета (кислично-черничном типе леса) Сосновского лесхоза на Карельском перешейке, Ленинградской области. Форма апофиза шишки бугорчатая, семена темно-бурые.

Таблица 1

Длина шишки, см	Количество шишек		Общий вес сырых шишек, кг	Средний вес одной шишки, г	Общее количество семян, шт.	Общий вес семян, г	Выход семян, % от веса сырых шишек	Среднее количество семян в одной шишке
	абсолютное	%						
3,0	36	2,2	0,16	4,4	152	0,56	0,3	4,2
3,5	199	11,8	0,91	4,7	2570	11,46	1,2	13,1
4,0	356	21,6	1,99	5,6	6348	29,44	1,5	17,8
4,5	512	30,8	3,67	7,2	12142	63,66	1,7	23,7
5,0	420	25,3	4,62	11,0	12118	64,24	1,4	28,8
5,5	118	7,1	1,30	11,1	3742	23,76	1,8	31,7
6,0	20	1,2	0,26	13,0	802	5,60	2,1	40,1

Из шишек каждой категории длины отдельно были извлечены семена в электросушилке семенной лаборатории ЛенНИИЛХ при температуре 50—55°, а затем после обескряливания рассортированы по толщине на решетках с продолговатыми отверстиями 1,5 и 2,0 мм. При этом оказалось, что во всех шишках мелкие семена (<1,5 мм) составили 17,6%, средние (<2,0 мм) — 24,8% и крупные (>2,0 мм) — 57,6%.

По окончании проращивания (в каждом опыте 500 семян) и взрезывания непроросших семян были вычислены процент пустых, абсолютная всхожесть за 7 и 15 суток и средняя продолжительность (среднее время) прорастания в сутках как средневзвешенная из продолжительности прорастания отдельных семян (табл. 2).

Из данных опыта вытекает, что вес 1000 воздушно-сухих семян повышается с увеличением толщины семян и длины шишек. Так, вес 1000 воздушно-сухих семян разных классов толщины в шишках длиной 3,5 см варьирует от 4 до 4,8 г, длиной 5,5 см — в пределах 5,6—6,8 г; в шишках длиной 6 см он достигает 7,0 г. Длина шишек, вес и толщина не оказывают влияния на абсолютную всхожесть семян, практически она одинакова и близка к 100%. Наибольшая разница (4—8%) замечена у семян из мелких шишек 3,5 см; в остальных случаях она не превышает 2—3%. Средняя продолжительность прорастания у всех семян, независимо от их веса и толщины, одинакова; практически она составляет с незначительным округлением 3 суток.

Сортированные по классам толщины семена исследовали на силу роста для установления процента прорастания (по методике ГОСТ 5055—56). При этом мы получили очень высокий процент всходов 92—100% (табл. 3). Зависимость между появлением всходов (при глубине заделки семян 1 см) и толщиной семян отсутствовала.

В конце вегетационного периода все всходы были извлечены из песка и исследованы. При этом не было установлено какой-либо четкой зависимости между качеством всходов (их размерами и весом) и толщиной семян.

Таблица 2

Длина шишки, см	Толщина семян, мм	Число семян, % от общего количества семян класса толщины	Вес 000 воздушно-сухих семян, г	Число пустых семян, %	Всхожесть абсолютная		Средняя продолжительность прорастания, сутки
					за 7 суток	за 15 суток	
3,0	1,5	—	3,8	—	—	—	—
3,5	<1,5	27,9	4,2	21,7	94,6	96,6	3,3
	>2,0	24,7	4,4	5,5	90,1	92,1	3,2
4,0	<1,5	74,4	4,8	15,4	95,0	96,2	3,2
	>2,0	19,1	4,0	13,0	95,6	95,9	3,1
4,5	<1,5	26,1	4,7	15,4	90,8	93,6	3,3
	>2,0	54,8	4,7	17,8	97,8	97,8	3,1
5,0	<1,5	16,9	4,7	10,2	96,8	97,3	3,2
	>2,0	24,3	5,1	10,6	96,6	96,9	3,1
5,5	<1,5	58,8	5,4	12,0	98,4	98,6	3,1
	>2,0	11,0	5,6	10,0	95,3	95,5	3,1
6,0	<1,5	19,7	5,6	6,0	96,6	96,7	3,1
	>2,0	69,3	5,7	11,2	96,1	96,1	3,1
6,0	<1,5	25,5	5,8	7,0	94,6	95,1	3,1
	>2,0	38,3	6,4	4,6	97,1	97,3	3,1
6,0	<1,5	36,2	6,8	6,8	97,0	97,2	3,1
	>2,0	24,9	7,0	3,5	97,6	97,6	3,0
	<1,5	37,4					
	>2,0	37,7					

Таблица 3

Длина шишек, см	Толщина семян, мм	Дата появления первых всходов	Число здоровых всходов (% от числа посеянных семян) на сутки						
			5-е	7-е	10-е	15-е	20-е	25-е	30-е
3,0	>2,0	6.VI	0	0	36	100	100	100	100
3,5	<1,5	"	0	0	24	96	96	96	96
3,5	<2,0	7.VI	0	0	33	78	88	90	92
3,5	>2,0	"	0	0	36	88	92	96	100
4,0	<1,5	"	0	0	20	100	100	100	100
4,0	>2,0	6.VI	0	0	19	100	99	99	99
4,5	<1,5	"	0	6	50	96	96	96	96
4,5	>2,0	5.VI	0	7	45	96	96	96	96
5,0	>2,0	6.VI	0	0	22	96	96	96	96
5,0	<1,5	"	0	16	36	98	98	98	98
5,0	<2,0	5.VI	0	3	37	92	92	92	92
5,0	>2,0	"	0	5	45	94	94	94	94
5,5	<1,5	7.VI	0	0	20	92	92	92	92
5,5	<2,0	6.VI	0	0	30	95	98	98	98
5,5	>2,0	5.VI	0	1	16	92	96	96	96

Примечание. Подчеркнутыми цифрами показан максимальный процент всходов в сроки, когда дальнейшее их появление прекратилось.

В заключение можно сказать, что абсолютная всхожесть семян сосны, средняя продолжительность их прорастания, сила роста и качество всходов не зависят от веса и толщины семян, собранных со всей кроны дерева.

Поступила в редакцию
24 мая 1965 г.

УДК 634.0.232.44

О ВЛИЯНИИ СРОКА ПОСАДКИ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ КУЛЬТУР СОСНЫ И ЕЛИ *

Г. С. ТУТЫГИН

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

С увеличением объемов посадок леса на Севере важное значение приобретает изучение возможного периода их проведения.

В 1965 г. в Учебно-опытном лесхозе АЛТИ нами были заложены культуры сосны и ели в различные сроки весенне-летнего периода.

Лесокультурная площадь расположена в квартале I и представляет собой вырубку 1956 г., пройденную беглым пожаром в 1960 г. Бывший тип леса сосняк-черничник свежий. Почва сильноподзолистая легкосуглинистая на тяжелом карбонатном суглинке.

Двухлетние сеянцы сосны и ели высаживали под меч Колосова по одному в площадку. Размер площадок $0,5 \times 0,5$ м. В каждом варианте опыта было высажено по 300—500 сеянцев. Систематически проводили наблюдения за температурой и влажностью почвы.

Приживаемость культур различных сроков посадки на 25 октября 1965 г. представлена в табл. 1.

Таблица 1

Сроки посадки	Температура почвы на глубине 10 см в 13 час. °С	Влажность почвы на глубине 10 см, % от абс. сухого веса	Приживаемость сеянцев, %	
			сосны	ели
20/V	3,5	19,0	96,4	99,6
1/VI	6,5	20,9	99,8	100,0
15 VI	9,5	20,1	88,1	98,3
1/VII	14,5	16,5	22,3	94,6
15/VII	12,0	17,1	12,0	64,0
1/VIII	13,0	18,7	42,2	42,4
15/VIII	9,0	22,7	89,6	98,3

Из таблицы видно, что у культур сосны и ели в первые два срока отпад сеянцев был незначительным. После начала роста сеянцев (4 июня) приживаемость посадок сосны резко снижается. Например, у культур, посаженных в середине июля, погибло 88% растений. Значительный отпад при посадке сосны, тронувшейся в рост, наблюдали и другие авторы [1], [2].

В отличие от сосны, начавшие рост сеянцы ели оказались менее чувствительными к пересадке. Значительный отпад наблюдается только у посадок 15 июля и 1 августа. При посадке в середине августа, когда сосна и ель прекратили рост, приживаемость культур возрастает до 89,6—98,3%.

Наблюдения за опытными культурами будут продолжены.

* Работа выполнена под руководством кандидата сельскохозяйственных наук, доцента Ф. Б. Орлова.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Л. А. Ершов, А. С. Синников. Механизация лесовосстановительных работ в Архангельской области. Архангельск, 1964. [2]. В. И. Суворов. О влиянии срока посадки на приживаемость и рост культур сосны. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962.

Поступила в редакцию
28 марта 1966 г.

ЗА РУБЕЖОМ

ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ МИРА, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
И ВОСПРОИЗВОДСТВО*

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ VI МИРОВОГО ЛЕСНОГО КОНГРЕССА

И. С. МЕЛЕХОВ

Академик ВАСХНИЛ

Вице-президент Конгресса

Наибольшее внимание лесоводственным проблемам было уделено в комиссии по лесоводству и лесоуправлению. В эту комиссию представлено 90 докладов, из них 19 генеральных (в том числе, доклад автора по вопросам повышения продуктивности лесов) и 71 специальный. Заслушать все эти доклады полностью было невозможно. Поэтому, как и на заседаниях большей части других комиссий, был составлен резюмирующий обзорный доклад, с которым выступил доктор Метро. После этого другие участники делали краткие сообщения (3—5 мин. **).

Заметное внимание привлекли вопросы повышения продуктивности лесов. Рассмотрены основные тенденции в развитии лесоводства, его теоретическое и практическое направления. Отмечены успехи в развитии лесной типологии в восточно-европейских странах. Затронуты особенности лесоводства в девственных лесах.

Еще на V Конгрессе, в 1960 г., поднимался вопрос плантационного лесоводства. На VI Конгрессе вопросы создания промышленных плантаций с короткими оборотами рубки обсуждались и в экономическом и в лесоводственно-техническом аспектах. Плантации из быстрорастущих хвойных и лиственных пород в целях обеспечения сырьем промышленности, особенно целлюлозно-бумажной, вводятся в практику в некоторых районах США, Италии, Испании, Югославии и ряда других стран.

В докладе главного лесничего одной из компаний по производству целлюлозы на юге США подчеркивалась высокая экономическая эффективность посадок сосны с редким размещением. При выращивании балансов оптимальный возраст рубки в наиболее благоприятных условиях произрастания оказался 20 лет. Для посадки используется селекционный посадочный материал. Больше внимание обращается на агротехнику. По мнению американских лесоводов, в южных штатах плантации сосны с хозяйством на баланс представляют наиболее эффективный способ использования земельных угодий.

Путешествуя по лесам юга США в 1960 г., мы наблюдали посадки южных сосен (длиннохвойной, короткохвойной, лоблолли), дававших полноценный баланс в результате прореживаний в 20—25 лет и менее. Часть деревьев оставляется на корню до достижения размеров пиловочника. Сочетание удовлетворения потребностей в сырье двух отраслей промышленности — целлюлозно-бумажной и лесопильной — представляет народнохозяйственный интерес и для ряда районов нашей страны ***.

За последние годы высокую популярность в южных странах, в том числе в Испании, приобрела сосна *Pinus radiata* D. Don, в связи с ее исключительно быстрым ростом и большим экономическим эффектом (рис. 1). Она дает годичный прирост не

* Начало статьи см. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1966.

** Краткие деловые выступления, ограниченные во времени 3—5 мин., редко были, были вообще характерны для этого Конгресса.

*** И. С. Мелехов. Леса и лесное хозяйство США. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1 и № 3, 1961.



Рис. 1. Искусственное насаждение быстрорастущей сосны *Pinus radiata* D. Don. Возраст 20 лет, запас 360 м³. Провинция Сантандер.

Фото автора.

меньше 20—25 м³ на 1 га. В Испании мы видели деревья с длиной годичного побега 1—1,5 м и даже более. Естественный ареал этой феноменальной и малоизвестной в прошлом древесной породы невелик. Родина ее — небольшая территория на побережье Калифорнии. Ничем особенно примечательным там она не отличалась; ее затмевали секвойя и дугласия. *Pinus radiata* приобрела широкую популярность за пределами своей родины. В настоящее время площадь ее искусственных насаждений за рубежом во много раз превосходит площадь естественного ареала. В Испании посадки *Pinus radiata* занимают 175, в Чили — 200, в Австралии — 175, в Новой Зеландии — 230, в Южной Африке — 21 тыс. га. Опыты по интродукции этой сосны ведутся в Ирландии, Франции, Италии и некоторых других странах. Следовало бы, на наш взгляд, провести серьезную экспериментальную работу по испытанию этой заманчивой в экономическом отношении породы в наших черноморских субтропиках и в некоторых других местах. Трудности разведения ее в нашей стране могли бы вероятно быть преодолены применением вегетативного размножения (наряду с семенным), то есть путем прививок. *Pinus radiata* можно было бы прививать на *Pinus silvestris*. Опыты в этом направлении следовало бы поставить в более широком географическом диапазоне. По качеству древесины эта сосна хуже нашей. Судя по осмотренным торцам пней, в годичных слоях *Pinus radiata* ширина поздней части крайне незначительна, поэтому рассчитывать на высокие механические свойства древесины не приходится. Но это не должно ослабить интереса к экспериментам с этой породой, учитывая возможности использования ее в целлюлозно-бумажном и других производствах.

Промышленное значение в Испании приобрел также эвкалипт *Eucalyptus globulus* Labill. и в меньшей степени *Eucalyptus rostrata* Schl., дающий годичный прирост 17—20 м³ (максимальный 34,7 м³, минимальный — 7 м³ на 1 га).

В лесном хозяйстве ряда стран за последние годы наметился большой перелом во взглядах на возможность применения удобрений. На Конгрессе этому вопросу было посвящено несколько докладов и выступлений. Имеется положительный опыт в Швеции, Финляндии, США, Испании и ряде других стран. Как показали исследования в Финляндии и некоторых других странах, большой эффект удобрения дают в сочетании с лесосушительной мелиорацией. В настоящее время в странах Северной Европы заметное внимание уделяется внесению удобрений в сформировавшиеся насаждения за несколько лет до рубки в целях повышения их прироста.

Много внимания на Конгрессе было уделено рубкам, особенно рубкам ухода, вопросам лесозащиты, а также методам учета лесов, использованию математических машин в научно-исследовательской и практической работе.

Значительное место на пленарных сессиях и в специальных комиссиях занимали темы дальнейшего технического прогресса в области лесозаготовок и лесотранспорта, химической и механо-химической переработки древесины. Лесных специалистов многих стран интересуют вопросы рационального использования маломерной и лиственной древесины. В некоторых странах (мы имели возможность видеть это в Испании) выявилась практическая возможность применения лиственных пород в целлюлозно-бумажном производстве при том же оборудовании, что и для хвойных. Породы чередуются по потокам, для которых устанавливаются соответствующие режимы варки. Этот опыт заслуживает специального рассмотрения наших компетентных организаций, ведущих целлюлозно-бумажным производством.

В ряде докладов и выступлений на Конгрессе, а также при обсуждении в кулуарах, выявилось стремление к взаимопомощи лесного хозяйства и лесоэксплуатации. Специалисты по лесозаготовкам единодушно высказывались за применение высокопроходимых колесных тягачей.

Использование коры является большой проблемой, особенно в экономически развитых странах. Необходимость ее решения подчеркивалась на Конгрессе.

• Конгресс уделил большое внимание проблемам лесного хозяйства, лесной промышленности и лесного образования развивающихся стран. Представители латиноамериканских стран, Африки и Юго-Восточной Азии в своих выступлениях подчеркивали недостаточность экономической и технической помощи, оказываемой их странам, адресуя свои претензии прежде всего к США, а также и к ФАО.

Члены советской делегации участвовали в работе всех пленарных сессий и технических комиссий. Ими было сделано 22 доклада, сообщения и выступления, в том числе 7 докладов на английском и 2 доклада на французском языках. Советская делегация внесла ряд предложений по основным разделам программы Конгресса, которые были с пониманием приняты.

На заключительном заседании руководитель советской делегации предложил провести следующий, VII Мировой лесной конгресс в Советском Союзе.

Делегации Аргентины и Чили выразили желание созвать VII Конгресс в их странах. Окончательное решение будет вынесено позднее соответствующими компетентными органами.

Все три наши кинофильма, представленные на кинофестиваль Конгресса, были отмечены наградами (большой приз и две бронзовые медали).

После Конгресса наша делегация совершила поездку по стране в целях ознакомления с лесами и лесным хозяйством, разделившись на две группы. Одна посетила север Испании, другая — северо-восток (район Пиринеев).

Лесные земли в Испании составляют 26,8 млн. га, но из них 11,8 млн. га находятся под кустарниками и считаются необлесенными. Собственно леса занимают около 15 млн. га, они являются продуктивными и хозяйственно освоенными. Продуктивность лесов неодинакова. Запас на 1 га в спелом возрасте колеблется от нескольких десятков кубометров (оборот рубки свыше 100 лет) до 500 кубометров и более в 15—30 лет (некоторые экзоты на плантациях).

Около одной трети площади лесов занимают хвойные. Из местных хвойных пород можно назвать пинию (*Pinus pinea* L.), которая в хозяйственном отношении хотя и не играет первостепенной роли, но является характерным для Испании (как и для некоторых других присредиземноморских стран) деревом, украшающим ландшафт. Не случайно пиния нашла отражение в эмблеме VI Конгресса. Кроме пинии, естественно произрастают *Pinus pinaster* Sol., *Pinus halepensis* Mill., *Pinus silvestris* L. и ряд других сосен, а также пихты и можжевельник.

Из лиственных пород наибольшую площадь занимает дуб *Quercus ilex* L., произрастает *Quercus pedunculata* L., а также бук, каштан и др.

Внешний вид деревьев некоторых древесных пород, например, *Pinus pinaster*, не привлекает лесовода, это — себистые искривленные, согнутые стволы. Однако пониженные качества древесины компенсируются высокой смолопродуктивностью.



Рис. 2. Плантация ели обыкновенной (*Picea excelsa* Link.). Посадка 1928 г. Провинция Вискайя.

Фото автора.



Рис. 3. Группа советских и других участников Конгресса у монумента в честь лесоводов мира.

Фото П. В. Васильева.

В провинции Сеговия мы видели высокоразвитый промысел подсочки этой сосны. С одного дерева за сезон получают 4 кг живицы.

В Испании, несмотря на низкий уровень механизации, лесовосстановительные работы ведутся в больших масштабах. За последний период ежегодно засаживается лесом площадь 150—170 тыс. га. В провинции Сеговия, отличающейся малым количеством осадков (380 мм при отсутствии их в течение трех летних месяцев) и бедными песчаными почвами, в настоящее время разводят сосну с применением удобрений. Вносят азот, фосфор и калий. В результате этого бесплодные пески обогащаются гумусом, улучшается микробиологическая жизнь почвы, создаются условия для сохранения влаги. Все это сказывается положительно на естественном возобновлении и на росте культур сосны.



Рис. 4 Пожарная вышка (высота 20 м).
Провинция Сантандер.

Фото автора.

Наша делегация осмотрела лесные хозяйства и лесопромышленные предприятия в Сорин, Сантандере, Вискайе и др. Северные приморские провинции, например, Сантандер, отличаются большим количеством осадков (1200 мм и более) и устойчивым теплом (средняя температура $+15^{\circ}\text{C}$). Там испанские лесоводы успешно развивают плантационное лесоводство с применением быстрорастущих экзотов. Но несмотря на большие успехи, своего сырья для полного обеспечения целлюлозно-бумажного производства не хватает, и заметная часть древесины (ель, пихта) поступает из Канады.

В провинции Вискайя мы осмотрели экспериментальные насаждения, созданные из интродуцированных пород — ели обыкновенной (рис. 2), ситкинской, дугласии, можжевельника и др., а также воздвигнутый по случаю VI Конгресса монумент в честь лесоводов мира (рис. 3).



Рис. 5. Плакат по охране леса от пожара.

Фото автора.

Охрана лесов от пожаров в Испании осуществляется преимущественно наземными средствами. Большую роль играют пожарные вышки (рис. 4). Противопожарные аншлаги стандартизованы, даются в виде единой эмблемы (рис. 5), что весьма целесообразно.

По возвращении с Конгресса советская делегация внесла ряд предложений.

1. В перспективных планах развития лесной промышленности и лесного хозяйства необходимо учитывать складывающиеся мировые тенденции в изменении структуры потребления древесины, особенно резкое опережение в экономически развитых странах химической и химико-механической переработки и развитие новых производств в целях полного комплексного использования лесного сырья.

Назрела срочная необходимость более полной переработки лиственной и маломерной древесины, а также промышленных древесных и лесосечных отходов.

2. Все более важное значение приобретает проблема повышения продуктивности лесов. С решением ее связано осуществление органического сочетания промышленного использования древесины, а также возобновления и разведения леса.

3. Необходимо учесть зарубежный опыт финансирования лесохозяйственных мероприятий за счет доходов лесного хозяйства и отчислений от прибылей, получаемых промышленными предприятиями, работающими на лесном сырье.

4. Расширить исследовательские работы и экспериментальную проверку по применению различных видов удобрений в лесном хозяйстве.

5. Развернуть опыты по созданию и эксплуатации промышленных плантаций из экономически перспективных (для данного района), в том числе интродуцируемых, древесных пород.

6. Заслуживают большого внимания мероприятия по улучшению земельной территории путем рационального размещения лесов в целях улучшения почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

7. Необходимо расширение дорожной сети в лесах как важное условие интенсификации лесного хозяйства и технического прогресса в лесозаготовительной промышленности.

8. В практике борьбы с лесными пожарами следует расширить использование бомбегрузных самолетов (прежде всего, с зачерпывающим устройством) и вертолетов, а также систем пожарно-химических станций, наблюдательных вышек и инфракрасной техники. Необходимо унифицировать систему противопожарных аншлагов.

9. Рекомендовать соответствующим управлениям и предприятиям Министерства лесной промышленности СССР изучить и использовать практику попеременной варки целлюлозы из хвойной и лиственной древесины на одном и том же оборудовании.

Делегация внесла и ряд других предложений.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

В ПОВОЛЖСКОМ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

С 27 по 29 января 1966 г. в Поволжском лесотехническом институте прѣходила традиционная встреча с бывшими выпускниками, окончившими очно и заочно лесохозяйственный факультет.

Во встрече принимали участие более 120 человек, прибывших из Марийской, Чувашской, Татарской, Удмуртской, Коми республик и из Горьковской, Кировской, Ульяновской, Пензенской и Семипалатинской областей.

Цель этой встречи — ознакомить участников с новейшими достижениями науки и техники в области лесного хозяйства, получить от выпускников предложения по улучшению подготовки специалистов и обсудить вопросы расширения связи науки с производством.

В первые два дня были обсуждены вопросы современного состояния лесобихологической науки и ее задачи в области повышения продуктивности лесов, вопросы подготовки кадров для лесного хозяйства и перспектив развития института. С большим вниманием были заслу-

шаны доклады заслуженного лесоведа Удмуртской АССР Л. А. Истомина «О научных основах ведения лесного хозяйства», старшего научного сотрудника Татарской ЛОС Н. В. Напалкова «О биологических и экологических особенностях тополей, перспективных для лесного хозяйства и зеленого строительства», а также выступления министра лесного хозяйства Марийской АССР Б. И. Тресцова, директора Канашского лесхоза А. А. Сафоновой и других.

В последний день встречи специалисты совершили поездку по городу и в дендрологический сад института.

Встреча прошла в деловой обстановке. Многие выпускники внесли ценные предложения по улучшению подготовки специалистов для лесного хозяйства, в частности, предлагалось усилить подготовку студентов в области экономических знаний, планирования и бухгалтерского учета, механизации лесохозяйственных работ.

И. С. Аверкиев.

Профессор.

(Поволжский лесотехнический институт).

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Члену редакционной коллегии „Лесного журнала“ профессору Ленинградской лесотехнической академии, доктору технических наук А. Н. Песоцкому присвоено звание Почетного доктора Дрезденского технического университета.

Редакция журнала от имени редакционной коллегии и читателей горячо поздравляет глубокоуважаемого Александра Николаевича с этим высоким званием.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

К ИСТОРИИ ЛЕСНОГО ОПЫТНОГО ДЕЛА НА СЕВЕРЕ

В 1965 г. исполнилось 55 лет с того момента, когда в районе станции Обозерской возник первый центр лесной науки в архангельской тайге — Северное лесное опытное лесничество. Оно было организовано по инициативе известных русских лесоводов М. М. Орлова и А. И. Тарашкевича.

Работа лесничества и возникших на его базе научных организаций неразрывно связана с плодотворной деятельностью С. В. Алексеева (1910—1957 гг.), его ближайшего соратника А. А. Молчанова, а также научных сотрудников И. М. Стратоновича, С. К. Лебедева, Л. А. Ершова и других.

Исследования с самого начала были поставлены на строго научную основу и отвечали насущным потребностям лесного хозяйства таежной зоны.

Опытное лесничество явилось пионером в развитии лесокультурного дела на Севере. Здесь в 1912 г. был заложен лесной питомник. А в 1928 г. были проведены посевы сосны и лиственницы на площади большой гары 1927 г. из-под сосняка-брусничника.

Запросы развивающейся лесной промышленности выдвинули на первый план исследование различных систем рубок. Стационарный опыт изучения выборочных рубок в борах-зеленомошниках, проведенный на протяжении ряда лет и обобщенный в монографии С. В. Алексеева и А. А. Молчанова (1954 г.), всеми лесоводами признан классическим.

В 1931 г. на базе лесничества организуется опытная группа треста «Севтранлес». С этого времени круг изучаемых вопросов значительно расширяется. Так, в 1934 г. по заданию трестов «Севтранлес» и «Севлес» совместно со специалистами предприятия.



Рис. 1. Северная лесная опытная станция.

было проведено исследование очистки лесосек в Каргопольском леспромхозе, Плесецком и Объячевском лесотранхозах. Много внимания уделяется вопросам естественного возобновления на вырубках и гарях, плодоношению главнейших древесных пород (сосны, ели и лиственницы), лесным пожарам, мерам борьбы с ними и другим лесохозяйственным мероприятиям.

В 1948 г. была создана Северная лесная опытная станция, подчиненная ЛенНИИЛХу. Она в основном занималась изучением восстановления лесов в северо-таежной зоне. Сюда относятся: обобщение научного и производственного опыта по естественному и искусственному возобновлению лесов; мероприятия по созданию лесосеменных участков сосны, ели и лиственницы; способы и сроки прививки сосны, ели и лиственницы при закладке лесосеменных плантаций; методы механизированной подготовки почвы для лесных культур.

Станция проводит начатые еще в 1910 г. фенологические наблюдения за жизнью деревьев, кустарников и травянистых растений, широко использующиеся в научной лесоводственной литературе.

С мая 1965 г. Северная лесная опытная станция передана Архангельскому институту леса и лесохимии. На ближайшие годы в более значительном объеме планируются работы по созданию семенных плантаций путем прививок с плюсовых деревьев. Расширятся стационарные фенологические наблюдения. На избыточно-увлажненных почвах будут проводиться экспериментальные лесные культуры.

Такова самая краткая история первого очага лесной науки на Европейском Севере нашей страны. Она показывает, что всякий исследователь северных лесов обязан использовать опыт, накопленный лесничеством — станцией за десятилетия ее существования. Было бы желательно собрать более подробные материалы по этому вопросу и издать их в виде небольшой книги, которая несомненно принесла бы значительную пользу научным и практическим кадрам северных лесоводов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ СОТРУДНИКАМИ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

- [1]. С. В. Алексеев. Обзор погоды по Северному опытному лесничеству за 1911. «Труды по лесному опытному делу», вып. 39, СПб., 1912. [2]. С. В. Алексеев. Обзор погоды по Северному опытному лесничеству за 1914 г. «Труды по лесному опытному делу», вып. 56, СПб., 1915. [3]. С. В. Алексеев. Точность учета площадей и числа стволов в лесах Севера при разных методах таксации. «Труды по лесному опытному делу», вып. 5—6, Л., 1928. [4]. С. В. Алексеев. Выход шпал из здорового и фаутного леса. «Труды по лесному опытному делу», вып. V, М., 1929. [5]. С. В. Алексеев. К вопросу о плодоношении и искусственном возобновлении лесов Севера. Северное крайное изд-во, 1932. [6]. С. В. Алексеев, А. А. Молчанов. Очистка лесосек от порубочных остатков в условиях Северного края. Архангельск, 1935. [7]. С. В. Алексеев. Очистку лесосек производить в процессе заготовок. «Лесоруб и сплавщик» № 3, 1935. [8]. С. В. Алексеев, А. А. Молчанов. Очистка лесосек в практике северного лесного хозяйства. «Севтранлес», Вологда, 1937. [9]. С. В. Алексеев, А. А. Молчанов. Плодоношение сибирской лиственницы в условиях Севера. «Советский Север» № 8, Архангельск, 1938. [10]. С. В. Алексеев, А. А. Молчанов. Плодоношение сосновых и еловых насаждений на Севере. «Лесное хозяйство» № 2, 1938. [11]. С. В. Алексеев, А. А. Молчанов. Сплошные рубки на Севере. «Севтранлес», Вологда, 1938. [12]. С. В. Алексеев, А. А. Молчанов. Влияние разных способов очистки лесосек на лесовозобновление в сосняках-зеленомошниках Архангельской области. «Лесное хозяйство» № 7, 1940. [13]. С. В. Алексеев, А. А. Молчанов. Подневольно-выборочные рубки Севера, 1941. [14]. С. В. Алексеев. Рубки в лесах Севера. Гослесбуиздат, М., 1948. [15]. С. В. Алексеев, А. П. Жулинский. Оставление семенных куртин при трелевке леса лебедкой ТЛ-3. «Лесное хозяйство» № 12, 1952. [16]. С. В. Алексеев. К проблеме лесных культур в условиях Севера. Сб. «Некоторые вопросы ведения лесного хозяйства на Севере», Архангельск, 1953. [17]. С. В. Алексеев, А. А. Молчанов. Выборочные рубки в лесах Севера. Изд-во АН СССР, М., 1954. [18]. С. В. Алексеев. Некоторые результаты выращивания сосны гнездовым способом. Сб. «Возобновление леса при концентрированных рубках на Севере», Архангельск, 1954. [19]. С. В. Алексеев. Опыт засева сосны и ели. Сб. «О восстановлении леса на вырубках Архангельской области». Архангельск, 1957. [20]. В. И. Борисов. Полндревесность ельников Архангельской области. «Лесное хозяйство» № 9, 1965. [21]. В. М. Веснин, Л. А. Ершов, Ю. А. Орфанитский. Памятник природы на Севере, «Лесное хозяйство» № 12, 1963. [22]. Л. А. Ершов. К вопросу о густоте посадок лесных культур. «Лесное хозяйство» № 11, 1958. [23]. Л. А. Ершов. К вопросу о сроках посева семян сосны. «Лесной журнал» № 5, 1959. [24]. Л. А. Ершов. Опыт внедрения механизированной обработки почвы под лесные культуры на избыточно-увлажненных вырубках. Бюллетень ЛенНИИЛХа № 7, 1959. [25]. Л. А. Ершов. Некоторые результаты посевов и

посадки на участке, обработанном плугом-канавокопателем ЛКА-2. Сборник научно-технической информации ЛенНИИЛХа, вып. 2, Л., 1961. [26]. Л. А. Ершов. К вопросу о сроках посева семян сосны и ели. «Лесной журнал» № 4, 1963. [27]. Л. А. Ершов, А. С. Синников. Механизация лесовосстановительных работ в Архангельской области. Северо-Западное книжное изд-во, Архангельск, 1964. [28]. Л. А. Ершов. Некоторые особенности закладки лесных культур с применением тракторных плугов в северной и средней подзонах Архангельской области. Сб. «Некоторые вопросы развития лесного хозяйства таежной зоны», Северо-Западное книжное изд-во, Архангельск, 1964. [29]. Л. А. Ершов. Закладка питомников и выращивание посадочного материала в условиях Архангельской области. [30]. С. К. Лебедев. К вопросу о подготовке специалистов для северного лесного хозяйства. «Большевикская мысль» № 4, 1929. [31]. С. К. Лебедев. Метеорологическая характеристика лесозаготовительных сезонов 1928/29 гг. в железнодорожных районах Архангельской области. «Хозяйство Севера» № 7—8 и 9—10, 1930. [32]. С. К. Лебедев. Разделка древесного ствола на круглые сортименты в экспортной зоне северных лесов. Севкрайгиз, Архангельск, 1931. [33]. А. А. Молчанов. Повреждение насаждений и убытки от лесных пожаров. «Лесная индустрия» № 4, 1934. [34]. А. А. Молчанов. Естественное возобновление на гарях. «Лесное хозяйство и лесозаготовка» № 7 и 8, 1934. [35]. А. А. Молчанов. Естественное возобновление концентрированных лесосек в условиях Севера, 1938. [36]. А. А. Молчанов. Лесные пожары и их влияние на лес. (Диссертация на степень кандидата сельскохозяйственных наук), 1938. [37]. А. А. Молчанов. Естественное возобновление на площадях концентрированных рубок. «Лесное хозяйство» № 10, 1939. [38]. А. А. Молчанов. Скорость распространения лесных пожаров в зависимости от метеорологических условий и характера древостоев. «Лесное хозяйство» № 6, 1940. [39]. А. А. Молчанов. Естественное возобновление концентрированных вырубок. В сб. А. А. Молчанова и А. П. Шиманюка «Восстановительные процессы на концентрированных лесосеках». Изд. АН СССР, М., 1949. [40]. А. А. Молчанов. Плодоношение ели в связи с типами. Бюллетень МЛТИ, 1950. [41]. А. А. Молчанов, И. Ф. Преображенский. Леса и лесное хозяйство Архангельской области. Изд. АН СССР, М., 1957. [42]. А. А. Молчанов. Сроки годности отпада, образовавшегося после пожара и ветровала в условиях Севера. Труды Института леса АН СССР. Изд. АН СССР, т. IX, 1953. [43]. А. А. Молчанов. Влияние лесных пожаров на древесной. Труды Института леса АН СССР. Изд. АН СССР, т. XVI, 1954. [44]. А. А. Молчанов. Круговорот органического вещества в процессе роста сосняка-черничника. Сообщения Лаборатории лесоведения, вып. 5, Изд. АН СССР, 1961. [45]. И. М. Стратанович. Подневно-выборочные рубки в борах зеленомошниках б. Северного опытного лесничества. Севкрайиздат, Архангельск, 1932. [46]. И. М. Стратанович. Выборочные рубки при различных отпускных размерах. Севкрайгиз, Архангельск, 1933. [47]. Е. И. Шалагай. Устойчивость сосновых семенников в условиях Обозерского лесхоза Архангельской области. Сборник статей по лесному хозяйству, Архангельск, 1958.

В. И. Кашин.

Младший научный сотрудник
(Архангельский институт леса
и лесохимии).

П. И. Войчаль.

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук
(Архангельский лесотехнический
институт).

ЦЕННОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

Очень своевременно вышло из печати переработанное и дополненное руководство и учебное пособие по проектированию лесопильно-деревообрабатывающих предприятий*. В книге взаимно увязаны и поставлены перед проектировщиками вопросы комплексного использования сырья, механизации и автоматизации производственных процессов, снижения себестоимости выпуска продукции. Введен новый термин в деревообработке «использование вторичного сырья», а не отходов.

Автор книги предлагает не только рациональную механическую, но и химическую обработку (в основном, вторичного сырья), что позволит довести использование древесины до 90—92% от объема сырья (без усушки и распыла). Книга ориентирует проектировщиков на рациональное планирование технологических процессов на основе новейшей механизации и автоматизации.

В книге приведены подробные расче-

ты, необходимые при проектировании технологических процессов лесопильных, строгальных, сушильных, деревообрабатывающих, нетехнологических цехов и цехов по использованию вторичного сырья, складов, рейдовых и транспортных устройств; шире, чем в первом издании, освещаются вопросы комплексной механизации складских работ и сортировочных устройств. В этом издании автор обобщил результаты исследований и большой производственный опыт.

Следует отметить, что в учебном пособии не предусмотрено приближение лесопильных, раскройных и других цехов непосредственно к местам лесозаготовок, которое обеспечило бы черновыми заготовками мебельные производства, находящиеся в городах и районных центрах. А это, на наш взгляд, следует учитывать при проектировании деревоперерабатывающих предприятий.

Книга «Проектирование лесопильно-деревообрабатывающих предприятий» является ценным учебным пособием для студентов лесотехнической специальности. Ее следует также рекомендовать инженерно-техническому персоналу.

Ф. Т. Тюриков.

Доцент.

(Сибирский технологический институт).

* А. Н. Песоцкий. Проектирование лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. Изд. 2-е, переработанное и дополненное, изд-во «Лесная промышленность», М., 1966.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

А. П. Сляднев. Особенности деревьев разных классов по уровню и энергии обмена веществ	3
П. А. Положенцев. К оздоровлению Пицундской роши	9
Ю. А. Злобин, Н. П. Грошева. Действие пониженных температур на прорастающие семена ели обыкновенной	13
В. В. Антанайтис. Определение текущего прироста совокупности насаждений	18
В. И. Сухих. Динамика таксационных и дешифровочных показателей сосновых насаждений типа леса сосняк майниково-брусничного бассейна р. Ветлуги	22
А. И. Скавыш. О влиянии березы на рост и продуктивность ели в культурах	28
В. И. Борисов. К вопросу о форме стволов ели в зависимости от полноты	32
А. А. Шабаров. Рост дуба на серых лесных почвах в почвозащитных насаждениях Черного леса	35
Г. И. Редько. Опыт использования тополя как сопутствующей породы при выращивании дубово-сосновых культур на Украине	38
В. Г. Ярошевич. Определение боковой поверхности древесных стволов и суммы боковых поверхностей стволов в лесонасаждениях	41
З. Н. Братоева, Т. Ф. Мартынихина. Зависимость средних классов толщины бревен от разрядов высоты и ступеней толщины древостоев	44

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Г. А. Калинин. Воздействие на путь сцены ЦНИИМЭ-ДВЗ при входе в стрелочный перевод	48
Ю. Л. Ковалев, Ш. М. Гохман. Определение вертикальных ускорений рамы трактора ТДТ-60 при движении по неровному пути	54
А. А. Дебердеев. К вопросу о центре тяжести и моменте инерции дерева	60
А. П. Мазуренко. О качестве укладки бревен в накопителе	67
В. П. Ермольев. Анализ явления расщепления комлевой части деревьев при повале	73
А. М. Жигалов. Влияние гидравлических амортизаторов на плавность хода автолесовоза Т-80	78

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Л. В. Пахнурова. Технологические схемы и производительность оборудования для контурной обработки щитов	87
М. П. Гореньков. Метод определения пористости лакокрасочных пленок, нанесенных на древесину	93
Л. И. Кондратов. Определение модуля упругости древесины методом колебаний	97
Ф. Т. Тюриков. Распределение всех сучков в деловой части хлыста корейского кедра	100
В. Н. Бильтриков. Технология изготовления и оптико-механические свойства материала покрытия для исследования средних пластических деформаций	102
Н. М. Тарасов, М. М. Подлесных. Износостойкость деталей машин из прессованной древесины	105

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Е. В. Ушкова, С. Я. Коротов. Кинетика экстракции смолистых веществ из волокнистой массы, полученной размолом пневого осмолы	109
Ю. С. Пилипчук, Р. Э. Пен, А. В. Финкельштейн, И. Л. Шапиро. Изучение лигнина методом инфракрасной спектроскопии. Кето-енольная таутомерия	116
Г. Ф. Потуткин, Л. В. Ширяева. Изменения древесины при различных температурных условиях прессования древесностружечных плит	119
И. М. Боховкин, В. Ф. Чесноков. Физико-химический анализ тройной системы карбамид—м-крезол—о-крезол	122
Ю. А. Гугнин. К вопросу о восстановительных реакциях при сульфатной варке	127
М. Я. Зарубин. О механизме действия кислот и щелочей на лигнин. Сообщение 1. Действие кислот и щелочей на модели лигнина, содержащие α -бензильно-спиртовые и α -бензильно-эфирные группы	130
Н. В. Чалов, А. Е. Лещук. Непрерывный гидролиз полисахаридов растительной ткани 46—48%-ной кислотой. Сообщение 3. Поглощение хлористого водорода влажной древесиной	139

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

А. М. Киляков. Импульсный суммирующий автокубатурник для продольных потоков древесины	144
А. Н. Яблоков. Новая методика исследований статистической характеристики пиловочного сырья	151

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Л. А. Ершов. К вопросу о способах и сроках прививок черенков сосны, ели и лиственницы в северотаежной зоне лесов Архангельской области	160
Е. П. Заборовский. Опыт анализа шишек и семян сосны одного дерева	162
Г. С. Тутыгин. О влиянии срока посадки на приживаемость культур сосны и ели	164

ЗА РУБЕЖОМ

И. С. Мелехов. Лесные ресурсы мира, их использование и воспроизводство. Некоторые итоги VI Мирового лесного конгресса	165
---	-----

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

И. С. Аверкиев. В Поволжском лесотехническом институте	171
--	-----

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В. И. Кашин, П. И. Войчалъ. К истории лесного опытного дела на Севере	172
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Ф. Т. Тюрников. Ценное пособие для проектировщиков	175
--	-----

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ «ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6 (Год издания девятый)

Сдан в набор 21/X.66 г. Подписан к печати 19/XII.66 г. Форм. бум. 70x108¹/₄. Печ. л. 15,4
+ 4 вклейки.
Физмат. л. 11. Уч.-изд. л. 14,9. Тираж 1600. Сл 00162. Заказ 2256. Цена 1 руб.

Типография им. Сталина, г. Архангельск, Набережная В. И. Левина, 66.

Таблица 1

№ проб-ных площа-дей	Тип лесо-расти-тельных условий	Схема смешения	Состав	Возраст, лет	Средние		Количество деревьев, шт./га	Сумма площадей сечения, м ² /га	Запас древесины, м ³ /га	
					диаметр, см	высота, м				
1	B ₂	С-С-С-С	10С	20	8,1	9,6	4590	23,65	160	
2	B ₂	С-С-С-С-С-Т-Д-Д-Д-Д-Т С-С-С-С-С-Т-Д-Д-Д-Д-Т С-С-С-С-С-Т-Д-Д-Д-Д-Т	6С2Т2Бз	21	9,4	11,8	3563	23,85	168	
			10Д	21	2,5	3,3	2845	1,38	5	
			Итого	—	—	—	6408	25,23	173	
			В том числе							
			Сосна	21	9,5	12,1	2038	14,27	114	
Тополь	21	9,3	11,6	577	3,90	26				
Береза	21	8,7	11,0	948	5,68	23				
3	B ₂	С-С-Т-Д-Т С-С-Т-Д-Т С-С-Т-Д-Т	8С2Т	20	9,0	9,6	3737	21,12	117	
			8Ак. б 2Д	3-4/20	3,1	2,0	3158	2,11	6,0	
			Итого	—	—	—	6895	23,23	123	
			В том числе							
			Сосна	20	9,7	10,2	2212	16,32	92	
			Тополь	20	6,3	8,2	1525	4,80	25,0	
Поросль Ак.б	3-4	3,4	2,5	1896	1,69	5,0				
Дуб	20	2,1	1,9	1262	0,42	1,0				
4	B ₃	С-С-С-С	10С	20	9,8	11,7	3715	28,02	225	
5	B ₃	С-С-С-С-С-Т-Д-Д-Д-Д-Т С-С-С-С-С-Т-Д-Д-Д-Д-Т С-С-С-С-С-Т-Д-Д-Д-Д-Т	10Т	20	18,6	15,2	427	11,55	82	
			9С1Бз	21	8,9	11,2	1074	6,70	49	
			10Д	21	2,3	3,5	1759	0,72	3	
			Итого	—	—	—	3260	18,97	134	
6	B ₃	С-С-Т-Д-Т С-С-Т-Д-Т С-С-Т-Д-Т	10Т	20	10,8	13,4	1037	9,44	124	
			9С1Бз	20	8,6	10,6	1653	9,52	67	
			10Д, ел. Ак.б	20	2,3	5,1	1421	0,61	5	
			Итого	—	—	—	4111	19,57	196	
			В том числе							
Сосна	20	8,6	9,9	1421	8,30	59				
7	BC ₃	С-С-Т-Д-Т С-С-Т-Д-Т С-С-Т-Д-Т	10Т+Бз	20	14,3	13,4	1581	22,05	166	
			10С	20	7,3	9,4	900	3,80	32	
			10Д	20	2,3	3,9	1328	0,56	2	
			Итого	—	—	—	3809	26,41	200	
8	С ₃	С-С-С-С-С-С-Т-Т-Т С-С-С-С-С-С-Т-Т-Т С-С-С-С-С-С-Т-Т-Т	10Т	10	8,2	8,3	1155	6,15	37	
			10С	10	4,8	4,2	3986	7,32	23	
			Итого	—	—	—	5141	13,47	50	
9	С ₃	С-С-Оск С-С-Оск	10 Оск	23	24,7	22,7	782	37,44	426	

Примечание. На пробе №9 сосна полностью выпала к 15—16-летнему возрасту культур. Береза бородавчатая (*Betula verrucosa* Ehrh.) и акация белая (*Robinia pseudoacacia* L.) на пробных площадях появились от налета семян и заноса их птицами из смежных стен леса.

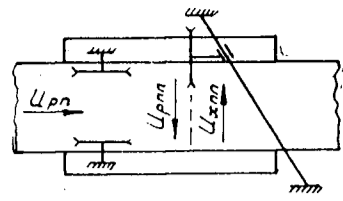
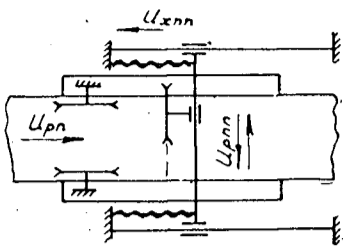
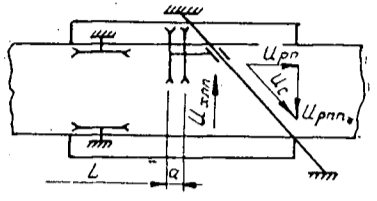
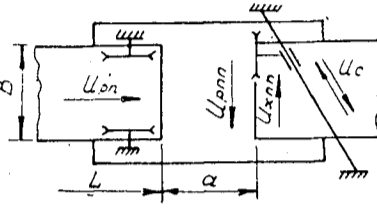
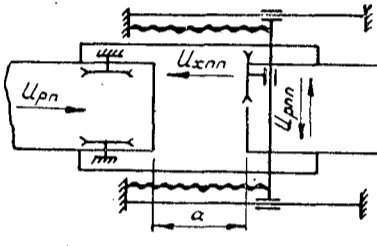
Схема обработки	№ п/п.	Оборудование	Принципиальная схема оборудования	Вид механизма подачи		Производительность оборудования Q_p , шт./час	Коэффициент оценки производительности K_i
				продольного	поперечного		
Проходная без перебазирувания заготовки	1	Форматный станок фирмы „Беттхер и Гесснер“ (ФРГ) для раскроя непрерывной ленты			Однопильный косоперемищающийся суппорт	$\frac{60U_n}{L}$	1,00
	2	Форматный станок с суппортом сопровождения конструкции ЛТА			Суппорт сопровождения	$\frac{60U_n}{L}$	1,00
	3	Форматный станок фирмы „Беттхер и Гесснер“, мод. 485 (ФРГ)		Пластиначный конвейер	Двухпильный косоперемищающийся суппорт	$\frac{60U_n}{1,1L}$	0,91
	4	Трехпильный форматный станок фирмы „Беттхер и Гесснер“ (ФРГ)			Однопильный косоперемищающийся суппорт с несомещенным холостым ходом	$\frac{60U_n}{1,17L}$	0,85
	5	Форматный станок конструкции ЛТА			Суппорт сопровождения с несомещенным холостым ходом	$\frac{60U_n}{1,17L}$	0,85

Таблица II

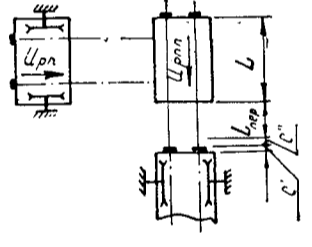
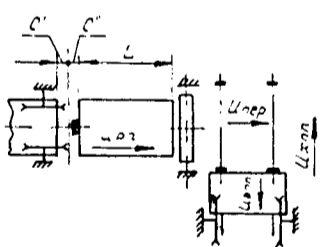
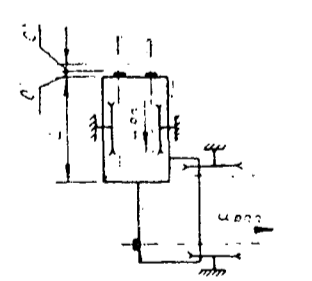
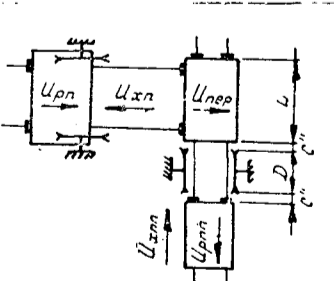
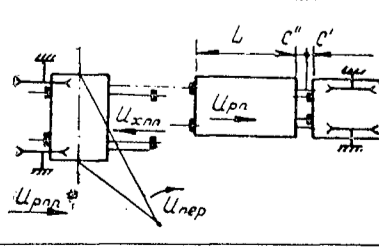
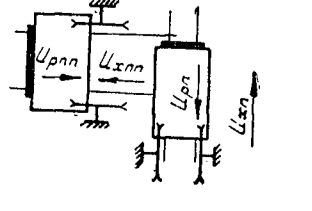
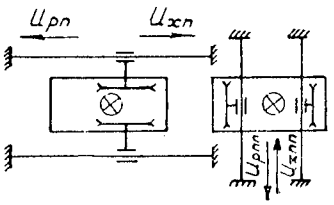
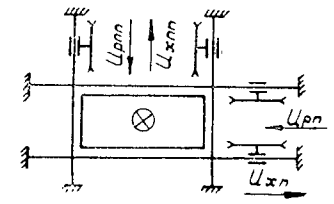
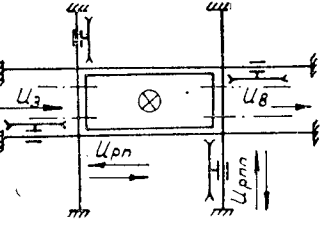
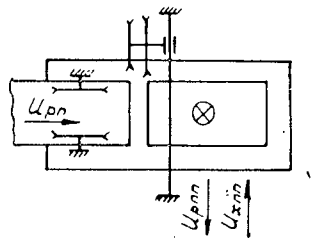
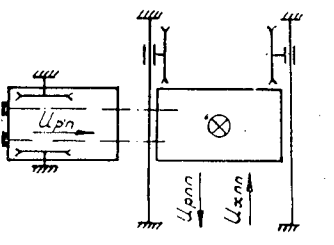
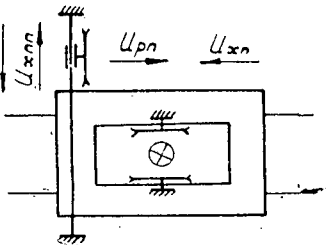
Схема обработки	№ п/п.	Оборудование	Принципиальная схема оборудования	Вид механизма подачи		Производительность оборудования Q_p , шт./час	Коэффициент оценки производительности K_i
				продольного	поперечного		
Проходная с перебазированием заготовки	6 7 8 9 10	Линия ЦФ-2 СКТБД ПЛДОМ обгонки дверей Форматный станок фирмы „Womack machine Supply CO“ (США)			Двухцепные	$\frac{60U_n}{L \left(1,1 + \frac{a}{k_{пер}} \right)}$	0,79
	11	Линия для обгонки шитов по контуру, АЛЩ (ВНИИДМАШ)		Одноцепной	Двухштанговый с несомещенным холостым ходом	$\frac{60U_n}{1,1L}$	0,91
	12 13	Форматный станок фирмы „Беттхер и Гесснер“, мод. 474 (ФРГ) Форматный станок фирмы „Валкин“ (Англия)			Двухцепные	$\frac{60U_n}{1,1L}$	0,91
	14	Линия для форматной обработки шитов			Двухштанговые	$\frac{60U_n}{1,3L \left(1 + \frac{1}{k_x} \right)}$	0,58
	15	Линия для форматной обработки шитов, ДЛ-28 (ВНИИДМАШ)			Четырехштанговые	$\frac{60U_n}{1,1L}$	0,91
	16	Форматный станок фирмы „Ионсередс“ (Швеция)			Каретки	$L \left[1,1 \left(1 + \frac{1}{k_x} \right) + 0,2 + \frac{1}{k_{пер}} \right]$	0,46

Схема обработки	№ п/п.	Оборудование	Принципиальная схема оборудования	Вид механизма подачи		Производительность оборудования Q_i , шт./час	Коэффициент оценки производительности K_i
				продольного	поперечного		
Позиционная	17	Линия для обработки оконных переплетов, ДЛ-5		Перемещение пильных суппортов по направляющим		$\frac{60U_n}{L \left[1,24 \left(1 + \frac{1}{k_x} \right) + 0,2 \right]}$	0,54
	18	Четырехпильный форматный станок (Харьковская мебельная фабрика им. Щорса).				$\frac{60U_n}{L \left[2,06 + \frac{(1,48 + \alpha)}{k_x} \right]}$	0,38
	19	Станок для автоматической обрезки кромок панелей фирмы "Уайт" (Англия)					
20	Четырехпильный форматный станок				$\frac{60U_n}{L \left(1,24 + \frac{1}{k_{пер}} \right)}$	0,58	
Позиционно-проходная	21	Форматный станок фирмы "Бетхер и Гесснер", мод. 480 (ФРГ)		Пластинчатый транспортер	Двухпильный суппорт	$\frac{60U_n}{L (1,1 + 1,58\alpha)}$	0,62
	22	Четырехпильный форматный станок фирмы "Интервуд" (Англия)					
	23	Автоматическая линия обгонки дверок шкафа (мебельная фабрика им. Боженко)		Двухцепной транспортер	Перемещение двухпильных суппортов	$\frac{60U_n}{L \left[1,58\alpha \left(1 + \frac{1}{k_x} \right) + \frac{1}{k_{пер}} + 0,51 \right]}$	0,58
	24	Форматный станок фирмы "Ионсередс" (Швеция)					
	25	Форматный станок типа SFS фирмы "Штандарт" (ФРГ)		Каретка	Пильный суппорт с холостым ходом	$\frac{60U_n}{L \left[\left(1 + \frac{1}{k_x} \right) (1 + 3,74\alpha) + 0,82 \right]}$	0,26
26	Трехпильный станок SpKQS фирмы "Швабедиссен" (ФРГ)	Пильный суппорт без холостого хода			$\frac{60U_n}{L \left[\left(1 + \frac{1}{k_x} \right) (1 + 0,58\alpha) + 3,16\alpha + 0,82 \right]}$	0,29	
27	Гидравлический форматный станок типа SFKH (ФРГ)						

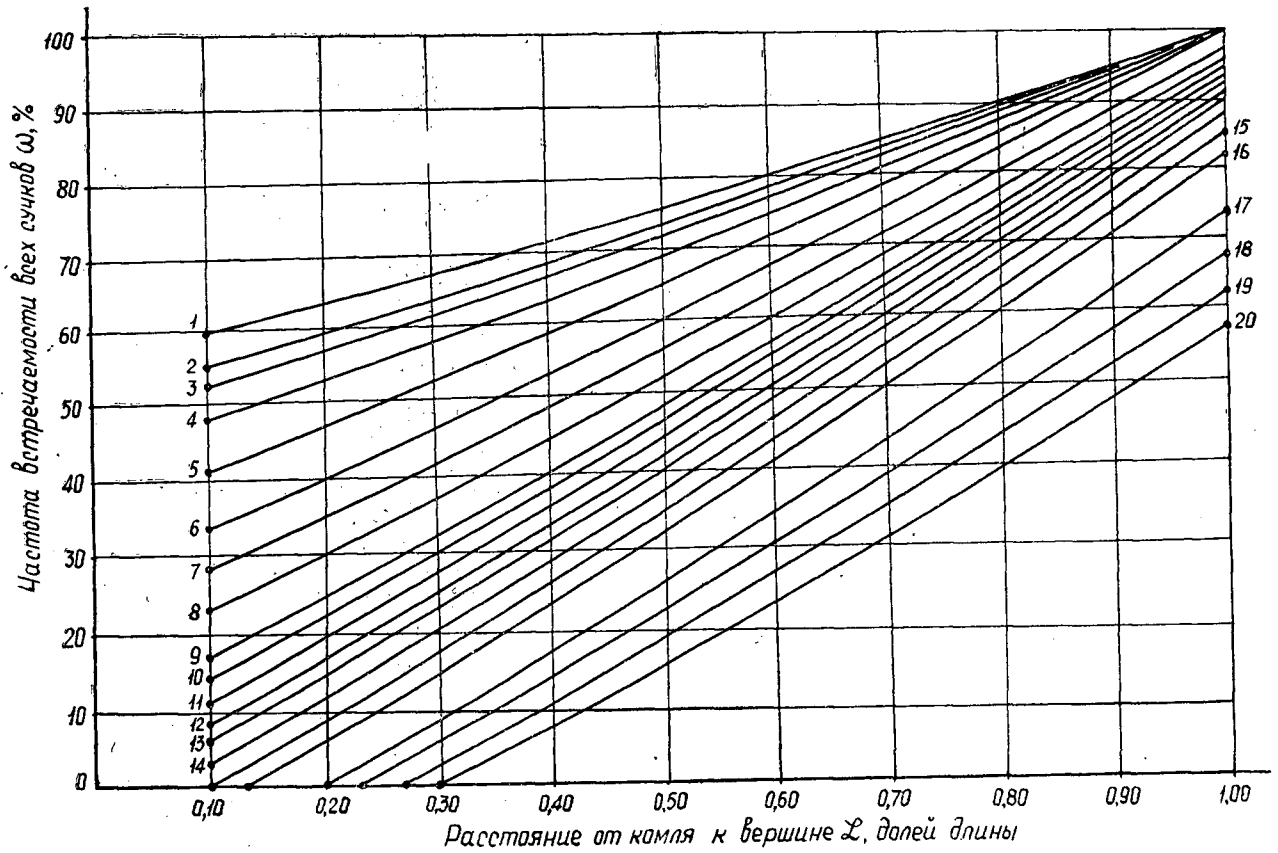


Рис. 1. Встречаемость сучков всех размеров в зависимости от относительных длин деловой части хлыста.

1 — на относительном радиусе R от 0 до 0,05; 2 — от 0,05 до 0,10 R ; 3 — от 0,10 до 0,15 R ; 4 — от 0,15 до 0,20 R ; 5 — от 0,20 до 0,25 R ; 6 — от 0,25 до 0,30 R ; 7 — от 0,30 до 0,35 R ; 8 — от 0,35 до 0,40 R ; 9 — от 0,40 до 0,45 R ; 10 — от 0,45 до 0,50 R ; 11 — от 0,50 до 0,55 R ; 12 — от 0,55 до 0,60 R ; 13 — от 0,60 до 0,65 R ; 14 — от 0,65 до 0,70 R ; 15 — от 0,70 до 0,75 R ; 16 — от 0,75 до 0,80 R ; 17 — от 0,80 до 0,85 R ; 18 — от 0,85 до 0,90 R ; 19 — от 0,90 до 0,95 R ; 20 — от 0,95 до R .

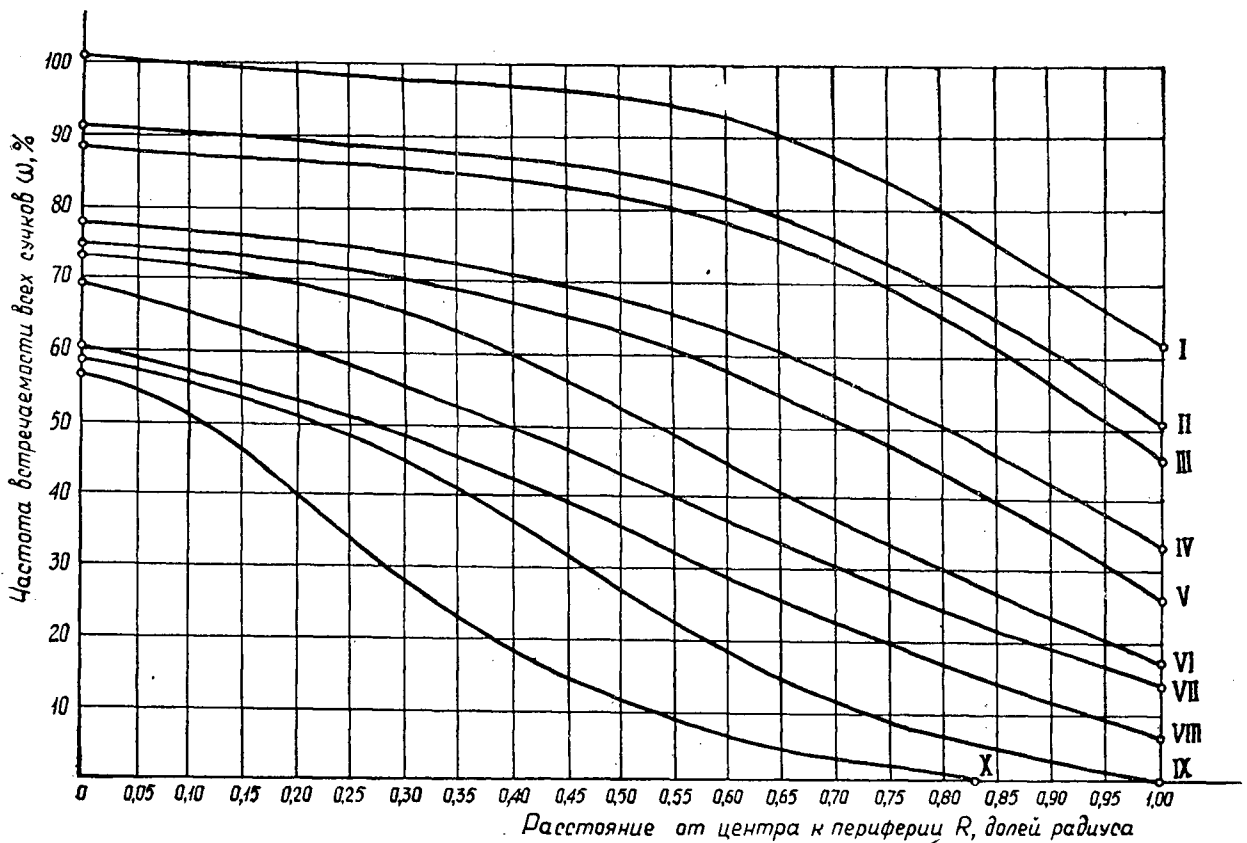


Рис. 2. Встречаемость сучков всех размеров в зависимости от относительных радиусов деловой части хлыста.

I — на относительной длине от 0,9 до L ; II — 0,8 — 0,9 L ; III — 0,7 — 0,8 L ; IV — 0,6 — 0,7 L ; V — 0,5 — 0,6 L ; VI — 0,4 — 0,5 L ; VII — 0,3 — 0,4 L ; VIII — 0,2 — 0,3 L ; IX — 0,1 — 0,2 L ; X — 0 — 0,1 L .

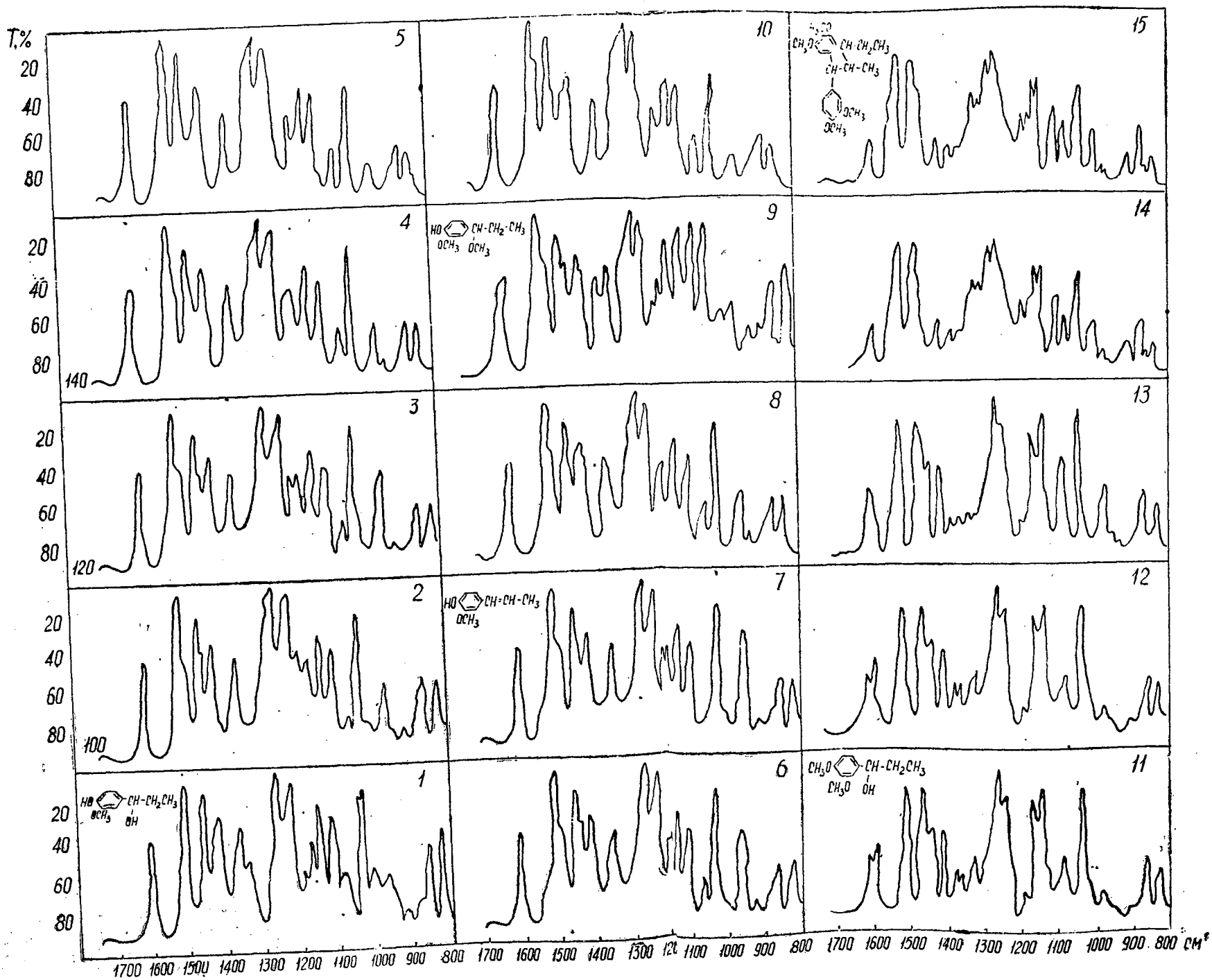


Рис. 1. ИК спектры исходных и полученных продуктов.

1 -- 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанол-1; 2 -- продукт варки 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанола-1 с 5%-ным NaOH при 100°C; 3 -- при 120; 4 -- при 140; 5 -- при 170°C; 6 -- сульфатная варка при 120°C; 7 -- изоэвгенол; 8 -- продукт варки изоэвгенола с 5%-ным NaOH при 170°C; 9 -- 1-[4-окси-3-метоксифенил]-1-метоксипропан; 10 -- продукт варки 1-[4-окси-3-метоксифенил]-1-метоксипропана с 5%-ным NaOH при 170°C; 11 -- 1-[3,4-диметоксифенил]-пропанол-1; 12 -- продукт обработки 1-[3,4-диметоксифенил]-пропанола-1 с 5%-ным NaOH при 170°C; 13 -- продукт от нагревания 1-[3,4-диметоксифенил]-пропанола-1 с медленным раствором HCl в течение 4 час; 14 -- продукт после повторного 8-часового нагревания с крепким раствором HCl; 15 -- диизоэвгенол.

**Подписывайтесь
на журнал на 1967 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Р а з д е л

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

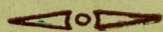
Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965 и 1966 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

К каждой статье, присылаемой в редакцию, автор должен приложить 2 экземпляра автореферата, без них статьи не будут приниматься редакцией к рассмотрению.

Требования, предъявляемые к реферату

1. В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике проведения исследования и его основных результатах.

2. Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: название статьи, фамилия и инициалы автора, название журнала, где помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения сущности работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.

3. Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, их следует обобщить и систематизировать.

4. Средний объем реферата 1,5—2 страницы машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге обычного формата (30 × 21) в двух экземплярах с полем 4 см с левой стороны.

5. Таблицы, схемы, графики и пр. могут быть включены в том случае, если они отражают основное содержание работы или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, илл. 10.

6. Формулы приводятся только в том случае, если они необходимы для понимания статьи. Громоздкие математические выражения помещать не следует. Формулу следует вписывать четко, не изменяя принятых в оригинале обозначений величин. Формулы и буквенные обозначения вписываются чернилами черными во второй экземпляр. Вписывание формул и буквенных обозначений, а также исправление замеченных опечаток в первом экземпляре не делается.

7. В конце реферата в квадратных скобках указывается название учреждения или предприятия, в котором автор реферируемой работы (если эти данные приводятся в статье) провел работу. Подпись автора и дату написания реферата следует ставить в левом нижнем углу на обоих экземплярах реферата.