

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ШЕСТОЙ

6

1963

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. Ф. И. Коперин (отв. редактор), доц. П. И. Войчаль (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 и лесохозяйственных институтов.

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17.

Лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

ОПЫТ СЕМЕНО-ЛЕСОСЕЧНЫХ РУБОК В БУКОВЫХ ЛЕСАХ ЧЕРНОВИЦКОГО ПРЕДКАРПАТЬЯ

Н. М. ГОРШЕНИН

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

В. К. МЯКУШКО

Ассистент

(Львовский лесотехнический институт)

Сохранение лесов и разумное их использование особенно важно для буковых и дубовых насаждений Черновицкого Предкарпатья, произрастающих преимущественно на серых лесных слабо оподзоленных суглинках и занимающих Серето-Прутскую междуречную возвышенность (200—500 м над уровнем моря) с эрозионно-останцевым рельефом. Леса здесь имеют огромное водорегулирующее и противозерозионное значение, поэтому хозяйство в них нужно вести с таким расчетом, чтобы ежегодное пользование древесиной не ухудшало полезных свойств леса.

В связи с этим особо важное значение имеет правильный выбор системы главных рубок в буковых лесах, поскольку лесорастительные условия данного района не являются для бука европейского (*Fagus sylvatica* L.) оптимальными, так как здесь проходит юго-восточная граница его ареала.

Здесь он очень чувствителен к крайним температурам, к внезапному выставлению на простор, поэтому всходы и подрост его на открытых площадях и вблизи опушек погибают, деревья суховершиняют, стволы на опушках страдают от ожогов коры (рис. 1).

В этих условиях всходы и подрост бука нуждаются в защите материнского полога, а культуры его здесь совершенно не удаются.

Все это указывает на необходимость применения в буковых лесах Черновицкого Предкарпатья разных систем постепенных рубок.

Выборочные и постепенные рубки уже давно практиковали в этих районах, однако результаты их применения почти не отражены в литературе. Это побудило нас провести специальные исследования.

Изучение архивных материалов лесоустройства показало, что в Черновицкой области попытка упорядочить рубки впервые была сделана в 1820 г. Долгое время на больших площадях здесь применяли сплошнолесосечные и подневольно-выборочные рубки. Ежегодный объем пользования лесом во много раз превышал расчетную лесосеку.

В целях перевода порослевых древостоев дуба и бука в высокоствольники с 1855—1860 гг. стали применять двух-трехприемные семено-лесосечные рубки. Двухприемные рубки с выборкой 50% запаса про-

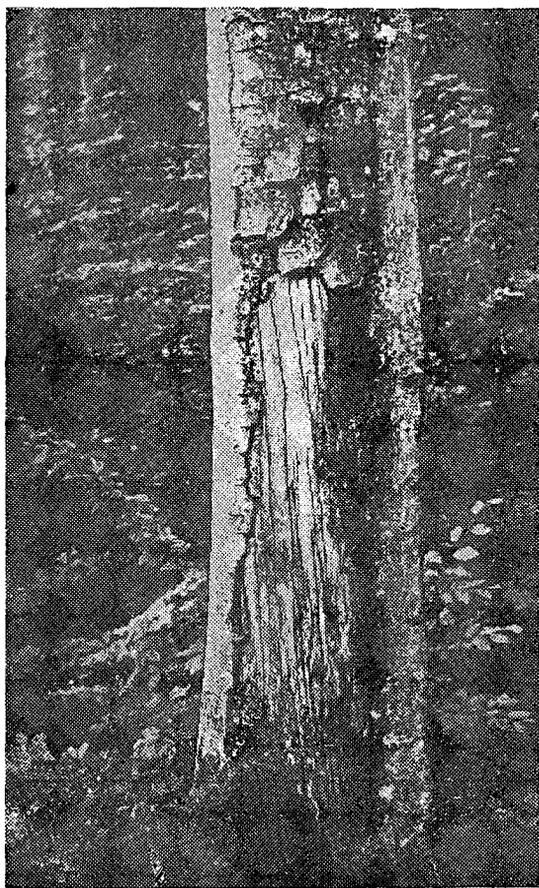


Рис. 1 Ствол бука, пострадавший от солнечного ожога.

водили в частновладельческих лесах со сроком рубки 10 лет. Возраст рубки для бука был установлен в 80 лет.

В государственных лесах проводили как двухприемные, так и трехприемные семено-лесосечные рубки через 10 и 12 лет. Возраст рубки для бука был 100 лет, для дуба — 120 лет.

Основные семенные годы у бука повторяются через 8—10 лет, у дуба — через 4—5 лет, промежуточные у бука — через 4—5 лет, у дуба — через 2—3 года. Таким образом, срок рубки 10—12 лет дает возможность использовать один основной и два промежуточных семенных года. Для исследования результатов этих рубок мы в 1955—1962 гг. заложили пробные площади в свежих грабовых дубраве и бучине.

Естественное возобновление изучали на учетных площадках размером 1 м^2 при высоте подроста до 1 м и 4 м^2 при большей высоте. Учетные площадки закладывали равномерно по территории в строго геометрическом порядке; в первом случае их было 100 шт., во втором — 25.

В квартале 28 Ревнянского лесничества мы заложили пробную площадь в 32-летнем насаждении I класса бонитета, состава 10Бк ед. Гр. полнотой 0,8. Интересна история его возникновения. В 1890 г. здесь был 60-летний древостой II класса бонитета, состава 8Бк2Гр, полнотой 1,0. В 1902 г. была проведена проходная рубка, при которой взято 25%

запаса. В 1912 г. сделали повторную проходную рубку, подготовившую насаждение к плодоношению. В 1922 г. начали семено-лесосечную рубку, и в первый прием выбрали 25% запаса; насаждение к этому времени имело возраст 92 года.

В семенной 1925 г. перед опадением семян рыхлили подстилку и верхний слой почвы. Благодаря этому через год появился обильный самосев, общее количество которого вместе с имевшимся ранее достигло 100 тыс. шт. на 1 га.

Второй прием рубки с выборкой $\frac{1}{3}$ запаса был проведен в 1927 г., а через шесть лет была выполнена окончательная рубка. К этому времени на лесосеке образовался молодняк 5—10-летнего возраста. Валку деревьев и раскряжевку на всех участках производили ручными пилами, вывозку — конной тягой.

Начиная с 1934 г., в молодняке регулярно проводили рубки ухода, при которых удаляли все отставшие в росте и поврежденные при валке и трелевке стволы.

После осветлений и прочисток, в возрасте 20—25 лет молодняк насчитывал в 1948 г. 7 тыс. стволиков на 1 га. Сейчас он находится в хорошем состоянии.

Естественное возобновление в свежей грабовой бучине, после первого и окончательного приемов рубки, изучали на пробных площадях № 1 и 2. Первая заложена в квартале 12 Кузминского лесничества после первого приема двухприемной семено-лесосечной рубки, проведенного в 1956 г. в 120-летнем древостое состава 8Бк2Д, полнотой 0,4*, средний диаметр его 49,7 см, средняя высота 28,8 м, класс бонитета II, запас на 1 га 176 м³. Вторая проба заложена на лесосеке 1958 г. после окончательной рубки в аналогичном насаждении. Количество самосева и подраста на пробных площадях приведено в табл. 1.

Таблица 1

№1. пробной площадки	Возраст самосева и подраста, лет	Количество самосева и подраста ($\frac{\text{семенного}}{\text{порослевого}}$) (тыс. шт. на 1 га) по породам				
		бук	дуб	клен остролистный	граб *	итого
1	1	21,8	2,7	—	0,07	24,6
		—	—	—	—	—
	46,1	16,7	0,9	0,7	64,4	
	0,2	1,4	0,2	0,9	2,7	
	8,8	2,5	1,5	0,1	12,9	
Более 7	—	—	0,2	0,4	0,6	
	4,5	1,0	0,7	0,3	6,5	
	—	—	—	—	—	
2	1	0,4	0,9	—	0,2	1,5
		2,7	—	—	0,5	3,2
	2—3	6,5	2,9	0,3	0,5	10,2
		6,4	0,9	4,2	2,1	13,6
	4—7	9,1	0,7	1,4	1,9	13,1
		2,0	0,2	0,7	2,2	5,1
	Более 7	7,7	0,1	—	0,9	8,7
		0,07	0,2	—	0,3	0,6

* Низкая полнота объясняется тем, что в 1957 г. была проведена санитарная рубка.



Рис. 2. Переросший подрост бука
(Ревнянское лесничество).

Порослевой бук образовался из придаточных почек на поврежденном при лесозаготовках подросте. Изредка встречаются корневые отпрыски у подроста старше 7 лет, корни которого повреждены в процессе лесозаготовок. Поросли от пня из спящих почек мы не наблюдали. Как видно из данных табл. 1, на обоих участках получено очень хорошее естественное возобновление: поврежденного подроста всего около 2%, тогда как в аналогичных условиях после сплошной рубки низкополнотного насаждения его было 42,57%. Такой высокий процент уничтожения подроста объясняется в данном случае, во-первых, бессистемной валкой деревьев и трелевкой лесоматериалов; во-вторых, большой (3—5 м) высотой подроста (рис. 2).

Состояние молодняков в свежей грабовой бучине, образовавшейся после трехприемной семено-лесосечной рубки, изучали на пробных площадях № 3 и 4. На пробе № 3 (квартал 11 Кузминского лесничества) окончательная рубка была проведена в 1933 г., когда подрост бука имел возраст 6 лет. Через 26 лет (в 1959 г.) сформировалось грабово-буковое насаждение II класса бонитета, состава 8Бк2Гр. Количество поврежденного при рубке подроста было настолько значительно, что даже через 26 лет, несмотря на рубки ухода, осталось 12,4% поврежденных стволов.



Рис. 3. Пятнадцатилетнее дубово-грабовое насаждение, образовавшееся в результате семено-лесосечной рубки (Кузминское лесничество).

На пробной площади № 4 (квартал 89) последний прием рубки закончен в 1939 г., когда подросту было 12 лет. К 1962 г. здесь образовалось хорошее 35-летнее насаждение II класса бонитета, состава 7Бк3Гр+Д, полнотой 0,7, с количеством стволов 3144 на 1 га и запасом 79 м³. Поврежденных стволов осталось 5,6%.

Естественное возобновление в дубравах при семено-лесосечных рубках мы изучали на четырех пробных площадях.

Пробная площадь № 5 заложена в свежей грабовой дубраве после второго приема трехприемной рубки в насаждении, имеющем состав 10Д, средний диаметр 51,5 см, среднюю высоту 27,4 м, полноту 0,3, класс бонитета II, запас 127 м³ на 1 га.

На этой пробе рубку проводили в 1951 г. Самосев и подрост всех пород составил 71,5 тыс. шт. на 1 га, из них семенного дуба — 49,8%, порослевого — 6,9%, липы и граба — 42,5%; средняя высота подроста дуба 0,95 см, второстепенных пород — 0,90 см. Поврежденного подроста было 0,8%.

Пробная площадь № 6 заложена на лесосеке в том же квартале рядом с пробой № 5. Здесь было 67,2 тыс. шт. на 1 га подроста всех пород, в том числе семенного дуба 51,2%, бука — 1,6%, второстепенных пород — 47,2%; средняя высота подроста дуба 1,5 м, граба — 1 м; возраст дуба 4—7 лет и старше, граба — 2—3 года. До 30—40 лет второстепенные породы растут быстрее дуба, особенно семенного, поэтому необходимо проводить своевременные осветления и прочистки. Например, на пробе № 7 в квартале 8 Кузминского лесничества через 25 лет после окончательного приема постепенной рубки на месте коренного дубового насаждения с участием бука и граба образовался производный грабовый древостой (7Гр2Бк1Д+Кл.о) как следствие отсутствия осветлений и прочисток. В то же время на соседних участках (проба № 8), где рано и регулярно проводили рубки ухода, образовались коренные ценные дубово-грабовые древостои II класса бонитета, состава 8Д2Гр, полнотой 0,8 или II класса бонитета, состава 9Д1Гр+Лп, ед. Кл.о, полнотой 0,9 (рис. 3).

Из сказанного можно сделать следующие выводы.

1. Семено-лесосечные рубки наиболее полно отвечают природе буковых насаждений и обеспечивают на юго-восточной границе ареала этой породы успешное семенное возобновление.

2. После окончательного приема семено-лесосечных рубок в свежих бучинах и дубравах имеется значительное количество здорового надежного подроста главных пород. Однако при отсутствии своевременных осветлений и прочисток второстепенные породы могут заглушать главные, особенно в грабовых дубравах.

3. Своевременные меры ухода за молодняками, особенно осветления и прочистки, помогают формировать ценные, биологически устойчивые, смешанные насаждения: грабово-липово-буковые, грабово-липово-дубовые и др.

4. Общий срок семено-лесосечной рубки в буковых насаждениях не должен превышать 10—12 лет, а в дубово-грабовых — 6—8 лет; этот период дает возможность использовать для естественного возобновления один семенной и один-два малоурожайных года.

5. Для обогащения состава насаждений и повышения их продуктивности в соответствующих условиях после окончательного приема рубки необходимо вводить культуры ясеня, лиственницы европейской, дуба (в бучинах), каштана съедобного, черешни, ореха.

Поступила в редакцию
8 апреля 1963 г.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ СЕМЯН НА ИХ ГРУНТОВУЮ ВСХОЖЕСТЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПОСЕВА *

П. М. МАЛАХОВЕЦ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

Изучению глубины заделки семян сосны и ели при посеве в питомнике посвящены работы ряда исследователей ([5], [8], [6], [3] и др.). Вопрос о глубине заделки семян при высеве их на лесокультурную площадь освещен в печати недостаточно. Рекомендации обычно носят общий характер или используются придержки, установленные при посевах в питомниках, где условия выращивания посадочного материала более благоприятны.

Относительно оптимальной глубины заделки семян сосны и ели на лесокультурной площади в литературе приводят несколько придержек. Одни лесоводы [2], [1] считают, что заделка не должна превышать 0,5 см. Другие [4], [7] рекомендуют заделывать семена на 1—2 см. Конечно, эти придержки верны лишь для определенных условий (климатических, почвенных, времени посева и т. д.).

Специальные исследования по этому вопросу для Севера нам не известны. В лесокультурной практике здесь обычно используют придержки, механически перенесенные из более южных климатических районов, без учета местных особенностей. Однако Архангельская область имеет ряд характерных климатических особенностей. Весенний период отличается растянутостью, довольно низкими температурами воздуха и почвы, а также частыми похолоданиями с выпадением снега в конце мая и даже в первой половине июня. В течение лета выпадает около половины годовых осадков. Распределение их сравнительно равномерно. Средняя температура воздуха в самое теплое время лета (июль) в редкие годы превышает 22° С, а обычно находится в пределах 17—20°.

Однако в практике обычно семена заделывают на 1—2 см независимо от времени посева, механического состава почвы и т. д. При механизированной подготовке почвы (например, якорным покровосдирателем) высеянные семена довольно часто просто притаптывают. Качество посевов от этого, безусловно, страдает.

Для выяснения влияния глубины заделки на грунтовую всхожесть семян в зависимости от времени посева и механического состава почвы нами были произведены посевы сосны и ели в кварталах 57 и 48 учебно-опытного лесхоза Архангельского лесотехнического института.

* Научный руководитель доц., канд. сельскохозяйственных наук Ф. Б. Орлов.

В квартале 57 лесокультурная площадь представлена вырубкой 1956 г. В 1960 г. по ней прошел пожар. Бывший тип леса — ельник-черничник. Рельеф несколько возвышенный; микрорельеф выражен слабо. Почва слабоподзолистая среднесуглинистая на тяжелом моренном суглинке. В напочвенном покрове наибольшее распространение имеют иван-чай (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) — 0,4; луговик извилистый (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.) — 0,2; по понижениям хвощ лесной (*Equisetum silvaticum* L.) — 0,1. Задернелость слабая.

Лесокультурная площадь в квартале 48 расположена на вырубке 1955 г. Бывший тип леса сосняк-черничник. Рельеф также несколько возвышенный. Почва слабоподзолистая супесчаная на двухчленном наносе. В напочвенном покрове преобладают луговик извилистый (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.) — 0,4 и веерик лесной (*Calamagrostis arundinacea* Roth.) — 0,2. Задернение почвы среднее.

Посевы производили в течение 1961 и 1962 гг. в площадки 0,5 × 0,5 м, с расстоянием между ними 2 × 2 м (на 1 га 2500 шт.). Сроки посева в 1961 г. с 1 июня по 15 сентября, в 1962 г. с 15 мая по 15 сентября, через каждые 15 дней. Для посева использовали семена местного сбора: в 1961 г. ель I, сосну III класса, а в 1962 г. — сосну и ель I класса сортности. Перед посевом семена намачивали, протравливали формалином и подсушивали до сыпучести.

В каждой площадке приготавливали по одной бороздке. Для этой цели использовали специально сконструированный нами маркер (рис. 1), позволяющий устанавливать глубину заделки семян от 0 до 4 см с интервалом 0,5 см. В бороздки высевали по 50 семян.

В 1961 г. посевы делали во все сроки на глубину 1, 2, 3, 4 см, в 1962 г. — 15 мая и 1 июня через 0,5 см, а в остальные сроки через 1,0 см.

В каждом варианте приготавливали по 50 площадок. Семена заделывали той же почвой, слегка ее уплотняя.

Грунтовую всхожесть определяли как отношение максимального количества появившихся всходов к числу высеянных семян. Для более точного выявления количества всходов проводили сплошные учеты через каждые 15 дней. Результаты посевов 1961 г. приводим в табл. 1.

Таблица 1

Дата посева	Грунтовая всхожесть семян сосны (%) в зависимости от глубины заделки (см)				Грунтовая всхожесть семян ели (%) в зависимости от глубины заделки (см)			
	1	2	3	4	1	2	3	4

Среднесуглинистая почва

1/VI	29,7	16,1	8,5	1,2	43,7	22,5	10,0	0,5
15/VI	34,8	19,7	13,6	1,4	51,4	23,2	9,9	0,9
1/VII	36,7	22,3	10,0	1,5	52,8	36,7	12,5	1,1
15/VII	40,2	24,3	9,3	1,1	61,6	38,3	13,9	1,5
1/VIII	28,3	16,4	6,3	0,2	45,7	21,4	11,4	1,0
15/VIII	2,0	1,2	0,5	0	7,3	3,4	2,5	0,2

Супесчаная почва

1/VI	27,6	21,3	11,7	4,7	41,5	30,5	19,0	6,5
15/VI	35,0	28,8	16,3	6,0	51,5	46,2	27,1	8,8
1/VII	35,9	41,6	14,9	6,6	44,0	50,9	15,4	9,3
15/VII	32,3	38,1	19,5	4,9	42,6	50,3	24,8	6,7
1/VIII	25,5	16,6	6,8	4,1	57,3	47,2	32,6	3,3
15/VIII	15,4	3,6	2,8	0,6	24,6	15,9	3,7	0,7

Как показывают данные табл. 1, наибольшей грунтовой всхожестью во все сроки посева обладают семена сосны и ели на среднесуглинистой почве, заделанные на глубину 1,0 см, меньшей при заделке на 2 и 3 см и всего 0,2—1,5% при высеве семян на глубину 4 см.

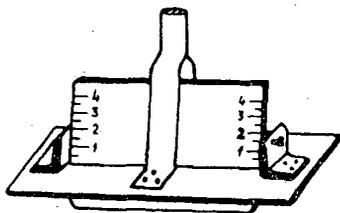


Рис. 1.

На супесчаной почве наблюдается та же картина, но с увеличением глубины заделки всхожесть уменьшается менее интенсивно, чем на среднем суглинке, а в некоторых случаях (у летних посевов) она даже повышается. Последнее объясняется тем, что верхний 1-сантиметровый слой супесчаной почвы быстрее просыхает, в связи с чем для прорастания семян здесь создаются менее благоприятные условия, чем на большей глубине.

Среднесуглинистая почва, обладающая большими влажностью, теплоемкостью и теплопроводностью, прогревается медленнее и теряет больше тепла, чем супесчаная. Это ее свойство особенно проявляется в весенний период, характеризующийся относительно низкими температурами воздуха на Севере.

По многолетним наблюдениям Емцовской метеостанции, среднемесячная температура воздуха в мае составляет 6,6° С, а в отдельные годы колеблется от 5,1 до 10°. В мае 1962 г. она составляла 9,3°. По декадам она изменялась следующим образом: II — 6,2°; III — 13,3°; в I декаде июня, вследствие наступившего похолодания она резко снизилась до 5,3°. В связи с этим почва даже с поверхности нагревается недостаточно. По данным этой же метеостанции, средняя температура на поверхности легкосуглинистой почвы в мае обычно не превышает 6—10° С, а в мае 1962 г. она составляет 10°. Поэтому более благоприятные условия для прорастания семян весеннего посева создаются при мелкой заделке их.

Посевы сосны и ели, проведенные весной 1962 г. с заделкой семян через 0,5 см, показали, что грунтовая всхожесть на среднесуглинистой почве оказалась наибольшей при заделке семян на 0,5 см (табл. 2).

Таблица 2

Дата посева	Грунтовая всхожесть семян сосны (%) в зависимости от глубины заделки (см)				Грунтовая всхожесть семян ели (%) в зависимости от глубины заделки (см)			
	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Среднесуглинистая почва								
15/V	60,0	42,1	35,9	35,9	40,1	34,5	32,0	27,7
1/VI	59,2	48,2	33,6	32,6	58,6	43,1	33,0	21,0
Супесчаная почва								
15/V	29,1	40,1	36,7	33,8	30,0	40,0	38,2	30,2
1/VI	32,6	49,4	53,1	32,6	28,3	34,4	36,6	32,0

Посев на большую глубину не только удлиняет продолжительность прорастания семян, но и вызывает значительное снижение грунтовой всхожести. У посевов 15 мая на супесчаной почве грунтовая всхожесть больше при заделке на 1 см, а у посевов 1 июня даже на 1,5 см.

Для выяснения всхожести семян, высеянных осенью, мы произвели посевы сосны и ели в сентябре 1961 г. на различные глубины. Результаты учета в июне 1962 г. приводятся в табл. 3.

Таблица 3

Дата посева	Грунтовая всхожесть семян сосны (%) в зависимости от глубины заделки (см)				Грунтовая всхожесть семян ели (%) в зависимости от глубины заделки (см)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Среднесуглинистая почва								
1/IX	0,3	2,1	1,0	0,8	0,3	1,1	0,2	1,8
15/IX	4,5	3,6	3,2	2,6	3,2	4,5	3,4	3,9
Супесчаная почва								
1/IX	0,3	1,4	1,7	1,2	0,5	1,8	1,3	1,8
15/IX	0,3	2,2	0,6	0,2	0,4	0,9	1,8	0,5

У посевов 1 и 15 сентября 1961 г. всходы появились весной 1962 г. Как видно из табл. 3, грунтовая всхожесть сосны и ели у осенних посевов во всех случаях оказалась исключительно низкой (0,2—4,5%).

Глубина заделки семян во все сроки посева оказывает влияние также на характер прорастания семян и появление всходов (рис. 2).

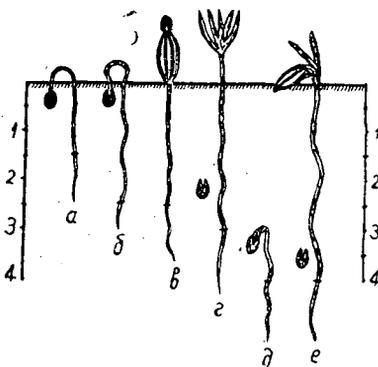


Рис. 2.

При заделке семян на глубину до 2,0—2,5 см на супесчаной почве и 1,0—1,5 см на среднесуглинистой всходы появляются на поверхность почвы в виде «колечек» или «дужек» (рис. 2, а, б) и семенная оболочка выносится на дневную поверхность (рис. 2, в). При большей глубине заделки всходам приходится преодолевать сравнительно большее сопротивление почвы, в результате чего семенная оболочка остается в земле, а над поверхностью почвы появляются семядоли (рис. 2, г).

Проведенные раскопки показали, что при заделке семян на 3 и особенно на 4 см некоторая часть проросших семян не могла пробиться через сравнительно толстый слой почвы и погибала (рис. 2, д). Всходы, вышедшие на поверхность, имели этиолированные семядоли и, вследствие резкого изменения освещенности, почти полностью усыхали (рис. 2, е).

На среднесуглинистой почве, обладающей значительной вязкостью, в ряде случаев даже при заделке семян на глубину 1,5—2,0 см появившиеся семядоли не могли оторваться от поверхности почвы и погибли.

На дальнейший рост сеянцев в первый год развития глубина заделки значительного влияния не оказала.

Таким образом, глубина заделки семян даже в одних и тех же климатических условиях не может быть одинаковой и в практической деятельности должна регулироваться в зависимости от времени посева, механического состава, состояния почвы и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] К. Гейер. Лесовозращение (пер. В. Добровлянского). СПб., 1898. [2] П. Копп. Краткое руководство к лесовозращению (пер. А. Вошина). М., 1886. [3] К. Ф. Мирон. Глубина заделки и заделочный материал в посевах лиственницы сибирской и ели обыкновенной. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1940. [4] К. Ф. Мирон. Посев и посадка леса. Гослестехиздат, М.-Л., 1947. [5] М. К. Турский. Из наблюдений и исследований в лесном питомнике (Известия Петровской земледельческой и лесной академии, ч. I, вып. 3), М., 1878. [6] Д. В. Широков. Исследования различных способов выращивания сосны. «Труды по лесному опытному делу в России», вып. XVII, СПб., 1911. [7] В. Э. Шмидт. Агротехника выращивания лесных культур. Гослесбумиздат. М.-Л., 1958. [8] Bühler, Dr. Prof. Saatversuche, M. d. Schweiz. Centralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen, Bd. I, 1891.

Поступила в редакцию
10 мая 1963 г.

СОСТАВ ВОЗДУХА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РОСТ КУЛЬТУР СОСНЫ *

Б. В. БАБИКОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия).

Громадные площади лесов СССР заняты торфяными почвами. Характерной особенностью этих почв является избыточное увлажнение, а следовательно, неудовлетворительный воздушный и связанный с ним пищевой режим. Поэтому улучшение аэрации торфяных почв при помощи осушения способствует повышению производительности произрастающих на них лесов.

Бойнтон и Ройтнер [10], исследуя влияние состава почвенного воздуха на рост растений, отметили, что корни нормально развиваются при наличии в почвенном воздухе более 12% O_2 . Аналогичные результаты получены Де Вилье [11]. Другие исследователи [2], [7], [9] установили, что корни растений испытывают угнетение при содержании в почвенном воздухе свыше 1% CO_2 . Однако все эти данные относятся к сельскохозяйственным и плодовым культурам, данных же о влиянии почвенного воздуха на развитие лесных деревьев не имеется.

Для изучения этого вопроса в 1962 г. на опытном участке в Тосненском лесхозе Ленинградской области мы исследовали состав почвенного воздуха. Одновременно изучали рост культур сосны в высоту и проводили наблюдения за уровнем грунтовых вод. Опытный участок заложен на переходном болоте, осушенном около 50 лет назад и вторично заболоченном вследствие повреждения канав.

Почва торфяно-перегнойная глеевая. Мощность торфа 0,5 м, степень разложения 45%, зольность 27%, pH—4,7.

В напочвенном покрове преобладает кукушкин лен, осоки, по бровкам канав иван-чай. Древесной и кустарниковой растительности нет.

В 1959 г. на участке заложены культуры сосны посадкой под меч Колесова двухлетних сеянцев в пласт, подготовленный ЛКА-2. Расстояние между бороздами 3—4 м, глубина борозд около 35 см.

Пробы почвенного воздуха отбирали и анализировали непосредственно в поле, в газоанализаторе агрофизического института по общепринятой методике [1]. Такой же анализ проводили на избыточно-увлажненной среднесуглинистой почве.

* Статья является разделом диссертации. Работа выполнена под руководством проф. Х. А. Писарькова.

В период роста сосны анализы почвенного воздуха делали один раз в неделю, в последующее время — один раз в две недели.

Пробы воздуха всегда отбирали и анализировали дважды, из полученных данных выводили среднюю величину; результат приводили к температуре 0° С и давлению 760 мм рт. ст.

Рост сосны в высоту определяли путем замера прироста за каждую неделю у 50 экземпляров сосенок. В день анализа почвенного воздуха или накануне производили замеры глубины грунтовых вод.

Результаты исследований

Диффузия газов через поры почвы является наиболее важным фактором ее аэрации [8]. Чем больше порозность почвы и меньше ее влажность, чем больше пор не занято водой, тем скорее происходит диффузия.

Торфяные почвы обладают большой порозностью, достигающей 80% и более. Но при высоком стоянии грунтовых вод или обилии осадков большая часть пор часто бывает занята водой.

Вегетационный период 1962 г. отличался большим количеством осадков. Высокая влажность почвы, достигающая на торфяной почве 188—286% от веса почвы, и, как следствие этого, ухудшение аэрации, приводят к накоплению значительных количеств углекислоты и снижению содержания кислорода в почвенном воздухе (табл. 1).

Таблица 1

Сроки наблюдений	Глубина грунтовых вод, см	Влажность почвы в слое 0—10 см, %	Содержание углекислоты (числитель) и кислорода (знаменатель) в почвенном воздухе (объемные %) на глубине	
			10 см	25 см
Торфо-перегнойная глеевая почва				
21 мая	39	210	$\frac{1,75}{17,43}$	$\frac{2,00}{17,64}$
27 "	37	188	$\frac{2,11}{17,73}$	$\frac{2,72}{17,07}$
2 июня	35	195	$\frac{0,59}{19,44}$	$\frac{2,81}{16,96}$
8 "	27	211	$\frac{2,36}{17,55}$	$\frac{2,98}{16,54}$
18 "	48	233	$\frac{2,36}{17,53}$	$\frac{3,66}{16,33}$
25 "	53	211	$\frac{3,40}{16,10}$	$\frac{6,24}{13,17}$
2 июля	31	286	Воздух не засасывался, почва насыщена водой	
9 "	37	262	$\frac{6,26}{13,64}$	$\frac{7,66}{12,62}$
16 "	27	278	$\frac{6,42}{11,64}$	$\frac{10,09}{10,54}$
23 "	42	193	$\frac{8,47}{12,24}$	$\frac{8,32}{11,49}$
16 августа	45	—	$\frac{8,16}{10,79}$	$\frac{8,70}{12,09}$

Продолжение табл. 1

Сроки наблюдений	Глубина грунтовых вод, см	Влажность почвы в слое 0—10 см, %	Содержание углекислоты (числитель) и кислорода (знаменатель) в почвенном воздухе (объемные %) на глубине	
			10 см	25 см
3 сентября	27	—	4,12	8,00
			15,99	12,64
18 "	27	—	4,70	7,50
			14,92	12,33
4 октября	31	—	3,04	6,57
			16,75	13,79
Среднесуглинистая почва				
21 мая	26	41	2,81	3,10
			15,66	16,74
27 "	22	44	2,45	2,85
			17,28	17,30
2 июня	21	48	2,12	3,12
			17,64	16,18
8 "	17	52	2,32	2,34
			17,71	17,50
18 "	34	74	2,58	2,59
			17,36	17,11
25 "	38	34	1,93	2,13
			17,49	17,42
2 июля	16	38	3,46	4,12
			15,55	15,59
9 "	24	130	5,80	6,18
			14,13	13,74
16 "	17	31	5,04	5,50
			14,39	13,77
23 "	26	30	5,47	4,47
			15,80	15,09
16 августа	31	—	5,93	4,50
			14,34	15,38
3 сентября	20	—	4,70	4,58
			16,01	15,79
18 "	15	—	2,82	3,22
			17,55	17,05
4 октября	23	—	3,13	3,10
			16,95	17,34

Наши данные по составу воздуха торфяных почв соответствуют выводам Б. Н. Макарова [4].

Почвенный воздух суглинистой почвы отличался меньшим содержанием CO_2 и большим содержанием O_2 . По-видимому, это объясняется тем, что в этих почвах меньше масса органического вещества.

Исследования показали, что не заметно какой-либо зависимости между составом почвенного воздуха и глубиной грунтовых вод, если они находились в пределах 27—53 см. Это не соответствует выводам М. А. Новикова [7].

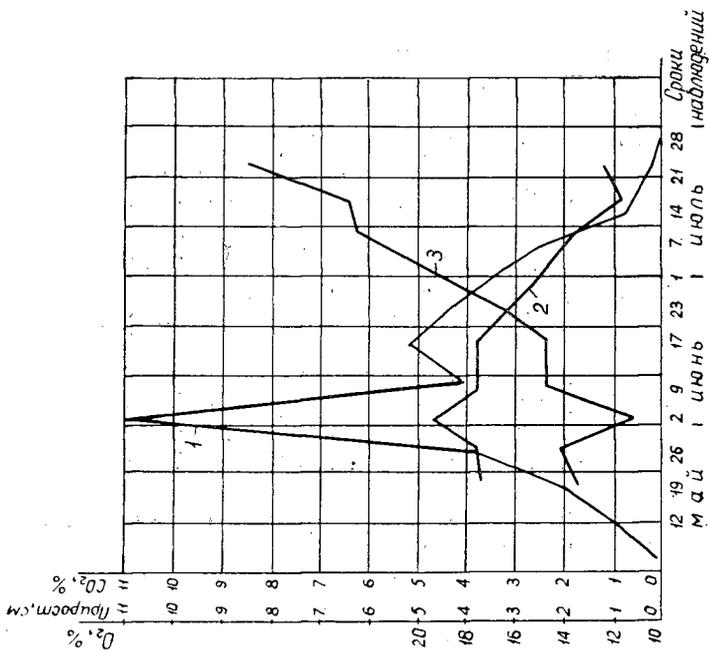


Рис. 1. Рост четырехлетних культур сосны в высоту на торфяной почве и содержание углекислоты и кислорода в корнеобитаемой зоне.

1 — рост сосны в высоту; 2 — содержание O₂; 3 — содержание CO₂.

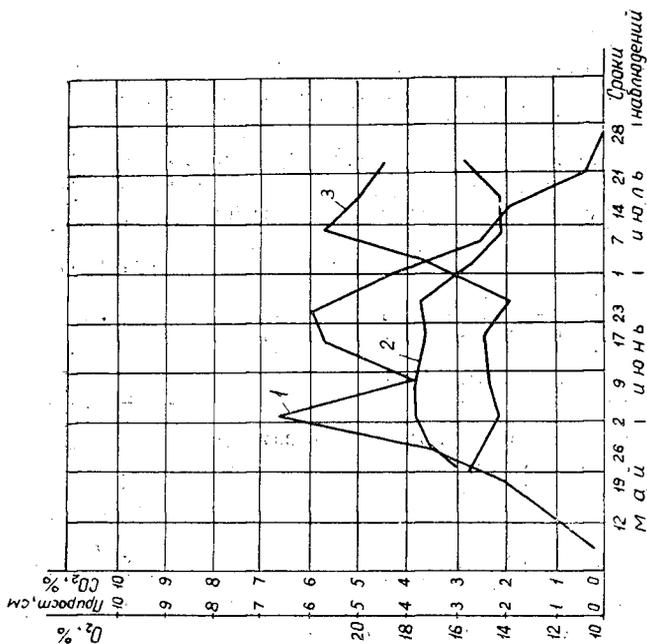


Рис. 2. Рост четырехлетних культур сосны в высоту на среднесуглинистой почве и содержание углекислоты и кислорода в корнеобитаемой зоне. Обозначения см. на рис. 1.

До начала августа, по мере повышения температуры почвы, происходило увеличение содержания CO_2 и снижение O_2 в почвенном воздухе. Далее, при снижении температуры почвы, наблюдалась обратная картина. Эту зависимость отмечали также Б. Н. Макаров [3], В. Н. Мина [6], В. Б. Мацкевич [5].

Б. Н. Макаров [3], исследуя состав почвенного воздуха, установил, что максимум CO_2 в почве наблюдается в дневные часы.

Для выяснения характера дневных колебаний состава почвенного воздуха мы определяли CO_2 и O_2 два раза в день — утром в 8 час. и днем в 13 час. Полученные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Время наблюдений, час суток	Содержание углекислоты (числитель) и кислорода (знаменатель) в почвенном воздухе (объемные %) по датам наблюдений					
	2 июня	8 июня	18 июня	25 июня	9 июля	28 июля
Глубина взятия проб воздуха 10 см						
8	0,59	2,36	2,36	3,40	6,26	8,47
	19,44	17,55	17,53	16,10	13,64	12,24
13	0,82	1,02	3,16	2,42	5,80	6,52
	18,97	19,00	16,92	17,70	13,96	13,16
Глубина взятия проб воздуха 25 см						
8	2,81	2,98	3,66	6,24	7,66	8,32
	16,96	16,54	16,33	13,17	12,62	11,49
13	2,31	2,89	3,63	3,19	Анализ не проводили	8,38
	17,13	17,25	16,17	16,21		11,06

Примечание. 2 и 18 июня были осадки; 8 и 25 июня, а также 9 и 23 июля осадков не было.

Из таблицы видно, что повышение влажности верхних горизонтов почвы приводит к увеличению содержания CO_2 .

Раскопки корневых систем показали, что основная масса корней сосны на торфяной почве располагалась на глубине 5—15 см, а на суглинистой — в слое 2—8 см.

Из рис. 1 видно, что по мере уменьшения содержания CO_2 и увеличения O_2 происходит наиболее интенсивный рост сосны в высоту.

На среднесуглинистой почве эта зависимость выражена менее четко (рис. 2).

Полученные данные показывают, что состав почвенного воздуха оказывает влияние на рост лесных древесных растений. Наиболее быстро культуры сосны росли в высоту при содержании 0,59% CO_2 и 19,44% O_2 в почвенном воздухе торфяных почв и 2% CO_2 и 17,5% O_2 — среднесуглинистых.

Работа по изучению влияния почвенного воздуха на рост культур сосны в дальнейшем будет продолжена.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. В. Вершинин, Н. П. Поясов. О методике анализа почвенного воздуха. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 6, 1950. [2]. Г. Лундгегорд. Влияние климата и почвы на жизнь растений. 1937. [3]. Б. Н. Макаров. Изменение дыхания почвы и содержания углекислоты в приземном слое воздуха в течение суток. Доклады АН СССР, т. 118, № 2, 1958. [4]. Б. Н. Макаров. Дыхание почвы и состав почвенного воздуха на осушенных

торфяно-болотных почвах. Журн. «Почвоведение» № 2, 1960. [5]. В. Б. Мацкевич. Наблюдение над режимом углекислоты в почвенном воздухе мощных черноземов. Труды почвенного института им. Докучаева, т. XXXI, 1950. [6]. В. Н. Мина. Интенсивность образования углекислоты и ее распределение в почвенном воздухе и выделенных черноземах в зависимости от состава лесной растительности. Труды лаборатории лесоведения, т. 1, 1960. [7]. М. А. Новиков. Состав почвенного воздуха торфяно-болотных почв. Журн. «Почвоведение» № 2, 1962. [8]. Н. П. Поясов. Аэрация почвы. В книге «Основы агрофизики», Физматгиз, 1959. [9]. Э. Рассел. Почвенные условия и рост растений. Изд-во иностранной литературы, М., 1955. [10]. D. Boulton, W. Reutner. Seasonal variation of oxygen and carbon dioxide in three different orchard soils during 1938 its possible significance. Proc. Amer. Soc. hort. sci., v., 36, 1938. [11]. I. J. De Viller. Some responses of McIntosh apple seedlings growing with the roots in various concentrations of oxygen. Proc. Amer. Soc. hort. sci., v., 36, 1938.

Поступила в редакцию
3 мая 1963 г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТВАЛОВ ЛЕСНЫХ ПЛУГОВ

Н. А. ТИХОНРАВОВ

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для возобновления леса на избыточно увлажненных вырубках часто применяют обработку почвы с образованием микроповышений. Этим требованиям отвечает полосная вспашка, при которой излишняя влага из отвального пласта стекает в борозду [1]. Однако до недавних пор практически было невозможно так обрабатывать почву, так как прицепные плуги не имеют достаточной проходимости и прочности, а их отвалы не приспособлены для оборота пласта в тяжелых условиях. Ниже излагается метод проектирования лесных отвалов, разработанный автором с учетом работы лесных плугов при испытании их на Государственных станциях и при эксплуатации на производстве.

Построение лобового контура отвала

1. Строят контур поперечного сечения борозды по заданной ширине пласта b и глубине пахоты a (рис. 1).

Для комплексной механизации наиболее перспективными являются глубина пахоты a от 15 до 30 см; ширина захвата b — 45 см и больше.

Контур борозды зависит от конфигурации лемеха. При полосной вспашке могут иметь место два варианта:

а) лемех обыкновенный — для пласта прямоугольного сечения применяется в лесных условиях редко, так как в большинстве случаев целесообразна подрезка пласта с двух сторон;

б) лемех с отогнутой пяткой-резцом для пласта трапециевидного сечения (показан на лобовом контуре жирным пунктиром, а в горизонтальной проекции — тонкими линиями и пунктиром). Угол φ изгиба пятки 65—75° (на рисунке — 70°). Высота отогнутой пятки задается равной половине глубины пахоты a или несколько большей. Неотрезанная — верхняя — часть пласта способствует его оборачиванию без отодвигания от борозды. Увеличение высоты отогнутой пятки лемеха улучшает подрезание пласта и его отделение от неподвижного массива. Однако в легких условиях (где мало корней в почве) излишнее подрезание может привести к отбрасыванию пласта и беспорядочной его укладке. Окончательно оптимальная высота заостренной пятки устанавливается опытным путем. Выбор конструкции не вносит в метод проектирования принципиальных изменений, так как заданная площадь сечения пласта $a \times b$ при этом не изменяется.

2. Проводят вспомогательную вертикальную линию в плоскости «полевого» обреза на высоту, равную приблизительно 0,9 v .

3. Строят первое от «полевого» обреза вертикальное сечение (на чертеже справа за № 5). Для этого проводят горизонталь AB , расположенную в плоскости направляющей и отстоящую от опорной плоскости корпуса на величину H_n (совмещение линии AB с линией II здесь случайно). Приподнятость направляющей над опорной плоскостью отражает то, что пласт не только оборачивается, но раньше приподнимается на некоторую высоту. Затем из конца пятки прямого лемеха проводят линию, пересекающую прямую AB под углом λ_0 . Эта линия является касательной к первому вертикальному сечению на крыле отвала. Радиусом $R_{в.с}$ проводят дугу окружности к касательной в точке пересечения последней с прямой AB . Первое вертикальное сечение на крыле должно проходить до высоты 0,9 v как можно ближе к вспомогательной вертикальной линии. Кроме того, во избежание преждевременного оборота пласта, угол β на той же высоте не должен быть больше 90—100°. Значительное уменьшение угла β также нежелательно, так как приводит к более крутой постановке груди отвала и разрыву пласта. Выполнение этих условий достигается правильным выбором величины H_n , λ_0 и $R_{в.с}$, которые могут изменяться приблизительно в следующих пределах: $H_n = 0,5 a \div 0,25 a$ (в примере 0,5 a); $\lambda_0 = 19 \div 6^\circ$ (в примере 19°); $R_{в.с} = 30 \div 45$ см (в примере 36 см). Большей ширине захвата v соответствуют большие значения $R_{в.с}$. Первое вертикальное сечение, расположенное на стыке крыла с грудью, в основном определяет постановку груди отвала.

4. Выбранным радиусом $R_{в.с}$ проводят крайнее левое вертикальное сечение так, чтобы оно было на 2—3 см выше левого края обернутого пласта, а вертикальный радиус совпадал бы приблизительно с левым обрезом того же пласта. Таким образом, назначают угол β_{max} в поперечно-вертикальной плоскости порядка 180° и даже больше, особенно, если вертикальный радиус сдвинут несколько вправо.

Радиус последнего вертикального сечения $R_{в.с}$ может равняться радиусу первого вертикального сечения (рис. 1) или быть значительно больше него [5, стр. 214—220]. Нарастание радиуса $R_{в.с}$ вертикальных сечений сопровождается изменением положения направляющей NM , которая все больше приближается к параллели со стенкой борозды. При выборе радиуса последнего вертикального сечения необходимо учитывать, что с уменьшением угла между направляющей и стенкой борозды пласт несколько лучше оборачивается и меньше сдвигается [2, стр. 82—84]. Испытания в 1952 г. первого лесного отвала, имеющего развивающийся радиус вертикальных сечений и криволинейную направляющую, расположенную в средней части под углом 11° к стенке борозды, показали хорошие результаты [5, стр. 214—220].

Сначала мы покажем построение отвала с прямолинейной направляющей и плавным поворотом вертикальных сечений на $\Delta\lambda = \text{const}$.

5. В точке пересечения последнего вертикального сечения с линией AB проводят касательную.

6. Расстояние между крайними вертикальными сечениями крыла на линии AB делят на равные части (в примере они равны 25 мм).

7. Замеряют разницу между углами стояния крайних касательных к горизонту λ_0 и λ_n и определяют угол поворота касательных $\Delta\lambda$ при перемещении на один участок. Для этого разницу в углах делят на число участков

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda_{max} - \lambda_{min}}{n - 1},$$

где n — число вертикальных сечений (в примере $\Delta\lambda = \frac{95 - 19}{10} = 7^\circ 10'$).

8. Радиусом $R_{в.с}$ проводят все остальные вертикальные сечения так, чтобы они касались проведенных под вычисленными углами линий на прямой AB . Для нахождения центра окружности удобно пользоваться шаблоном на кальке, где вычерчен радиус $R_{в.с}$, а под углом 90° к нему проведена линия. Эту линию необходимо совмещать с уже имеющимися на лобовом контуре касательными так, чтобы один конец радиуса $R_{в.с}$ был на горизонтали AB ; тогда другой конец отметит центр окружности. При построении отвалов с равномерно возрастающим радиусом (разработка аспиранта ЛТА Ю. И. Стахеева) вначале вычисляют увеличение радиуса ΔR при перемещении его по направляющей NM на один участок

$$\Delta R = \frac{R_{max} - R_{min}}{n - 1}.$$

Затем вычисляют радиус для каждой поперечно-вертикальной плоскости и проводят вертикальные сечения отвала. Здесь рассматривается равномерное изменение радиуса при условии, что все вертикальные сечения имеют форму дуги окружности. Однако есть пример построения лесного отвала с неравномерно изменяющимся радиусом [5, стр. 214—220]. Эффективность применения такой формы изучена недостаточно.

9. Проводят правый обрез отвала (по чертежу левый) вначале (у конца крыла) по последней образующей, а затем, руководствуясь необходимой степенью нажатия на пласт. Последняя определяется характером и величиной площади перекрытия поперечного профиля борозды отвалом. Чем оно больше, тем сильнее нажим на пласт (при наличии необходимого давления со стороны корпуса плуга). Если площадь перекрытия увеличивается в месте примыкания пласта к борозде, то он отрывается более активно, а при излишнем перекрытии отодвигается в сторону.

Излишне отпущенный нижний обрез на конце крыла отвала отражался на работе в меньшей степени (при условии сцепления плуга с трактором через полужесткую навеску конструкции ЛТА) и сопровождался увеличением давления на пласт и движением плуга с приподнятой пяткой. При проектировании целесообразно сознательно занижать нижний обрез отвала с тем, чтобы в процессе испытаний подрезать его до оптимальной высоты. Таким образом, расположение нижнего обреза отвала, а следовательно, и сила, и характер необходимого воздействия на пласт согласуются с физико-механическими свойствами почвы, количеством и свойствами препятствий на вырубке. Дальше правый (нижний) обрез проводят выпуклостью вниз, до точки K , лежащей на линии стыка лемеха с отвалом. Эта линия требует последующей корректировки, так как точку K и линию стыка определяют вначале также ориентировочно. Для этого одновременно с лобовым контуром необходимо начать построение горизонтальной проекции отвала. Откладывают линию лезвия лемеха под углом γ_0 к стенке борозды. Величину угла выбирают в пределах $40-42^\circ$ (в примере $\gamma_0 = 40^\circ$). Из лобового контура сносят конец лемеха и тем самым определяют натуральный размер его лезвия. Линию стыка лемеха с отвалом вычерчивают параллельно лезвию после несложных вычислений, считая, что известна ус-

ловная величина угла ϵ постановки лемеха и ширина полосы, из которой он изготовлен. Так как изгиб лемеха здесь не учитывается, то и значение угла ϵ выбирают несколько больше действительного, а именно в пределах 24—27°. Ширина наиболее часто применяемой для изготовления лемеха полосы равна 232 мм. Правый обрез лемеха может быть различным, но для легких условий чаще всего выполняется так, как показано контуром на рис. 2. Он проведен под прямым углом к лезвию, а верхний угол срезан по линии LK (контур $ОРЛК$). Последнее равноценно смещению точки K^1 и нижнего обреза в сторону стенки борозды, то есть в точку K .

У корпусов лесных плугов, предназначенных для работы на вырубках, пятка загнута по линии $ОО'$. В этом случае она проектируется по контуру $ОИЛ' LK$ или $ОИЛ' K'$ (в обеих проекциях показано тонкими линиями и пунктиром). Верхний угол срезают по линии $L' K'$ или $L' LK$ для некоторого уменьшения линии загиба на лемехе. Величину и расположение среза выбирают конструктивно из условий прочности отгибаемой пятки. Для определения положения точки K на лобовом контуре необходимо перенести ее туда с горизонтальной проекции, а высоту расположения вычислить по значению угла ϵ'' постановки и ширины лемеха. Корректирование производят после построения шаблонов. Для этого поперечный размер лемеха огибают по шаблонам № 1 и 2, тем самым определяют действительное очертание горизонтальной проекции.

В соответствии с уточненными параметрами корректируют положение линии стыка лемеха с отвалом и точки K (K') в плане и на лобовом контуре.

10. Откладывают высоту точки верхнего обреза отвала H_B , равную у полевого обреза $0,9 \div 1 \text{ в}$.

11. Остальные точки верхнего обреза отвала определяют из расчета того, что пласт, приняв положение вертикального сечения, полностью на ней умещается. На расстоянии z от левого обреза верхний обрез может достигать высоты, равной $1,2 \text{ в}$. Для вертикальных сечений, положение которых соответствует почти полностью обернутому пласти, развернутая длина дуги может уменьшаться до $0,7 \text{ в}$.

12. Через полученные на вертикальных сечениях точки и через верхнюю точку на лобовом обрезе проводят контур верхнего обреза крыла отвала (в примере он оказался дугой окружности с радиусом, равным 165 мм, проведенной через три характерные точки).

13. Конец крыла закругляют по лекалам.

14. Левый обрез наклоняют, как обычно, в сторону борозды на 5—10 мм.

15. На лобовом контуре проводят следы горизонтальных секущих плоскостей I—I, II—II и т. д. через равные промежутки (в примере через 50 мм).

16. Центры, из которых проводили вертикальные сечения, соединяют плавной пунктирной кривой, которая способствует нахождению вспомогательных точек при построении горизонтальной проекции отвала*.

* Для более успешного применения плуга в условиях, несколько отличающихся друг от друга, целесообразно проектировать к нему два сменных лемеха с загнутыми пятками: один с уменьшенной, а другой с увеличенной на 5—7 см шириной захвата. При увеличении ширины захвата активность отделения и отваливания ослабляется, что можно использовать для устранения отодвигания пласта. При уменьшении ее активность отделения и отваливания пласта увеличивается, так как возрастает площадь перекрытия отвалом поперечного профиля борозды в районе примыкания к ней отвального пласта. Последнее можно использовать для устранения обратного заваливания пласта в борозду.

Построение горизонтальной проекции отвала и шаблонов

1. Определяют и вычерчивают контуры лемеха (выполняется при построении лобового контура по пункту 9).

2. Ориентировочно отмечают конец крыла отвала с учетом того, что по опытным данным общая длина L лемеха и отвала при измерении вдоль по стенке борозды колеблется от 3 в до 4 в (то есть длина крыла отвала составляет от 1,8 в до 2,8 в). При выборе этой величины необходимо учитывать, что увеличение общей длины лемешно-отвальной поверхности сопровождается уменьшением значений углов γ в одноименных сечениях крыла и способствует более плавному обороту пласта с укладкой его без разрывов и сдвига от борозды. Например, опытный отвал с длиной отвальной поверхности $L = 3,8$ в обеспечивал несколько лучшую укладку пласта, чем при длине $L = 3$ в [5, стр. 314]. Поскольку однако при длинном отвале должна быть удлинена также полевая доска и, следовательно, вся конструкция плуга в целом, в ряде случаев допускается выбирать длину с приближением к среднему или нижнему пределам с учетом прочности и пластических свойств вырезаемого пласта.

3. Определяют положение направляющей прямой, по которой происходит перемещение вертикальных сечений крыла. Для этого проводят поперечно-вертикальную плоскость через пятку лемеха (в примере 5—5) и такую же плоскость у самого конца крыла (15—15) с таким расчетом, чтобы расстояния между всеми вертикальными секущими плоскостями были равны и выражались в целых миллиметрах. На полученные следы вертикальных плоскостей (5—5 и 15—15) сносим точки пересечения крайних вертикальных сечений с линией AB ; соединив полученные точки N и M , находим направляющую прямую.

4. По примеру пятой и пятнадцатой вертикальных сечений сносят точки пересечения остальных вертикальных сечений с линией AB на направляющую NM (на рис. 1 не показано) и проводят все остальные следы поперечно-вертикальных плоскостей 6—6, 7—7 и т. д.

5. Дальнейшее построение горизонтальных сечений, контура отвала в плане и шаблонов выполняют общеизвестными способами начертательной геометрии [3], [4].

6. Для завершения вычерчивания шаблонов 1,2 необходимо выбрать угол ϵ постановки лемеха, провести вспомогательную линию из точки на лезвии и при помощи лекал плавной кривой так закончить вычерчивание шаблона, чтобы вспомогательная линия явилась касательной к нему в точке на лемехе. Угол ϵ выбирают в пределах $20—25^\circ$ (на рисунке $\epsilon = 20^\circ$).

7. Шаблоны на конце крыла отвала (№ 6, 7 и 8) целесообразно отогнуть для лучшего скольжения нижнего обреза по отваленному пласту, не изменяя при этом расположения нижнего обреза по высоте. После этого корректируют контур отвала в горизонтальной плоскости (показано пунктиром). Для расширения пределов регулирования глубины пахоты с сохранением оптимального давления на пласт можно, не усложняя существенно конструкцию, сделать нижний обрез на конце крыла составным и регулируемым по высоте (показано пунктиром на шаблоне № 7).

Проектирование лесных отвалов с криволинейной направляющей NM и переменными R_{bc} и $\Delta\lambda$

В процессе государственных испытаний и производственной эксплуатации выяснилось, что в некоторых специфических условиях каче-

ство вспашки плугом ПЛН-53/63 было несколько ниже по сравнению с показателями опытного плуга, созданного в 1952 г. Опытный плуг отличается увеличенной длиной $L = 3,8$ в, криволинейной направляющей NM , которая в средней части расположена к стенке борозды под очень малым углом $\gamma_0 = 11^\circ$ (переменным радиусом $R_{в.с}$, резко увеличивающимся в средней части крыла и неравномерным увеличением угла λ наклона касательных [5, стр. 214—220]. Для изучения экспериментальных отвалов, подобных опытному, ниже приведены разработанные автором особенности проектирования лесных отвалов с криволинейными направляющими (рис. 2).

1. Отличие в построении лесного отвала от изложенного выше начинается с пункта 4, то есть с выбора радиуса $R_{в.с}$ для крайнего вертикального сечения. По примеру опытного отвала этот радиус $R_{в.с}^{max}$ выбирают больше величины радиуса первого вертикального сечения $R_{в.с}^5$ (на рис. 2 $R_{в.с}^5 = 340$ мм; $R_{в.с}^{max} = 580$ мм). Радиусом $R_{в.с}^{max}$ проводят крайнее вертикальное сечение (на рис. 2 отмечено цифрой 19).

2. Пересечение крайних вертикальных сечений с линией AB определяет конечные точки N и M направляющей кривой на лобовом контуре. Так как направляющая кривая находится в плоскости AB , проводим ее по прямой от точки N до M .

3. Определяют положение направляющей кривой в горизонтальной проекции. Сначала выбирают и отмеряют длину отвала (в примере $L \approx 4$ в). Затем под углом γ_0 строят лезвие лемеха и через его пятку проводят поперечно-вертикальную плоскость 5—5. Назначают число поперечно-вертикальных секущих плоскостей с таким расчетом, чтобы при расстоянии между ними 100—150 мм последняя вертикальная плоскость (на примере сечение 19—19) находилась бы на самом конце крыла отвала. Пересечение линий 5—5 и 19—19 со вспомогательными линиями, опущенными из точек N и M лобового контура, дадут конечные точки N и M направляющей кривой в горизонтальной проекции.

4. При проведении направляющей между конечными точками N и M рекомендуется задать ей такую форму, при которой в средней части обеспечиваются малые углы γ (на примере $\gamma_{min} \approx 5^\circ$). Оптимальная форма для тех или иных условий в конечном счете определяется при полевых испытаниях.

5. Определяют положение промежуточных вертикальных сечений на направляющей NM лобового контура. Для этого проводят следы поперечно-вертикальных плоскостей 6—6, 7—7 и т. д. до пересечения с направляющей кривой NM в горизонтальной проекции. Точки пересечения переносят на линию AB лобового контура (на рис. 2 вспомогательные линии не показаны).

6. Проводят все промежуточные вертикальные сечения на лобовом контуре. Предварительно вычисляют приращение $\Delta R_{в.с}$ и $\Delta \lambda$ при перемещении от одной поперечно-вертикальной плоскости к другой.

$$\Delta R_{в.с} = \frac{R_{max} - R_{min}}{n - 1} \quad (\text{в примере } \Delta R = \frac{580 - 340}{15 - 1});$$

$$\Delta \lambda = \frac{\lambda_{max} - \lambda_{min}}{n - 1} \quad (\text{в примере } \Delta \lambda = \frac{117 - 17}{15 - 1}),$$

где n — число поперечно-вертикальных сечений.

После вычисления значений $R_{в.с}$ и λ для каждого сечения проводят и нумеруют все промежуточные кривые на лобовом контуре. Для наглядности строят график изменения $R_{в.с}$ и λ как функцию от перемещения вертикальных сечений по направляющей NM .

Дальнейшее построение лобового контура, горизонтальной проекции и шаблонов не отличается от изложенного выше. При этом необходимо следить за плавностью развития кривых.

Если кривые горизонтальных сечений имеют резкие изгибы, то необходимо их корректировать, что в свою очередь вызовет изменение величины или характера развития других параметров. В качестве практического совета рекомендуется проектировать лесные отвалы, как правило, на миллиметровой бумаге в масштабе 1 : 1 или, в крайнем случае 1 : 2.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Кошечев, И. А. Лавров. Опыт восстановления леса на заболоченных лесосеках. Гослесбумиздат, М., 1953. [2]. М. Н. Летошнев. Сельскохозяйственные машины. Л., 1949, стр. 82—84. [3]. М. Н. Летошнев. Сельскохозяйственные машины. Сельхозгиз, Л., 1955, стр. 55—56. [4]. Н. Д. Лучинский. Построение отвалов по вертикальным сечениям. Научный отчет ВИМЭ, Сельхозгиз, М., 1945. [5]. Н. А. Тихонравов. О методах расчета, проектирования и исследования основных параметров некоторых лесных почвообрабатывающих машин и орудий. Кандидатская диссертация, Л., 1956.

Поступила в редакцию
25 февраля 1963 г.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ПОД ЛЕСНЫМИ ПОЛОСАМИ В СТЕПЯХ ПРЕДКАВКАЗЬЯ

А. М. АЛПАТЬЕВ

Профессор

(Ленинградский педагогический институт им. Герцена)

Л. А. КУЗНЕЦОВА

Научный сотрудник

(Кубанская опытная станция Всесоюзного института растениеводства)

Эффективность лесных полос в значительной степени зависит от их конструкции, а также зональных особенностей климата и почвы.

В предлагаемой работе приведены данные многолетних исследований авторов по режиму влажности почвы в лесных полосах и на окаймленных ими полях. В провинциях устойчивого снежного покрова, относящихся к северным степям, снег не только задерживается в полезащитных полосах, но и накапливается на прилегающих полях. Весной здесь создаются большие запасы влаги, обеспечивающие более высокие урожаи по сравнению с открытым полем. В южных степях при глубоком стоянии грунтовых вод и неустойчивом снежном покрове можно ожидать иного влияния полезащитных лесных полос на условия влагообеспеченности древесных насаждений и полевых культур. По этому вопросу в литературе еще не накоплено исчерпывающих материалов.

Мы проводили исследования в период 1949—1955 гг. на территории Кубанской опытной станции ВИРА, расположенной на Кубанской равнине между железнодорожными станциями Кавказская и Армавир, в наиболее теплой и увлажненной степной провинции Советского Союза. Почва — предкавказский чернозем на лессовидном карбонатном суглинке, мощность гумусового горизонта до 150 см. Грунтовые воды залегают на глубине 15—20 м и значительно минерализованы. Тепло и свет здесь в избытке, но влаги недостает во второй половине лета. Зимой температуры неустойчивы: продолжительные оттепели чередуются с резкими похолоданиями. Высота снега в среднем не превышает 10 см.

Создание лесных полос на полях станции было начато в 1928 г. А. В. Гурским и продолжено в период 1949—1952 гг. С. А. Захарченко. Облесенная территория станции теперь составляет около 7%.

Мы проводили наблюдения в непродуваемой по всему профилю лесной полосе № 7, заложенной в 1928 г. в направлении СВ-ЮЗ. Средняя высота ее 10 м, ширина 20 м. По данным учета 1953 г., в лесной полосе на 1 га насчитывалось 2950 деревьев 24—26 лет, 4180 деревьев подростового происхождения в возрасте 10—12 лет и 1500 шт. самосева гледичии, дуба, каркаса, клена и других пород от 1 до 7 лет. Травянистой растительности в полосе почти нет, сверху почву покрывает лесная подстилка толщиной 3—6 см. Во влажные теплые весны наблюдается массовое появление грибов из класса базидиомицетов.

Влажность почвы в полосе определяли весной — вначале облиственные деревья, летом — при уборке ранних зерновых (начало июля) и осенью — во время массового листопада; на прилегающем к полосе поле № 11 — в те же сроки на расстояниях 10, 50, 100 и 150 м от опушки. Скважины закладывали в трехкратной повторности. Глубина взятия проб — до 300 см. В табл. 1 приведены агрогидрологические показатели почвы станции. Влажность завядания была определена непосредственно в поле в год летнего сбрасывания листьев, полевая влагоемкость — способом затопления площадок. Для вычисления запасов влаги в глубже лежащих слоях использовали данные, полученные в «Хуторке», где почвы аналогичны почвам Кубанской станции. В трехметровом слое запас неусвояемой влаги составляет 450—500 мм и полевой влагоемкости — 940—1000 мм.

Таблица 1

Глубина, взятия образца, см	Объемный вес почвы, Г/см ³	Запасы влаги (мм) при	
		влажности завядания	полевой влагоемкости
0—10	1—1,1	14—16	32—37
10—20	1,1—1,3	13—17	32—36
20—30	1,2—1,3	13—17	32—37
30—50	1,2—1,3	30—38	66—75
50—70	1,2—1,3	30—37	66—72
70—100	1,3—1,4	48—55	95—110
100—120	1,3—1,4	31—36	60—70
120—150	1,3—1,5	45—52	90—105

Из шести лет наблюдений наиболее влажным был 1952 г., когда за период вегетации выпало 494 мм осадков (95% от годовой нормы), а расход влаги из трехметрового слоя почвы лесной полосы составил 184 мм. Наиболее сухим был 1950 г., когда выпало всего 166 мм осадков, и в конце июля началось преждевременное сбрасывание листьев почти у всех древесных пород.

Температура воздуха в начале распускания листьев у аборигенных древесных пород колеблется около 10—11°С, у более теплолюбивых (каркаса и гледичии) она выше (12—14°С). В осенний период у дуба и абрикоса листопад наблюдается при температуре 10—11°С, у большинства других пород раньше — при температурах выше 12—15°, что указывает на вынужденное сокращение периода вегетации в связи с недостатком влаги в почве.

Решающая роль в накоплении влаги в лесной полосе и в поле принадлежит снежному покрову. В бесснежные и малоснежные зимы запасы ее к весне увеличиваются незначительно. От 25 до 75% жидких осадков, выпадающих в холодный период года, расходуется на испарение.

В снежные зимы в лесной полосе снега накапливается в 2—3 раза больше, чем в поле.

В табл. 2 приведена средняя высота снежного покрова в лесной полосе и на защищенном поле (по данным снегосъемки в дни максимальной его высоты). На рис. 1 показана глубина промачивания почвы весной в лесной полосе и на защищенном поле. После малоснежных теплых зим почва под лесной полосой увлажнена меньше, чем в поле, что связано с большим ее иссушением предшествующей осенью.

В среднем за пять зим в почве под лесной полосой был накоплен 91% осадков холодного периода, в то время, как на защищенном поле только 48% (табл. 3). Разница в значительной мере обусловлена сдуванием снега с соседнего поля в лесную полосу.

Таблица 2

Дата съемки	Средняя высота снежного покрова, см		Характеристика зимы
	в лесной полосе № 7	на защищенном поле № 11	
31.I—37	75	28	Снежная, холодная
1.II—50	66	35	"
22.I—51	19	7	Бесснежная, теплая
17.XII—52	18	18	Малоснежная, теплая
28.I—53	30	32	"
25.II—54	133	55	Снежная, холодная

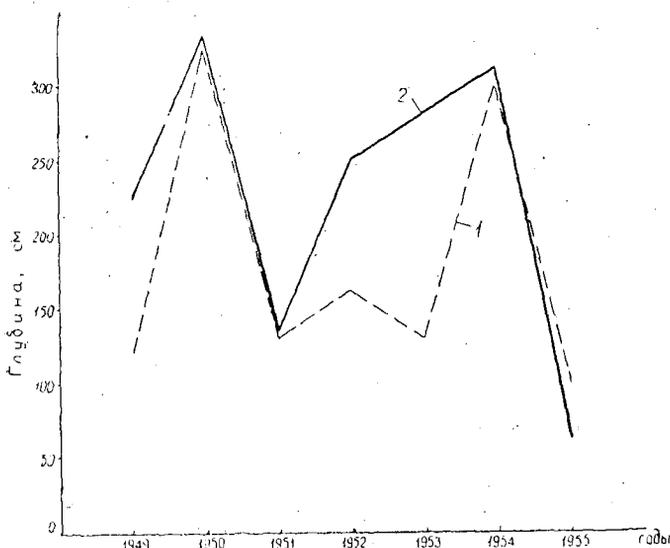


Рис. 1. Сравнительная глубина промачивания почвы весной:

1 — в лесной полосе; 2 — в поле.

Таблица 3

Годы	Холодный период	Накопление влаги, мм		Сумма осадков холодного периода, мм	Отношение накопления влаги к сумме осадков, %	
		в лесной полосе № 7	в защищенном поле № 11		в лесной полосе № 7	в поле № 11
1949/50	3.X—10.IV	312	130	171	183	76
1950/51	23.IX—24.IV	170	100	330	52	33
1951/52	15.X—17.IV	235	177	288	81	62
1952/53	10.XI—17.V	160	39	249	64	16
1953/54	20.X—4.V	270	170	239	112	71

В бесснежные теплые зимы на поле испаряется обратно в атмосферу до 75—80% осадков, а в снежные только 20—30%.

Таким образом, в защищенном поле в степных районах Кубани на увеличение запасов влаги используется только половина осадков холодного периода года, остальное количество расходуется на испарение и частично сдувается с поля в лесные полосы.

В результате лучшего затенения почвы в лесной полосе наблюдается выщелачивание верхнего слоя почвы. Опыты, проведенные 29 октября

1953 г., показали, что в защищенном поле почва вскипает с глубины 10—20 см, а в середине лесной полосы — с 60—70 см. Этот результат подтверждает данные Г. Н. Высоцкого (1915 г.).

В табл. 4 приведены запасы почвенной влаги по годам и сезонам под лесной полосой до глубины 3 м.

Таблица 4

Годы	Глубина, см	Запасы влаги, мм		
		весной	летом	осенью
1949	0—100	317	192	218
	0—200	536	345	414
	0—300	760	485	460
1950	0—100	327	—	144
	0—200	726	—	290
	0—300	1010	—	432
1951	0—100	271	170	160
	0—200	461	318	310
	0—300	615	458	448
1952	0—100	307	174	203
	0—200	545	323	365
	0—300	688	453	504
1953	0—100	319	166	194
	0—200	524	313	340
	0—300	694	460	486
1954	0—100	326	185	180
	0—200	611	360	360
	0—300	848	568	560

Данные показывают, что уже к лету запасы влаги в почве под лесной полосой снижаются ежегодно почти до уровня неусвояемых, и от лета к осени расход влаги деревьями покрывается в основном за счет текущих осадков (рис. 2). Осенью фактический запас воды в двухметровом слое колеблется в пределах 300—400 мм, а недоступный — от 300 до 360 мм.

Древесные растения иссушают некоторые почвы ниже полуметровой максимальной гигроскопичности*. Остаточный запас недоступной воды после них меньше, чем после травянистых растений. На Кубанской станции ВИР то же самое мы отмечали в 1950 и 1951 гг.

Валовые расходы влаги (осадки плюс расход влаги из почвы) сообществом древесных растений за вегетационный период приведены в табл. 5. Заслуживают внимания предельные значения отношений валового расхода к испаряемости в 1949, 1952 и 1954 гг. Очевидно, и для сообщества древесных пород так же, как и для травянистых растений, это отношение не может превышать единицы**.

На защищенном поле расход влаги из почвы составил в среднем 130 мм, а в лесной полосе 280 мм (без осадков). Сезонные колебания запасов влаги в поле выражены слабее, и на каждый год они охватывали трехметровую толщу почвы. Решающее влияние на изменение запасов влаги по годам оказывали погодные условия, а также темпы развития и продолжительность вегетации растений.

Лесная полоса слабо влияет на увлажнение прилегающего поля (табл. 6). Весной различия в запасах влаги на разных расстояниях от полосы незначительны, хотя по мере удаления от опушки почва несколько иссушается. Аналогичная картина наблюдается летом и осенью.

* С. В. Зонн. Почвенная влага и лесные насаждения. Изд. АН СССР, М., 1959.

** А. М. Алпатъев. Благооборот культурных растений. Гидрометеиздат, М., 1954.

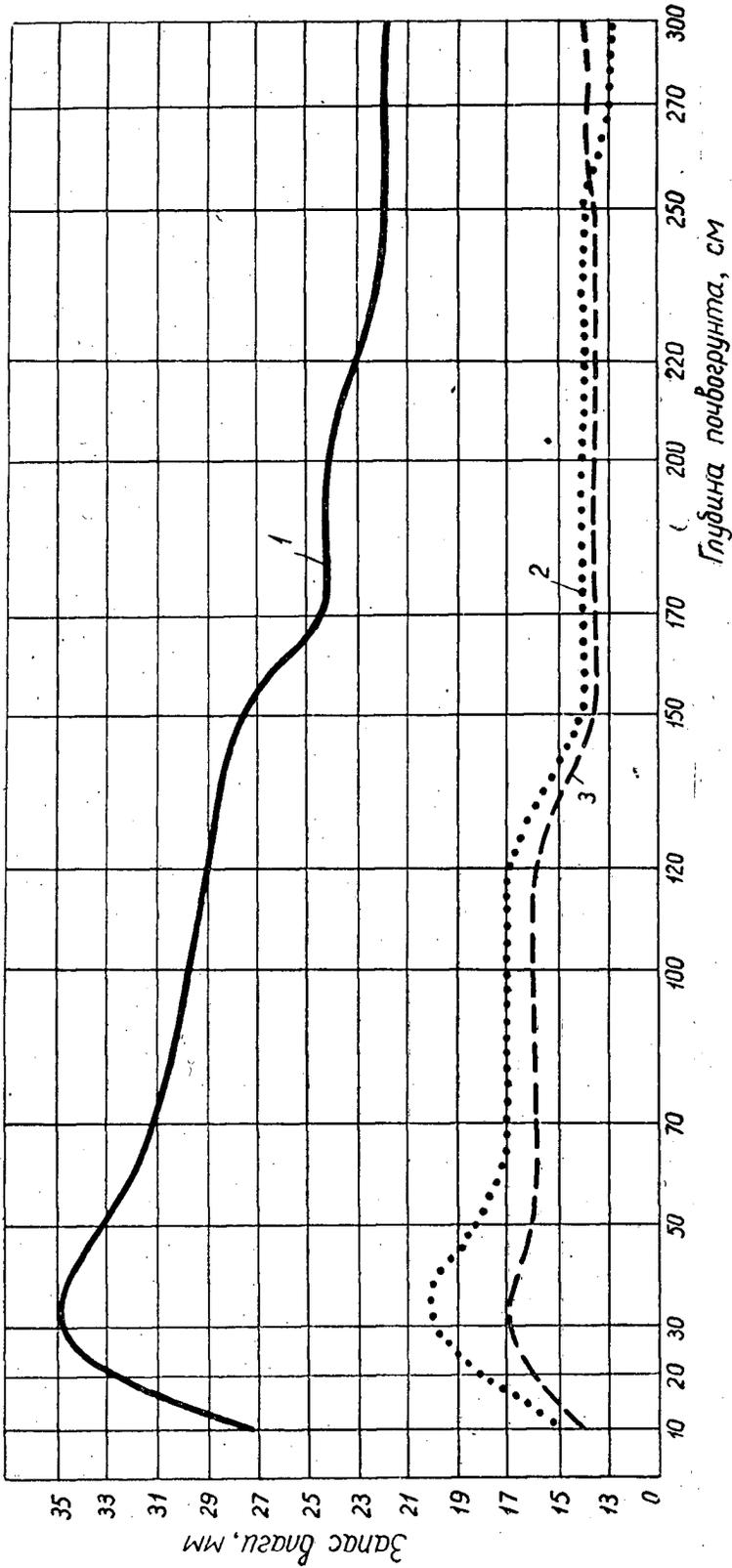


Рис. 2. Изменение запасов влаги в почве под лесной полосой в среднем за период 1949—1954 гг.
 1— весной; 2— летом; 3— осенью.

Таблица 5

Годы	Продолжительность вегетационного периода, дн.	Сроки вегетации	Расход воды из почвы, мм	Испаряемость за тот же период, мм	Осадки за тот же период, мм	Валовый расход воды, мм	Отношение валового расхода воды к испаряемости
1949	150	7.V — 3.X	309	633	334	634	1,00
1950	167	10.IV — 23.IX	548	812	166	714	0,88
1951	175	24.IV — 15.X	167	710	322	489	0,69
1952	212	14.IV — 11.XI	184	668	494	678	1,03
1953	168	6.V — 20.X	208	713	262	470	0,67
1954	191	4.V — 12.XI	288	757	419	707	0,94

Таблица 6

Глубина, м взятия образца	Запасы влаги в почве защищенного поля (мм) на расстоянии от лесной полосы (СЗ)				Запасы влаги на опушке лесной полосы, мм
	150 м (15Н)	100 м (10Н)	50 м (5Н)	10 м (Н)	
Весной					
1	308	309	303	312	312
2	566	566	572	582	602
3	793	804	809	819	806
Летом					
1	240	250	240	233	185
2	460	483	460	460	368
3	703	723	745	694	510
Осенью					
1	225	226	242	222	206
2	440	450	460	440	386
3	670	680	703	660	535

В поле, на расстоянии до 10 м от опушки, часто наблюдается значительное иссушение почвы к осени, что обусловлено десукцией древесных растений. Следствием этого бывает снижение урожая.

Исследования дефицита влажности воздуха и испаряемости летом 1954 г. подтвердили отсутствие существенного влияния лесных полос непродуваемой конструкции на метеорологические условия поля в степях Кубани. На расстоянии 150 м испаряемость в защищенном поле в июле—августе была такая же, как в открытом поле, за исключением «зоны» ослабленного обмена (2,5 Н), в которой она была ниже на 10%.

В период интенсивной транспирации травостоя испаряемость на расстоянии 2,5 Н от опушки была на 12% ниже, чем в открытом поле.

Эффективность полевых защитных полос определяется, как известно, величиной урожая. К сожалению, мы не располагаем данными учета урожая культурных растений в засушливом 1950 г., когда влияние лесной полосы могло быть наиболее значительным. В годы нормального и хорошего увлажнения урожай полевых культур повышается на 10—12% на расстоянии до 100—120 м от опушки.

Таким образом, неустойчивость снежного покрова в степях Кубани обуславливает отсутствие четко выраженного увлажняющего влияния непродуваемых лесных полос на прилегающие поля.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЙ С УЧАСТИЕМ ЛИСТВЕННИЦЫ В ГОРНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕГО УРАЛА

В. И. ТИХОНОВ

Аспирант

(Уральский лесотехнический институт)

В литературе имеются многочисленные указания о сокращении площади насаждений лиственницы вследствие интенсивного вытеснения ее более теневыносливыми породами, а также об ее исчезновении и вымирании ([9], [2], [3], [11], [7] и др.) в ряде районов страны, в том числе и на Урале. Изучение геологической истории Урала указывает на длительные и очень разнообразные процессы. В далеком прошлом Урал подвергался оледенениям, потеплениям, переменам влажного и сухого климата. В начале нашей эры преобладающей породой на Урале была лиственница. Затем она постепенно исчезала, уступая место сосне [6]. Заключительные стадии этого процесса проходят, вероятно, и в наше время.

В составе лесов, покрывающих склоны гор Среднего Урала, лиственница принимает небольшое участие, хотя и распространена повсеместно. Обычно она встречается как примесь к сосне. Однако характер распространения лиственницы имеет некоторые особенности. Так, Н. А. Коновалов [4] указывает, что участие лиственницы в составе древостоев Среднего Урала растет по мере продвижения с юга на север. Н. А. Луганский [5] отмечает, что лиственница чаще всего встречается в спелых и перестойных насаждениях, а С. Н. Санников [8] сообщает, что несмотря на повсеместную встречаемость лиственницы в спелых сосновых лесах предгорного района Урала участие ее в составе молодняков незначительно.

В целях исследования вопроса о распространении лиственницы на Среднем Урале, в горной его части, а главное, для познания возрастной структуры насаждений с ее участием и возрастной динамики примеси лиственницы в составе мы изучали таксационные материалы по пяти лесничествам, представляющим южные (Билимбайское и Первоуральское), северные (Сухогорское) и средние (В.-Нейвинское и Н.-Павловское) районы горной части Среднего Урала с их общей лесопокрытой площадью 136489 га. Учетом были охвачены более 2,7 тыс. таксационных выделов с примесью лиственницы, общей площадью 57 110 га, представляющих все возрастные группы насаждений и характеризующихся многообразием условий лесообразования в различных широтных районах Среднего Урала. Пестрота почвообразующих пород и гористый грядово-лощинный рельеф объясняют разнообразие почв. Несомненно,

что большая часть насаждений образовывалась и формировалась под воздействием различных вредителей, пожаров и влияния человека. Билимбайское и Первоуральское лесничества являются высокоинтенсивными хозяйствами со сложившейся более чем столетней историей ведения системы рубок леса и его возобновления. В Сухогорском лесничестве леса начали вовлекать в промышленную рубку лишь в последние 30—40 лет. Н.-Павловское и В.-Нейвинское лесничества по интенсивности ведения хозяйства и следам влияния человека занимают промежуточное положение.

Площади насаждений, в составе которых отмечена примесь лиственницы, были сгруппированы по хозяйствам, типам леса и классам возраста и в пределах каждого из них определен относительный показатель распространенности лиственницы (%). Динамику величины примеси этой породы в составе насаждений с возрастом изучали по данным значений таксационного коэффициента лиственницы в составе (средних взвешенных по площади).

Таблица 1

Лесничества	Распространенность лиственницы (%) по хозяйствам				
	сосновое	еловое	листвен- ное	кедровое	в среднем для лесни- чества
Билимбайское	26,8	9,8	5,8	—	14,5
Первоуральское	15,5	11,8	8,1	—	11,3
В.-Нейвинское	45,4	9,2	11,1	—	34,3
Н.-Павловское	32,9	12,3	9,4	—	25,3
Сухогорское	80,0	31,6	43,7	20,7	60,8
В среднем для хозяйства	40,1	14,9	15,5	—	

Из табл. 1 видно, что показатель распространенности лиственницы растет по мере продвижения с юга на север. Одним из наилучших ее спутников в смешанных насаждениях горной части Среднего Урала является сосна.

Показатели распространенности лиственницы в сосновых типах леса даны в табл. 2.

Таблица 2

Тип леса	Показатель распространенности (%) по лесничествам					
	Билимбай- скому	Перво- уральскому	В.-Нейвин- скому	Н.-Пав- ловскому	Сухогор- скому	в среднем для лесни- чества
Сосняк ягодниковый	39,0	37,8	41,6	43,1	94,5	51,2
Сосняк-брусничник	14,1	11,8	83,2	31,3	89,1	45,9
Сосняк разнотравный	26,2	13,3	57,0	23,5	80,1	40,0
Сосняк нагорный	—	—	95,0	30,0	58,5	61,2
Сосняк-долгомошник	—	—	26,2	24,0	—	25,1
Сосняк с липой	—	—	11,9	—	—	11,9
Сосняк сфагново-хвощевой	—	—	6,2	—	15,5	10,3
Сосняк сфагновый	—	—	6,4	—	17,1	11,8

Из табл. 2 видно, что лиственница в большей или меньшей степени сопровождает сосну как на сухих возвышенных местах с бедными слабообразованными почвами (сосняк нагорный), так и в заболоченных, увлажненных местах (сосняки сфагновый и сфагново-хвощевой). Наилучшие условия для успешного распространения и роста в условиях гор-

ной части Среднего Урала лиственница находит в сосняках ягодниково-брусничнике, разнотравном и нагорном.

Распределение насаждений по классам возраста в пределах наиболее часто встречающихся типов леса (данные взяты лишь по трем лесничествам) представлено в табл. 3, из которой видно, что с возрастом показатель распространенности лиственницы увеличивается. В березовых типах леса эта тенденция выражена несколько слабее.

Таблица 3

Тип леса	Лесничества	Показатель распространенности (%) по классам возраста						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Сосняк ягодниково-брусничник	Билимбайское	—	—	—	—	19,6	61,7	73,9
	Н.-Павловское	22,3	21,6	60,2	55,2	43,8	64,7	—
	Сухогорское	100,0	72,5	59,0	95,7	—	86,6	100,0
Сосняк-брусничник	Билимбайское	—	2,8	—	—	18,2	—	20,0
	Н.-Павловское	20,1	17,6	22,6	28,7	42,1	35,8	—
	Сухогорское	68,1	61,7	38,9	88,4	79,9	89,0	100,0
Сосняк разнотравный	Билимбайское	1,8	5,4	6,3	7,7	17,4	37,8	61,6
	Н.-Павловское	15,0	5,2	49,1	27,3	35,4	36,4	100,0
	Сухогорское	70,1	71,2	5,9	41,8	70,7	92,3	89,9

Увеличению показателя распространенности с возрастом, как правило, предшествует падение его во II—III классах по сравнению с I классом. Это явление дает основание предполагать, что успешное возобновление лиственницы обеспечивается на значительной площади, но затем, по мере смыкания молодняков и последующей дифференциации деревьев во II классе возраста, большая часть ее заглушается другими породами и только лишь в III и последующих классах возраста лиственница начинает занимать господствующее положение за счет превосходящего прироста уцелевших экземпляров.

Аналогично меняется величина примеси лиственницы в составе насаждений с возрастом (табл. 4).

Таблица 4

Тип леса	Величина примеси лиственницы в составе насаждений по классам возраста							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Сосняк ягодниковый . . .	0,65	0,72	0,34	0,50	0,75	0,92	1,26	1,74
Сосняк-брусничник . . .	0,65	0,63	0,85	0,82	0,74	0,04	1,25	1,79
Сосняк разнотравный . . .	0,59	0,54	0,38	0,61	0,69	0,85	1,38	1,63
Березняк разнотравный . . .	0,53	0,59	0,38	0,56	0,50	0,55	0,81	—
Березняк злаково-разнотравный	—	0,51	0,39	0,44	0,55	0,22	0,40	—

В таблицу включены лишь средние для пяти лесничеств данные по основным типам леса. Анализ табл. 4 показывает, что с возрастом участие лиственницы в сосновых типах увеличивается. Интересно, что величина примеси лиственницы в составе, как и показатель распространенности, уменьшается во II—III классах возраста. В сосняке-брусничнике это понижение незначительно и заканчивается уже во II классе возраста, в сосняках ягодниковом и разнотравном оно выражено более резко и затягивается до III класса, что, вероятно, объясняется более сильным заглушением лиственницы в этих типах в процессе формирования молодняков.

В березовых типах леса рост примеси лиственницы с возрастом менее уловим.

Уменьшение во времени показателя распространенности и величины примеси лиственницы, наблюдаемое в составах насаждений пяти лесничеств Среднего Урала, не следует считать доказательством процесса исчезновения и вымирания этой породы на Урале хотя бы потому, что возрастная амплитуда наших насаждений охватывает лишь двухсотлетний период времени, что, конечно, ничтожно мало для выявления и объяснения естественноисторических закономерностей. Указанное явление, по нашему мнению, поясняет лишь общую тенденцию в формировании состава насаждений с участием лиственницы при всем многообразии факторов лесообразования на Среднем Урале, свидетельствует лишь о наличии высокой конкурентной способности ее во взаимоотношениях с другими породами, что, несомненно, противодействует исчезновению и вымиранию лиственницы, если этот процесс действительно существует.

Формирование смешанных насаждений с участием лиственницы возможно даже на площадях молодняков, где она встречается единично. Это объясняется природным свойством лиственницы увеличивать примесь с возрастом при условии обязательного активного проведения рубок ухода в порядке осветления лиственницы от заглушения другими породами в период начала ее критического роста, то есть в возрасте 10—30 лет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Л. Горчаковский. Важнейшие типы горных еловых и сосновых лесов южной части Среднего Урала. Сборник трудов по лесному хозяйству, УЛТИ, вып. 3, 1956. [2]. Н. В. Дылис. Новые данные по систематике и истории сибирской лиственницы. Доклады АН СССР, т. L, 1945. [3]. О. Г. Каппер. Хвойные породы. Гослесбумиздат, 1954. [4]. Н. А. Коновалов. Лиственница Сукачева на Среднем Урале. Труды УЛТИ, вып. 16, 1959. [5]. Н. А. Луганский. О возрастной структуре насаждений с участием лиственницы Сукачева в учебно-опытном лесхозе. Сборник трудов по лесному хозяйству, УЛТИ, вып. 5, 1959. [6]. М. И. Нейштадт. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. Изд. АН СССР, 1957. [7]. Ф. Б. Орлов. Некоторые вопросы лесовосстановления на Севере. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1961. [8]. С. Н. Санников. Естественное возобновление в сосняках Северного Зауралья. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1961. [9]. В. Н. Сукачев. К истории развития лиственницы. Журн. «Лесное дело», изд-во «Новая деревня», М., 1925.

Поступила в редакцию
15 апреля 1963 г.

ОМОЛАЖИВАНИЕ ПОДЛЕСКА В СТЕПНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

М. Л. РЕВА

Старший научный сотрудник

(Уманьский дендропарк «Софиевка»)

При ведении хозяйства в степных лесах ни одно мероприятие немислимо без учета подлеска как обязательного компонента насаждений. Оптимальные взаимоотношения между верхним древесным ярусом и подлеском поддерживаются рубками ухода и, в первую очередь, рубками, носящими название «омолаживание подлеска». В существующих наставлениях и технических указаниях по рубкам ухода за лесом рекомендуется все подлесочные кустарники периодически сажать на пень, приурочивая это мероприятие к очередным рубкам ухода (изреживанию древостоя).

Изучая порослевое возобновление и вегетативное размножение подлесочных кустарников в степных насаждениях Украинской ССР (Велико-Анадольский лес — обыкновенные черноземы, Вознесенский лесхоз — южные черноземы, Чернолесский, Октябрьский и Харьковский лесхозы — серые оподзоленные почвы, Партизанский пункт УкрНИИЛХА — темно-каштановые почвы), удалось установить некоторые закономерности, дающие возможность более точно определить многие лесохозяйственные мероприятия по уходу за подлеском.

Под порослью, о которой будет идти речь, понимают побеги, образовавшиеся из спящих и адвентивных почек на пнях срубленных кустарников.

Порослевая способность подлесочных кустарников после рубок ухода в степных насаждениях зависит от многих факторов. Учет показал, что чем жестче условия внешней среды, тем больше порослевин образуется на пнях одновозрастных кустов под пологом дубовых древостоев полнотой 0,7—0,8 (табл. 1).

Таблица 1

Порода	Среднее количество порослевин на один куст в лесхозах			
	Харьковском, Октябрьском	Велико-Анадольском	Вознесенском	Партизанском пункте
Желтая акация	7,0±0,52	10,4±0,82	12,8±0,56	19,7±0,52
Жимолость татарская	11,4±0,93	6,3±0,42	15,5±0,89	26,6±2,57
Свидина	4,2±0,40	8,1±0,57	12,5±0,66	—
Бирючина	15,7±1,34	17,6±0,62	19,9±0,69	13,4±1,53
Гордовина	6,4±0,34	8,5±0,28	—	—
Скумпия	5,0±0,47	18,3±1,48	16,0±1,10	8,1±0,53
Клен татарский	6,6±0,65	5,8±0,62	5,2±0,48	—

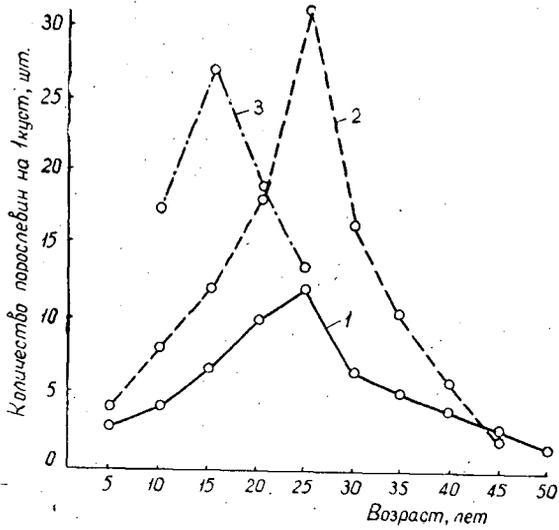


Рис. 1. Зависимость порослевой способности кустарников от возраста срубаемого куста.

1 — жимолость татарская на обыкновенных черноземах;
2 — жимолость татарская на южных черноземах;
3 — желтая акация на темно-каштановых почвах.

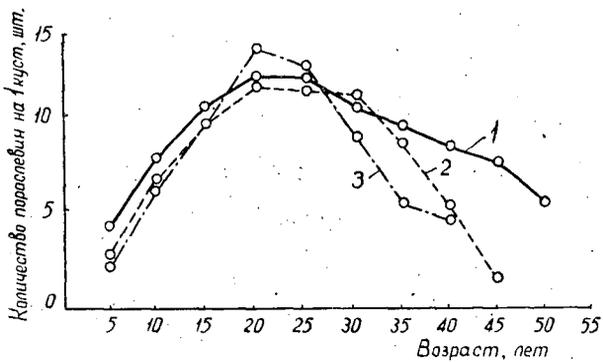


Рис. 2. Зависимость порослевой способности берючины от возраста срубленного куста.

1 — зона серых лесных почв; 2 — зона обыкновенных черноземов; 3 — зона южных черноземов.

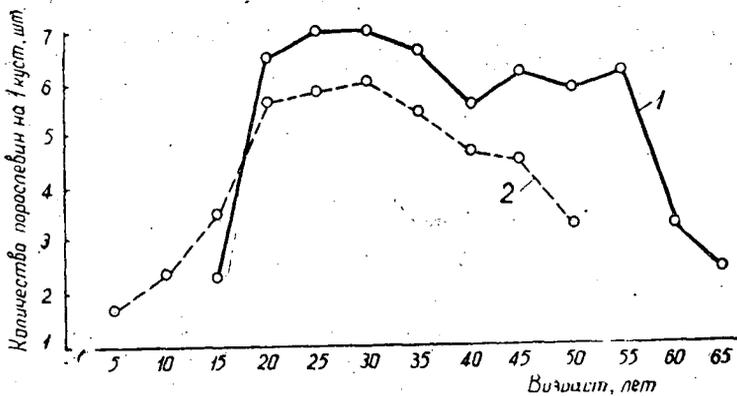


Рис. 3. Зависимость порослевой способности клена татарского от возраста срубленного куста.

1 — зона серых лесных почв; 2 — зона обыкновенных черноземов.

С продвижением с севера на юг почти у всех обследованных кустарников порослевая способность увеличивается. Это объясняется тем, что в более жестких условиях среды меньшее количество спящих почек при жизни надземной части куста трогается в рост, то есть к моменту рубки потенциальный запас спящих почек, при прочих равных условиях, больше.

Примерно такую же зависимость для древесных пород отмечают В. Г. Нестеров [3] и Н. А. Лохматов [2]. Однако в первый год после рубки не все спящие почки трогаются в рост. Около 30% их прорастает на второй—третий годы и располагаются между корневыми лапами и выше места прикрепления порослевых побегов, появившихся в первый год. Некоторая часть почек не прорастает совсем, оставаясь в состоянии покоя.

С возрастом порослевая производительность подлесочных кустарников сначала увеличивается, достигая максимума в 20—30 лет, а затем постепенно снижается до полного прекращения (рис. 1, 2, 3). В возрасте 10—35 лет следует чаще и интенсивнее рубить подлесок, чтобы он сильно не разрастался и не мешал возобновлению и росту главных пород в насаждении.

Кроме того, можно получить дополнительный доход за счет реализации хвороста и хмыза. Это особенно ценно для степных малолесных и безлесных районов, где хворост и хмыз используют как топливо и мелкий строительный материал.

Прекращение порослевой способности кустарников наблюдается за 5—10 лет до наступления возраста естественной спелости. Поэтому омолаживание подлеска следует проводить на 8—10 лет раньше этого возраста.

Чтобы судить о зависимости порослевого возобновления от условий освещения, рассмотрим, как изменяется количество поросли на пнях при различной сомкнутости полога верхнего яруса (табл. 2).

Таблица 2

Порода	Полнота древесного полога	Количество порослевин на один куст в лесхозах			
		Чернолесском, Харьковском, Октябрьском	Велико- Анадоль- ском	Вознесен- ском	Партизан- ском пункте
Желтая акация	0,1—0,2	11,3	14,1	16,6	22,4
"	0,3—0,4	9,2	12,1	15,5	26,7
"	0,5—0,6	8,4	10,6	13,8	18,9
"	0,7—0,8	8,1	9,3	11,8	16,0
"	0,9—1,0	5,9	8,1	12,1	14,8
Жимолость татар- ская	0,1—0,2	—	27,8	20,5	36,8
"	0,3—0,4	—	16,2	14,0	34,9
"	0,5—0,6	—	9,0	17,4	27,5
"	0,7—0,8	—	6,6	12,0	20,6
"	0,9—1,0	—	6,1	7,4	19,1
Свидина	0,1—0,2	9,2	11,6	16,3	—
"	0,3—0,4	8,5	12,4	17,2	—
"	0,5—0,6	6,3	10,1	18,6	—
"	0,7—0,8	3,7	7,7	12,8	—
"	0,9—1,0	2,6	5,3	8,5	—
Бирючина	0,1—0,2	18,3	22,1	25,6	24,7
"	0,3—0,4	17,2	21,2	26,5	29,6
"	0,5—0,6	16,4	18,6	23,7	27,3
"	0,7—0,8	15,0	17,3	21,8	21,2
"	0,9—1,0	13,9	14,5	17,4	15,4

Продолжение табл. 2

Порода	Полнота древесного полога	Количество порослеви на один куст в лесхозах			
		Чернолесском, Харьковском, Октябрьском	Велико- Анадоль- ском	Вознесен- ском	Партизан- ском пункте
Гордовина	0,1—0,2	—	9,4	—	—
"	0,3—0,4	—	8,6	—	—
"	0,5—0,6	—	14,9	—	—
"	0,7—0,8	—	5,2	—	—
"	0,9—1,0	—	3,1	—	—
Скумпия	0,1—0,2	4,0	29,6	16,3	—
"	0,3—0,4	3,3	27,3	17,3	—
"	0,5—0,6	4,2	24,7	17,1	—
"	0,7—0,8	6,3	17,2	16,8	—
"	0,9—1,0	8,8	14,9	—	—
Клен татарский	0,1—0,2	8,3	7,2	3,7	—
"	0,3—0,4	7,1	6,9	4,6	—
"	0,5—0,6	6,6	5,3	4,1	—
"	0,7—0,8	4,8	4,4	3,5	—
"	0,9—1,0	4,2	6,1	2,6	—

В условиях юга лесостепной зоны на серых лесных почвах с увеличением сомкнутости полога верхнего яруса порослевая способность падает. В степных условиях некоторое затенение пологом положительно влияет на порослевое возобновление подлеска, достигая оптимума при полнотах 0,3—0,5. Более сильное затенение вызывает худшее развитие материнских кустов и уменьшает порослевую производительность. Такую же закономерность выявили И. В. Троценко [4], И. Д. Юркевич [5], А. Е. Дьяченко [1] и другие при разработке способов закладки специальных кустарниковых хозяйств под пологом леса. Неудачные результаты плантаций иногда объясняются несоблюдением условий выбора оптимальной густоты насаждений, под пологом которых их закладывают.

Таблица 3

Почвы	Порода	Количество отводков на 1 куст (шт.) при количестве порослеви на кусте					
		1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30
Серые оподзоленные	Скумпия	1,3	2,7	1,3	—	—	—
	Гордовина	2,7	1,6	10,4	8,3	4,4	6,2
	Бирючина	6,1	12,1	31,4	54,7	59,5	—
Обыкновенные черноземы	Скумпия	3,7	4,1	5,3	4,2	—	—
	Гордовина	2,5	5,2	20,5	16,1	—	4,2
	Бирючина	8,6	11,3	24,8	43,2	48,1	—
Южные черноземы	Скумпия	4,4	4,8	5,8	5,6	6,2	7,0
	Бирючина	8,1	11,3	19,6	27,4	—	—
	Гордовина	45,0	50,0	46,0	—	—	—
Темно-каштановые почвы	Скумпия	2,3	2,1	3,8	2,4	4,5	—
	Гордовина	—	—	—	—	—	—

Своевременное омолаживание подлеска вызывает также более интенсивное размножение подлесочных кустарников отводками, укоренением побегов обычного строения, ускоряет партикуляцию этих кустарников. Например, в 22-летнем дубовом насаждении с подлеском из бирючины, полнотой 0,8 (Чернолесский лесхоз, квартал 178) на каждый куст бирючины до рубки приходилось 6,3—9,7 отводков. Через три года после рубки подлеска эта величина возросла до 15,7±1,34. Изменение отводковой производительности в зависимости от количества побегов

на пне матуринокого куста (табл. 3) наблюдается в различных почвенно-климатических зонах.

Таким образом, порослевое возобновление подлесочных кустарников в степных лесных насаждениях зависит от общих почвенно-климатических условий произрастания, возраста рубки, сомкнутости верхнего яруса. Своевременными рубками ухода не только обеспечивается порослевое возобновление подлеска, но и вызывается более интенсивное его вегетативное размножение и разрастание. Густоту подлеска в насаждении можно регулировать правильно организованными рубками.

Омолаживание подлеска в период его максимальной порослевой производительности можно и следует проводить чаще, чтобы получить дополнительный промежуточный доход от насаждения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Е. Дьяченко. Скумпия и ее хозяйственное значение. ВНИАЛМИ, «Опыты и исследования», вып. II, Гослесбумиздат, 1934. [2]. Н. А. Лохматов. Порослевое и семенное возобновление полегающих лесных насаждений в степи. Харьков, 1953. [3]. В. Г. Нестеров. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, М.-Л., 1949. [4]. И. В. Троценко. Скумпия. Журн. «Лес и степь» № 8, 1950. [5]. И. Д. Юркевич. Порослевое возобновление твердолиственных пород. Сборник трудов Белорусского лесотехнического института, вып. VI, 1940.

Поступила в редакцию
29 января 1963 г.

НОВЫЙ УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАСЛИЧНОСТИ ПЛОДОВ ЛЕСНОГО ОРЕШНИКА*

Е. Н. САМОШКИН

Лекционный ассистент

(Брянский технологический институт)

В последние годы в связи с решением важнейшей государственной задачи — достигнуть полного изобилия высококачественных продуктов питания для населения и сырья для промышленности — большое внимание уделяется ценным орехоплодным растениям, в том числе и лесному орешнику, или лещине обыкновенной.

Мы провели исследовательскую работу по изучению хозяйственно важных признаков плодов орешника и в первую очередь их масличности.

С этой целью в конце августа и в сентябре 1961 г., когда орехи начали свободно выпадать из оберток с 240 пробных кустов, отобранных в разных условиях местопроизрастания, были собраны образцы плодов. Кусты подбирали с учетом внутривидового разнообразия, особенно по форме орехов. Обращали также внимание на то, чтобы в образец попали орехи различного веса и с разных мест положения на кусте: хорошо освещенные и затененные, со старых и молодых побегов, мелкие и крупные, так как плоды этих категорий могут иметь различную жирность.

В лаборатории кафедры химии Брянского технологического института по методу «обезжиренного остатка» [6] мы определяли масличность орехов отдельно для каждого куста с двукратной повторностью. Анализ полученных данных показал, что лещина в Брянской области, как и в других местах, имеет широкую индивидуальную изменчивость по жирности плодов (от 51,8 до 72,1%). Установить коррелятивную зависимость морфологических признаков плодов и масличности пока не представляется возможным ввиду крайнего непостоянства первых. Поэтому до сих пор для установления ценности плодов орехи отправляют для анализа в лабораторию. Но, как известно, стандартные лабораторные методы количественного определения жира в растительных объектах требуют большого времени и специального оборудования, а потому на практике часто трудно выполнимы. Иногда же при селекционном отборе жирность орехов нужно находить ориентировочно прямо в лесу. Отсюда естественно встает вопрос о необходимости разработки полевого ускоренного метода определения масличности плодов лещины обыкновенной, достаточно простого и удобного для любого селекционера-практика.

* Работа выполнена под руководством проф. Б. В. Гроздова.

Как известно из ряда работ [2], [1], [3], [7], [5], жиры находятся в протоплазме и пластидах каждой растительной клетки, но главным образом в семенах и плодах, в виде тонкой эмульсии и легко обнаруживаются особыми красителями. Для наших работ был использован наиболее широко распространенный краситель судан-III, 0,1 г которого растворяли в 20 мл спирта; нерастворившиеся частицы осаждали на центрифуге, после чего раствор аккуратно сливали в отдельный флакончик с плотно завинчивающейся пробкой, чтобы спирт не испарялся. Для первоначального исследования брали орехи с самой высокой (70% и более) и с самой низкой (55% и менее) маслячностью. Орехи осторожно освобождали от скорлупы и разрезали пополам (поперек) бритвой так, чтобы края среза не мялись. Затем с одной половины делали срез в виде пластинки примерно 0,5 мм толщиной, и клали его на предметное стекло (можно любое, примерно равное предметному) и на препарат наносили 1—2 капли раствора. Если срез получался неудачный, его изготовляли вторично из другой половины ореха. После высыхания спирта, приблизительно через 10 мин, окрашивание в основном заканчивалось. Сравнив два взятых препарата, мы убедились, что они существенно отличаются друг от друга. Срез высокомасличного ореха окрасился почти целиком: в центре остались светлыми лишь тонкие полоски или отдельные рыхлые нити. У низкомасличного ореха окрасились в основном периферийные клетки, а в центре хорошо вырисовалось крупное беловатое пятно овальной формы. Дополнительное изучение срезов орехов полностью подтвердило, что такая картина не случайна. Беловатое неокрашенное пятно в центре среза показывает, что эти клетки имеют мало жира, или его там нет совершенно. Средние по маслячности образцы заняли по величине и четкости рисунка промежуточное положение. Таким образом была подмечена обратная зависимость между жирностью орехов и величиной, а также четкостью рисунка: чем выше жирность, тем меньше и слабее рисунок и наоборот.

Интересная картина получилась при дальнейшем изучении орехов. Выяснилось, что рисунки можно увидеть и без окрашивания. Для этого стеклянную пластинку со срезом надо рассматривать на фоне неба или электрического света: клетки с жиром темноватые, без жира — более светлые и расположены ближе к центру. Значительно улучшается видимость неокрашенного рисунка, если срез положить на черный предмет и смотреть сверху. Контрастность рисунка повышается также при смачивании среза спиртом, одеколоном или водкой.

Изучая низкомасличные образцы плодов (60% и ниже), мы обратили внимание на то, что подавляющее большинство их имеет незрелые орехи, ядра у которых сморщены и далеко не полностью занимают скорлупу. Естественно, что кусты с такими орехами легко могут быть опознаны по темноватой скорлупе непосредственно в лесу и оставлены без учета. Труднее установить качество орехов (масличность) в том случае, если внешние признаки не вызывают сомнений. Как правило, это бывает у кустов с жирностью орехов 60% и более.

Исследовав орехи всех пробных кустов, мы составили таблицу для определения маслячности плодов лесного орешника в полевой обстановке (рис. 1). Срезы орехов различной жирности расположены в таблице в шесть рядов, в каждом из которых изображено по 10 отдельных срезов орехов, чтобы лучше учесть различные вариации по величине и форме.

Для ускорения полевой работы качество плодов вначале целесообразно определять приближенно, для чего орехи по хозяйственной ценности разделены нами на три категории: высокомасличные — с жир-

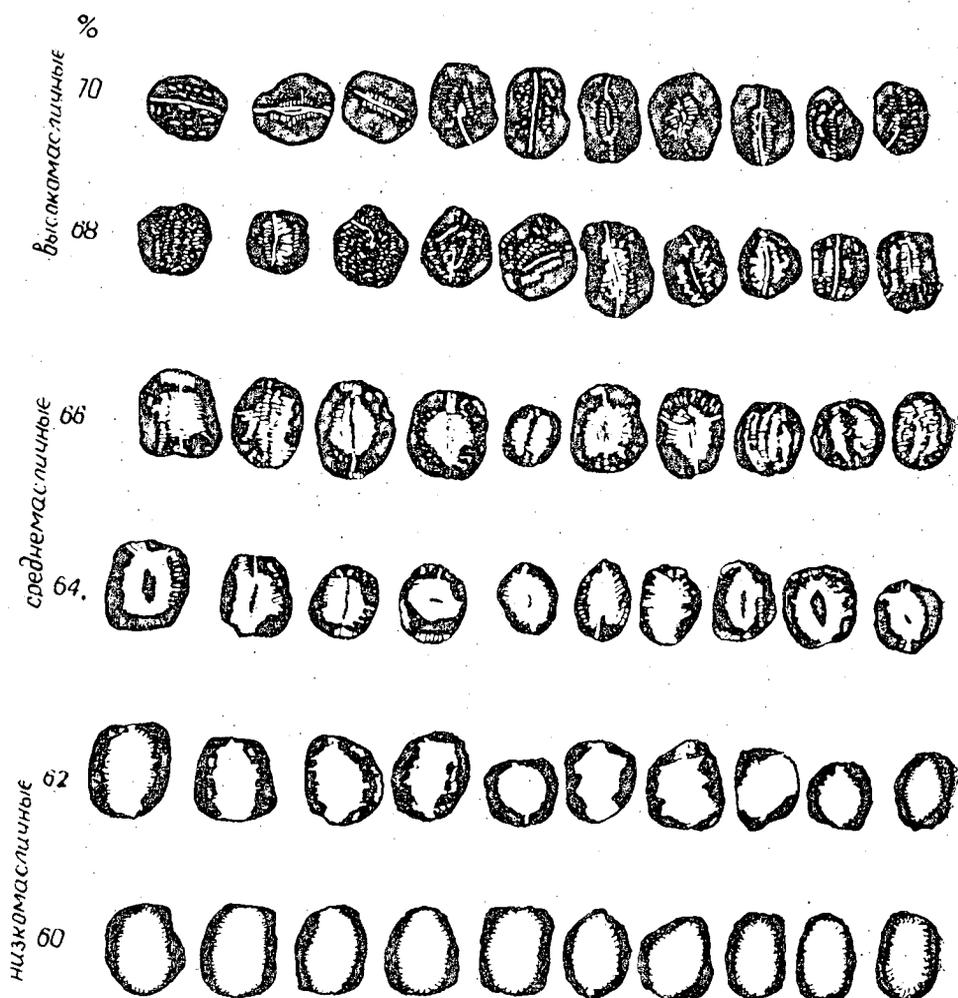


Рис. 1. Таблица для полевого определения масличности плодов лесного орешника по анатомическому строению среза ядра (по Е. Н. Самошкину).

ностью 68—70% и более, среднемаасличные — 64—66% и низкомасличные — 60—62%.

Орехи наиболее ценных кустов могут быть исследованы дополнительно в лабораторных или домашних условиях. Очень просто и достаточно верно по таблице можно найти количество жира у высокомаасличных орехов, что, несомненно, соответствует интересам практики.

Если высокомаасличные орехи имеют на срезе слабый рисунок, то среднемаасличные отличаются хорошо выраженной контрастностью рисунка около линии, делящей орех на две семядоли. При дальнейшем уменьшении жирности (до 60%) светлое пятно рисунка разрастается и особенно усиливается его четкость.

Лучшие по всем признакам плоды, как правило, имеют тонкую, легко отстающую, блестящую пленку ядра. Р. Ф. Кудашева [4], изучая

формовое разнообразие лещины в Тамбовской и Владимирской областях, отметила у таких орехов и более приятный тонкий привкус.

Для получения достоверного результата необходимо анализировать не менее десяти орехов, разнообразных по величине и положению на кусте, а затем выводить средний показатель.

Ускоренный метод, конечно, не претендует на замену лабораторных исследований, но может дать определенные придержки для полевой работы.

Чтобы квалифицированно вести отбор, требуется небольшая предварительная тренировка, а на месте (в лесу или в поле) — внимательное изучение морфологических и анатомических признаков орехов, как указано выше. Если имеется возможность, результаты первого полевого отбора полностью или частично нужно проверить лабораторным методом. Это позволит сразу выяснить все ошибки и учесть их в дальнейшем. По мере натренированности бригады, ведущей отбор, надобность в лабораторных анализах постепенно будет отпадать.

Мы надеемся, что предлагаемый метод после проверки в различных лесорастительных районах сможет оказать определенную помощь производителям при выращивании сортового посадочного материала высокомасличных форм лесного орешника.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Л. Иванов. Учение о растительных маслах. Госиздат, М., 1924.
[2]. В. Л. Комаров. Практический курс ботаники. Ч. 1, Госиздат, М., 1923.
[3]. Л. И. Курсанов и др. Ботаника, т. I, Анатомия и морфология, Учпедгиз, М., 1950. [4]. Р. Ф. Кудашева. Разработка способов осеверения орехоплодных в лесах СССР. Итоговый научный отчет по теме № 27 за 1958 г. ВНИИЛМ, Пушкино, Московской области. [5]. М. Н. Прозина. Ботаническая микротехника. Госиздат «Высшая школа», М., 1960. [6]. С. В. Рушковский. Методы исследования при селекции масличных растений на содержание масла и его качество. Пищепромиздат, М., 1957. [7]. Н. И. Шаратов. Масличные растения и маслообразовательный процесс. Изд. АН СССР, М.-Л., 1959.

Поступила в редакцию
8 февраля 1963 г.

ГИПЕРТРОФИЯ ЛИСТЬЕВ У ТРАВМИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭТОГО ЯВЛЕНИЯ

Ю. С. ПРОЗОРОВ

Кандидат биологических наук

(Институт леса и древесины Сибирского отделения АН СССР)

При проведении геоботанических исследований в 1960 г. на территории Средне-Амурской низменности мы обнаружили в нескольких местах деревья лиственницы амурской с необычно длинной ярко-зеленой хвоей (рис. 1, 2). Впервые они были найдены на мезотрофном сфагновом болоте, а в дальнейшем на заболоченных и на суходольных участках небольшими куртинами площадью не более 1 га.

У этих деревьев большая часть ветвей засохла за год или несколько лет до наших наблюдений. Это связано, как правило, с повреждением деревьев пожарами (ожоги стволов и корней). В некоторых случаях оно вызвано, по нашим предположениям, ослаблением жизнеспособности лиственницы вследствие уничтожения хвой первичными энтомофагами. От повреждения пожарами и насекомыми многие деревья засохли полностью. В куртинах лиственницы с увеличенной хвоей много сухостоя. Возраст всех осмотренных деревьев с необычным охвоением не превышает 50 лет. Производительность древесного яруса в зависимости от условий произрастания колеблется в пределах от III до Va классов бонитета (иногда ниже).

Первые визуальные наблюдения показали, что размеры хвой тем больше, чем меньше на дереве живых ветвей. Для лабораторных исследований 7 июля на сфагновом болоте мы собрали хвою с нормально охвоенных лиственниц, а также с деревьев, на которых оставалось 2, 3 и 10 жизнедеятельных ветвей. Вся хвоя взята в верхней половине кроны.

При лабораторных анализах из каждого гербарного образца путем случайного отбора взято по 100 хвоинок, измерена их длина, а также определены вес в абсолютно сухом состоянии и зольность. Результаты анализов приведены в табл. 1 и на рис. 3.

Таблица 1

№ модельных деревьев	Число охвоенных ветвей	Средняя длина хвой и ошибка среднего арифметического	Показатель точности, %	Максимальная длина хвой, мм	Минимальная длина хвой, мм	Вес 100 хвоинок, г	Зольность хвой, % от абс. сухого веса
2	Все	10,3 ± 0,24	2,29	15	5	0,0908	1,59
6	10	14,7 ± 0,33	2,27	25	7	0,1101	2,72
5	3	22,8 ± 0,64	2,78	40	7	0,2299	4,91
1	2	30,8 ± 0,97	3,15	60	16	0,2674	8,40

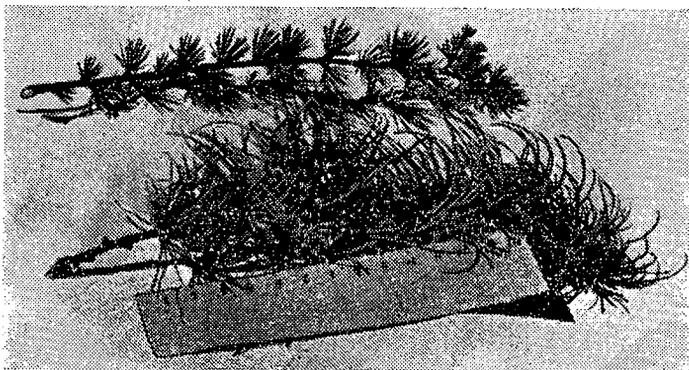


Рис. 1. Ветви с нормальной и гипертрофированной хвоей лиственницы на сфагновом болоте.

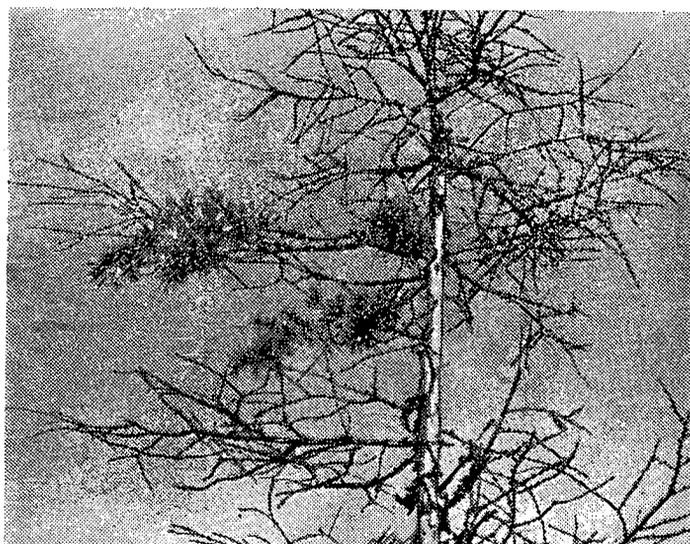


Рис. 2. Гипертрофированная хвоя лиственницы на модельном дереве № 5.

Из табл. 1 видно, что по мере сокращения числа охвоенных ветвей длина хвои увеличивается. Вместе с этим возрастает разность между ее максимальными и минимальными размерами (рис. 3). Пропорционально размерам повышается средний вес хвои и еще больше зольность.

В начале сентября 1961 г. для выяснения состава зольных веществ мы собрали образцы гипертрофированной и обычной хвои с верхних ветвей в заболоченном и суходольном лиственничниках. Удлиненная хвоя взята с деревьев, на которых сохранилось по несколько жизнедеятельных веток. Химические анализы провел научный сотрудник Института леса и древесины СО АН СССР А. П. Белоус.

Вопреки нашим предположениям, существенных различий в зольности между обычной и гипертрофированной хвоей не обнаружилось (табл. 2). Такие результаты получены, вероятно, вследствие неодинакового возрастного состояния этих разновидностей хвои в осенний период. Исследования ряда ученых [1], [11], [5], [9] показали, что удаление части листвы у древесных и травянистых растений заметно продлевает срок

Место произрастания деревьев	Вид хвои или листьев	Валовое содержание азота и зольных веществ				
		N	зола (сумма)	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
Заболоченный лиственничник	Нормальная	1,295	4,676	2,143	0,067	0,027
	Удлиненная	1,585	4,389	0,853	0,118	0,022
Суходольный лиственничник	Нормальная	1,309	7,221	3,149	0,176	0,025
	Удлиненная	2,303	7,138	1,052	0,171	0,117
Суходольный березняк	Нормальные	2,040	4,151	0,170	0,294	0,044
	Порослевые	2,629	4,671	0,134	0,132	0,038
	Увеличенные	3,151	7,526	0,180	0,271	0,064

жизни оставшихся листьев (следовательно омолаживает). Нечто подобное наблюдается, очевидно, при уменьшении охвоенности деревьев под влиянием некоторых природных факторов. По всей вероятности, хвоя обычных деревьев лиственницы к концу вегетационного периода становится более старой, чем у деревьев, на которых сохранились лишь единичные жизнедеятельные ветви.

Неодинаковое возрастное состояние хвои объясняется различиями ее химического состава. Старение хвои сопровождается повышением ее зольности за счет накопления главным образом кремнезема [6]. В обычной хвое лиственницы сентябрьского сбора этот процесс, по всей вероятности, уже близок к завершению, так как содержание кремнезема достигает 44 и 46% от суммы всех зольных веществ (табл. 2). В удлиненной же хвое кремнезема значительно меньше, — лишь 14 и 19%. Следовательно, старение ее идет гораздо медленнее.

Таким образом, близкие значения зольности этих разновидностей хвои предположительно можно объяснить повышенным содержанием золы за счет накопления кремнезема в нормальной хвое в процессе ее старения. При одинаковом количестве кремнезема в нормальной и гипертрофированной хвое зольность последней была бы значительно выше.

В гипертрофированной хвое заболоченного лиственничника количество азота, фосфора и калия даже больше, чем в нормальной хвое лиственницы на сухододе. Большее содержание калия и азота служит

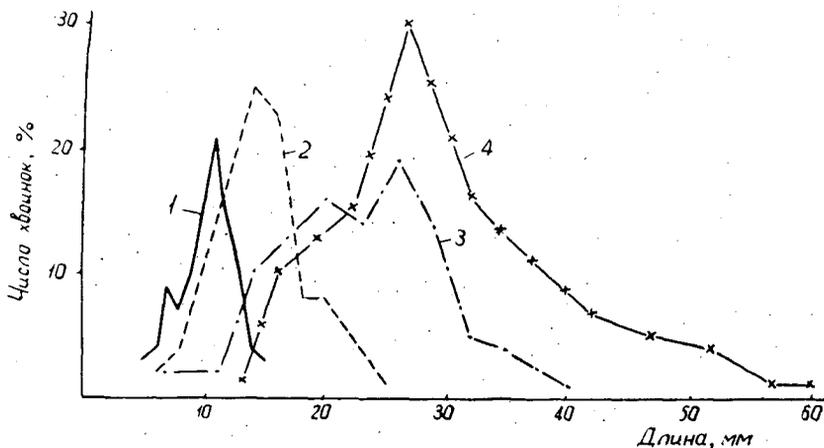


Рис. 3. Распределение нормальной и гипертрофированной хвои по длине.

1 — нормальная хвоя; 2 — хвоя с модельного дерева № 6; 3 — хвоя с модельного дерева № 5; 4 — хвоя с модельного дерева № 1.

Таблица 2

(озоление мокрое), % на абс. сухое вещество							Содержание золы, полученной при сжигании, % на абс. сухое вещество
MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	
0,114	0,642	0,351	0,492	0,054	0,510	0,276	4,394
0,228	0,764	0,591	0,620	0,103	0,707	0,383	4,178
0,547	0,990	0,668	0,609	0,092	0,615	0,350	6,457
0,938	1,103	1,014	1,247	0,075	0,782	0,639	6,057
0,271	1,248	0,678	0,481	0,068	0,550	0,347	3,871
0,189	0,926	0,939	0,607	0,121	1,107	0,487	4,480
0,493	1,809	1,325	1,053	0,102	1,741	0,488	7,220

еще одним подтверждением более молодого возрастного состояния гипертрофированной хвои [2], [12], [8].

На поврежденных пожарами суходольных участках Средне-Амурской низменности встречается также береза в возрасте не свыше 40 лет с небольшим количеством облиственных ветвей, сохранившихся на верхушке дерева. Листья на них крупнее обычных и даже порослевых. Они отличаются, кроме того, большей толщиной и повышенной плотностью.

На одном участке, частично затронутым пожаром, в августе 1961 г. мы собрали листья березы (с черешками) с нормально облиственного дерева, с однолетней поросли и с дерева, на котором листва сохранилась только на верхушке.

Химические анализы показали, что гипертрофированная листва по содержанию зольных веществ и азота значительно превосходит другие листья (табл. 2).

Таким образом, у березы, как и у лиственницы, при сокращении массы листьев и хвои на дереве увеличиваются их размеры и хотя наблюдается снижение общей зольности, но содержание азота и важнейших в физиологическом отношении зольных веществ значительно возрастает.

Гипертрофированная листва березы и хвоя лиственницы образуются, на наш взгляд, следующим путем. Под влиянием пожаров или других факторов жизнедеятельность деревьев значительно ослабляется, в результате чего большинство ветвей на них усыхает. Жизнеспособность сохраняют лишь отдельные ветки. Через некоторое время поврежденные деревья начинают оправляться. Корневая система, работавшая раньше на весь лиственный аппарат, обслуживает теперь лишь небольшую часть его. Снабжение оставшейся части ассимиляционных органов водой, минеральными соединениями и продуктами обмена корней значительно возрастает, о чем свидетельствует повышенное содержание в них азота и зольных веществ. Зольность хвои и листьев многие исследователи ставят в прямую связь с условиями произрастания ([7], [6] и др.). Особенно чувствительна к условиям минерального питания лиственница амурская. По нашим данным, зольность обычной хвои на болотах составляет 1,6, в заболоченном насаждении — 4,4, а на суходольном участке — 6,5% (для сопоставления берутся данные, полученные в результате сухого озоления).

Существенное улучшение водного и минерального питания оставшейся листвы и обуславливает, по нашему мнению, столь значительное увеличение ее размеров. Для подтверждения этого вывода можно сослаться на исследования ряда ученых [4], [3], которые вскрыли тесную коррелятивную связь между условиями произрастания и размерами хвои и листьев у многих древесных пород, а также способность сосны,

дуба, ясеня и других пород к значительному увеличению размеров хвои и листьев под влиянием улучшения условий питания. В зависимости от природных условий варьирует длина хвои и у лиственницы амурской. У болотной экологической формы, по нашим наблюдениям, хвоя в 2—3 раза короче, чем у лиственницы в насаждениях II—III классов бонитета.

Как уже говорилось, с ростом производительности древостоев, то есть с увеличением продуцируемой деревьями органической массы, наблюдается повышение зольности ассимиляционных органов. Исходя из этой закономерности, следует предполагать, что одним из показателей эффективности работы листы служит ее зольность. При такой оценке можно считать, что гипертрофированная хвоя лиственницы и листва березы не только лучше снабжаются минеральными солями и водой, но и более деятельны в физиологическом отношении. Этот вывод подтверждается в известной степени опытами по искусственному удалению у растений части надземных и подземных органов, в результате чего в оставшихся частях этих органов процессы жизнедеятельности заметно усиливались [10], [13].

Исходя из изложенного, формирование гипертрофированной листвы следует рассматривать как приспособленность древесных пород к выживанию в неблагоприятных условиях, вызывающих общее сокращение ассимиляционного аппарата дерева.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Н. Высоккий. Первый отчет по работам Белорусской лесной опытной станции, 1925. [2]. А. А. Дробков. Биологическая роль естественных радиоактивных элементов. Успехи современной биологии, т. 31, вып. 1, 1951. [3]. И. В. Каменецкая. Материалы по возобновлению сосны в Канонерском лесхозе. Труды лаборатории лесоведения, т. IV, М., 1962. [4]. В. Г. Карпов. О конкуренции между древостоем и подростом в насаждениях засушливой степи. «Ботанический журнал», т. XL, 1955. [5]. А. И. Опарин. Ферменты в жизненном цикле растений. Юбилейный сборник, посвященный 30-летию Октябрьской социалистической революции, т. II, 1947. [6]. А. Л. Паршевников. Изменение зольного состава хвои с возрастом в некоторых типах еловых лесов. «Ботанический журнал», т. XLIV, 1959. [7]. Н. П. Ремезов, Л. Н. Быкова, К. М. Смирнова. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР. Изд-во Московского университета, 1959. [8]. Б. А. Рубин. Физиология растений. Ч. II, 1956. [9]. И. Г. Серебряков. О длительности жизни листа и факторах ее определяющих. Ученые записки Московского педагогического института, т. 19, 1951. [10]. А. И. Смирнов. Физиолого-биохимические основы обработки табачного сырья. «Табакосведение», т. III, 1933. [11]. П. Фальковский. Роль хвои разного возраста в образовании прироста у сосны. Журн. «Лесное хозяйство и лесная промышленность» № 5/6, 1928. [12]. А. П. Щербakov. Новые данные о накоплении элементов зольности и азота различными тканями двухлеток хвойных пород. Доклады АН СССР, т. 95, № 6, 1954. [13]. З. М. Эйдельман. Влияние механического удаления листовой площади на развитие культурных растений в связи с методикой учета повреждений и болезней. Труды по защите растений, серия 3, вып. 3, 1933.

Поступила в редакцию
1 марта 1963 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО РАСХОДА ЭНЕРГИИ СТАНКАМИ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕРЕВА

С. И. РАХМАНОВ

Профессор

(Уральский лесотехнический институт)

На нижних складах леспромхозов для обработки дерева применяют пильные и окорочные станки, а также механические колуны. Методы определения среднего расхода энергии для них различны.

В станках для пиления дерева энергия расходуется на резание A_p , на необходимое надвигание пилы или материала в процессе работы A_n и на боковую подачу A_n при повторных пропилах (последнее наблюдается в станках периодического действия для поперечной распиловки леса). Поэтому общий расход энергии, необходимой для обработки определенного количества материала, можно представить следующим образом:

$$A = A_p + A_n + A_n. \quad (1)$$

Пильные станки. Для таких станков часовой расход электроэнергии, отнесенный к валу электродвигателя и к 1 м^2 пропила, при к. п. д. передаточного механизма $\eta = 0,9$ равен

$$W_p = \frac{k_p b}{3,6 \cdot 102 \eta} = 0,0034 k_p b, \quad (2)$$

где k_p — коэффициент удельного сопротивления резанию, кГ/мм^2 ;
 b — ширина пропила, мм .

Для круглопильных станков значение k_p колеблется в пределах от 8 до 10 кГ/мм^2 , а $b = 3 \div 5 \text{ мм}$. При наибольших значениях k_p и b удельный расход энергии будет.

$$W = 0,17 \frac{\text{квт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2}. \quad (3)$$

Если часовая производительность $P_{\text{час}} = F \cdot a$, то сменный расход энергии можно представить в следующем виде:

$$A_p = 0,0034 k_p \cdot b \frac{l'_{\text{см}}}{a} = 0,17 \frac{P_{\text{см}}}{a} \text{ квт} \cdot \text{ч}, \quad (4)$$

где a — средняя длина или толщина выпиливаемого материала, м ;
 $P_{\text{см}}$ — сменная производительность, м^3 .

Ошибка в определении A_p по этой формуле в среднем составляет 3—5% и зависит от точности величины k_p .

Для станков, применяемых при продольной распиловке леса, a — средняя толщина доски, m .

Формула (4) применима и для случая распиловки бревен и брусьев на доски. Тогда

$$a \approx \frac{d}{n_p + 1},$$

где d — диаметр бревна или ширина бруса;

n_p — число пропилов.

Для шпалорезных станков значение a дано в табл. 1.

Таблица 1

Тип брусковых шпал	Значения a	
	при выпиливании без подгорбыльной доски	при выпиливании с подгорбыльной доской
I	0,16	0,11
II	0,14	0,10
III	0,13	0,09
IV	0,12	0,09
V	0,11	0,08

Для станков с поперечной распиловкой a — средняя длина выпиливаемого материала. В общем случае, если число пропилов равно числу выпиливаемых отрезков, то $a = \frac{l_k}{n_p}$, где l_k — средняя длина распиливаемого материала и n_p — число пропилов в нем. Если число пропилов меньше числа отпиливаемых отрезков, то $a = \frac{l_k}{n_p - 1}$.

Расход энергии на перемещение при надвигании

$$A_n = A'_n + A''_n, \quad (5)$$

где A'_n — расход энергии на преодоление сопротивления надвиганию;

A''_n — расход энергии на передвижение обрабатываемого материала и транспортного устройства или пилы вместе с рамой.

Так как сопротивление надвиганию меньше усилия резания, а скорость его $v_n = 0,005 v$, где v — скорость резания, то расход на надвигание весьма незначителен и им можно пренебречь, приняв $A'_n = 0$.

Согласно ранее опубликованной статье автора «Определение среднего расхода электроэнергии подъемно-транспортными машинами для лесных грузов»*, расход энергии на передвижение распиливаемого материала и транспортного устройства для станков периодического действия с надвиганием материала на пилу определяется по формуле

$$A''_n = \frac{n(1+2k)l\omega\Pi_{cm}}{360} \text{ квт}\cdot\text{ч}. \quad (6)$$

При непрерывном движении

$$A''_n = \frac{n(1+k)l\omega\Pi_{cm}}{360} \text{ квт}\cdot\text{ч}, \quad (7)$$

где l — путь передвижения, m .

Для продольной распиловки $l = 1,2 l_k$, здесь l_k — длина распиливаемого материала. Для поперечной распиловки $l = 1,5 d$, где d — диаметр бревна;

* «Лесной журнал» № 5, 1963.

ω — коэффициент сопротивления движению: для скользящих опор $\omega = 0,2-0,3$; для роликовых $\omega = 0,05-0,1$;

$\Pi_{см}$ — сменная производительность, $м^3$;

n — число повторных пропилов в материале;

k — коэффициент, равный $k = \frac{Q_T}{Q}$, где Q — вес перемещаемого материала; Q_T — вес транспортного устройства. Значение k колеблется в пределах от 0,75 до 0,5.

Для продольных станков при самых неблагоприятных условиях $A''_н = 0,01\Pi_{см}$, для поперечных $A''_н = 0,005\Pi_{см}$, поэтому при $A'_н = 0$ для первых

$$A_н = 0,01\Pi_{см} \quad (8)$$

и для вторых

$$A_н = 0,005\Pi_{см}. \quad (9)$$

Если в станке применяется надвигание пилы на материал, то сопротивление движению при этом еще меньше, поэтому для поперечных станков можно применять формулу (9), так как она дает незначительные погрешности.

Таким образом, для станков продольного пиления расход энергии можно представить следующей формулой:

$$A = \left(0,0034 \frac{kb}{a} + 0,01\right) \Pi_{см}. \quad (10)$$

Например, шпалорезный станок, распиливающий кряж на шпалы III типа без подгорбыльной доски при $\Pi_{см} = 50 м^3$ потребляет около 66 квт·ч. в смену. Если его приводит в движение двигатель мощностью 40 квт, то коэффициент загрузки равен $k_а = 0,24$.

В станках периодического действия для поперечной распиловки леса применяют механизмы боковой подачи распиливаемого материала под пилу, в качестве которых используют цепные и роликовые транспортеры. Для них расход энергии определяют по формуле

$$A_н = \frac{1,2(1+k)l_6\omega_0\Pi_{см}}{360}, \quad (11)$$

где l_6 — длина бревна, м;

ω_0 — коэффициент сопротивления движению; для скользящих опор $\omega_0 = 0,2$ и для роликовых $\omega_0 = 0,05-0,1$.

$$k = \frac{q_1}{q_2},$$

где q_1 — вес 1 м тягового органа с поперечинами или вес роликов на 1 м длины транспортера;

q_2 — средний вес перемещаемого материала на 1 м длины транспортера.

Для цепных транспортеров $k = 0,6$, для роликовых $k = 1,0$.

Для цепных транспортеров со скользящими опорами

$$A_н = 0,0011l_6\Pi_{см}. \quad (12)$$

Для роликовых транспортеров

$$A_н = 0,0007l_6\Pi_{см}. \quad (13)$$

Сменный расход энергии станком для поперечной распиловки леса с цепным транспортером

$$A = \Pi_{см} \left(0,0034 \frac{kb}{a} + 0,005 + 0,0011l_6\right); \quad (14)$$

то же с роликовым

$$A = \Pi_{\text{см}} \left(0,0034 \frac{kb}{a} + 0,005 + 0,0007l \right). \quad (15)$$

Используя формулы (4), (14) и (15), можно получить значение сменного расхода энергии для конкретного случая. Например, круглопильный станок для раскряжевки хлыстов с цепным транспортером подачи при длине хлыстов 20 м, $\Pi_{\text{см}} = 200 \text{ м}^3$ и среднем значении $l_6 = 4 \text{ м}$ в смену потребляет 17,8 кВт электроэнергии. Так как суммарная мощность двигателей пилы, механизма надвигания и транспортера подачи леса под пилу равна примерно 32 кВт, то коэффициент загрузки составит $k_3 = 0,08$.

Ножевые окорочные станки. В таких станках энергия затрачивается на резание при снятии коры и придвигание материала к режущей головке. Аналогично формуле (2) удельный расход энергии на резание можно представить формулой

$$W_p = 0,0034 k_p \cdot h \frac{\text{квт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}; \quad (16)$$

где k_p — удельное сопротивление резанию (для коры $k_p = 1,2 \text{ кг/мм}^2$, для дерева $k_p = 3 \text{ кг/мм}^2$);
 h — толщина снимаемого слоя, мм. Приблизительно $h = 0,015 d$, где d — диаметр кряжа.

Расход энергии за смену при площади обработки $F_{\text{см}} (\text{м}^2)$

$$A_p = 0,0034 k_p \cdot h \cdot F_{\text{см}} \frac{\text{квт} \cdot \text{ч}}{\text{смена}}.$$

Так как $F_{\text{см}} = \frac{4C}{d} \cdot \Pi_{\text{см}}$, то

$$A_p = 0,014 kh \frac{C \Pi_{\text{см}}}{d} \frac{\text{квт} \cdot \text{ч}}{\text{смена}}, \quad (17)$$

где $\Pi_{\text{см}}$ — сменная производительность (принимается по сырью), м^3 ;
 d — средний диаметр обрабатываемого кряжа, м;
 C — коэффициент, учитывающий, какая часть поверхности кряжа или шпалы подвергается обработке. Для рудстойки $C = 1$; для брусковых шпал $C = 0,4$.

Метод расчета расхода энергии на надвигание и передвижение кряжей и транспортных устройств зависит от типа станка.

В шпалоокорочных станках ШОСД-7 надвигание носит характер продольной подачи при помощи тележки. Сопротивление надвиганию

$$T = P + (P + G + Q) \omega,$$

где P — усилие резания;
 G и Q — вес тележки и шпалы;
 ω — коэффициент сопротивления передвижению.

Работа надвигания при обработке шпалы за два хода

$$A_n = \left[0,014 \frac{kh}{d} + \frac{2(1+2k)\omega l_6}{360} \right] \Pi_{\text{см}}, \quad (18)$$

где $k = \frac{G}{Q}$ (примерно 1,2); $l_6 = 3 \text{ м}$ и $\omega = 0,1$.

Если принять $k = 1,2 \text{ кг/мм}^2$, $h = 5 \text{ мм}$; $C = 0,4$, то

$$A = A_p + A_n = \left(\frac{0,07}{d} + 0,006 \right) \Pi_{\text{см}} \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (19)$$

При $d = 0,3 \text{ м}$ и $\Pi_{\text{см}} = 50 \text{ м}^3$, $A = 11,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$.
Коэффициент загрузки $k_3 = 0,3$.

Станок ОД-1 имеет непрерывную продольную и поперечную подачу с поступательным и вращательным движением кряжа, вследствие чего путь, на котором действует сопротивление подачи, для каждого кряжа будет равен $\frac{l_k}{\sin \alpha}$, где l_k — длина кряжа и α — угол наклона винтовой линии.

Принимая, что кряж движется с трением скольжения по диску и повторной окорки нет, расход энергии на подачу можно представить формулой

$$A_{\text{п}} = \frac{\omega \cdot P_{\text{см}}}{290 \sin \alpha}, \quad (20)$$

где $\omega = 0,3$; $\alpha = 10-20^\circ$, в среднем $\sin \alpha = 0,26$.

Полный расход энергии станком ОД-1

$$A = 0,014kh \frac{P_{\text{см}}}{d} + 0,004P_{\text{см}}. \quad (21)$$

Если толщина снимаемого слоя коры $h \approx 3$ мм и $k = 1,5$ кг/мм², то при $d = 0,15$ м, $A = 0,424 P_{\text{см}}$.

При $P_{\text{см}} = 80$ м³ и мощности двигателя станка $N = 10$ квт, коэффициент средней загрузки $k = 0,48$.

Из сказанного видно, что сопротивление подачи весьма невелико, поэтому им можно пренебречь.

Корообдирочные станки роторного типа. Снятие коры происходит под действием скребков. Усилие на каждом из них можно представить формулой

$$P = (k_c + f_0) b, \quad (22)$$

где k_c — удельное сопротивление отдиранью коры, кг/мм;

f_0 — удельная сила трения скребка о поверхность дерева, кг/мм;

b — ширина снимаемой полосы коры, мм.

При этом условии расход энергии на снятие коры за смену, аналогично формуле (17), при $C = 1$ можно выразить уравнением

$$A_p = 0,014 (k_c + f_0) \frac{P_{\text{см}}}{d}, \quad (23)$$

где k_c для сырой ели равно 0,6—0,7 и полусырой 1,0 кг/мм; для сырой сосны 0,5 и полусырой 1,0 кг/мм; удельная сила трения $f_0 = 1,0$ кг/мм.

В роторных корообдирочных станках кора снимается при продольном передвижении кряжей роликовыми транспортерами.

Расход энергии определяется по формуле (10), в которой, с учетом трения кряжа о коросниматели, следует принять повышенное значение $\omega_0 = 0,1-0,15$.

Таким образом, общая формула расхода энергии корообдирочными станками роторного типа имеет следующий вид:

$$A = 0,014 (k_c + f) \frac{P_{\text{см}}}{d} + \frac{1,2 (1 + k_r) l_0 \omega_0}{360} P_{\text{см}} \text{ квт} \cdot \text{ч}. \quad (24)$$

Для сырой ели при $l = 3$ м и $\omega = 0,16$

$$A = 0,024 \cdot \frac{P_{\text{см}}}{d} + 0,03 P_{\text{см}} \text{ квт} \cdot \text{ч}. \quad (25)$$

При $d = 0,15$ м

$$A = 0,165 P_{\text{см}} \text{ квт} \cdot \text{ч}. \quad (26)$$

Так как расход энергии на подачу кряжа весьма незначителен, то им можно пренебречь, приняв в формуле (24) $\omega_0 = 0$.

Если $\Pi_{см} = 100 \text{ м}^3$, то $A = 16,5 \text{ квт} \cdot \text{ч}$. У станка «Камбио-35» мощность двигателя 22 квт, следовательно коэффициент средней загрузки $k_3 = 0,11$.

Механические колуны с возвратно-поступательным движением клина. В механических колунах энергия затрачивается на перемещение полена к клину и на раскалывание его. В колунах с тяжелыми маховиками следует учитывать также трение в подшипниках вала маховиков. Удельный расход энергии на раскалывание можно представить формулой

$$W = \frac{PmL_0n_1n'}{102,1i\Gamma_460} \frac{\text{квт}}{\text{м}^3}, \quad (27)$$

где P — наибольшее усилие раскалывания, кгГ;
 L_0 — глубина внедрения клина, м;

$$L_0 = 0,15L,$$

где L — длина полена или чурака;
 n — число чураков, расколотых в мин;
 m — коэффициент перехода от наибольшего усилия раскалывания к среднему ($m = 0,4$);
 η — коэффициент полезного действия передаточного механизма;
 Π_4 — часовая производительность, м^3 ;
 $n' = 1$ при раскалывании на две части, $n' = 2$ — на четыре части.

Наибольшее усилие раскалывания

$$P = k_{\text{раск}}pdL \text{ кгГ}, \quad (28)$$

где $k_{\text{раск}}$ — коэффициент, зависящий от формы и заострения клина и других факторов; $k_{\text{раск}} = 2,0$;

p — сопротивление раскалыванию, $\text{кг}/\text{см}^2$; для сосны $p = 10^6 \text{ кг}/\text{м}^2$, для березы $p = 1,2 \cdot 10^6 \text{ кг}/\text{м}^2$;

d — диаметр чурака, м;

L — длина чурака, м.

Часовая производительность колуна в плотных м^3 равна

$$\Pi_4 = \frac{2880d^2 \cdot L \cdot n_1}{60} \text{ м}^3/\text{час}. \quad (29)$$

При подстановке в формулу (27) значений P и Π_4 из уравнений (28) и (29) для сосны и ели получаем

$$W = 0,006 \frac{L}{d} \text{ квт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3. \quad (30)$$

Сменный расход энергии

$$A_{\text{раск}} = 0,006 \frac{L}{d} \Pi_{см}. \quad (31)$$

Для колунов с возвратно-поступательным движением бойка расход энергии равен

$$A = A_{\text{раск}} + A_m, \quad (32)$$

где A_m — расход энергии в смену, затрачиваемой на вращение маховиков.

При весе маховиков до 3 Т $A_m = 3$ квт·ч. Общий расход энергии в смену

$$A = 0,006 \frac{L}{d} + 3 \text{ квт}\cdot\text{ч.} \quad (32)$$

Например, при $L = 1$ м, $d = 0,25$ и $\Pi_{см} = 100$ м³/смена, $A = 64$ квт·ч. Если мощность двигателя 6 квт, то коэффициент средней загрузки $k_3 = 0,13$.

Для цепных колунов расход энергии за смену

$$A = A_{\text{раск}} + A'_{\text{тр}}, \quad (33)$$

где $A'_{\text{тр}}$ — расход энергии на приведение в движение цепного транспортера.

$$A'_{\text{тр}} = A_{\text{тр}} + \frac{h}{l} \omega A_{\text{раск}}, \quad (34)$$

здесь $A_{\text{тр}}$ — расход энергии на передвижение цепи и чураков. Его находят по формуле (7), в которой $A_{\text{тр}} = A''_{\text{н}}$ и $l = 1,6 L$, где L — длина раскальваемого чурака, м; $\omega = 0,25$; n — при раскальвании на две части равно 1, на четыре — $n = 3$; $k = 2,5$. Кроме того, $\frac{h}{l_0}$ — коэффициент эксцентриситетности приложения силы раскальвания; h — эксцентриситет, l_0 — плечо жесткости цепи; примерно, $\frac{h}{l_0} = 1 - 0,5$. Если $l = 1,5 L$; $\omega = 0,25$, $k = 2,5$; $n = 1$ и $\frac{h}{l_0} = 1$, то

$$A = \left(0,0075 \frac{L}{d} + 0,0013L \right) \Pi_{см} \text{ квт}\cdot\text{ч.} \quad (35)$$

Например, при $L = 1$ м, $d = 0,25$ м и $\Pi_{см} = 100$ м³, $A = 3,13$ квт·ч. Если двигатель имеет мощность $N = 10$ квт, то коэффициент средней загрузки $k_3 = 0,044$.

Во всех приведенных формулах A — расход энергии, отнесенный к валу двигателя. Для получения расхода энергии в сети следует, как известно, учесть коэффициент полезного действия двигателя и сети.

Приведенный метод расчета дает возможность определить расход электроэнергии в зависимости от производительности станка и его устройства, не прибегая к весьма неточным коэффициентам спроса.

Поступила в редакцию
4 марта 1963 г.

ПРОХОДИМОСТЬ И МАНЕВРЕННОСТЬ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ПРИ ТРЕЛЕВКЕ ЛЕСА

С. А. ЖИЛИН, Л. И. ЕГОРОВ

Аспиранты

(Московский лесотехнический институт)

При постепенных и выборочных рубках за рубежом, а в последнее время и в СССР, начинают применять колесные тракторы. Ведутся большие опытно-конструкторские работы по созданию тягачей с колесами большого диаметра для трелевочных и транспортных работ на лесозаготовках.

Как показали многочисленные испытания и опыт эксплуатации колесных тракторов в условиях сельского хозяйства, они уступают гусеничным в проходимости и маневренности, особенно на грунтах с низкой несущей способностью. Однако ряд положительных качеств дает основание считать, что в определенных условиях они могут оказаться более производительными и экономичными.

Шины колесного трактора повреждают подрост и корневую систему оставшихся деревьев значительно меньше, чем гусеницы, что особенно ценно при лесоразработках.

Экспериментальных работ по использованию колесных тракторов на трелевке леса выполнено крайне мало. Поэтому результаты сравнительных испытаний колесных и гусеничных тракторов, проведенных осенью 1962 г. в Можайском лесхозе Московской области, представляют несомненный научный и практический интерес.

В испытаниях участвовали работники кафедр лесоводства, тяговых машин и механизации лесозаготовок Московского лесотехнического института.

Одновременно исследовали маневренность и проходимость тракторов: гусеничных ТДТ-40 (Онежский тракторный завод) и Т-38 (Липецкий тракторный завод), а также колесных Т-91-2Э (Харьковский тракторный завод), Т-40 (Липецкий тракторный завод) ДТ-20 (Харьковский тракторосборочный завод), «Беларусь» (МТЗ-5) (Минский тракторный завод).

Все тракторы кроме Т-38 имели специальное трелевочное оборудование.

Краткая техническая характеристика этих тракторов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Марки тракторов	Основные параметры тракторов и их оборудования					
	расчетные скорости движения, км/час	номинальное тяговое усилие трактора, кг	колея, мм		рабочий просвет с учетом установленного технологического оборудования), мм	номинальная мощность двигателя, л. с.
			задних колес	передних колес		
М13-5	4,88—13,89	1400	1460	1300	440	45
T-40	1,75—26,68	1020	1794	1415	355(650*)	40
ДТ-20	5,05—15,70	600	1400	1100	445	20
T-91-2Э	4,16—33,60	3000	1400	1400	430	105
ТДГ-40	2,16—11,65	3620	1480	1480	540	40

* Без технологического оборудования.

Испытания на проходимость

Целью этих испытаний было выяснение: 1) возможности использования колесных тракторов на трелевке леса при постепенных рубках; 2) типа колесного трактора, наиболее подходящего к условиям, в которых проводили испытания; 3) наиболее выгодного способа трелевки леса каждым трактором: а) на щите вершинами вперед; б) на щите комлями вперед; в) волоком вершинами вперед; 4) рекомендуемой нагрузки трактора для каждого способа трелевки.

Для сравнения тракторов были установлены следующие показатели проходимости.

1) λ_c — скоростной показатель, %.

$$\lambda_c = \frac{v_d}{v_0} \cdot 100\%,$$

где v_d — действительная средняя скорость движения с нагрузкой на мерных участках;

v_0 — скорость движения на той же передаче по тем же участкам без груза.

2) λ_n — показатель тяговой производительности, $\frac{T \cdot км}{час}$

$$\lambda_n = G_{rp} \cdot v_d,$$

где G_{rp} — вес трелеваемой пачки хлыстов, T.

Замер необходимых параметров проводили при движении тракторов на выбранных участках длиной 50 м. Повторность испытаний — шестикратная. Загрузка при каждом способе трелевки трех-четырёх-ступенчатая. Рейсовая нагрузка считалась максимальной, когда при ее незначительном увеличении выполнялось одно из следующих условий невозможности движения трактора с грузом: 1) полное буксование движителя; 2) потеря управляемости трактора за счет разгрузки или полного отрыва передних колес от грунта (колесные тракторы); 3) значительная перегрузка двигателя, в результате чего он глохнет.

Результаты испытаний представлены в виде кривых, характеризующих значения принятых показателей проходимости как функцию от веса пакета при каждом способе трелевки. Из рис. 1 видно, что для трактора ТДГ-40 при всех принятых ступенях нагрузки нет существенной разницы в значении скоростного показателя λ_c . Это можно объяснить большим сцепным весом трактора (даже без нагрузки), а также значительной площадью опорной поверхности гусениц. Положение кривых показателя λ_c для трактора ТДГ-40 подтверждает наличие боль-

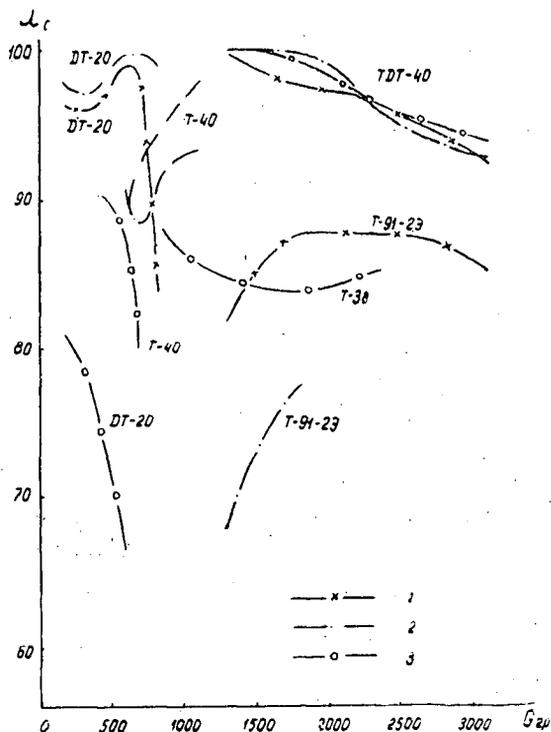


Рис. 1. Графики скоростного показателя проходимости λ_c .

1 — трелевка на щите вершинами вперед;
2 — на щите комлями вперед; 3 — волоком
вершинами вперед.

ного запаса по сцеплению, что говорит о значительном резерве повышения производительности трактора при увеличении его рейсовой нагрузки.

У трактора Т-38 при трелевке леса волоком вершинами вперед максимальное значение показателя λ_c составило 88,2%, что соответствует минимальному весу пачки хлыстов. Следует ожидать, что при использовании тракторов данного класса в качестве трелевочных, при оборудовании их погрузочным щитом и лучшем использовании веса трелеваемой пачки для увеличения сцепного веса, значения показателя λ_c будут повышаться и приближаться к значениям для трактора ТДТ-40.

У колесных тракторов величина скоростного показателя в большей степени, чем у гусеничных, зависит как от веса вoза, так и от способа трелевки, причем наименьшие значения λ_c во всех случаях соответствуют трелевке волоком.

Данный способ трелевки тракторами ДТ-20 и Т-40 крайне нерационален, так как максимальная рейсовая нагрузка при этом составляет 60—70% от максимальных нагрузок при трелевке на щите. Это объясняется конструктивными особенностями этих тракторов, приводящими к потере управляемости при значительных крюковых нагрузках. При трелевке на щите большие значения λ_c соответствуют трелевке комлями вперед. Это объясняется увеличением сцепного веса за счет комлей.

Для трактора Т-91-2Э наилучшие значения показателя λ_c получены при трелевке на щите вершинами вперед. Трелевку комлями вперед

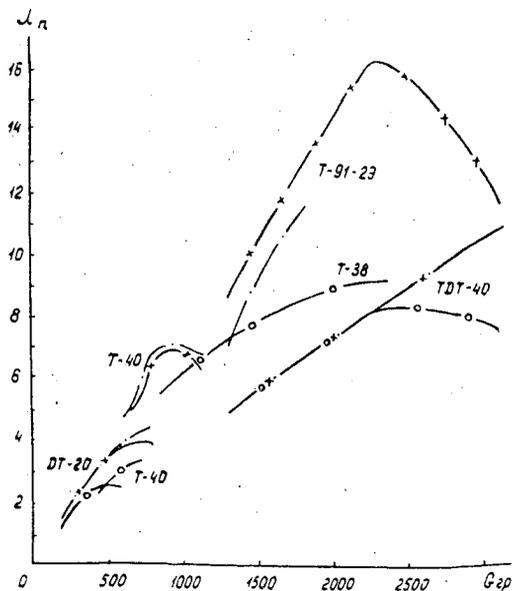


Рис. 2. Графики показателя тяговой производительности λ_p . Обозначения см. на рис. 1.

следует признать нерациональной из-за чрезмерной перегрузки заднего моста. При этом пришлось ограничиться возом весом 1850 кг, тогда как во втором случае максимальный вес воза составил 3150 кг. Следует сказать, что хорошие сцепные качества ведущих колес трактора Т-91-2Э обеспечивают малые (от 85 до 88%) колебания скоростного показателя λ_c при изменении нагрузки.

Показатель тяговой производительности λ_p (рис. 2) у трактора ТДТ-40 оказался более высоким, чем у Т-40 и ДТ-20, что связано с значительно большей рейсовой нагрузкой. Однако для трактора Т-91-2Э с теми же рейсовыми нагрузками показатель λ_p в 1,5 раза больше, чем для ТДТ-40. Следует ожидать, что оборудование трактора Т-91-2Э специальным погрузочным устройством, конструкция и расположение которого даст возможность более полно использовать его высокие тягово-сцепные качества, приведет к повышению значений показателей проезжимости и увеличению ее оптимальной рейсовой нагрузки.

По результатам испытаний составлена табл. 2 оптимальных нагрузок для каждого трактора. Оптимальной считается такая нагрузка, которой соответствуют максимальные значения показателя производительности λ_p .

Таблица 2

Марки тракторов	Способ трелевки	Оптимальный вес воза, Т
ТДТ-40 Т-40 ДТ-20	На щите вершинами или ком- лями вперед	2,9—3,3 0,8—1,1 0,5—0,9
	На щите вершинами вперед .	1,8—2,4

Для тракторов ДТ-20, Т-40 и ТДТ-40 с учетом принятой конструкции навесного трелевочного оборудования и способов его крепления

разница в значениях показателей проходимости при трелевке на щите коплями или вершинами вперед при данных условиях испытаний оказалась незначительной. Поэтому способ трелевки следует выбирать по технологическим соображениям.

Таким образом, наиболее эффективной по всем принятым показателям проходимости является трелевка леса трактором Т-91-2Э на щите вершинами вперед.

Трелевка волоком, как и следовало ожидать, для всех испытанных тракторов дает самые плохие результаты.

Испытания на маневренность

Условия работы трактора в лесу, особенно при выборочных рубках, при резко меняющейся обстановке пересеченной местности, стоящих и сваленных деревьях, пнях, подросте и т. д. делают показатель маневренности одним из наиболее важных. Этот показатель необходимо учитывать при установлении типа тракторов, которые нужно применять для выборочных рубок или при проектировании новых машин для лесозаготовок.

Целью испытаний явилось изучение способности тракторов передвигаться по заданной трассе в условиях лесосеки, выделенной под рубку, а также управляемости их при различных нагрузках и способах перевозки хлыстов.

В соответствии с этим вначале необходимо было выяснить условия вписывания тракторов в типичную лесную трассу с учетом величины пути, скорости и максимальных отклонений от оси заданной трассы.

Для оценки выбраны следующие показатели.

Изменение длины пути трактора по сравнению с длиной оси трассы характеризуется коэффициентом пути

$$\eta_s = \frac{S_n}{S_d},$$

где S_n — длина оси трассы (в данных испытаниях 120 м);

S_d — длина действительного пути трактора между крайними точками трассы.

Изменение скорости трактора в лесу по сравнению со скоростью движения по прямой характеризуется коэффициентом скорости

$$\eta_v = \frac{v_d}{v_n},$$

где v_n — скорость движения трактора по данной передаче при номинальных оборотах двигателя;

v_d — действительная скорость движения трактора в лесу на той же передаче.

Ширина «коридора» равна расстоянию между наибольшими отклонениями следов трактора в обе стороны трассы, измеренному в направлении, перпендикулярном ее оси.

Второй задачей этого этапа испытаний было установление степени повреждения тракторами деревьев и подроста.

Воздействие трактора на окружающие деревья характеризуется коэффициентом повреждения их

$$q_{п.д} = \frac{n_d}{N_d} \cdot 100\%,$$

где n_d — количество деревьев, поврежденных при прохождении трактором трассы в прямом и обратном направлении;

N_d — количество деревьев в «коридоре».

Воздействие трактора на подрост характеризуется коэффициентом повреждения подроста

$$q_{п.п} = \frac{n_n}{N_n} \cdot 100\%,$$

где n_n — количество подроста, поврежденного при двукратном прохождении трассы;

N_n — количество подроста на пути трактора.

Задачей второго этапа испытаний было изучение поворотливости тракторов с различным грузом хлыстов в различных вариантах перевозки. При этом учитывали минимальные радиусы, а также скорости и скоростные характеристики их на поворотах.

Для оценки взяты следующие параметры.

R_{min} — минимальный радиус поворота, обеспечиваемый двигателем при данной нагрузке на второй передаче.

Движение трактора характеризуется коэффициентом скорости на повороте с минимальным радиусом

$$\eta_{v min} = \frac{v_{R min}}{v_{R \infty}},$$

где $v_{R min}$ — скорость центра тяжести трактора на повороте с минимальным радиусом;

$v_{R \infty}$ — скорость центра тяжести трактора в тех же условиях на прямой.

Исследовали три способа перевозки: 1) волоком вершинами вперед; 2) на щите вершинами вперед; 3) на щите комлями вперед. Во всех трех случаях испытания проводили при номинальной, половинной нагрузке и при холостом ходе в елово-березовом спелом насаждении с примесью сосны и осины, запас — около 600 м^3 на 1 га, полнота высокая.

Испытания на поворотливость тракторов с грузом хлыстов проводили на открытой площадке на опушке леса.

С целью определения способности тракторов проходить по лесу для каждого из них подбирали три наиболее характерные трассы. Длина каждой трассы 120 м, расстояния между ними 40 м. Выбор трасс в непосредственной близости друг к другу позволил обеспечить одинаковые условия на каждой из них, что исключило влияние посторонних факторов на результаты эксперимента и создало необходимые условия для его повторности. Ось каждой трассы разбивали на двенадцатиметровые участки хорошо различимыми вехами для ориентировки тракториста во время движения.

Тракторист имел задание проехать на второй передаче трассу в прямом и обратном направлении, держась по возможности оси трассы, с максимально возможной скоростью. Время и путь замеряли наблюдатели.

После того, как трактор проходил три трассы в обоих направлениях, замеряли максимальные отклонения следов трактора в обе стороны от оси. Сумма этих отклонений составляет ширину «коридора». В этом «коридоре» тщательно подсчитывали все количество деревьев и подроста, а отдельно поврежденного.

При проведении испытаний на поворотливость минимальные радиусы поворота определяли при холостом ходе, с половинной и полной нагрузкой для трех случаев перевозки; устанавливали также скорости движения тракторов. Радиус поворота находили следующим образом. На участке поворота, где движение можно считать установившимся, брали три сегмента дуги, образованной следом забегающей гусеницы (заднего колеса у колесных тракторов). У этих сегментов измеряли величины оснований и высот, по которым вычисляли радиусы поворота для точек, наиболее удаленных от центра (ГОСТ 7057-54).

Во время движения трактора по установившейся дуге на фиксированных участках замеряли время при помощи секундомера. По этим данным обычным способом вычисляли скорость центра тяжести трактора на повороте. Ее сравнивали со скоростью движения по прямой с той же нагрузкой при помощи коэффициента $\eta_{v, min}$.

Испытания показали, что наличие деревьев, пней, подроста, подлеска заставляет тракторы отклоняться от оси. Поэтому скорость их движения уменьшается, а длина пройденного пути увеличивается.

Увеличение длины пути показывает табл. 3.

Таблица 3

Марки тракторов	Среднее значение коэффициента пути η_S	Среднее увеличение пути, %
МТЗ-5	0,940	6,40
ТДТ-40	0,936	6,94
Т-40	0,946	6,11
Т-38	0,940	6,25
ДТ-20	0,970	3,33
Т-91-29	0,926	7,92

Длина пути, как видно из таблицы, повышается на 3—8%. Эта величина больше у тракторов с большими габаритами.

Сложная обстановка заставляет тракториста снижать скорость в лесу по сравнению с открытым местом (табл. 4).

Таблица 4

Марки тракторов	Среднее значение коэффициента скорости η_v	Среднее уменьшение скорости, %	Средняя скорость движения в лесу, км/час
МТЗ-5	0,803	19,20	4,72
ТДТ-40	0,909	9,28	3,89
Т-40	0,777	21,90	5,08
Т-38	0,897	16,50	4,50
ДТ-20	0,774	14,70	4,86
Т-91-29	0,758	24,20	3,28

Это уменьшение сужает диапазон скоростей движения и приближает их к некоторой величине, которую ориентировочно можно считать оптимальной при движении по лесу тракторов, подобных испытанным.

Результаты воздействия тракторов на окружающие деревья и подрост приведены в табл. 5.

Как и следовало ожидать, большие тракторы больше портят деревья и подрост. Повреждения носят главным образом характер ошмыгов на стволах и корнях. Корневая система повреждается в основном гусеницами. Колеса почти не оставляют следов на корнях.

Таблица 5

Марки тракторов	Количество поврежденных деревьев, шт.	Количество поврежденного подроста на пути трактора	
		шт.	%
МТЗ-5	8	42	17,5
ТДТ-40	4	142	44,3
Т-40	5	59	18,2
Т-38	5	42	29,4
ДТ-20	1	15	12,7
9Т-91-2Э	11	113	37,76

Процент повреждения подроста несколько выше у гусеничных машин и зависит от ширины гусениц, габаритов трактора и клиренса. Однако большая часть подроста и в этом случае сохраняется.

Испытания показали, что лучшей поворотливостью на холостом ходу обладают гусеничные машины, то есть минимальный радиус у них в этом случае в два с лишним раза меньше, чем у колесных, которые по габаритам от них почти не отличаются.

Минимальные же радиусы поворотов тракторов с нагрузкой в основном зависят от способа перевозки хлыстов и степени загрузки. Следует заметить также, что характер изменения поворотливости колесных и гусеничных тракторов в зависимости от нагрузки и способа перевозки хлыстов различен.

Для колесных тракторов лучшая поворотливость наблюдается при трелевке волоком. Она ухудшается при расположении на щите вершин и крайне низка при трелевке хлыстов на щите комлями вперед.

Следует отметить, что при полной нагрузке (1,5 м³) и трелевке на щите комлями вперед трактор МТЗ-5 с задним расположением лебедки совершенно терял управляемость, так как при увеличении нагрузки на щит, вынесенный за габариты трактора, резко ухудшается сцепление передних колес с грунтом. Тракторы Т-40 и ДТ-20 обладают несколько лучшей поворотливостью, так как часть технологического оборудования находится в передней части трактора, что улучшает сцепление передних колес с грунтом.

Испытания на примере ТДТ-40 показали, что поворотливость гусеничного трактора улучшается при увеличении сцепного веса и уменьшении силы тяги на крюке. Поэтому лучшая поворотливость наблюдается при трелевке хлыстов комлями на щите и худшая — при трелевке волоком. Установлено также, что скорость на повороте снижается на 7—27%.

Выводы

Результаты испытаний тракторов на проходимость и маневренность не дают еще оснований для окончательных заключений, так как они проведены только в летне-осенний период, в определенных грунтовых и климатических условиях. Однако уже можно сделать некоторые выводы.

1. По проходимости.

1) Гусеничные трелевочные тракторы типа ТДТ-40 целесообразно использовать на постепенных рубках при малых объемах деревьев в следующих случаях: а) если трелевку леса производят по труднопроходимым участкам, где небольшие колесные тракторы обладают незначительной проходимостью; б) когда условия рубок позволяют собирать крупные пакеты хлыстов без порчи подроста и нанесения повреждений оставшимся на корню деревьям.

2) При разработке лесосек с малым объемом деревьев целесообразно использовать на трелевке колесные тракторы общего назначения, дополнительно оснащенные специальным технологическим оборудованием.

3) Необходимо проведение более детальных испытаний по определению тягово-сцепных качеств, а также проходимости и производительности тракторов типа Т-91-2Э на трелевке древесины. Результаты таких исследований можно использовать при разработке технических условий проектирования специальных колесных трелевочных тракторов.

II. По маневренности.

1) Движение по лесу испытанных тракторов с точки зрения маневренности возможно, если оно обеспечено проходимостью. Это дает основание утверждать, что по лесу (аналогичным условиям опытов) могут проходить и другие машины, подобные испытанным.

2) Удлинение пути трактора при движении по лесу не превышает 8% кратчайшего расстояния.

3) Скорость движения по сложной лесной трассе у испытанных тракторов лежит в интервале 3—5 км/час. Ее, видимо, можно считать оптимальной в данных условиях.

4) Повреждение окружающих деревьев трактором при движении по лесу было незначительным.

5) Испытания показали, что после двухкратного прохождения каждого трактора по одному пути даже в самых худших случаях более половины подроста оставалось неповрежденным. Если принять во внимание, что в процессе естественного развития значительная часть подроста погибает, то становится вполне оправданной возможность захода машин в глубь леса без значительного ущерба для него.

6) Почти полное уничтожение подроста при сплошных рубках по принятой сейчас технологии (валка на землю с последующей трелевкой в полупогруженном положении) объясняется не воздействием трактора, а главным образом смятием его при сборе пачек, особенно при неминуемом поперечном сдвиге деревьев, а также волочением деревьев в полупогруженном положении.

Это позволяет сделать вывод, что лучшей для сохранения подроста является технология, при которой деревья валят на машину и транспортируют в полностью погруженном состоянии.

7) При использовании гусеничных машин более выгодной с точки зрения маневренности оказывается трелевка комлями на щите, так как этот способ дает возможность перевозить большой пакет без снижения маневренности или даже с повышением ее.

8) Для колесных тракторов наиболее приемлема трелевка вершинами вперед, так как этот способ позволяет перевозить большое количество древесины при сохранении удовлетворительной управляемости.

9) Для колесных тракторов большое значение имеет увеличение нагрузки на передние управляемые колеса. Поэтому целесообразно располагать спереди трактора возможно большую (по весу) часть технологического оборудования. Управляемость их может быть улучшена также в результате раздельного торможения ведущих колес на поворотах.

ОСТАТОЧНЫЕ ОСАДКИ ШПАЛ И ПЕРЕКОСЫ РЕЛЬСОВ ВРЕМЕННЫХ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ

Т. А. ГУРЬЕВ

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

Верхнее строение железнодорожного пути в период эксплуатации постоянно накапливает остаточные деформации. Интенсивность их накопления зависит от несущей способности рельсового основания, неоднородности его по длине пути, конструкции верхнего строения, динамических характеристик подвижного состава, величины осевых нагрузок, температурно-влажностного режима балласта и земляного полотна и т. п.

Исследованиями проф. Н. Н. Иванова [5] установлено, что многократное приложение к грунту давления постоянной величины вызывает постоянный рост деформации. При каждом последующем цикле нагрузки наблюдается постепенное уменьшение приращений величины остаточных и упругих осадок штампа, причем быстрее уменьшаются остаточные деформации. Деформации приобретают характер упругих при большом количестве циклов нагрузки — разгрузки.

В результате экспериментов Н. Н. Иванов получил зависимость между числом повторных нагрузок и нарастанием остаточных осадок

$$h = \alpha + \beta \lg N,$$

где h — величина деформаций;

α и β — постоянные коэффициенты;

N — число повторных приложений нагрузки.

Дальнейшие исследования [6], [9] показали, что зависимость величины деформации грунта от числа приложений нагрузки часто не является логарифмической. Проведя большое количество опытов в лаборатории и на основной площадке земляного полотна на опытных участках, Б. Д. Хействер [10] получил такую зависимость:

$$h = \frac{N}{a + bN}, \quad (1)$$

где a и b — постоянные коэффициенты.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями накопления остаточных осадок на железных дорогах широкой колеи занимались М. Ф. Вериго [2], [3], В. Н. Данилов [4], Б. П. Андреянов [1], С. Н. Попов [7], П. П. Цуканов [11].

П. П. Цуканов установил, что величину остаточных осадок шпал железных дорог широкой колеи можно определять по выражению

$$y = \gamma T,$$

где y — величина остаточной осадки шпал за определенный период времени, мм;

T — перевезенный по данному пути груз за тот же период времени, млн. T ;

γ — коэффициент пропорциональности между остаточными осадками и грузооборотом.

Для узкоколейных железных дорог такие исследования в технической литературе не описаны.

Зависимости, полученные для дорог широкой колеи, не могут быть полностью использованы для ужд ввиду их специфических особенностей.

Как показывает анализ экспериментальных исследований, выполненных автором, накопление остаточных деформаций верхнего строения лесовозных узкоколейных дорог чаще всего подчиняется зависимости (1), если число приложений нагрузки N заменить количеством перевезенного груза. Данное положение с большой надежностью может быть распространено и на временные безбалластные пути этих дорог, где обращается обычно один тип подвижного состава с более или менее одинаковыми нагрузками на ось и скоростями движения.

На этом основании имеем

$$h = \frac{Q}{a + bQ},$$

где h — остаточная осадка шпал за определенный промежуток времени, мм;

Q — количество перевезенного груза за этот период, T (а для лесовозных дорог — m^3 древесины);

a и b — постоянные коэффициенты.

В дальнейших расчетах Q принято в сотнях m^3 .

Осадка пути на 100 m^3 перевезенной древесины равна

$$y = \frac{h}{Q} = \frac{1}{a + bQ}.$$

Для статистической обработки принята обратная функция y , то есть

$$z = \frac{1}{y} = a + bQ. \quad (2)$$

При эксплуатации пути и появлении остаточных осадок выявляется неоднородность основания под шпалами, что приводит к образованию перекосов.

Исследованиями И. И. Черкасова [12] установлено, что величина остаточной осадки пропорциональна упругой деформации. Следовательно, по мере роста остаточных осадок шпал увеличивается и перекоз пути. Поэтому и величина перекоса может быть определена в зависимости от остаточной осадки шпал или выражена аналогичной зависимостью последней от количества перевезенного груза.

Следовательно,

$$h_n = \frac{Q}{a_1 + b_1Q},$$

где h_n — величина остаточного перекоса рельсов после перевозки груза за Q , мм;

Q — количество перевезенной древесины за определенный промежуток времени, сотни m^3 ;

a_1 и b_1 — постоянные коэффициенты.

Перекос пути на $100 m^3$ равен

$$y_n = \frac{1}{a_1 + b_1 Q},$$

а обратная функция

$$z_n = \frac{1}{y_n} = a_1 + b_1 Q.$$

Возможность применения указанных выражений для определения остаточных осадок шпал и перекосов рельсов на временных безбалластных лесовозных путях была проверена экспериментально.

Опыты по замеру остаточных осадок проводили в июле—августе 1957 г. на временных путях, примыкающих к ветке № 2 Кудимской ужд. Цель исследований заключалась в определении: а) зависимости между величиной остаточных осадок и количеством перевезенной древесины; б) зависимости остаточных перекосов от объема вывезенной древесины; в) величины остаточных осадок и перекосов при различных конструкциях верхнего строения и одинаковом объеме перевезенного груза. Остаточные осадки шпал и рельсов находили по методике, разработанной П. П. Цукановым [11] и примененной на дорогах широкой колеи. В наших экспериментах были учтены специфические особенности временных путей: величина осадок, грунтовые условия, грузооборот, конструкция верхнего строения и количество древесины, ранее перевезенное по усю.

Осадки шпал и рельсов замеряли относительно металлического уголка с башмаками, расположенного поперек пути. Уголок опирался на переносные деревянные бруски, уложенные на деревянные сваи, забитые в минеральный грунт по сторонам пути.

Осадки шпал определяли в трех точках: посредине расстояния между рельсами и по концам шпал (на расстоянии 65 см от средней измеряемой точки). В местах расположения указанных точек в шпалу были вбиты гвозди с зачищенными головками. На каждом опытном участке измеряли осадки 9—30 шпал на протяжении 1—3 звеньев. Остаточные осадки рельсов в местах расположения шпал определяли по изменению расстояния между уголком и серединой головки рельса.

Ввиду большой величины остаточных осадок верхнего строения усюв, особенно в первый период эксплуатации, для замеров был использован штангенциркуль с точностью 0,1 мм. Осадки замеряли во второй половине дня перед выводом груженого подвижного состава. Количество перевезенной древесины находили по накладным, составленным мастерами леса.

Для определения интенсивности нарастания остаточных осадок и перекосов при различном количестве перевезенной древесины опытные участки выбирали на путях, действующих длительное время, а также на путях, пускаемых в эксплуатацию.

На протяжении одного временного пути строили опытные участки с различной конструкцией верхнего строения, для того чтобы на каждом из них выявить величину осадок и перекосов при одинаковом грузообороте.

Временные пути в местах расположения опытных участков в период наблюдения не ремонтировали, при этом подвижные составы с рельсов не сходили. Были случаи повреждения деревянных опор, относи-

тельно которых замеряли осадки. На этих участках дальнейшие осадки не учитывали. Исследования выполнены на 11 опытных участках, расположенных на временных путях Кудимской ужд, сделано 5380 замеров положения шпал и рельсов относительно неподвижной базы.

№ уса	№ участка	Количество древесины, вывезенной до начала экспериментов, м ³	Количество древесины, вывезенной в процессе опытов, м ³	Основание
2	1	5100	3338,7	Минеральный грунт Болото, $h = 1,2$ м
	2	5500	3035,1	
	3	5600	1999,5	Болото, $h = 1,5$ м
	4, I группа	380	3035,1	Минеральный грунт
	4, II группа	380	3035,1	Минеральный грунт
3	5	0	1995,5	Болото, $h = 1,6 - 1,8$ м
	1	700	2586,0	Болото, $h = 3,0$ м
	2	340	2941,0	Болото, $h = 2,5$ м
	3	700	2586,0	Болото, $h = 2,0$ м
	4	700	2586,0	Болото, $h = 1,5$ м
4	5	700	2586,0	Минеральный грунт
	1	—	2056,6	Болото, $h = 0,5$ м

* Положены круглые шпалы.

Древесину (за исключением участка № 1 по усу № 4) вывозили в хлыстах с обрубленной кроной на переоборудованных платформах Лесосудмаштрая мотовозами ДМ-54. Нагрузка на сцеп, состоящий из двух платформ, равнялась 20—23 м³. На всех опытных участках уложены рельсы Р18 без подуклонки и подкладок. Краткая характеристика опытных участков дана в табл. 1.

Обработку замеров остаточных осадок проводили с целью определения: а) осадки каждой шпалы в трех точках (в середине и по концам) за период между замерами; б) полной остаточной осадки шпал за период наблюдений; в) остаточных перекосов рельсов за весь период экспериментов.

Для получения статистических зависимостей вычисляли величину остаточной осадки шпал или перекоса рельсов на 100 м³ вывезенной древесины путем деления полной осадки или перекоса на объем древесины, перевезенной с начала наблюдений до момента замера.

При обработке экспериментальных данных установлены следующие варианты закономерностей накопления остаточных осадок и перекосов: а) увеличивается величина полной осадки h или перекоса h_n , а осадка (перекос) на 100 м³ вывезенной древесины y , y_n уменьшается; б) увеличивается величина полной осадки или перекоса, а осадка (перекос) на 100 м³ остается постоянной.

В качестве примера на рис. 1 показаны остаточные осадки шпал (а) и перекосы рельсов (б) на 100 м³ на участке № 2, ус № 3.

Значения коэффициентов a и b определяли следующим способом. В тех случаях, когда с увеличением Q изменяется h и y , коэффициенты a и b находили по выражению (2) способом наименьших квадратов.

Точность полученных коэффициентов и функций определена методом Девида — Неймана [8], [13] и равна

$$E = S_z \cdot t_a,$$

где E — точность измеряемой величины — максимальная величина, на которую может отклониться истинное значение функции от определенной по уравнению при принятой степени надежности;

Таблица 1

Дополнительные элементы верхнего строения (под каждой ниткой рельса)	Длина шпал, м	Ширина нижней постели, см
Два лежня $d = 8 - 16$ см	1,41—2,25	10,8—23,5
Два лежня $d = 12$ см	1,57—1,74	14,0—26,0
Между шпалами длинные поперечины	1,56—1,84	13,0—31,0
Два лежня $d = 12$ см. Между шпалами длинные поперечины	1,47—1,64	13,5—22,5
Лежень $d = 8 - 25$ см	1,55—1,59	12,5—16,0
Короткие подкладки		
Два лежня $d = 12 - 14$ см. Между шпалами длинные поперечины	1,49—1,71	16,0—23,5
Два лежня $d = 8 - 10$ см	1,52—1,56	16,0—25,0
Лежень $d = 17 - 18$ см	1,43—1,64	14,0—22,0
	2,12—3,18	$d^* = 12,0 - 18,0$
Два лежня $d = 9 - 14$ см. Между шпалами длинные поперечины	1,41—1,62	13,0—25,0
	1,49—1,95	14,0—23,0
Три лежня $d = 12$ см	1,55—1,96	13,0—29,0

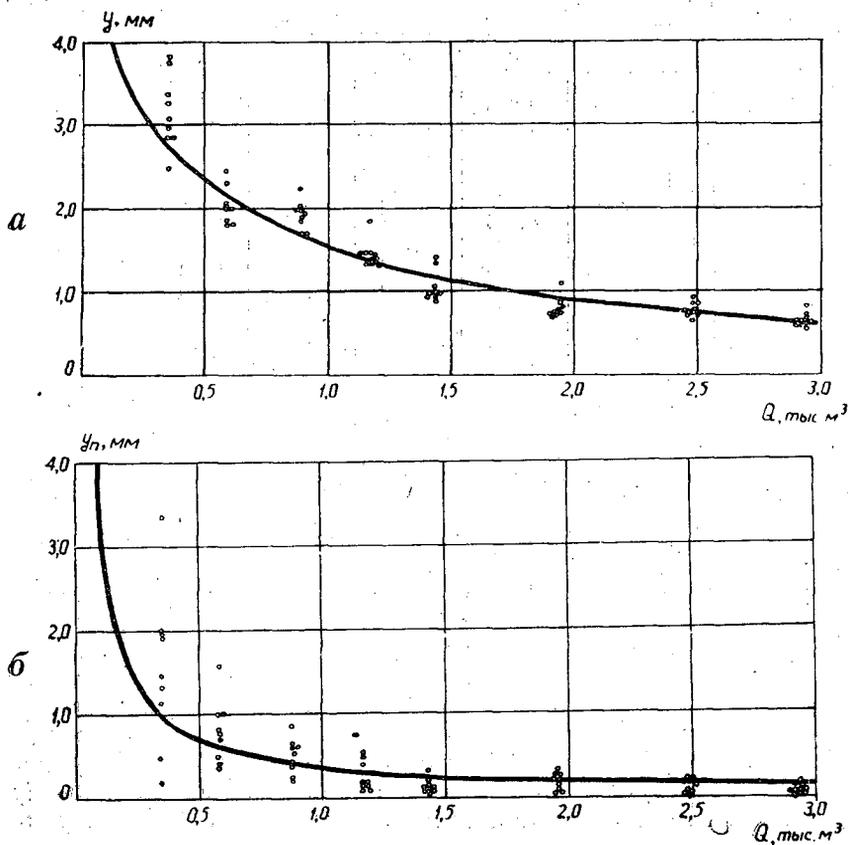


Рис. 1.

t_a — положительное число, зависящее от числа измерений и принятой надежности (по таблицам Стюдента—Фишера);

S_z — дисперсия функции.

В наших расчетах надежность принята равной 0,95.

В тех случаях, когда значения y постоянны, обычными методами статистики определены коэффициенты изменчивости и показатели точности.

Обработка экспериментальных данных показала соответствие полученных зависимостей фактическому накоплению остаточных осадков и перекосов верхнего строения. Так, коэффициент корреляции зависимости Q и y равен 0,60—0,85 с достоверностью 11,9—28,0. Точность величины z равна от 34,5 до 2%.

Необходимо отметить, что на величину остаточных осадков и перекосов, особенно временных путей, влияет масса всевозможных причин, и полученные данные можно считать вполне надежными. Даже при опытах П. П. Цуканова со щебеночным и песчаным балластом на дорогах широкой колеи наблюдается большой разброс данных, а коэффициент корреляции зависимости между грузооборотом и осадкой равен 0,42—0,39.

В табл. 2 указаны вычисленные значения коэффициентов для остаточных осадков a , b и перекосов a_1 , b_1 .

Таблица 2

№ уса	№ участка	Коэффициенты в уравнениях			
		осадок		перекосов	
		a	b	a_1	b_1
2	1	1,335	0	4,88	0
	2	1,24	0	0,33	0,47
	3	1,45	0	2,45	0,185
	4, I группа	3,23	0	5,18	0,196
	4, II группа	0,62	0,055	3,59	0,144
3	5	0,183	0,007	1,06	0,27
	1	1,39	0,098	6,655	0,125
	2	0,198	0,047	0,77	0,319
	3	0,80	0,082	0,155	0,625
	4	2,52	0,194	0,33	0,18
4	5	3,16	0,051	8,03	0,12
	1	0,16	0,067	0,125	0,562

Для опытных участков, расположенных по усу № 3, даны графики накопления полных остаточных осадков шпал (рис. 2) и остаточных перекосов рельсов (рис. 3), вычисленные по полученным статистическим зависимостям.

На основании анализа экспериментальных данных можно сделать ряд выводов и рекомендаций.

1. Максимальная величина прироста остаточных осадков и перекосов на 100 м³ вывезенной древесины наблюдается в первый период эксплуатации пути. В дальнейшем она уменьшается и после некоторого количества перевезенного груза становится постоянной. Это количество зависит от основания и конструкции верхнего строения. Прирост остаточных перекосов становится постоянным раньше, чем прирост осадков.

2. Путь, уложенный на тонкие лежни (ус № 3, участок № 1), дает меньшую остаточную осадку, чем путь на более толстых лежнях (ус № 3, участок № 2), но во втором случае перекосы стабилизируются быстрее.

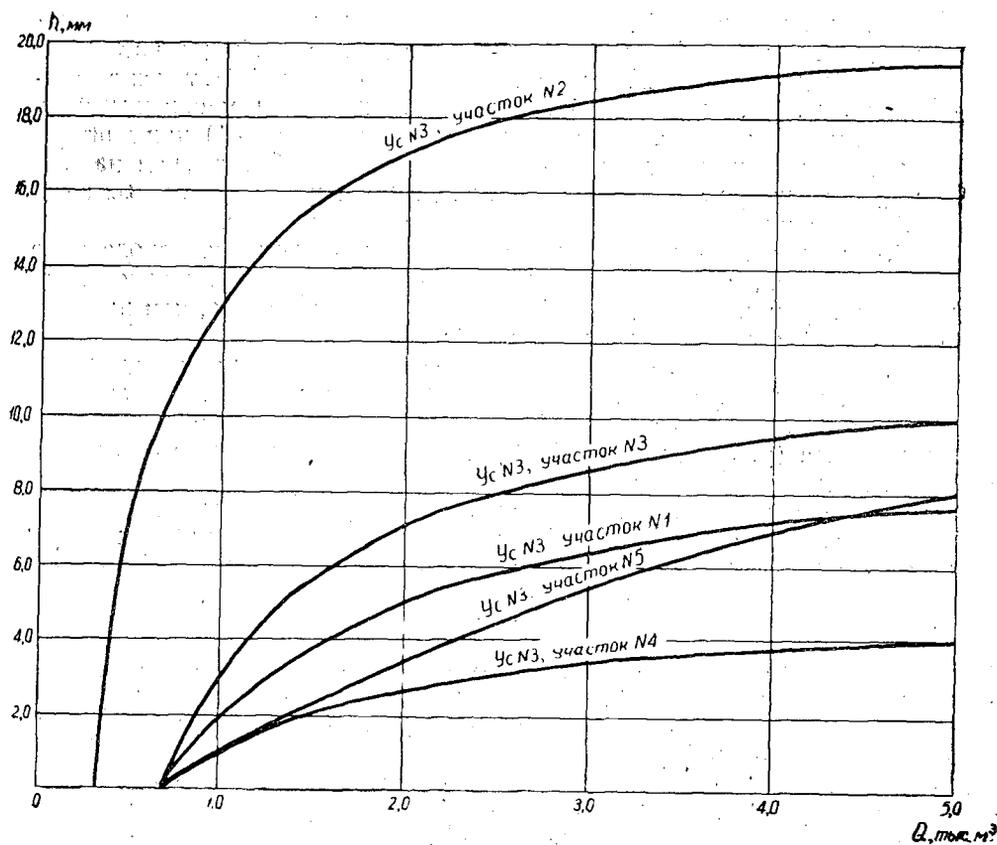


Рис. 2.

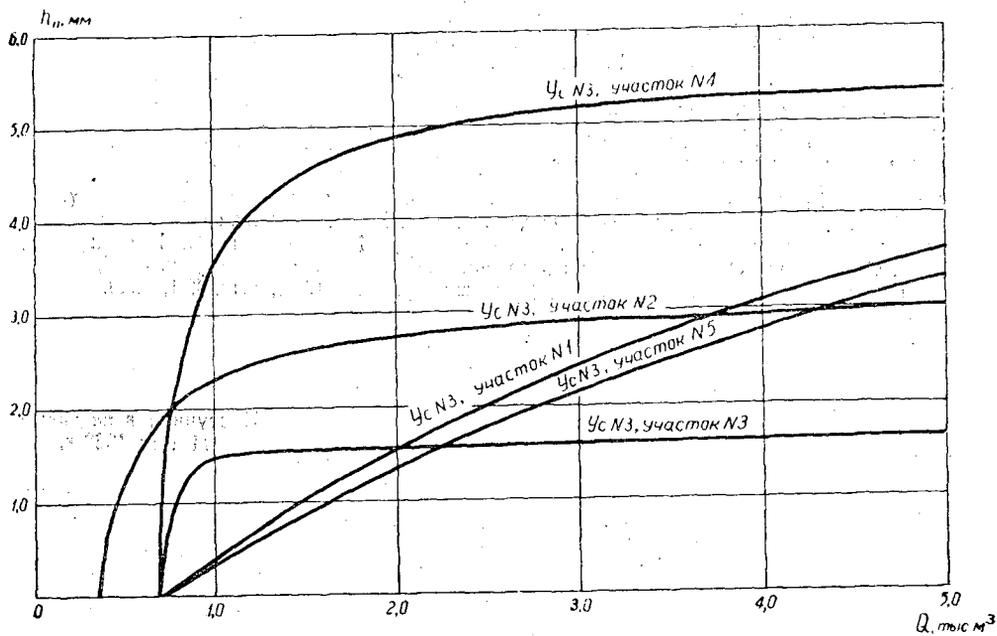


Рис. 3.

3. Путь, уложенный на продольные лежни на плотных минеральных грунтах, имеет большие остаточные осадки и перекосы как в первоначальный период эксплуатации (ус № 2, участок № 4), так и в дальнейшем (ус № 2, участок № 1), чем пути со шпалами, уложенными непосредственно на грунт. Такие пути (ус № 2, участок № 1) при длительной эксплуатации могут иметь осадки и перекосы больше, чем на слабом основании (ус № 2, участок № 3). На плотных минеральных грунтах шпалы следует укладывать непосредственно на грунт.

4. На путях, где шпалы одним концом уложены на продольные длинные лежни, а вторым — на короткие подкладки или непосредственно на грунт, наблюдаются большие величины перекоса, чем при расположении обоих концов на лежнях.

5. Путь на продольных лежнях с дополнительными поперечинами между шпалами (ус № 3, участок № 4) имеет меньшую остаточную осадку, чем без поперечин (ус № 3, участки 1 и 2), с длинными круглыми шпалами (ус № 3, участок № 3) и даже на минеральном основании.

6. Для нормирования трудовых затрат на содержание временных и постоянных ужд, в зависимости от количества перевезенной древесины, необходимо проведение дальнейших экспериментальных работ по определению остаточных осадок, перекосов и расстройств этих путей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. П. Андреев. Работа рельсового пути и способы его усиления в зависимости от работы балласта. Труды московского института инженеров транспорта, вып. XXII, Гострансиздат, 1932. [2]. М. Ф. Вериго. Исследования остаточных деформаций балластного слоя под шпалой при действии на нее повторных нагрузок. Вестник ВНИИЖТа, № 4, 1958. [3]. М. Ф. Вериго. К вопросу о процессе уплотнения балластного слоя железнодорожного пути повторной нагрузкой. Вестник ВНИИЖТа, № 2, 1959. [4]. В. Н. Данилов. Расчет накопления остаточных деформаций в основании рельса. Вестник ВНИИЖТа, № 3, 1958. [5]. Н. Н. Иванов, П. П. Пономарев. Строительные свойства грунтов, Л., 1932. [6]. Ю. Л. Мотылев. К вопросу об учете повторяемости нагрузки при конструировании нежестких дорожных одежд. Сб. «Обоснование расчетных параметров нежестких дорожных покрытий», Дориздат, М., 1952. [7]. С. Н. Попов. О допускаемых напряжениях на балласт. Труды ВНИИЖТа, вып. 97, Трансжелдориздат, 1955. [8]. В. И. Романовский. Основные задачи теории ошибок. М.-Л., 1947. [9]. М. Н. Троицкая, В. К. Дермелев. Экспериментальные исследования накопления деформаций в однородных средах и двухслойных системах при различном режиме приложения повторных нагрузок. Сб. «Обоснование расчетных параметров для нежестких дорожных покрытий», Дориздат, 1952. [10]. Б. Д. Хействер. Влияние повторно прилагаемой нагрузки на образование деформаций земляного полотна. Вестник ВНИИЖТа, № 7, 1957. [11]. П. П. Цуканов. Исследование упругих и остаточных осадок шпал. Труды ВНИИЖТа, № 137, Трансжелдориздат, 1957. [12]. И. И. Черкасов. Механические свойства грунтовых оснований. Автографиздат, 1958. [13]. В. В. Щелкунов, Н. И. Скрипов. О сопротивлении движению подвижного состава узкоколейных железных дорог. Сборник научно-исследовательских работ АЛТИ, вып. XII, 1949.

Поступила в редакцию
11 мая 1963 г.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПОЛУОСЕВОЙ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ АВТОЛЕСОВОЗОВ

О. Б. УШАКОВ

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

Одним из основных требований, предъявляемых к карданным передачам, является синхронность передачи вращения и крутящего момента от ведущего вала к ведомому.

Нарушение этого условия приводит к снижению к. п. д. передачи, вызывает значительные дополнительные динамические нагрузки и усиленный износ деталей трансмиссии [1]. По конструктивным причинам не всегда имеется возможность удовлетворить указанное требование. При этом могут служить двойные карданные передачи, когда ведущий и ведомый валы находятся в разных плоскостях.

Такое пространственное расположение валов имеет место в полуосевой карданной передаче автолесовоза при движении на повороте, в приводе прицепных сельскохозяйственных машин и в ряде других случаев. Однако вопросы, связанные с работой пространственных карданных передач, мало освещены в литературе.

Для определения дополнительных динамических нагрузок, вызванных нарушением синхронности, необходимо знать изменения относительного углового смещения валов ($\beta' - \alpha$) в течение половины периода полного оборота ведущего вала I привода (рис. 1).

Для общего случая определения угла поворота ведомого вала в зависимости от угла поворота ведущего вала, расположенных в разных плоскостях, принимаем, что валы I и II лежат в плоскости R.

Зависимость между углами α и β получаем из формулы, приведенной Е. А. Чудаковым [3],

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \gamma_1, \quad (1)$$

где α и β — углы поворота валов I и II;

γ_1 — угол наклона ведущего вала относительно промежуточного.

Эта же зависимость остается справедливой для пары валов II и III, если рассматривать их лежащими в плоскости Q. При этом следует учесть, что в начале движения ведущая вилка кардана K_2 повернута в плоскости Q на угол $(\psi - \delta)$, где ψ — угол сдвига шипов ведущей вилки кардана K_2 по отношению к шипам ведомой вилки кардана K_1 , а δ — угол между плоскостями R и Q. Соответственно вал III повернут на угол $(\psi - \delta')$.

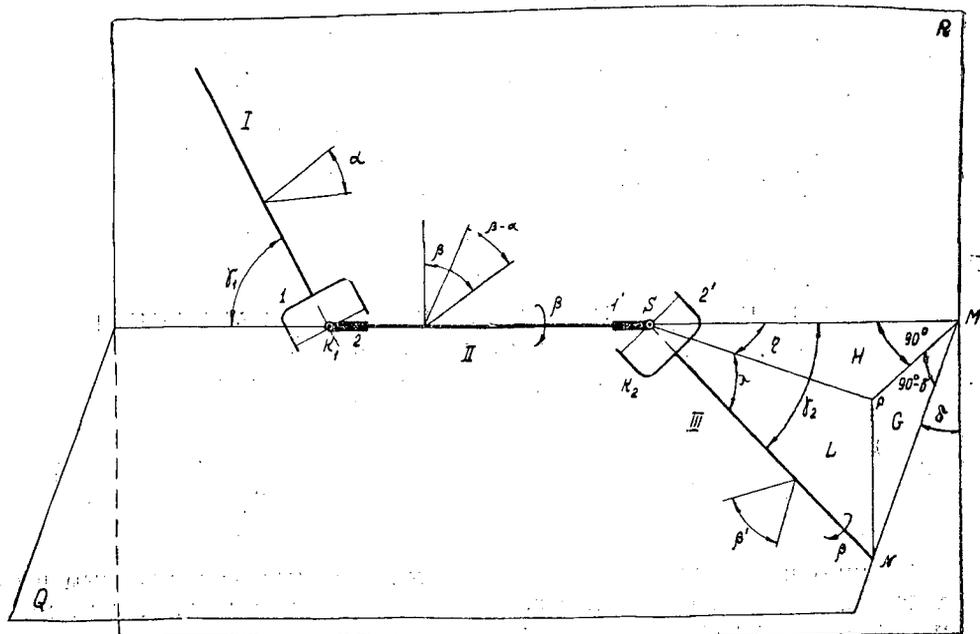


Рис. 1. Схема карданной передачи с двумя карданами.

Выражая эту зависимость между углами

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{2} + \psi - \delta \right) = \cos \gamma_2 \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{2} + \psi' - \delta' \right),$$

где γ_2 — угол наклона ведомого вала относительно промежуточного, получаем

$$\operatorname{tg} (\psi - \delta) \cdot \cos \gamma_2 = \operatorname{tg} (\psi' - \delta'). \quad (2)$$

Для общего случая аналогично находим

$$\operatorname{tg} (\beta + \psi - \delta) \cdot \cos \gamma_2 = \operatorname{tg} (\beta' + \psi' - \delta'), \quad (3)$$

где β' — угол поворота вала III.

Из формул (1), (2) и (3) последовательно получаем

$$\begin{aligned} \frac{\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} (\psi - \delta)}{1 - \operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} (\psi - \delta)} \cdot \cos \gamma_2 &= \frac{\operatorname{tg} \beta' + \operatorname{tg} (\psi' - \delta')}{1 - \operatorname{tg} \beta' \cdot \operatorname{tg} (\psi' - \delta')}; \\ \frac{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \gamma_1} + \operatorname{tg} (\psi - \delta)}{1 - \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \gamma_1} \cdot \operatorname{tg} (\psi - \delta)} \cdot \cos \gamma_2 &= \frac{\operatorname{tg} \beta' + \operatorname{tg} (\psi - \delta) \cdot \cos \gamma_2}{1 - \operatorname{tg} \beta' \cdot \operatorname{tg} (\psi - \delta) \cdot \cos \gamma_2}, \end{aligned}$$

откуда

$$\operatorname{tg} \beta' = \frac{[1 + \operatorname{tg}^2 (\psi - \delta)] \cos \gamma_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{[1 + \operatorname{tg}^2 (\psi - \delta) \cos^2 \gamma_2] \cdot \cos \gamma_1 - \operatorname{tg} (\psi - \delta) \cdot \sin^2 \gamma_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}. \quad (4)$$

При $\delta = 0$ формула (4) совпадает с соответствующей формулой (5) для карданной передачи, работающей в одной плоскости [1].

$$\operatorname{tg} \beta' = \frac{\cos \gamma_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \psi)}{\cos \gamma_1 - \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \psi + \cos^2 \gamma_2 \cdot \operatorname{tg} \psi (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \psi \cdot \cos \gamma_1)}. \quad (5)$$

Для выражения углов δ и γ_2 через углы поворота η и λ вала III в горизонтальной и вертикальной плоскостях вокруг своего кардана на продолжении вала II откладываем отрезок SM , равный единице. Строим вспомогательные плоскости: вертикальную G , перпендикулярную валу II и проходящую через точку M ; горизонтальную H , перпендикулярную плоскости R и проходящую через прямую SM , а также вертикальную L , проходящую через вал III.

В полученной пирамиде $PSMN$

$$SM = 1; \quad SP = \frac{1}{\cos \eta}; \quad SN = \frac{SP}{\cos \lambda} = \frac{1}{\cos \eta \cdot \cos \lambda};$$

$$PM = \operatorname{tg} \eta; \quad PN = SP \cdot \operatorname{tg} \lambda = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\cos \eta};$$

$$\cos \gamma_2 = \frac{SM}{SN} = \cos \eta \cdot \cos \lambda;$$

$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{ctg} (90^\circ - \delta) = \frac{PM}{PN} = \frac{\sin \eta}{\operatorname{tg} \lambda}.$$

Следовательно,

$$\cos \gamma_2 = \cos \eta \cdot \cos \lambda \quad (6)$$

и

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\sin \eta}{\operatorname{tg} \lambda}. \quad (7)$$

Формулы (4), (6) и (7) позволяют определить относительное угловое смещение валов I и III.

Учитывая специфику работы автолесовозов, то есть движение либо с полным грузом, либо без него, по приведенным формулам определяем относительное угловое смещение полуосевых карданных валов при движении на повороте.

У автолесовоза Т-80М, например, с нагрузкой 7 тонн $(\beta' - \alpha)_{\max}$ достигает $5^\circ 17'$ (рис. 2), а без нагрузки $4^\circ 50'$. Как показывает график, при одинаковом радиусе поворота наименьшую величину $(\beta' - \alpha)_{\max}$ получаем в том случае, когда все три вала карданной передачи располагаются в одной плоскости, что соответствует средним нагрузкам, практически редко встречающимся. Однако и в этом случае угловое смещение валов достаточно велико ($\pm 3^\circ 11'$).

Изменение $(\alpha - \beta')_{\max}$ в зависимости от угла поворота ведущих управляемых колес при средней [5] и максимальной нагрузках приведено на графике (рис. 3), из которого видно, что в зависимости от весовой нагрузки смещение возрастает с увеличением угла поворота колес и находится в пределах, ограниченных кривыми 1—2. Кривая 1 соответствует положению, когда карданные валы расположены в различных плоскостях, кривая 2 — в одной, горизонтальной, плоскости. Во втором случае угловое смещение имеет наименьшую величину, а двойная карданная передача работает как одинарная.

Для одинарного кардана неравномерность передачи угловой скорости и крутящего момента можно выразить уравнением [3]

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\cos \gamma_1}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \gamma_1} = \frac{M_1}{M_2},$$

где ω_1 и ω_2 — угловые скорости;

M_1 и M_2 — крутящие моменты, передаваемые соответствующими валами.

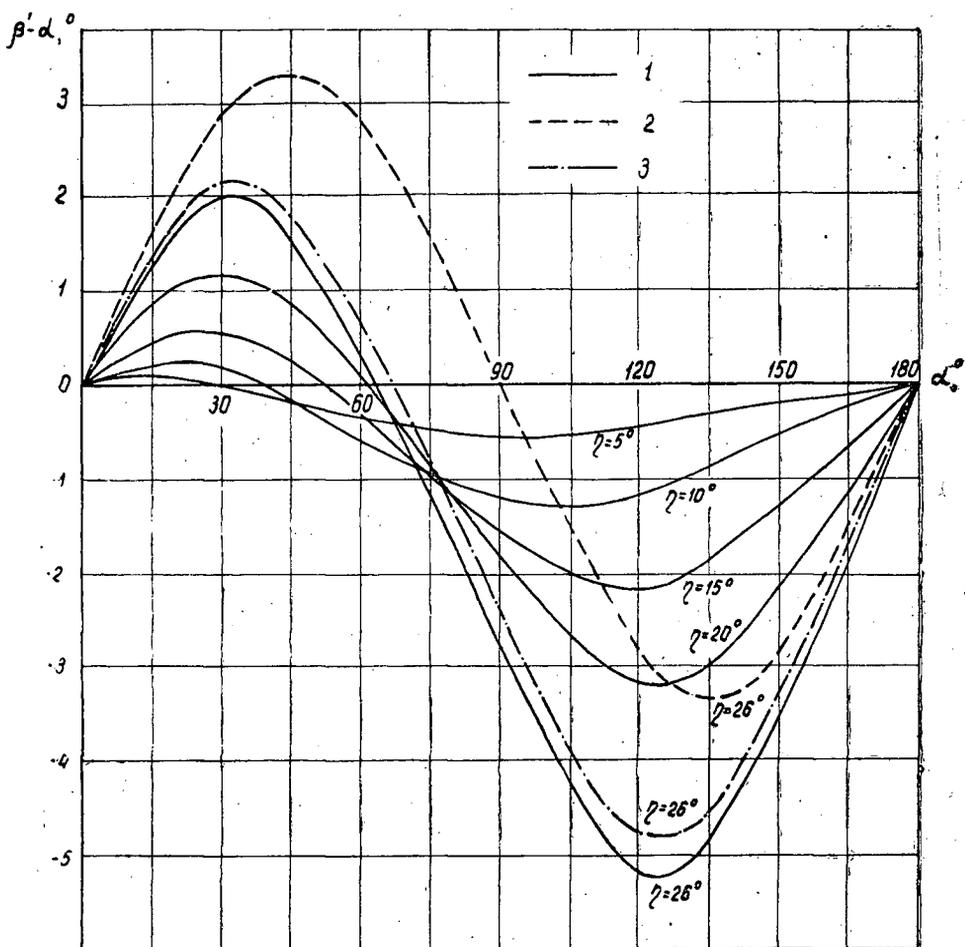


Рис. 2. Угловое смещение карданов ($\beta' - \alpha$) в зависимости от угла поворота α ведущей вилки при различных углах поворота колес γ . 1 — при полной весовой нагрузке; 2 — при средней нагрузке; 3 — без нагрузки.

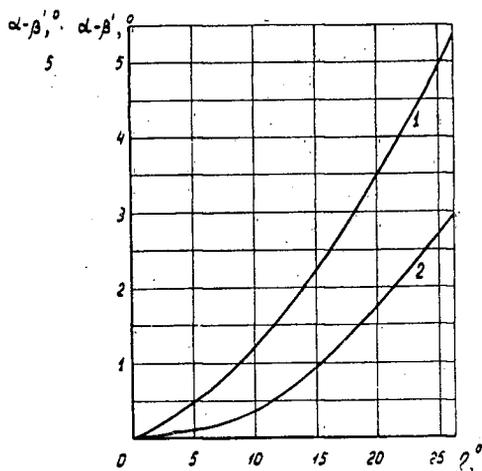


Рис. 3. Влияние угла поворота колес γ на максимальное угловое смещение карданов ($\alpha - \beta'$). 1 — максимальная нагрузка; 2 — средняя нагрузка.

$$\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)_{min} = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)_{min} = \cos \gamma_1 \text{ при } \alpha = 0^\circ \text{ и } \alpha = 180^\circ;$$

$$\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)_{max} = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)_{max} = \frac{1}{\cos \gamma_1} \text{ при } \alpha = 90^\circ \text{ и } \alpha = 270^\circ.$$

Степень неравномерности вращения [6] выразится уравнением

$$U = \frac{\omega_{2max} - \omega_{2min}}{\omega_1} = \frac{\sin^2 \gamma_1}{\cos \gamma_1}.$$

Для средних нагрузок [4] (валы в одной плоскости) в зависимости от угла поворота колес (рис. 4) U достигает $\frac{1}{4}$.

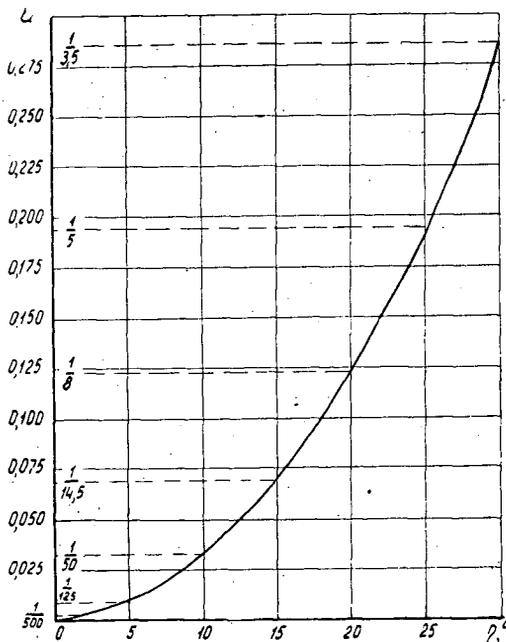


Рис. 4. Зависимость степени неравномерности U от угла поворота колес η

Для определения неравномерности вращения в общем случае пространственной карданной передачи следует продифференцировать по времени уравнение (4).

В результате получаем

$$\frac{\omega_{\rho'}}{\omega_{\alpha}} = \frac{[\sec^2 \gamma^2 + \operatorname{tg}^2 (\psi - \delta)] \cos^2 (\psi - \delta) \cos \gamma_1}{\sin^2 \alpha + \{[\sec^2 \gamma_2 + \operatorname{tg}^2 (\psi - \delta)] \cdot \cos^2 (\psi - \delta) \cdot \cos \gamma_1 \cdot \cos \alpha - 0,5 \sin 2(\psi - \delta) \operatorname{tg}^2 \gamma_2 \cdot \sin \alpha\}^2}$$

Приведенные положения и расчеты позволяют сделать вывод, что при движении автолесовоза на повороте неравномерность вращения карданной передачи достигает значительной величины при всех эксплуатационных режимах.

В приведенных расчетах не принято во внимание смещение вилок ψ карданного вала II в пределах ± 5 , допускаемых технологией сборки. Кроме этого, неравномерность увеличивается при наезде на препят-

ствия во время поворота, а также в случае, когда число оборотов карданного вала становится кратным частоте собственных колебаний.

Как показывает опыт [2], автолесовозы 15—25% эксплуатационного времени работают в условиях движения на повороте, а поэтому действие дополнительных динамических нагрузок от неравномерности вращения нельзя считать случайным или временным явлением. Этот режим работы принципиально отличен от нормального, с ним следует считаться, и он требует детального изучения.

Определение распределения дополнительных динамических нагрузок на узлы трансмиссии позволит увеличить срок службы ее элементов, уменьшить габариты и вес, а также несколько изменить конструкцию карданной передачи с целью гашения неравномерности вращения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Я. Э. Малаховский, А. А. Лапин, Н. К. Веденеев. Карданные передачи. Машгиз, 1962. [2]. П. Ф. Марченко. Сравнительные эксплуатационные испытания отечественных и импортных автолесовозов. АЛТИ, 1960. [3]. Е. А. Чудakov. Расчет автомобиля, Машгиз, 1947. [4]. W. Reinecke. Die Bewegungsverhältnisse bei Kardangelenken, ATZ, Heft 22, 1930, S. 530—534. [5]. W. Reinecke. Konstruktions — Richtlinien für die Auslegung von Gelenkwellenantrieben. MTZ, Jahrg 19, Nr 10, Oktober, 1958. [6]. W. Reuthe. Die Bewegungsverhältnisse bei Kreuzgelenkantrieben. Konstruktion, 1950, S. 305—312.

Поступила в редакцию
18 июня 1963 г.

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА И ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СКОРОСТЬ ДЕФОРМАЦИИ ТОРФА ПОД НАГРУЗКОЙ

Н. П. КОВАЛЕНКО

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

Стабилизация насыпей транспортных путей на болотах длится в течение нескольких лет. Для ускорения этого процесса предложен ряд методов: устройство свай-дрен, способ перегрузки, применение ВВ и другие [2], [5], [6]. Эти методы связаны с большими трудовыми и денежными затратами. Поэтому поиски новых способов ускорения стабилизации в настоящее время являются важной задачей.

В лаборатории механики грунтов и дорожного грунтоведения Архангельского лесотехнического института проводили следующие опыты. При компрессионных испытаниях образцов торфа ненарушенной структуры для ускорения их стабилизации применяли постоянный ток и химические добавки NaCl ; CaCl_2 ; HCl ; CaCO_3 . Образцы торфа помещали в пластмассовое кольцо (рис. 1); давление передавалось через

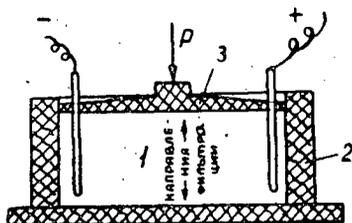


Рис. 1. 1 — образец грунта;
2 — пластмассовое кольцо;
3 — пластмассовый штамп.

пластмассовый штамп. Кольцо вместе с образцом помещали в ванну обычного компрессионного прибора на пластмассовый поддон. Штамп имеет отверстия для электродов, выполненных из медных перфорированных трубочек диаметром 6 мм. Всего испытано 55 образцов.

Опыты показали, что при прохождении постоянного электрического тока через нагруженные образцы скорость деформации последних возрастает в 5–15 раз по сравнению с контролем. На рис. 2 нанесены кривые изменения осадки во времени. Из рисунка видно, что на участках ab ; $a'b'$; a_1b_1 и a^1b^1 наблюдаются резкие скачки. При одновре-

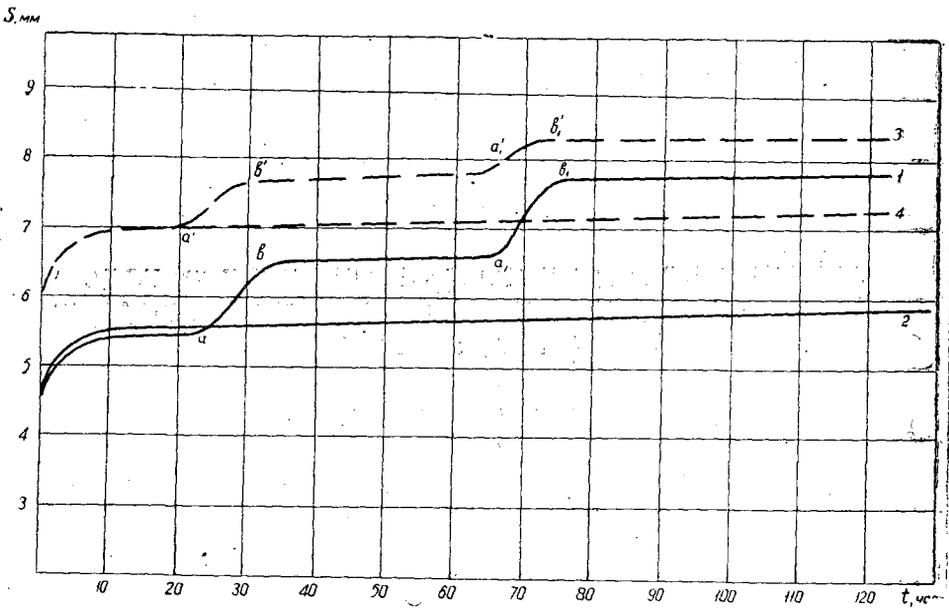


Рис. 2. 1 — образец лесного торфа, имеющего степень разложения $R = 66\%$, давление $P = 60 \text{ кг/см}^2$; 2 — контрольный образец лесного торфа; 3 — образец топяного торфа, имеющего степень разложения $R = 20\%$, давление $P = 60 \text{ кг/см}^2$; 4 — контрольный образец топяного торфа.

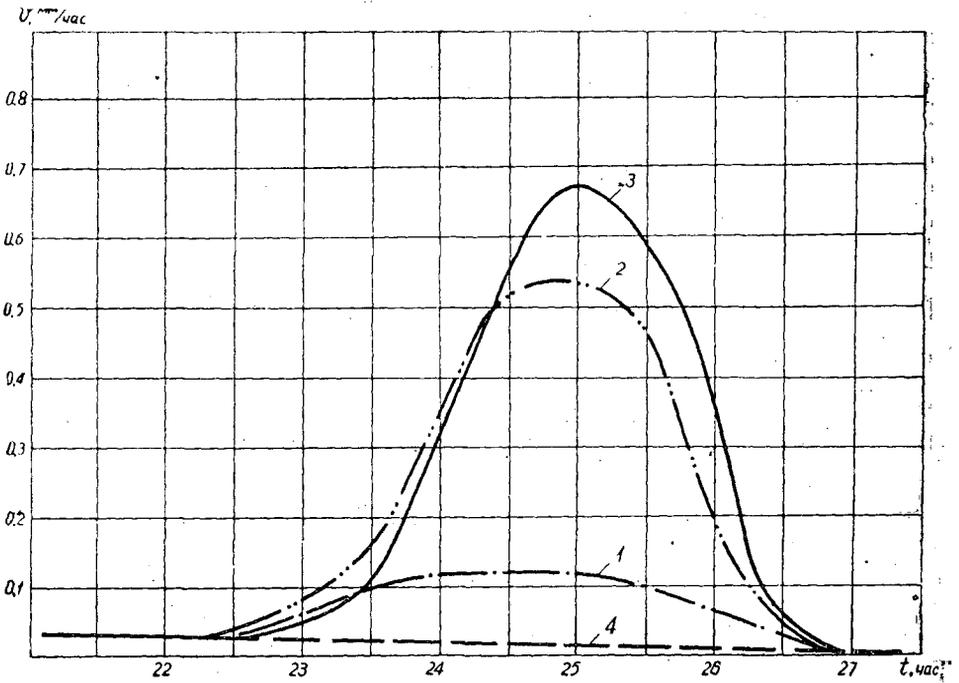


Рис. 3. 1 — лесной образец № 62 под действием постоянного тока; 2 — лесной образец № 63 под действием тока и NaCl; 3 — лесной образец № 61 под действием тока и HCl; 4 — контрольный образец (во всех случаях $R = 60\%$)

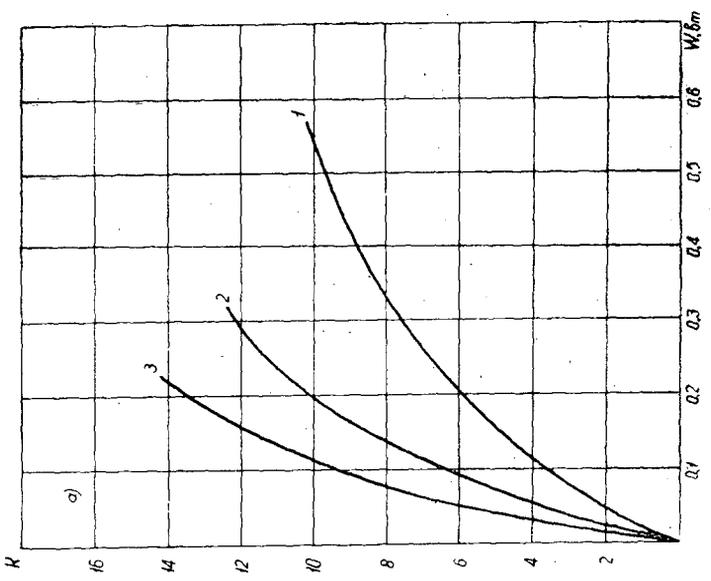
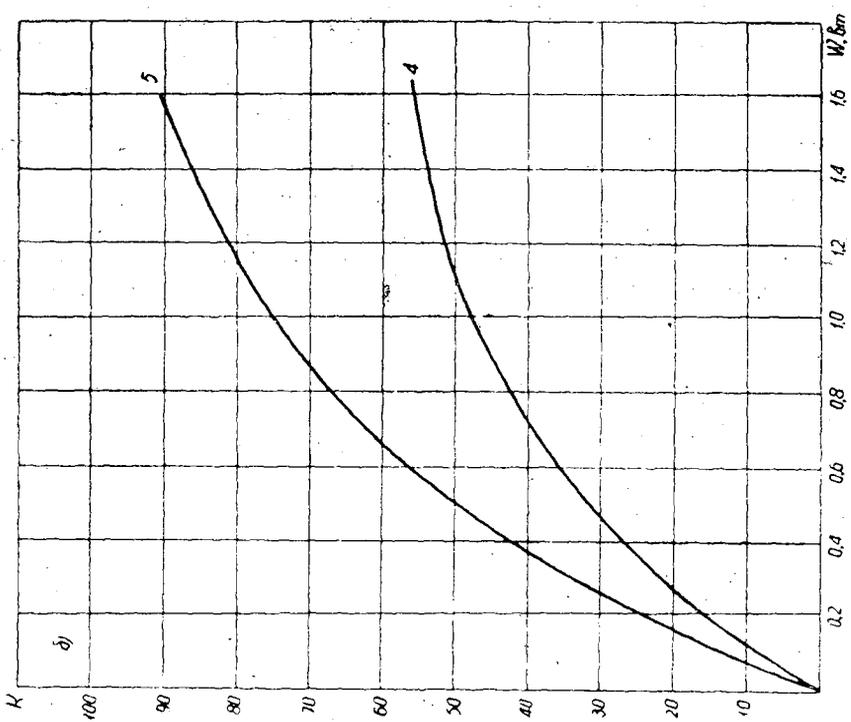


Рис. 4. 1 — топяной торф, $R = 20\%$, $P = 0,25 \text{ кг/см}^2$; 2 — лесной торф, $R = 60\%$, $P = 0,25 \text{ кг/см}^2$; 3 — лесной торф, $R = 60\%$, $P = 0,60 \text{ кг/см}^2$ (во всех случаях химических добавок не было); 4 — лесной торф, $R = 60\%$, $P = 0,60 \text{ кг/см}^2$, введение NaCl ; 5 — то же при введении HCl .

менном действии тока и химических добавок осадка увеличивается в 20–80 раз (рис. 3).

Действие постоянного электрического тока и химических добавок можно охарактеризовать коэффициентом эффективности k

$$k = \frac{v_3}{v},$$

где v_3 — скорость осадки при действии постоянного электрического тока и химических добавок, мм/час;

v — скорость осадки в обычных условиях, мм/час.

После обработки опытных данных была получена зависимость коэффициента эффективности k от мощности тока W , которая представлена на рис. 4. Из рис. 4, а видно, что при прочих равных условиях коэффициент эффективности выше для торфа с большей степенью разложения (кривые 1 и 2) и при большем удельном давлении на образец (кривые 2 и 3).

Введение химических добавок при одновременном воздействии тока на образец увеличивает коэффициент эффективности (рис. 4, б). Наиболее эффективными оказались NaCl и HCl (кривые 4 и 5).

Под действием постоянного электрического тока и химических добавок в грунте происходят электрокинетические и электролитические процессы. К первым относятся электроосмос, изменение электрокинетического потенциала, распределение ионов в диффузном слое; ко вторым — электродные, химические процессы, обмен ионов. С помощью этих процессов можно добиться уменьшения толщины гидратной оболочки твердых частиц грунта. Повышение концентрации ионов в жидкой фазе за счет введения химических добавок ведет к ускорению электролитических процессов и уменьшению диффузных слоев [1], [3], [4]. Уменьшение гидратной оболочки и диффузного слоя способствует увеличению активной пористости.

Следовательно, применяя постоянный ток и химические добавки, можно добиться увеличения активной пористости торфа, находящегося под нагрузкой, что способствует ускорению его консолидации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Ф. Бондаренко. Электроосмос в глинистых грунтах. Строительная механика портовых сооружений. Изд-во «Речной транспорт», Л., 1962. [2]. Н. Г. Грушевой. Земляное полотно зарубежных железных дорог. М., 1961. [3]. Г. Н. Жинкин. Исследование физико-химических процессов, происходящих при электроосмотическом осушении глинистых грунтов. Сборник трудов НИИ оснований и подземных сооружений № 50, Госстройиздат, М., 1962. [4]. Н. Н. Кулаков. Введение в физику торфа. Госэнергоиздат, М.-Л., 1947. [5]. Б. Сергиевский. Устройство дорог на болотах по методу перегрузки. Журн. «Дорога и автомобиль» № 10, 1934. [6]. Устройство земляных насыпей на болотах взрывным способом. ДОРНИИ, изд-во Гусосдор (под редакцией Н. Н. Иванова), 1939.

Поступила в редакцию
9 июля 1963 г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА МИГРАЦИИ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ЗАМОРАЖИВАНИИ ГРУНТОВ

Г. И. ШЕЛОПАЕВ

Аспирант

(Сибирский технологический институт)

Образование льда при замерзании воды в порах пылеватых грунтов (суглинистых и супесчаных) сопровождается нарушением равновесия воды, содержащейся в них. Это вызывает подток воды, в результате которого влажность верхних слоев земляного полотна и дорожных оснований значительно увеличивается. При неблагоприятных условиях замерзание воды, накопившейся в процессе миграции, сопровождается мощным льдообразованием, которое вызывает неравномерное поднятие дорожных покрытий (пучение). На поверхности дорожных покрытий появляются трещины и другие деформации. В весенний период происходит вскрытие пучин. Накопившийся лед тает и переувлажняет грунты, в результате чего происходит резкое уменьшение прочности и устойчивости земляного полотна автомобильной дороги.

Поэтому знание особенностей промерзающих грунтов имеет большое практическое значение для правильной оценки их прочности, а также для проектирования противопучинных мероприятий.

Известно, что основными условиями, определяющими характер морозного пучения грунта, являются температурный и влажностный режимы, гранулометрический и минералогический состав и характер обменных катионов, плотность грунта, внешнее давление и др. [1], [2], [3], [4].

Для выяснения влияния условий промораживания и образования пучин, а также разработки мероприятий по предохранению грунтов от морозного пучения в лаборатории Сибирского технологического института автор провел экспериментальные исследования процесса миграции воды в двух типах грунтов, характеристика которых приведена в табл. 1.

Глинистые фракции в основном состоят из минералов группы иллита с наличием гидрослюд. По данным анализа водных вытяжек было установлено, что исследуемые грунты содержат обменные катионы Са и Mg. Согласно работе З. А. Нерсесовой [2], грунты, насыщенные катионами Са и Mg, более морозоопасны, чем грунты с катионами Na и K.

Исследования проводили на установке, позволяющей осуществлять промораживание грунтов аналогично естественному.

Установка (рис. 1) состоит из разъемного рабочего цилиндра 4 (высотой 80 мм и диаметром 100 мм), в котором формируется грунтовый образец 5. Стенки разъемных колец смазывали дизельным автомобильным маслом АК-6, которое имеет температуру застывания — 30° С.

Таблица 1

Показатели	Разновидность грунта	
	суглинок тяжелый пылеватый	супесь пылеватая
Содержание песка, %	31,92	48,00
" пыли	40,92	44,00
" глины	27,16	8,00
Предел текучести, %	41,30	25,10
Число пластичности	16,00	7,00
Максимальная плотность, г/см ³	1,81	1,80
Оптимальная влажность, %	24,10	14,80
Максимальная молекулярная влагоемкость, %	17,40	13,90

Разъемный цилиндр опирается на сетчатое доньшко 7, что позволяет осуществлять подток воды к нижней части грунтового образца. Рабочий цилиндр и доньшко помещают в стакане 6, который в нижней части имеет полость для воды и отверстие для прохода трубки капиллярметра 8.

Для создания герметичности контакта между внешней поверхностью рабочего цилиндра и стаканом вкладывают промасленное резиновое кольцо.

Через металлический штамп 3 на образец воздействует нагрузка 2. Между штампом и поверхностью грунтового образца укладывали картонный промасленный уплотнитель, для создания герметичности и теплоизоляции от действия металлического штампа. Грунт промерзал только сверху. С боковой поверхности рабочий цилиндр защищали теплоизоляционным материалом (шерстью).

Величину пучения верхней части образца, вследствие льдообразования, фиксировали по индикатору 1.

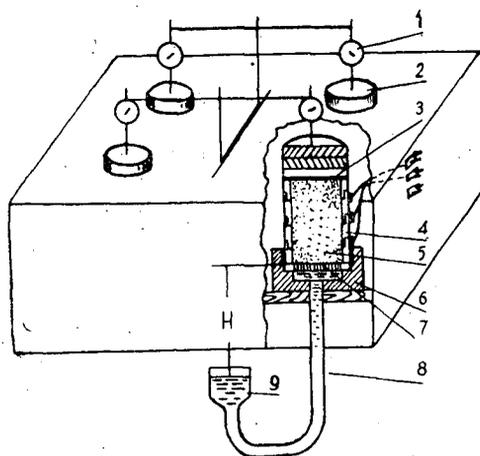


Рис. 1. Схема установки для исследования морозного пучения грунтов.

Температуру слоев образца измеряли при помощи датчиков электротермометра «АМ-2м».

После смачивания водой нижней поверхности грунтового образца опускали резиновую трубку, в результате чего создавалось натяжение

воды в капилляриметре. Промораживание осуществлялось при температуре наружного воздуха.

Промороженные образцы вынимали из разъемных цилиндров и методом высушивания послойно определяли их влажность.

Влияние плотности грунта и натяжения воды на влагонакопление при промерзании грунтов

В настоящей работе автор рассматривает влияние натяжения воды H при различной степени уплотнения на пучение пылеватых суглинчатых и супесчаных грунтов при их промораживании. Эти условия отвечают конструкциям земляного полотна автомобильных дорог, расположенных на местности с разной глубиной залегания грунтовых вод или при разной высоте насыпи.

Одновременно промораживали 4 образца. Натяжение воды принимали равным 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 м.

В результате полученных данных были построены графики морозного пучения грунтов земляного полотна в зависимости от расстояния до уровня грунтовых вод (рис. 2).

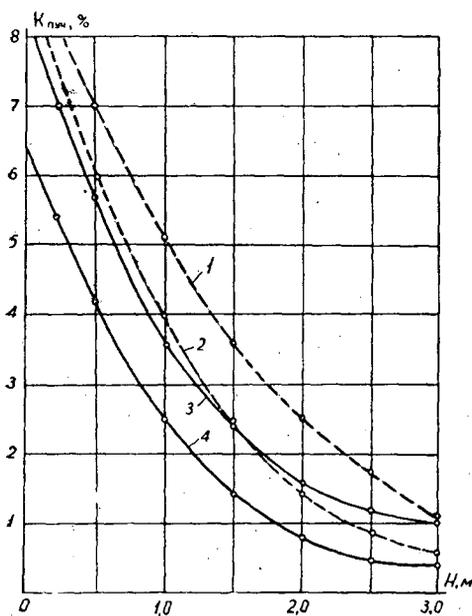


Рис. 2. Влияние уплотнения и высоты насыпи на морозное пучение грунтов.

1 — пылевая супесь при $K_{упл} = 0,92$; 2 — пылеватая супесь при $K_{упл} = 1,00$; 3 — пылеватый суглинок при $K_{упл} = 0,92$; 4 — пылеватый суглинок при $K_{упл} = 1,00$.

Кривые соответствуют грунтам, уплотненным до разной плотности при оптимальной влажности. Промораживание осуществлялось в интервале температур воздуха от -10° до -14° С.

Для супеси пылевой при степени уплотнения до $K_{упл} = \frac{\sigma}{\delta_0} = 0,92$,

где δ — объемный вес скелета грунта, $г/см^3$; δ_0 — оптимальная плотность данного грунта, $г/см^3$, относительное морозное пучение выражается зависимостью

$$K_{\text{пуч}} = 0,43H^2 - 3,66H + 8,31 \%,$$

где H — расстояние до уровня грунтовых вод, $м$.

Физический смысл этой величины следующий: $K_{\text{пуч}}$ есть отношение скорости поднятия к скорости промерзания или подъема насыпи от пучения к глубине промерзания и выражается зависимостью [3]

$$K_{\text{пуч}} = \frac{dh_{\text{пуч}}}{dh_{\text{пром}}}.$$

При уплотнении до $K_{\text{упл}} = 1,0$ относительное морозное пучение пылеватой супеси выражается зависимостью

$$K_{\text{пуч}} = H^2 - 5,66H + 8,57 \%.$$

Для пылеватого суглинка при $K_{\text{упл}} = 0,92$ и $K_{\text{упл}} = 1,00$ эти уравнения имеют вид

$$K_{\text{пуч}} = 1,28H^2 - 6,33H + 8,58$$

и

$$K_{\text{пуч}} = 0,9H^2 - 4,66H + 5,97 \%.$$

По этим данным автор установил, что при одной и той же отрицательной температуре грунты с максимальной плотностью замерзали быстрее и с меньшим влагонакоплением, чем менее уплотненные.

При уплотнении грунтов с оптимальной влажностью до максимальной величины ($K_{\text{упл}} = 1,0$) скорость морозного пучения в зависимости от расстояния до уровня грунтовых вод характеризуется параболической зависимостью и может быть определена по уравнению для суглинистых пылеватых грунтов

$$v_{\text{пуч}} = 0,82H^2 - 5,84H + 11,46;$$

для пылеватых супесей

$$v_{\text{пуч}} = 0,674H^2 - 4,46H + 9,02,$$

где $v_{\text{пуч}}$ — скорость морозного пучения, $мм/сутки$;

H — глубина залегания уровня грунтовых вод от поверхности дороги осенью, $м$.

В первой серии опытов (без внешнего давления) при медленном промораживании в интервале температур $-5^{\circ} \text{--} -7^{\circ} \text{C}$ и натяжении воды до 1 м (близком расположении уровня грунтовых вод) создавались наиболее благоприятные условия для льдообразования.

Независимо от начальной влажности в этом случае формировалась слоистая текстура с хорошо выраженными горизонтальными прослойками льда. Влажность по высоте грунта увеличилась за счет миграции воды в процессе промерзания. Наблюдалось избыточное льдообразование, что вызывало пучение грунта до 9,4%.

При аналогичных условиях промораживания, но с натяжением воды 2,5—3,0 м в верхних слоях образца влажность увеличивалась незначительно, особенно в интервале от гигроскопической до максимальной

ной молекулярной. За счет местного перераспределения влаги в верхних слоях образовались тонкие ледяные прослойки, которые не вызвали пучения более 2%.

При влажности более оптимальной (в интервале 0,7—1,0 от предела текучести) наблюдалось увеличение исходной влажности в результате местного перераспределения воды, что сопровождалось мощным льдообразованием и пучением. Значительного дополнительного увлажнения за счет миграции воды из горизонта грунтовых вод не было.

Следовательно, при медленном промораживании пылеватых супесей и суглинков в условиях затрудненного подтока воды извне (при натяжении более 2,5 м) формирование криогенной текстуры и образование пучин зависит от начальной влажности и плотности грунта.

При быстром промораживании в интервале температур —18°С — 30°С и при близком расположении уровня грунтовых вод (0,75—1,0 м) в грунтах, уплотненных до $K_{упл} = 1,0$, значительного влагонакопления в процессе миграции не наблюдалось.

Влияние нагрузки на влагонакопление

Исследованиями ряда ученых ([1], [3] и др.) было установлено, что увеличивая нагрузку, можно ограничить приток влаги в верхние слои земляного полотна, а следовательно уменьшить его морозное пучение до допустимой величины.

Промораживание под давлением более 100 Г/см² для пылеватой супеси и более 250 Г/см² для пылеватого суглинка вызывало формирование в образцах массивной текстуры с наличием льда-цемента, равномерно распределенного в порах грунта без заметного нарушения первоначального сложения.

При давлении более 200 Г/см² не наблюдалось значительного перераспределения влажности, величина пучения в пылеватой супеси не превышала 1,3% и в пылеватом суглинке 3,2%.

При давлении более 500 Г/см², уплотнении грунтов до оптимальной величины и натяжении 1,5 м никаких признаков избыточного льдообразования не было, влажность по всей высоте образца оставалась практически неизменной.

Экспериментальными работами автора было установлено, что скорость морозного пучения грунтов в зависимости от нагрузки выражается гиперболической зависимостью и может быть определена по уравнению [3]

$$v_{пуч} = \frac{17,02}{p_{1,12}} \text{ при температуре воздуха } -16^{\circ}\text{C};$$

$$v_{пуч} = \frac{15,42}{p_{0,753}} \text{ при температуре воздуха } -20^{\circ}\text{C}.$$

На рис. 3 приведены экспериментальные данные влияния внешней нагрузки на морозное пучение грунтов. По этим графикам можно определить величину возможного морозного пучения в любом горизонте насыпи. За величину внешней нагрузки следует принимать вес вышележащих слоев грунта и дорожной одежды.

Например, на глубине 0,5 м под дорожной одеждой (состоящей из бетонного покрытия на гравийном основании) удельное давление составляет 208 Г/см². По графику определяем величину относительного морозного пучения: 0,2% — при супесчаном грунте; 0,6% — при суглинстом; 1,2% — при пылеватой супеси и 3,1% — при пылеватом суглинке.

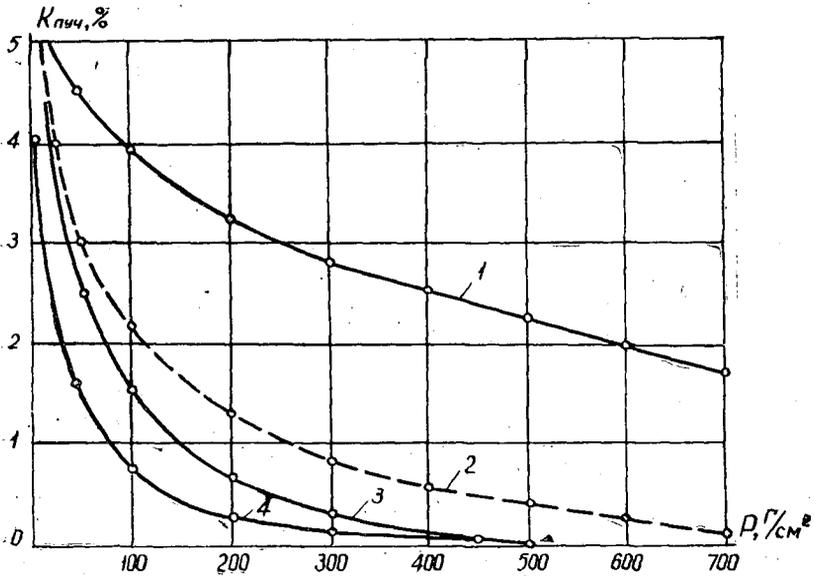


Рис. 3. Влияние внешней нагрузки на морозное пучение грунтов при температуре -10°C .

1 — пылеватый с. глиннок; 2 — пылеватая супесь; 3 — суглинок; 4 — супесь.

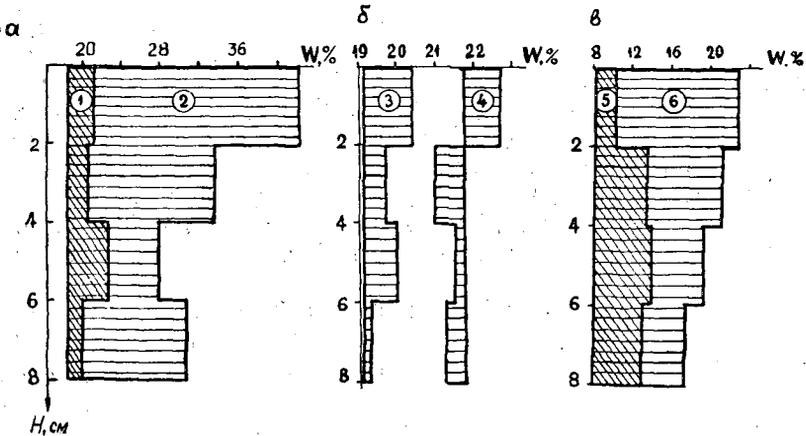


Рис. 4. Эпюры распределения влажности в пылеватом суглинке, замороженном при 15°C .

а — влияние уплотнения на влагонакопление (начальная влажность $W^i = 19,3\%$):

1 — при $K_{\text{упл}} = 1,0$; $K_{\text{пуч}} = 1,5\%$; 2 — при $K_{\text{упл}} = 0,64$; $K_{\text{пуч}} = 9,4\%$.

б — влияние нагрузки на влагонакопление: 3 — при $P = 140 \text{ Г/см}^2$;

$K_{\text{пуч}} = 1,0\%$ ($W^i = 19,2\%$); 4 — при $P = 360 \text{ Г/см}^2$; $K_{\text{пуч}} = 0,02\%$ ($W^i = 21,7\%$);

в — влияние высоты насыпи H на влагонакопление ($W^i = 8\%$): 5 — при $H = 2 \text{ м}$; $K_{\text{пуч}} = 2,6\%$; 6 — при $H = 1 \text{ м}$; $K_{\text{пуч}} = 4,6\%$.

Наибольшая величина пучения наблюдалась при плотности $(0,88-0,95) \delta_0$ и расстоянии до уровня воды менее $1,0 \text{ м}$ (рис. 4; а, 2; в, 6).

С повышением степени уплотнения грунта более $0,96 \delta_0$ и увеличением расстояния до уровня воды величина пучения резко снижалась (рис. 4; а, 1; в, 5).

При максимальной плотности и расстоянии до уровня воды $2,5 \text{ м}$ в

верхних слоях значительного увеличения влажности не наблюдалось, что предохраняло их от пучения, величина которого не превышала 1%.

При увеличении нагрузки миграции влаги в верхние слои сокращается. При нагрузке, равной 360 Г/см^2 , общая влажность снижается, что можно объяснить уменьшением толщины пленок воды, которая не замерзает при данных температурах (рис. 4; б, 3; б, 4).

На основании выполненных автором работ можно сделать следующие выводы.

1. Величина удельного влагонакопления и морозного пучения грунтов зависит от скорости охлаждения и скорости притока воды.

Подтверждаются выводы ряда ученых [1], [3], [5] о том, что чем быстрее грунт промерзает, тем меньше роль миграции, а следовательно величина морозного пучения.

В грунтах с начальной влажностью больше максимальной молекулярной влагоемкости, независимо от скорости промерзания, наблюдается образование слоистой криогенной текстуры.

2. Максимальное морозное пучение пылеватых суглинистых и супесчаных грунтов наблюдается в интервале плотностей 0,90—0,94 от оптимальной (рис. 4, а), что согласуется с результатами других работ [4].

При плотностях более 0,96 оптимальная величина морозного пучения уменьшается, что объясняется образованием массивной криогенной текстуры без ледяных включений.

3. Подтверждаются высказывания других исследователей [1], [2] о том, что большую роль в процессе миграции воды при промерзании грунтов играет минералогический состав грунта и их адсорбционная способность.

4. Подтверждается вывод Г. Бескова о том, что с увеличением нагрузки на грунт уменьшается приток воды в верхние слои земляного полотна [3].

При нагрузке более 250 Г/см^2 в процессе промерзания наблюдается образование массивной криогенной текстуры.

Приведенные в настоящей работе данные можно рекомендовать для практического использования при проектировании таких противопучинных мероприятий, как уплотнение верхних слоев насыпи до плотности не менее 0,96 от оптимальной с одновременным возведением насыпи высотой при суглинистых пылеватых грунтах не менее 2,5 м над уровнем грунтовых вод, при супесчаных пылеватых грунтах не менее 3,0 м.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Н. Гольдштейн. Деформации земляного полотна и оснований сооружений при промерзании и оттаивании. Трансжелдориздат, 1948. [2]. З. А. Нерсесова. Влияние обменных катионов на миграцию воды и пучение грунтов при промерзании. Сб. «Исследования по физике и механике мерзлых грунтов». Изд-во АН СССР, 1961. [3]. Н. А. Пузиков. Водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог. Автотрансиздат, 1960. [4]. Н. Я. Хархута, Ю. М. Васильев, Р. К. Охрименко. Уплотнение грунтов дорожных насыпей. Автотрансиздат, 1958. [5]. Н. А. Цытович. Основания и фундаменты на мерзлых грунтах. Изд-во АН СССР, 1958.

К ВОПРОСУ О КОНСТРУКЦИИ ПРОДОЛЬНЫХ ЗАПАНЕЙ И СПОСОБАХ ИХ КРЕПЛЕНИЯ

Г. А. МАНУХИН

Доцент, кандидат технических наук

К. А. ЧЕКАЛКИН

Доцент

Ю. С. КОНДРАТЬЕВ

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

В практике сплавных работ на судоходных реках широко используют гибкие продольные запаны. Только в Северодвинском бассейне ежегодно устанавливают свыше 60 таких запаней протяженностью около 125 км.

Двадцатилетний опыт эксплуатации гибких запаней показал их значительные преимущества по сравнению с жесткими, благодаря экономии такелажа, удобству установки и эксплуатации.

Однако принятый способ крепления продольного тела запани береговыми выносами и отдорными якорями имеет ряд существенных недостатков.

Одним из основных положительных качеств любого инженерного сооружения или конструкции является соответствие действительных условий их строительства и установки условиям, заданным расчетом. Для гибких продольных запаней современных конструкций эта задача практически трудно выполнима.

Как показывают двухгодичные натурные наблюдения, проведенные кафедрой водного транспорта леса АЛТИ на запанях р. Сев. Двины, положение наплавных опор в плане в процессе эксплуатации все время изменяется.

В статье приводятся главные выводы из наших наблюдений.

Фактическое положение трех запаней (Усть-Ваеньга, Пенья, Пянда) значительно отличается от проектного (рис. 1 а, б, в). Все наплавные опоры подвержены постоянным перемещениям во времени. Последние не подчиняются каким-либо закономерностям и происходят даже тогда, когда запань заполнена лесом, и пыж не разбирается. При падении горизонтов воды наплавные опоры приближаются к берегу, при повышении — отходят от него и в обоих случаях смещаются вдоль берега. Особенно велики эти смещения на запани Усть-Ваеньга, где ложе реки представляет собой известковую плиту, на которой отдорные якоря работают плохо.

На рис. 2 показано положение наплавных опор запани в различные сроки 1962 г.

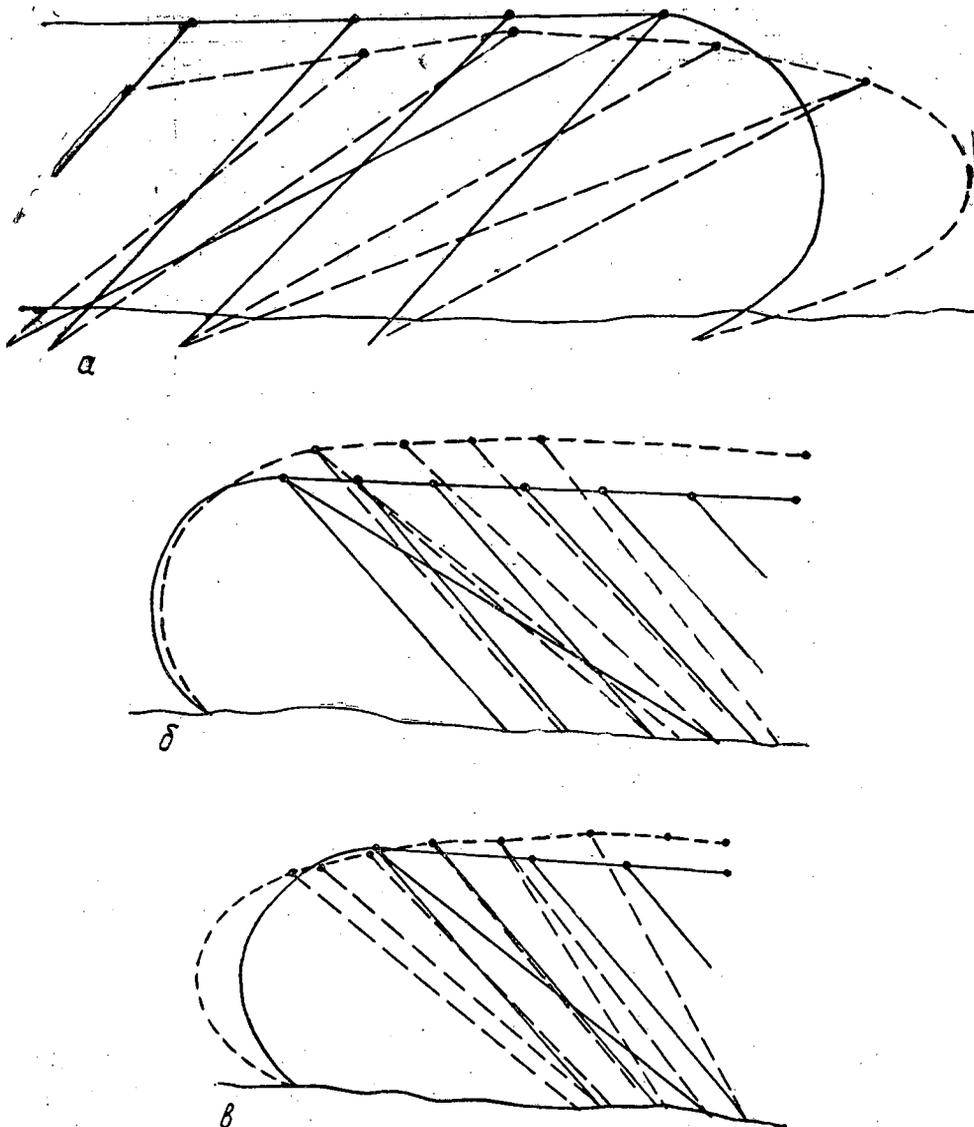


Рис. 1. Пунктирной линией показано фактическое положение запаней, сплошной — проектное.

Вследствие беспорядочного перемещения наплавных опор происходит постоянное изменение пролетов L_c отдельных секций, что наглядно представлено на рис. 3.

Таким образом, проведенные нами наблюдения позволяют сделать вывод о том, что при существующем способе крепления усилия в лежнях секций зависят от большого количества случайных факторов, учесть которые практически невозможно, а следовательно и трудно выполнить условия работы лежней, заданные расчетом.

Используя существующие методы расчета, попытаемся наглядно показать, насколько отклонения фактической длины пролетов продольной части запаны от расчетных сказываются на изменении нагрузок в лежнях.

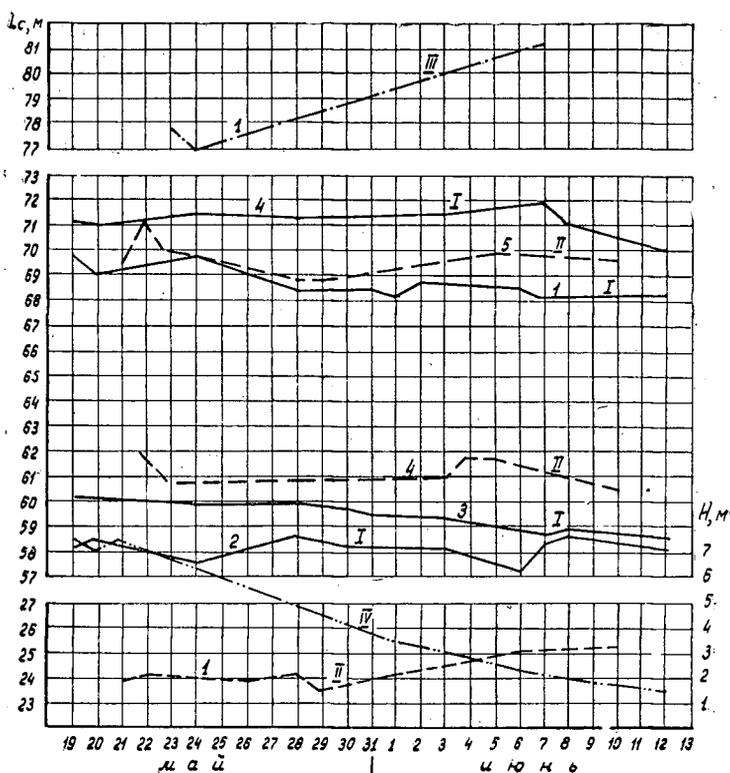


Рис. 3. Цифрами обозначены номера секций.

I — запань Пеньев; II — Пинда; III — Усть-Ваенга; IV — график колебаний горизонтов воды.

Максимальные усилия в лежнях при известной внешней нагрузке от пыжа, как известно *, определяются формулой

$$T_{max} = m_v p L_c, \quad (1)$$

где p — давление пыжа, кг/м ;
 L_c — длина секции продольной запани или расстояние по прямой между точками закрепления лежня за наплавные опоры (рис. 4);
 m_v — безразмерный коэффициент.

Величина безразмерного коэффициента зависит от степени провисания гибкой нити (в данном случае в плане) и определяется по формуле

$$m_v = \frac{\cos^2 \beta}{8c \cdot \cos \alpha}, \quad (2)$$

где β — угол между прямой, соединяющей наплавные опоры, и силами давления пыжа. При расположении продольной оси запани параллельно течению $\beta = 45^\circ$;
 α — угол между касательной к лежню в точке закрепления за верхнюю по течению опору и прямой, составляющей угол β с продольной осью запани (рис. 4);

* Г. Ф. Шульц. Гибкие продольные запани. Гипролестранс, Гослесбумиздат, 1955.

c — отношение максимальной стрелы провеса запани к длине секции, то есть

$$c = \frac{f_{max}}{L_c} \quad (3)$$

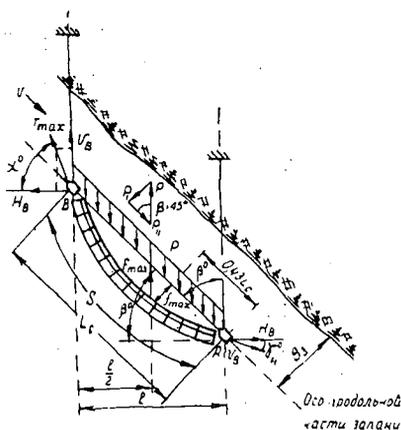


Рис. 4.

При различных стрелах провеса угол α может быть определен подбором из формулы

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4f_{max}}{L_c \cos^2 \alpha} + \operatorname{tg} \beta \quad (4)$$

Между длиной лежня запани по кривой S , расстоянием между точками закрепления лежня на наплавных опорах L_c и стрелой провеса лежня f_{max} существует зависимость

$$S = L_c + \frac{8}{3} \frac{f_{max}}{L_c} \quad (5)$$

Из этих формул видно, что величина усилия в лежне чрезвычайно чувствительна к изменению расстояния между наплавными опорами L_c .

На рис. 5 и 6 показаны зависимости коэффициента m_b от L_c и c . Согласно формуле (1), расчетное усилие в лежне при заданной нагрузке β главным образом и определяют величиной m_b .

При расчетах значений m_b принята постоянная длина лежня $S = 102$ м. Из рис. 5 видно, что достаточно увеличить расстояние между наплавными опорами всего на 1 м против расчетной длины секции*, как усилие в лежне повышается почти в 1,5 раза, а при возрастании пролета на 1,5 м — в 2,5 раза.

Уменьшение длины пролета против расчетной приводит к снижению нагрузки, но одновременно и к образованию у низовой наплавной опоры «мешка», очень неблагоприятно влияющего на работу запани.

Соблюдение заданных расчетом расстояний между наплавными опорами при принятом креплении запаней на береговых выносах и отдорных

* За расчетный принят пролет $L_c = 100$ м с тем, чтобы было обеспечено $f_{max} \approx 0,08$ и $S = 1,02 L_c$.

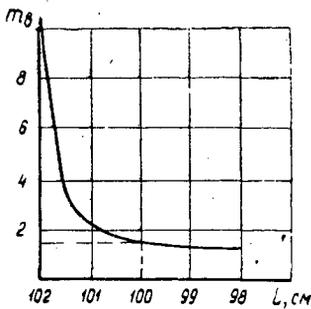


Рис. 5.

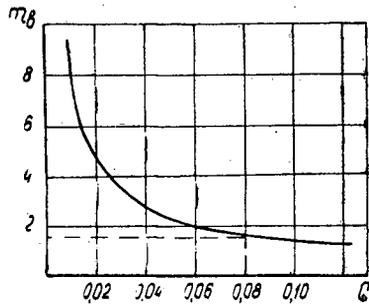


Рис. 6.

якорях практически выполнить трудно, особенно при креплении лежней, выносов и шейм за деревянные анкера.

Если учесть, что постановку продольных запаней в большинстве случаев проводят в очень сжатые сроки без тщательной проверки соответствия проекту положения наплавных опор продольной части, без надлежащей регулировки длины лежней и выносов, а также запаней отдорных якорей (а на Сев. Двине и Ваге на многих запанях ставят даже значительно меньше отдорных якорей, чем требуется по расчету), то становится очевидным, что соблюдение расчетных длин и стрел прогиба секций продольной части запани является исключением (рис. 1).

Еще более неопределенными являются нагрузки в засоренных выносах запани. Степень засорения выносов, возникающие в них усилия, а также влияние этих усилий на распределение нагрузок в лежнях продольной части, носят случайный характер и подлежат дальнейшему изучению и уточнению, что является задачей чрезвычайно сложной.

Наряду с этим, применение выносов делает обязательным отдорное крепление запаней. Ежегодная установка отдорных якорей и выносов и уборка их осенью требуют значительных денежных и трудовых затрат и зачастую приводят к затягиванию сроков, что вредно отражается на общем ходе сплава.

Неуверенность некоторых производителей в надежности продольных запаней современных конструкций нередко приводит к отказу от приема леса при высоких горизонтах воды, боязни заполнять запани лесом при больших скоростях потока, не превышающих, однако, расчетных.

Все сказанное выдвигает задачу поисков путей совершенствования конструкций продольных запаней.

По нашему мнению, одним из них является широкое применение гибких продольных запаней с креплением их за донные опоры. Бесспорно, что такое крепление нуждается в детальной лабораторной и производственной проверке, инженерном и экономическом обосновании. По нашему убеждению, проверенному предварительными исследованиями, в подобных запанях отсутствует большинство отмеченных выше недостатков и для крепления требуется меньше такелажа.

Для крепления таких запаней нужно использовать постоянные донные опоры и, в первую очередь (там, где возможно) винтовые якоря со сравнительно короткими бриделями как связями между донными опорами и наплавной частью запани, несущими на себе всю нагрузку от пыжа. В условиях, где применение винтовых якорей исключается, в качестве донных опор следует использовать русловые железобетонные или другие гравитационные опоры.

Для надежного хранения и защиты от ледохода бридели должны иметь проверенные устройства (буи). В связи с этим представляет немалый интерес использование так называемых «жестких плавающих связей» между донными опорами и наплавной частью запани. Это обычно тонкостенные стальные трубы заводского или местного изготовления, закрытые на концах и шарнирно закрепленные за донные и наплавные опоры. Подобные связи должны иметь такое соотношение между наружным диаметром и толщиной стенки трубы, при которых кроме необходимой статической прочности они обладали бы свойством при расчетном горизонте воды располагаться в потоке под определенным вертикальным углом, обеспечивающим надводное положение верхних концов ненагруженных связей.

Если в качестве жестких связей брать трубы из стали обычных марок (Ст 2, Ст 4) с пределом прочности $\sigma = 34-42 \text{ кг/мм}^2$, то вес их будет больше, чем у тросов, но если учесть, что для надлежащего хранения тросовых бриделей от ледохода нужны металлические буи, то общий расход металла на оба типа будет примерно одинаковым.

При использовании жестких связей совершенно отпадает потребность в отдорном креплении запаней. Связи более надежно сохраняются во время ледохода, если их окалывают надлежащим образом, и не страдают от замыва, а положение наплавных опор запани в плане будет строго зафиксировано, что обеспечит соответствие фактических нагрузок в элементах запани расчетным. Вместе с тем, создаются исключительно благоприятные условия для скоростной установки продольных запаней.

Известно, что при креплении запаней к донным опорам, особенно при помощи коротких связей, возникают значительные вертикальные составляющие усилий, передаваемых от связей на наплавные опоры. Применение в качестве наплавных опор бревенчатых плиток в этом случае конструктивно и экономически не может быть оправдано. Поэтому возникает необходимость в разработке специальных понтонов из железобетона, керамзитбетона, а также армоцемента или других, подобных ему, тонкостенных армированных материалов.

Деревянные анкеры наплавных опор должны быть заменены металлическими кронштейнами. Применение кронштейнов обеспечит точное соответствие длины секций в натуре проектному размеру.

При креплении запани за донные опоры потребность в такелаже сократится более, чем в три раза (в зависимости от ширины запани), отпадет необходимость в устройстве береговых опор для выносов.

Стоимость строительства гибкой продольной запани на стационарных донных опорах может оказаться несколько большей, чем на выносах, однако увеличение срока службы сооружений, снижение эксплуатационных затрат на постановку, уборку наплавных сооружений и разборку пьжа, наряду с обеспечением надежности работы сооружений, позволяет сделать вывод о большом экономическом эффекте применения таких запаней. Этот вывод подтвержден предварительными расчетами.

Поступила в редакцию
7 июня 1963 г.

ПРОЦЕСС ЗАСОРЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОСНОВАНИЙ ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГИ

П. П. ЧЕБОТА

Старший преподаватель

(Ульяновский вечерний политехнический институт)

Явление проникновения балластного слоя в земляное полотно на железных дорогах и смешивание песчаного слоя с грунтом основания грунтовых лесовозных дорог можно отождествить с диффузией.

По экспериментальным данным, полученным нами при устройстве фундаментной подушки под фундаменты мостовых опор, диффузия имеет место там, где плотность грунта изменяется от слоя к слою.

Опыты проводили при строительстве мостов. В котлован втрамбовывали слой щебня толщиной не менее 10 см. При этом верх щебеночного слоя должен располагаться не выше проектной отметки заложения фундамента. В слой грунта погружали 10 разъемных колец диаметром 20 см с толщиной стенок 1,5 мм на глубину 20 см. Сверху насыпали щебень (5—10 мм — 25% и 10—20 мм — 75%), и слой уплотняли при помощи ударной нагрузки 180 кг. После этого кольца поочередно извлекали и брали образцы как из плоскости контакта, так и ниже ее. Результаты послойного определения объемных весов даны в табл. 1.

Таблица 1

Удельный вес, Г/см ³		Объемный вес слоев грунта, Г/см ³			Пористость материала в слоях кольца, %		
щебня	уплотненного грунта	первого	второго	третьего	первом	втором	третьем
2,67	2,63	1,86	1,78	1,73	33,11	38,16	44,15
2,67	2,63	1,83	1,78	1,69	37,62	40,28	42,36
2,67	2,63	1,79	1,69	1,60	32,13	41,14	44,82
2,67	2,63	1,74	1,70	1,62	34,65	40,62	43,18
2,67	2,63	1,82	1,76	1,70	30,22	39,83	44,33
2,67	2,63	1,80	1,72	1,65	31,15	41,18	41,96
2,67	2,63	1,76	1,70	1,61	30,66	40,92	42,68
2,67	2,63	1,79	1,69	1,58	31,28	39,62	43,73
2,67	2,63	1,81	1,73	1,63	32,16	38,76	44,92
2,67	2,63	1,76	1,69	1,58	33,29	42,11	42,19

Нет оснований считать, что до приложения нагрузки объемный вес щебня и подстилающего грунта был неодинаков по высоте.

После динамического воздействия объемный вес в слоях стал больше первоначального. Это произошло в результате внедрения частиц одного материала в поры другого.

Для характеристики объемных весов пробы брали в разных точках кольца и усредняли для каждой глубины отдельно.

Для придания эксперименту теоретического обоснования прибегаем к классической теории диффузии Фика. Согласно этой теории, количество вещества M , проходящее из слоя плотностью γ_1 в находящийся на расстоянии x слой плотностью γ_2 определяется следующей зависимостью:

$$M = \alpha \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{x} \cdot S \cdot t, \quad (1)$$

где S — площадь слоя;

t — время динамического воздействия;

α — коэффициент диффузии, равный количеству вещества, проходящего через 1 см^2 в 1 сек .

Плотность грунтов можно характеризовать объемным весом. Подставляя в формулу (1) вместо M его значение, выраженное через удельные и объемные веса и принимая $S = 1 \text{ см}^2$ и расстояние между рассматриваемыми слоями $x = 1 \text{ см}$, получим следующее выражение для коэффициента диффузии:

$$\alpha = \frac{\gamma_2 \Delta_1 - \gamma_1 \Delta_2}{\Delta_1 (\gamma_2 - \gamma_1) \cdot t}. \quad (2)$$

По формуле (2) определены коэффициенты диффузии, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2

Величина коэффициента диффузии между слоями	
первым — вторым	вторым — третьим
0,000651	0,0009006
0,000512	0,0007
0,000731	0,0007190
0,000351	0,000681
0,000545	0,000560
0,000546	0,000560
0,000663	0,000631
0,000351	0,000717
0,000731	0,000769
0,000623	0,000769

Выводы

Проведенные опыты позволяют сделать следующее заключение. При динамическом воздействии автомобилей и паровозов на лесовозные дороги материал песчано-гравийного слоя проникает в грунт основания и наоборот. Ввиду этого происходит выравнивание состава смежных материалов, увеличение объемного веса за счет внедрения частиц одного материала в поры другого и, как следствие этого, изменение свойств диффундирующих материалов.

Коэффициент диффузии сильно меняется в зависимости от влажности и плотности грунтов. Установление предельных значений этой величины позволит рассчитать срок службы балластного и дренирующего слоев на лесовозных железных и автомобильных дорогах.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗМЕЛЬЧЕННОЙ ЛИСТВЕННИЧНОЙ
ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛАСТИКОВ
БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ*И. А. ВАХРУШЕВА*

Аспирант

В. Н. ПЕТРИ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

Для изготовления древесно-стружечных и древесно-опилочных плит, а также различных прессованных изделий из смеси размельченной древесины со связующими требуется значительное количество дорогих и дефицитных синтетических смол.

Мы поставили перед собой задачу получить древесные пластики из опилок и стружки с любым размером древесных частиц, не добавляя связующие. Для лабораторных и производственных экспериментов использовали размельченную лиственничную древесину, в состав которой входит значительное количество (в среднем около 12%) растворимых полисахаридов — арабогалактанов (камеди).

На основании ряда экспериментов и наблюдений авторы сформулировали рабочую гипотезу о процессах, происходящих при прессовании размельченной лиственничной древесины и обуславливающих образование древесного пластика с высокими показателями основных технических свойств.

Мы считаем, что в процессе горячего прессования часть имевшейся в древесине камеди гидролизуется; гидролиз камеди осуществить легче, чем гидролиз гемицеллюлоз, поэтому нет необходимости поднимать температуру так высоко, как в случае прессования древесины без камеди или других растворимых сахаров. Затем сахара вступают во взаимодействие с активизированным лигнином, образовавшимся в процессе прессования за счет расщепления углеводлигнинного комплекса древесины; далее следуют процессы поликонденсации (с выделением некоторого количества воды), которые приводят в конечном итоге к образованию соединений, крепко склеивающих древесные частицы и придающих плитам водостойкость. Авторы установили, что из размельченной лиственничной древесины можно изготовить плиты с высокими показателями прочности, хорошей водостойкостью, красивым внешним видом при условии соблюдения вполне определенных соотношений между следующими факторами: исходной влажностью древесных частиц, температурой и давлением прессования. Изменение одного из этих факторов неизбежно приводит к изменениям других факторов. Некоторое влияние

на дозировку влажности, температуры и давления прессования оказывает и размер прессуемых частиц.

Результаты лабораторных исследований

Исследования проводили на прессе 2ПГ-50, плиты которого (размером 350×350 мм) обогревали электроэнергией.

Для выяснения влияния температуры плит пресса во время прессования на свойства плит из лиственничных опилок провели ряд различных опытов.

Типичными по результатам можно считать опыты с опилками, не рассеянными на фракции. Условия были следующими: давление прессования 50 и 25 кг/см², продолжительность прессования 1 мин/мм толщины готовой плиты, толщина готовых плит 10 мм, температура плит пресса во время прессования 130, 140, 150, 160, 170, 180°С. Плиты прессовали между двумя алюминиевыми прокладками с небольшой предварительной подпрессовкой опилок вручную в деревянной рамке. Давление пресса в этих опытах снимали после доведения температуры его плит до 100°С; в других лабораторных опытах, давших аналогичные результаты, давление снимали в течение двух минут без охлаждения плит пресса.

При температуре прессования 130°С получены плиты с ровной светлой окраской по всей площади. С повышением температуры в середине плиты появляется пятно, цвет которого при температуре от 140 до 170°С изменяется от светло-коричневого до темно-коричневого. При 180°С происходит заметное термическое разрушение плит, вследствие чего дальнейшие опыты при этой и более высоких температурах не проводили.

Физико-механические свойства плит были определены по ГОСТу 9183—60. Результаты этих определений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Давление прессования, кг/см ²	Температура плит пресса, °С	Объемный вес плит, г/см ³	Влажность плит, %	Предел прочности при статическом изгибе, кг/см ²	Влагопоглощение за 24 час, %	Водопоглощение за 24 час, %	Разбухание по толщине за 24 час, %
50	130	12	0,94	6,0	40	4,7	Разрушение 30,8 18,3 17,3 6,4 16,7
	140	12	1,01	5,3	150	3,8	
	150	12	1,08	5,0	170	3,4	
	160	12	1,18	5,0	200	2,8	
	170	12	1,30	5,5	300	2,3	
	180	12	1,25	5,1	140	3,8	
25	150	30	0,4	5,0	116	—	31,4
	155	30	1,04	5,7	130	—	28,7
	160	30	1,02	5,2	150	—	24,8
	170	28	1,07	5,2	190	—	18,9
	180	28	1,06	6,8	130	—	20,2

Для определения влияния исходной влажности лиственничных опилок на свойства прессуемых из них пластиков прессование производили при давлении 25 кг/см² и температуре 170°С; продолжительность прессования составила 1 мин/мм толщины готовой плиты; давление снимали в течение двух минут. Результаты испытаний приведены в табл. 2

Из данных табл. 2 видно, что исходная влажность прессуемых лиственничных опилок оказывает большое влияние на свойства готовых плит. Для использованной в данной серии опытов фракции опилок опти-

Таблица 2

Исходная влажность опилок перед прессованием, %	Влажность плит, %	Объемный вес плит, $г/см^3$	Предел прочности при статическом изгибе, $кг/см^2$	Водопоглощение за 24 час, %	Разбухание по толщине за 24 час, %
24	4,9	1,01	195	Разрушение	Разрушение
27	4,7	1,02	200		
28	5,1	1,07	190	18,9	9,6
30	5,0	1,07	190	21,6	15,7
33	5,0	1,06	207	29,5	18,8
35	5,6	1,06	187	30,6	19,2

мальной оказалась исходная влажность порядка 28%. Уменьшение влажности быстро приводит к практически полной потере плитам присутствующих им высоких технических свойств. Плиты с исходной влажностью опилок 24% имеют повышенную прочность, но наружные слои их совершенно неводостойки; уменьшение влажности ниже 24% приводит к потере прочности. Повышение исходной влажности опилок выше оптимальной также ухудшает физико-механические свойства плит.

При проведении опытов с различными фракциями и не рассеянными на фракции опилками установлено, что оптимальная исходная влажность неодинакова для частиц разного размера. Так, для опилок, прошедших через сито с диаметром отверстий 2 мм и оставшихся на сите с диаметром отверстий 1 мм, оптимальная начальная влажность оказалась несколько выше 30%; для пыли и мелких фракций, прошедших через сито с диаметром отверстий 1 мм, — 33%, а опилки, не рассеянные на фракции, дают наилучшие показатели при исходной влажности немного выше 28%.

Оптимальная величина исходной влажности связана не только с размером прессуемых частиц, но определяет и удельное давление прессования. Так, при давлении 50 $кг/см^2$ оптимальная исходная влажность прессуемого материала равнялась 11—12%; при давлении 25 $кг/см^2$ — 27%; при 15 $кг/см^2$ — 70% и при 7 $кг/см^2$ — 47%.

В наших опытах не обнаружено заметного влияния размера прессуемых частиц опилок на показатели готовых плит, поэтому наиболее целесообразно прессование опилок, не рассеянных на фракции.

Для установления влияния давления прессования на свойства плит были взяты в качестве исходного материала нерассеянные листовничные опилки. Опыты проводили при температуре пресса 170°С; длительности выдерживания под давлением 1 мин/мм толщины плиты; продолжительности снятия давления после прессования 2 мин.; давлении прессования 50, 25, 15, 10 и 7 $кг/см^2$. Влажность исходного материала различна для каждой ступени давления. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3

Давление прессования, $кг/см^2$	Объемный вес плит, $г/см^3$	Влажность плит, %	Предел прочности при статическом изгибе, $кг/см^2$	Разбухание по толщине, %	Водопоглощение за 24 час, %
50	1,30	12	300	—	0,4
25	1,07	28	190	9,6	18,9
15	1,00	40	160	23,4	34,7
7	0,95	47	118	50,4	90,6

Из табл. 3 видно, что с повышением удельного давления физико-механические свойства плит улучшаются.

Далее нами было проведено изучение химических процессов, происходящих при прессовании размельченной лиственничной древесины.

В процессе горячего прессования плит в них происходят сложные химические превращения, для нормального прохождения которых необходимы вода и достаточно высокая температура. Если полагать, что при этом химическим превращениям подвергается камедь, а компоненты древесины остаются практически мало измененными, то можно считать, что высокую прочность и устойчивость против действия влаги придают именно продукты химических превращений камеди. Однако это предположение было опровергнуто нашими опытами. Краткое описание их приводим ниже.

На встряхивающей машине системы Вагнера (производство Венгерской Народной Республики) из лиственничных опилок экстрагировали камедь, отфильтровывали от механических примесей и дополнительно многократно промывали водой. Полученную таким образом камедь и отмытые от нее лиственничные опилки использовали в следующих опытах.

1. Сгущенную выпариванием камедь прессовали при температуре 170°C и удельном давлении 25 кг/см^2 . После такой обработки камедь осталась хорошо растворимой в воде и не приобрела повышенной прочности: сухую камедь можно было легко растереть пальцами.

Этот опыт свидетельствует о том, что в существенных химических превращениях, происходящих в прессуемых плитах и обеспечивающих резкое повышение их прочности и водостойкости, участвуют, кроме камеди, и другие компоненты древесины.

2. Из смеси чисто промытого кварцевого песка с камедью готовили плиты при удельном давлении прессования 25 кг/см^2 , температуре плит пресса 170°C , времени выдержки под давлением 1 мин/мм толщины готовой плиты. В этом случае плиты также получились непрочными: через 15 мин после погружения в воду они полностью развалились.

3. Отмытые от камеди лиственничные опилки прессовали при оптимальных режимах и удельном давлении 25 кг/см^2 . Плиты были получены также очень непрочные, полностью разрушающиеся через несколько минут после их погружения в воду. На основании результатов этого опыта можно утверждать, что лиственничные опилки, не содержащие камеди, непригодны для прессования плит без связующих по режимам, обеспечивающим получение высококачественных плит из тех же опилок, не освобожденных от камеди.

4. Чтобы убедиться, что в процессе экстрагирования камедь не подвергается тем или иным изменениям, к лиственничным опилкам вновь прибавляли камедь, добытую из тех же опилок, после чего их использовали для изготовления плит при удельном давлении прессования 25 кг/см^2 и температуре плит пресса 170°C . Полученные таким образом плиты не отличались от плит, изготовленных из лиственничных опилок той же фракции, не освобождающихся от камеди.

Результаты приведенных выше опытов подтверждают, что высокая прочность и хорошая водостойкость плит из лиственничных опилок, подвергнутых воздействию влаги, повышенной температуры и давления, обусловлены химическими превращениями, которые претерпевают в процессе прессования не только камедь, но и вещества самой древесины. В процессе горячего прессования древесных частиц лиственницы происходит взаимодействие камеди или продуктов ее гидролиза (последнее кажется нам более вероятным) с теми или иными компонентами

древесины или с продуктами частичного разложения тех или иных компонентов древесины.

Значительный интерес представляет выяснение вопроса: можно ли использовать лиственничную камедь в качестве связующего для древесных частиц разных пород? С этой целью был поставлен следующий опыт. К сосновым опилкам добавляли лиственничную камедь в количестве, равном половинному ее содержанию в лиственничной древесине; опилки тщательно смешивали с камедью, после чего из них прессовали плиты по режимам, разработанным для древесных частиц лиственницы. Получились хорошие плиты, идентичные по своим свойствам плитам из лиственничной древесины.

Убедившись в том, что продукты взаимодействия камеди (или сахаров, получающихся из нее при гидролитическом расщеплении) с компонентами древесины придают плитам из древесных частиц лиственницы высокую прочность и водостойкость, мы начали работу в направлении выяснения вопроса: какой из компонентов древесных стенок (целлюлоза, лигнин или гемицеллюлозы) участвует совместно с камедью в образовании прочных и водостойких соединений? Был поставлен такой опыт: в целлюлозу (размельченную фильтровальную бумагу) ввели лиственничную камедь из расчета, чтобы ее содержание (по весу) было примерно таким же, как в древесине лиственницы. Полученную массу довели до влажности 30% и спрессовали при удельном давлении 25 кг/см^2 , температуре 170°C и длительности выдерживания под давлением 1 мин/мм готовой плиты. Изготовленные таким образом плиты обладают очень незначительной прочностью и быстро размокают в воде.

Из результатов этого опыта видно, что целлюлоза не участвует в химических преобразованиях, протекающих во время горячего прессования плит из древесных частиц лиственницы.

Результаты проверки в производственных условиях

Для проверки возможности получения пластика из древесных частиц лиственницы без добавления связующего на Тавдинском фанерном комбинате было проведено опытное прессование плит из лиственных опилок в производственных условиях.

В качестве исходного материала были использованы опилки из-под лесопильной рамы. Для отделения крупных частиц древесины и коры опилки просеивали через сито с диаметром отверстий 7 мм . Для прессования плит использовали опилки с примесью коры (до 10% по весу). Прессование плит проводили на девятиэтажном прессе. Размер плит пресса $1300 \times 800 \text{ мм}$. Условия опыта: режим прессования — температура плит пресса 170°C ; давление прессования 25 кг/см^2 ; продолжительность прессования 1 мин/мм толщины готовой плиты; влажность исходного материала 25%.

Плиты пресса предварительно нагревали до заданной температуры. За время загрузки пакетов в пресс температура плит падала незначительно, поэтому отсчет продолжительности прессования начинали с момента достижения заданного давления. Охлаждение плит производили в прессе, не снимая давления. Режим охлаждения был следующим: воздушное охлаждение 10 мин ; водяное охлаждение 30 мин . Толщина готовых плит $10\text{--}12 \text{ мм}$. Определение физико-механических свойств плит проводили по ГОСТу 9183—65 «Плиты стружечные» и по методике промышленно-экспериментальной лаборатории Костромского комбината. Плиты испытывали через 20 и 55 суток. По-

казатели физико-механических свойств плит из лиственничных опилок, спрессованных в производственных условиях без добавления связующего, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний плит после прессования	
		через 20 суток	через 55 суток
Влажность ¹ плит	%	12,4	11,2
Объемный ² вес плит	Г/см ³	1,20	1,18
Статический изгиб	кГ/см ²	224	221
Водопоглощение за 24 час	%	7,9	6,3
Разбухание по толщине за 24 час	"	2,8	2,0
Предел прочности	кГ/см ²	96	—
при растяжении вдоль плиты	"	1296	—
при сжатии, перпендикулярно плоскости плиты	"	—	—
при сжатии параллельно плоскости плиты	"	222	—
Удельная работа при ударном изгибе	кГм/см ³	19,7	—
Твердость по Янку	кГ/см ²	1075	—

Из приведенных в табл. 4 данных видно, что плиты из лиственничных опилок, изготовленные в производственных условиях, оказались более прочными и значительно лучше противостоят действию воды, чем плиты малых размеров, изготовленные в лаборатории без охлаждения в прессе. Несколько выше и объемный вес плит.

Выводы

Лабораторными и производственными опытами доказано, что из размельченной лиственничной древесины, не подвергнутой облагораживанию, можно при небольшом удельном давлении и невысокой температуре получать высококачественные недорогие (35—40 руб. за 1 м³) древесные пластики, благодаря наличию камеди в древесине лиственницы и реакционной способности лигнина клеточных оболочек.

Учитывая несложность оборудования для изготовления этого обладающего высокими техническими свойствами пластика, а также наличия колоссальных запасов готового сырья для него, следует поставить задачу разработки технологии и организации массового производства плит из лиственничных опилок.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ В ГОРЯЧИХ ГИДРОФОБНЫХ ЖИДКОСТЯХ

Л. И. ПИСАРЕВА

Преподаватель

(Всесоюзный заочный политехнический институт)

Сушка древесины в нагретых гидрофобных жидкостях протекает значительно быстрее, чем в паровоздушной среде.

Для выявления физических процессов тепло- и влагообмена, протекающих в древесине, необходимо прежде всего знать зависимость средней влажности исследуемого образца от времени (кривую сушки).

По литературным данным известны два экспериментальных метода определения средней влажности древесины в процессе сушки в горячих гидрофобных жидкостях [1], [2]. Первый основан на периодическом взятии проб из высушиваемого образца и определении влажности каждой пробы путем взвешивания. При этом нарушается режим сушки, не учитывается неравномерное распределение влаги по длине образца в процессе сушки, не оценивается количество гидрофобной жидкости, впитавшейся внутрь древесины. Вторым методом основан на измерении результирующей силы веса образца и выталкивающей силы жидкости. При этом получаются завышенные величины влажности за счет увеличения веса образца при впитывании жидкости, в которой происходит сушка, и за счет уменьшения объема образца в процессе сушки.

В данной статье приведен метод определения влажности древесины, основанный на взвешивании всей влаги, выходящей из древесины в процессе высушивания. На рис. 1 приведена схема экспериментальной установки.

Стенки ванны с петролатумом 1 покрыты теплоизолирующим материалом, что необходимо для поддержания стабильной температуры в ванне и создания равномерного поля температуры во всем объеме нагретой жидкости. Постоянство температуры петролатума поддерживается автоматически с помощью контактного термометра с магнитной головкой 2. В наших опытах размеры ванны позволяли загружать образцы длиной до 350 мм и диаметром до 60 мм, а подогрев осуществляли с помощью закрытых электронагревательных элементов 12, расположенных на дне ванны. Пароприемник 3, препятствующий рассеиванию выделенной из древесины влаги, был сделан из белой жести. Его внешняя поверхность покрыта теплоизоляционным слоем для предохранения водяных паров от конденсации. Вверху пароприемника расположена пароотводная трубка 4, а на противоположных стенках — смотровые застекленные щели. По одной из стенок пароприемника проходит трубка 5 для подачи воздуха.

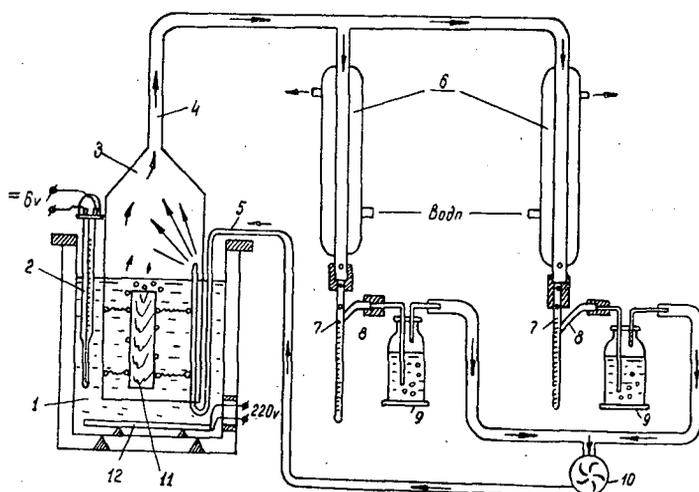


Рис. 1.

Для конденсации паров влаги были использованы обычные стеклянные холодильники 6, соединенные параллельно. Жидкость, образующаяся из паров, стекала в водоприемные трубки 7 с отводом 8 в верхней части; на отвод надевали соединительный шланг, ведущий к влагоуловителям — склянкам Дрекселя 9. Влагоуловители (в количестве шести штук) на три четверти своей емкости были наполнены серной кислотой. Для создания циркуляции паровоздушной смеси по замкнутому воздухопроводу была использована воздуходувка 10. Все части установки соединяли при помощи резиновых шлангов.

Порядок проведения измерений

Определяем начальный вес банок с серной кислотой. Перед началом опыта от влажного образца 11 отпиливали небольшой кусок для определения начальной влажности W_0 (весовым методом) и объемного веса γ высушенной древесины.

Подготовленный к эксперименту образец закрепляли внутри пароприемника и вместе с ним опускали в ванну с горячим петролатумом, тут же включали циркуляцию воздуха. Через 1—2 мин в приемные трубки начинала поступать сконденсированная влага, объем которой устанавливали по делениям трубок. В определенные промежутки времени измеряли количество воды в трубках и в банках с серной кислотой. Количество воды в банках устанавливали взвешиванием на весах с точностью 0,01 г.

Вычисление средней влажности образца в любой момент времени производят по формуле

$$W_{\tau} = W_0 - \frac{M_{\tau}}{P_c} \cdot 100,$$

где M_{τ} — суммарный вес воды в трубках и банках в момент времени;
 P_c — вес сухого образца, который определяют расчетным способом по объемному весу древесины образца в сухом состоянии γ и объему высушиваемого образца.

Точность измерения влаги в образцах зависит от цены деления градуированных трубок. В нашей установке применяли трубки с ценой деления $0,05 \text{ см}^3$, что равносильно взвешиванию влаги с точностью $0,05 \text{ Г}$. Банки с серной кислотой взвешивали с точностью $0,01 \text{ Г}$.

Опыты показывают, что конденсация пара на стенках холодильников в процессе сушки прекращается, когда влажность высушиваемого образца достигает $15\text{--}17\%$. При влажности, выше указанной, выделенная влага задерживается серной кислотой в банках.

Рассматриваемый метод определения влажности древесины позволяет уточнить многие вопросы, связанные с характером выпаривания жидкости из капиллярно-пористых тел.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. К. В. Гусева. Продолжительность сушки сосновых и еловых досок и брусков-заготовок в петролатуме. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность». № 8, 1956. [2]. П. В. Соколов. Ускоренные способы сушки древесины. Гослесбумиздат, 1956.

Поступила в редакцию
4 марта 1963 г.

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРЕСМОТРА СТАНДАРТНОЙ МЕТОДИКИ ОТБОРА МОДЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

А. В. ТЕХНЕРЯДНОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Казахский сельскохозяйственный институт)

В 1936 г. впервые был издан общесоюзный стандарт НКЛеса 196 «Метод выбора модельных деревьев для исследований физико-механических свойств древесины насаждений».

В нем указаны методы выбора пробных площадей, отбора модельных деревьев и взятия кряжей из них.

В соответствии с этим стандартом в исследуемом насаждении закладывают две пробные площади (основную и контрольную) с числом деревьев на каждой пробе не менее 100 для каждого поколения леса. На каждой пробной площади все деревья, начиная с толщины 18 см, делят на шесть классов с равным числом деревьев в каждом. Из каждого класса в качестве модельного выбирают срединное дерево, считая по порядку записи в перечетной ведомости. Всего таким путем на пробе отбирают шесть модельных деревьев. При наличии в насаждении нескольких резко выраженных поколений выбирают шесть модельных деревьев для каждого поколения в отдельности. Для испытания древесины используют лишь деревья с основной пробной площади, модели с контрольной сохраняют для сравнения. Из каждого модельного дерева вырезают кряжи в трех местах: на высоте 1,3 м и 6—7 м, считая от шейки корня, на расстоянии 1—2 м вниз по стволу от начала кроны. Из кряжей изготовляют образцы для испытания физико-механических свойств древесины.

Эта стандартная методика имеет ряд недостатков: она не дает методов выбора насаждений для закладки пробных площадей, не указывает, на какую площадь лесонасаждений могут распространяться данные одной пробной площади, не учитывает типы леса. Между тем многие исследователи на весьма обширном материале доказали, что типы леса оказывают влияние на качество древесины.

Опыт показывает далее, что стандартную методику не всегда можно применить, так как трудно выдержать требование в отношении места взятия кряжей.

При небольших высотах деревьев второй и третий кряжи или совмещаются, или третий служит непосредственным продолжением второго, а иногда для третьего кряжа не остается очищенного от сучьев ствола. Так, если высота дерева равна 11 м, а протяженность кроны составляет 3 м, то второй кряж приходится выпиливать непосредственно у

кроны. Третий кряж можно вырезать только в пределах кроны, что противоречит требованиям рассматриваемой методики. В качестве типичного примера можно назвать низкобонитетные сосняки Казахского мелко-сопочника.

Кроме того, не все породы имеют очищенный от ветвей ствол и четко обозначенную крону. Например, ель тяньшаньская в горах Заилийского и Кунгей Ала-Тау в преобладающем большинстве имеет крону, которая начинается от основания ствола. Низкоопущенную крону имеет также и пихта сибирская в горах Восточного Казахстана и Алтая. У таких пород начало кроны не может служить отправной точкой для нахождения части ствола, в которой нужно вырезать кряж. Поэтому в стандарте необходимо установить особый порядок раскрыжевки модельных деревьев, имеющих низкоопущенную крону. Например, можно вырезать кряжи на расстоянии 1,3 м от шейки корня, на половине высоты и на трех четвертях высоты дерева.

По стандарту кряжи берут на одной и той же высоте у различных деревьев. Это методически неправильно, так как нельзя сравнивать или объединять в единое целое неоднородный материал. Известно, что разница в качестве древесины между комлевой и вершинной частями по некоторым физико-механическим показателям может составлять до 30 и более процентов. Так, по данным Яхонтова у сосны сопротивление древесины сжатию уменьшается от комля к вершине на 34%.

Наконец, необходимо скорее разрешить вопрос о количестве отбираемых для исследования модельных деревьев, так как рекомендуемое действующим стандартом число их нельзя считать обоснованным. В самом деле, оправдана ли трудоемкая и чрезвычайно кропотливая работа по испытанию восемнадцати кряжей из шести модельных деревьев?

Мы считаем, что при современном лабораторном оборудовании и современном значении свойств древесины для испытания можно взять меньшее количество модельных деревьев, проведя более обоснованный отбор этих деревьев в насаждении.

Поступила в редакцию
29 января 1963 г.

ТИП РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПРОТИВОГНИЛОСТНУЮ СТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

Д. А. БЕЛЕНКОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

Исследование противогнилостной стойкости древесины (незащищенной или пропитанной антисептиками) производят путем установки образцов древесины на чистые культуры и наблюдения за реакцией гриба, которую чаще всего оценивают по обрастанию древесины мицелием или по количеству древесины, разрушенной за определенный промежуток времени.

Так как мы имеем дело с биологическим объектом, жизнедеятельность которого зависит от очень многих факторов, противогнилостная стойкость древесины оказывается очень изменчивой. Следовательно, для определения стойкости древесины необходимо иметь серию однородных наблюдений, результаты которых являются статистическими величинами и должны обрабатываться по правилам математической статистики и теории вероятности. С этой точки зрения мы полностью разделяем мнение П. И. Рыкачева [2], [3], [4], [5], о том, что нет и не может быть однозначного и постоянного значения величины предельной дозы антисептика. Точно так же в условиях реального опыта не может быть однозначного и постоянного значения противогнилостной стойкости древесины той или иной породы против определенного вида гриба. В итоге испытаний мы находим лишь наиболее вероятные величины, характеризующие противогнилостную стойкость древесины.

Надежная характеристика действия грибов на незащищенную и защищенную древесину, а тем более разработка метода испытаний антисептиков, нуждается в детальном исследовании типа распределения экспериментальных данных. Без такого исследования характеристика противогнилостной стойкости древесины и токсичности антисептиков является условной.

При испытании антисептиков на древесине каждой дозе яда соответствует определенная реакция гриба. Для многих антисептиков кривая эффекта имеет S-образную форму. Это достаточно убедительно показано для пентахлорфенола П. И. Рыкачевым [2], [3], а также было получено нами для фтористого натрия, кремнефтористого натрия, медного купороса и других веществ. Подобная криволинейная зависимость наблюдается при испытании фунгисидов [6].

Такой общий характер действия возрастающих доз антисептика на домовые грибы, графически изображаемый кривой, внешне сходной с

интегральной функцией нормального распределения, явился основной предпосылкой для обоснования П. И. Рыкачевым нового метода оценки токсичности антисептиков по кривой действия.

В общем правильная мысль П. И. Рыкачева не имеет достаточного теоретического обоснования, касающегося типа распределения индивидуальных значений на различных уровнях защищенности древесины.

При определении зоны ошибок экспериментальных данных для уровня защищенности, равного 90—95%, П. И. Рыкачев предположил, что распределение экспериментальных данных подчиняется закону Лапласа—Гаусса. Однако с этим трудно согласиться.

Известно, что условием возникновения нормального распределения является множественность равновероятных причин. Существуют ли такие условия при испытании токсичности антисептиков и определении противогнилостной стойкости незащищенной древесины?

Наши экспериментальные исследования показывают, что при оценке противогнилостной стойкости незащищенной древесины такие условия имеют место.

При испытании стойкости древесины, в которую предварительно введен яд, возникают иные условия. Присутствие яда в древесине можно рассматривать как причину, вызывающую одностороннее действие. Следовательно, неизбежно должны произойти некоторые изменения в распределении экспериментальных данных. При более высоких уровнях защищенности имеются основания ожидать изменение типа распределения.

Данная работа посвящена исследованию типа распределения экспериментальных данных, характеризующих разрушение древесины заболони сосны пленчатым домовым грибом при различном содержании фтористого натрия и без него.

Определения противогнилостной стойкости проводили по следующей методике. Культуры пленчатого домового гриба (*Coniophora cerebella* Sch.) выращивали на сосновых опилках средней крупности, сдобренных овсяной мукой (5% по весу) и увлажненных до 300%. Образцы древесины из заболони сосны размером 20 × 20 × 10 мм (последний размер вдоль волокон) устанавливали на культуры гриба на стальных иголках с подкладками. Таким образом было исключено выщелачивание яда из опытных образцов. Возраст культур — 1,5 месяца. После установки на культуры все образцы обрастали мицелием гриба за 5—7 дней.

Для пропитки образцов были взяты растворы фтористого натрия следующих концентраций — 0,015, 0,020 и 0,025%. Поглощение пропиточного раствора в среднем было близким к 100%. Образцы выдерживали на культурах 40 дней. После этого обычным образом определяли разрушение древесины в процентах.

Было выполнено два опыта. В первом опыте в ста конических колбах емкостью 1 л с культурами пленчатого домового гриба была испытана древесина без яда и пропитанная в растворах фтористого натрия 0,015 и 0,025%-ной концентрации. В каждую колбу помещали 6 образцов: 2 образца без яда и по 2, пропитанных соответственно в растворах фтористого натрия 0,015 и 0,025%-ной концентрации. Во втором опыте (30 колб) была испытана древесина, пропитанная в растворе фтористого натрия 0,02%-ной концентрации. В каждой колбе размещали по 6 пропитанных образцов и 1 контрольный.

Результаты наблюдений сведены в табл. 1. Эмпирические ряды распределения графически изображены на рис. 1.

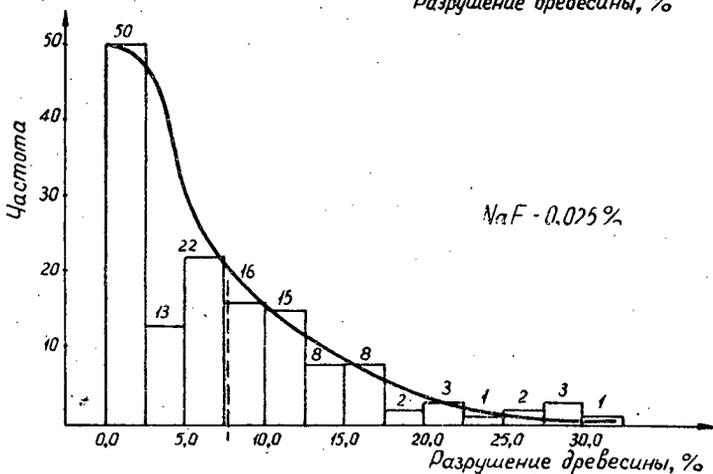
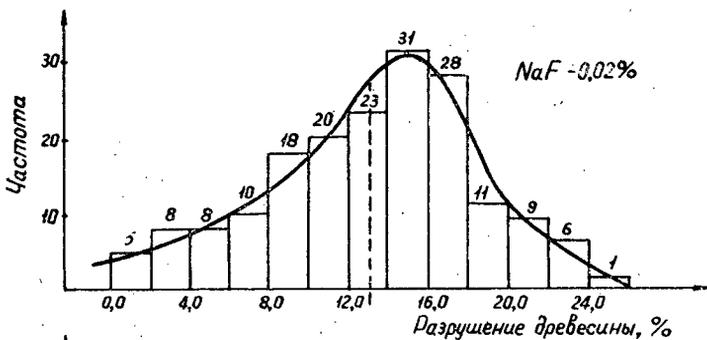
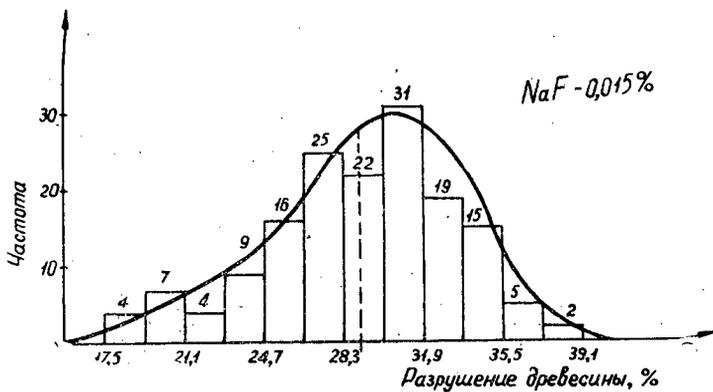


Рис. 1. Гистограммы распределения экспериментальных данных, характеризующих противогнильную стойкость древесины заболони сосны при различных содержаниях в ней фтористого натрия.

Таблица I

Концентрация фтористого натрия, %	Число наблюдений	Среднее разрушение и его ошибка, %	Среднее квадратическое отклонение, ‰	Мера косоности и ее ошибка, %	Мера крутоности и ее ошибка, %	Коэффициент вариации, %	Показатель точности, %
0,025	144	$7,6 \pm 0,581$	6,98	$+1,316 \pm 0,204$	$+1,285 \pm 0,408$	91,9	7,64
0,020	178	$13,0 \pm 0,400$	5,32	$-0,303 \pm 0,183$	$-0,378 \pm 0,366$	40,8	3,06
0,015	159	$29,0 \pm 0,344$	4,34	$-0,436 \pm 0,194$	$-0,156 \pm 0,388$	15,0	1,18
Контроль	192	$31,6 \pm 0,252$	3,50	$+0,058 \pm 0,176$	$-0,072 \pm 0,352$	11,1	0,8

Аналитическая обработка результатов наблюдений незащищенной древесины показала, что распределение экспериментальных данных подчиняется закону Лапласа—Гаусса. Это отчетливо видно по отношению мер косоности и крутоности к их ошибкам. Графическое изображение (рис. 2) ряда распределения и кривой нормального распределения, рассчитанной по таблице ординат основной нормальной кривой, наглядно показывает очень близкое совпадение между теоретическим и эмпирическим распределением. Следовательно, индивидуальные значения, ха-

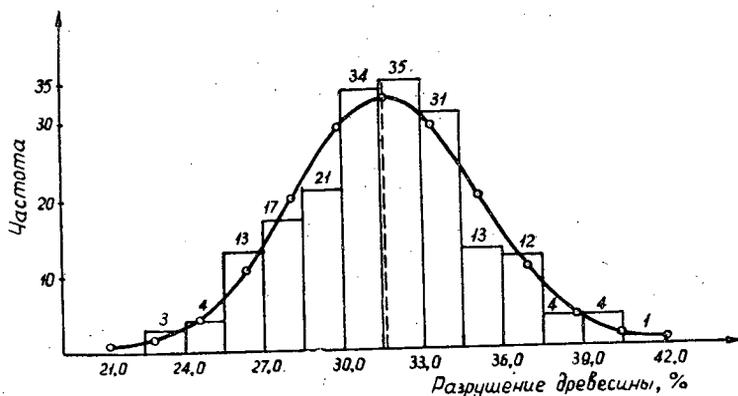


Рис. 2. Гистограмма распределения экспериментальных данных, характеризующих противогнильную стойкость незащищенной древесины заболони сосны.

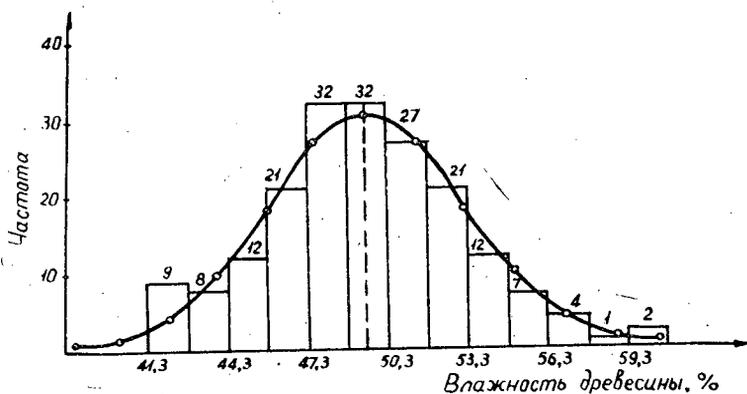


Рис. 3. Гистограмма распределения влажности незащищенной древесины заболони сосны, разрушенной пленчатым домовым грибом.

характеризующие степень разрушения древесины, распределены симметрично.

На рис. 3 приведено распределение данных, характеризующих влажность древесины заболони сосны, разрушенной пленчатым домовым грибом. Это распределение также близко к распределению Лапласа—Гаусса.

При пропитке древесины раствором фтористого натрия 0,015%-ной концентрации характер распределения несколько меняется, причем наиболее сильное изменение претерпевает мера косости. По сравнению с незащищенной древесиной уменьшение среднего разрушения невелико, но данное различие является статистически достоверным. Изменение меры крутости не столь значительно.

Дальнейшее увеличение содержания яда в древесине (0,02%) сопровождалось значительным уменьшением разрушительной активности гриба. Среднее разрушение почти в 2,5 раза меньше, чем при незащищенной древесине. Еще больше увеличилось среднее квадратическое отклонение. Значительно изменилась по сравнению с незащищенной древесиной мера крутости, распределение стало плосковершинным. Некоторое уменьшение абсолютной величины меры косости объясняется, вероятно, тем, что своей левой ветвью кривая распределения уже достигла своего предела — нулевого разрушения.

Пропитка древесины растворами фтористого натрия 0,015- и 0,02%-ной концентрации существенно изменяет параметры распределения: среднее значение, дисперсию, меру косости и меру крутости. Однако эти изменения не позволяют сделать вывод о том, что изменился тип распределения. Хотя ряды распределения стали асимметричными, плосковершинными и более растянутыми, все же их можно считать подчиняющимися закону нормального распределения.

Существенные изменения в распределении экспериментальных данных наблюдаются при введении в древесину такого количества яда, которое вызывает значительное уменьшение разрушительной активности пленчатого домового гриба.

В нашем случае такой уровень защищенности был получен при пропитке древесины заболони сосны раствором фтористого натрия 0,025%-ной концентрации.

Как видно из табл. 1, ряд распределения экспериментальных данных уже не подчиняется закону Лапласа—Гаусса, а имеет совершенно иной вид.

Таким образом, в случае незащищенной древесины или в случае невысокой степени ее защищенности к характеристике разрушительной деятельности пленчатого домового гриба могут быть применены закономерности, свойственные закону нормального распределения. При высоком уровне защищенности тип распределения экспериментальных данных меняется, а поэтому для характеристики разрушительной деятельности пленчатого домового гриба не могут быть применены закономерности, характерные для нормального распределения. В этом основная ошибка П. И. Рыкачева при разработке метода испытаний антисептиков по кривой действия.

В своем методе П. И. Рыкачев предлагает определять «пороговое поглощение» по кривой действия на уровне 95% защищенности. Однако он не учитывает, что при данном уровне защиты древесины будет наибольшая изменчивость, а тип распределения будет иной, не подчиняющийся закону Лапласа—Гаусса. Следовательно, для того чтобы установить зону ошибок и характер распределения индивидуальных данных, необходимо предварительно исследовать тип распределения. И да-

же при этом условии нет гарантии того, что определение «порогового поглощения» по кривой действия на уровне защищенности, равном 95%, будет являться надежным и воспроизводимым показателем токсичности антисептиков.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Н. Петри, Д. А. Беленков. Экспериментальное определение оптимальной влажности древесины для пленчатого домового гриба (*Coniophora cerebella* Sch.) ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960. [2]. П. И. Рыкачев. Критика метода «предельной дозы» и пути создания нового метода испытания антисептиков для древесины. Труды Института леса АН СССР, т. VI, М.-Л., 1950. [3]. П. И. Рыкачев. О методе испытаний антисептиков для древесины. Труды ЦНИИМОДа, вып. 2 (8), 1951. [4]. П. И. Рыкачев. Некоторые вопросы методов испытаний антисептиков для древесины. Труды ЦНИИМОДа, вып. 4, Химки, 1958. [5]. П. И. Рыкачев. К вопросу об определении «предельной дозы» антисептиков и о новых показателях их токсичности. Сборник статей «Вопросы защиты древесины», ЦНИИМОД, М.-Л., 1961. [6]. Д. Г. Хорсфолл. Фунгисиды и их действие. М., 1948.

Поступила в редакцию
12 июня 1963 г.

О ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ КАПОКОРЕШКОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ

А. В. КОЗЬМИН

Аспирант

(Всесоюзный НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства)

Каповая древесина березы имеет большую ценность; она идет на мелкие поделки и фанеру.

Не каждый наплыв на березе является капом. Различают обыкновенные наплывы (их называют еще сувельвалами) и капы. Кап, выросший у корневой шейки дерева, называют капокорнем, на стволе — ствольным капом. Основное отличие капа от сувельвалов в том, что его поверхность покрыта большим количеством обильно разросшихся, сидящих почти вплотную друг к другу, спящих почек. От каждой из них внутрь древесины идет так называемый скрытый укороченный побег, через который осуществляется питание почки и связь ее с сердцевиной дерева. На поперечном (по отношению к скрытым укороченным побегам) разрезе капа эти побеги выглядят в виде темных пятнышек, на продольном — в виде линий, в совокупности похожих на разветвляющуюся к поверхности капа ветвь. На разветвленных концах ветви сидят почки, а основание ветви начинается от сердцевины дерева. Капокорни у березы могут достигать больших размеров, составлять в поперечнике до 1,9 м и возвышаться над землей до 0,5 м.

Сувельвал не имеет спящих почек, его древесина обычного рисунка, лишь годовые слои более широкие. Несмотря на совершенно разную структуру, природу и, следовательно, свойства древесины обыкновенного наплыва и капа, их нередко отождествляют: часто древесину карельской березы называют капами.

Судя по имеющимся литературным данным, физико-механические испытания капа березы до сих пор никто не проводил. Имеется лишь краткое указание Н. О. Соколова, что «сопротивление капокорешковой березы одинаково во всех направлениях» (Газ. «Кировская правда» от 7 июня 1946 г.).

Мы проводили работу в отделе селекции ВНИИЛМ и в лаборатории кафедры строительной механики МЛТИ под руководством акад. ВАСХНИЛ А. С. Яблокова при участии зав. лабораторией А. М. Резвых*. Изготовление образцов и их испытание было проведено строго по ГОСТу 6336—52 (Лесоматериалы. Методы физико-механических испытаний древесины, М., 1956).

* За консультации автор приносит благодарность канд. сельскохозяйственных наук А. А. Чеведаеву.

Таблица 1

Форма березы	Древесина	Показатели качества древесины	Число наблюдений, n	Среднее арифметическое, M	Среднее квадратическое отклонение, σ	Средняя ошибка, m	Коэффициент вариации, v , %	Показатель точности P , %
Капкорешковая	Обычная	Число годовичных слоев в 1 см	48	7,0	1,7	0,24	24,3	3,4
Обычная	"		48	7,5	1,9	0,27	25,3	3,6
Капкорешковая	Капкорня	Коэффициент объемной усушки, %	28	0,37	0,05	0,009	13,5	2,4
"	Обычная		24	0,53	0,10	0,020	18,9	3,8
Обычная	"		24	0,48	0,08	0,016	16,7	3,5
Капкорешковая	Капкорня	Объемный вес, $Г/см^3$	28	0,61	0,05	0,010	8,2	1,6
"	Обычная		24	0,65	0,04	0,008	6,1	1,2
Обычная	"		24	0,63	0,03	0,006	4,8	0,9
Капкорешковая	Капкорня	Условный предел прочности, $кг/см^2$	30	110	19,2	3,5	17,5	3,2
"	Обычная		24	75	8,0	1,6	10,7	2,1
Обычная	"	"	24	69	4,0	0,8	5,8	1,2
Капкорешковая	Капкорня	(при сжатии поперек волокон в тангентальном направлении)	75	401	46	5,3	11,5	1,3
"	Обычная	Статическая твердость, $кг/см^2$	18	396	34	8,0	8,6	2,0
Обычная	"	" торцовая	24	369	36	7,3	9,8	2,0
Капкорешковая	"	" тангентальная	18	368	34	8,0	9,2	2,2
Обычная	"	"	24	330	47	9,5	14,2	2,9
Капкорешковая	"	"	18	382	44	10,4	11,5	2,7
Обычная	"	" радиальная	24	333	37	7,6	11,1	2,3

Как показали наши исследования, физико-механические свойства древесины капокорня березы отличаются от свойств обычной древесины ствола березы. Береза с хорошо выраженными капокорнями не образует сплошных насаждений и произрастает среди обычных деревьев группами по два-три дерева или единично, иногда на большом расстоянии друг от друга, поэтому при сборе материала была принята следующая методика. В Авзянском лесхозе Башкирской АССР был намечен маршрутный ход по левому берегу р. В. Авзян вверх от «Платошкина переезда» в насаждении, где встречалась капокорешковая береза. Возраст насаждения 70 лет с полнотой 0,2—0,3, III и IV бонитетов. Береза относилась к виду *Betula pubescens* Ehrh.

На расстоянии около 3 км было найдено 30 берез с капокорнями, достаточными для взятия образцов. У этих деревьев на высоте 1,3 м над землей был измерен диаметр; после разбивки деревьев по толщине на 6 классов из каждого была взята средняя модель, у которой на высоте 1,3 м над землей был вырезан отрубок обычной стволовой древесины. Диаметры модельных деревьев капокорешковой березы 21, 25, 30, 32, 36 и 42 см. В тех же условиях произрастания было отобрано шесть моделей обычной (без капа) березы, у которых на высоте 1,3 м от земли были также выпилены отрубки ствола. Образцы изготовляли из периферийной части кражей и капокорней. Были определены: число годичных слоев в 1 см, коэффициент объемной усушки, объемный вес, условные пределы прочности при сжатии, статическая твердость.

Как показали наблюдения, механические свойства образца капа зависят не от направления воздействия, а от характера расположения и количества в образце скрытых укороченных побегов, которые в маленьком образце (размерами до $5 \times 5 \times 5$ см) не подчиняются никакой закономерности и выходят к его поверхности в разных направлениях. Результаты испытаний, пересчитанные на влажность 15%, приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, число годичных слоев в 1 см древесины ствола капокорешковой березы на 7% меньше, чем у обычной березы, но эта разница незначительна (показатель существенности различия $t=1,4$). Это говорит о том, что деревья одного и того же диаметра разных берез имеют одинаковый прирост по толщине. Коэффициент объемной усушки капокорешковой древесины на 23% меньше, а обычной древесины из ствола капокорешковой березы на 10% больше, чем коэффициент объемной усушки древесины обычной березы ($t=6,1$). Объемный вес капокорешковой древесины на 3% меньше, а обычной древесины из ствола капокорешковой березы на 3% больше, чем объемный вес древесины обычной березы, но разница эта не существенна. Условный предел прочности капокорешковой древесины на 60% выше, а обычной древесины из ствола капокорешковой березы на 9% выше условного предела прочности (при сжатии поперек волокон в тангентальном направлении) древесины обычной березы. Разница эта существенна.

Статическая твердость капокорешковой древесины на 9% выше наиболее высокой (торцовой) твердости древесины обычной березы; разница существенна. Высока твердость торцовая, тангентальная и радиальная и у обычной древесины, взятой из ствола капокорешковой березы. Таким образом, из-за своеобразия своей структуры капокорешковая береза показывает более высокий условный предел прочности и твердость, чем обычная.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ НЕОБРЕЗНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ВЫХОД ЗАГОТОВОК

В. М. СЫТЕНКОВ

Старший преподаватель

(Костромской технологический институт)

Выход обрезных пиломатериалов и заготовок из необрезных в значительной степени зависит не только от качества последних, но также от ширины, длины, сбега, размеров обзолной кромки и градации размеров ширины у заготовок.

Рассмотрим два вида продольного раскроя необрезных пиломатериалов: получение обрезных пиломатериалов или заготовок; многократное деление на бруски.

Обрезка с получением обрезных пиломатериалов

При обрезке досок или их отрезков, равных длинам заготовок, получаются отходы в виде реек. Последние можно разбить на следующие части (рис. 1): *о* — обзолная; *б* — сбеговая; *р* — образуемая из-за неkratности размеров доски и заготовки по ширине; опилки.

Для данного случая отходы в опилки по двум пропилам включаются в части *б* или *р*.

Объем необрезной доски

$$Q = a \cdot b_{\text{ср}} \cdot l, \quad (1)$$

где $b_{\text{ср}}$ — средняя ширина необрезной доски;

a — толщина » » ;

l — длина » »

или

$$Q = Q_z + Q_0 + Q_6 + Q_p, \quad (2)$$

где Q_z — объем заготовки или обрезной доски;

Q_0 — объем обзолной зоны рейки;

Q_6 — объем сбеговой зоны рейки;

Q_p — объем части рейки, обрезаемой из-за неkratности размеров.

Соответственно коэффициенты использования необрезных пиломатериалов при их обрезке можно представить в следующем виде:

$$K = 1 - (K_0 + K_6 + K_p), \quad (3)$$

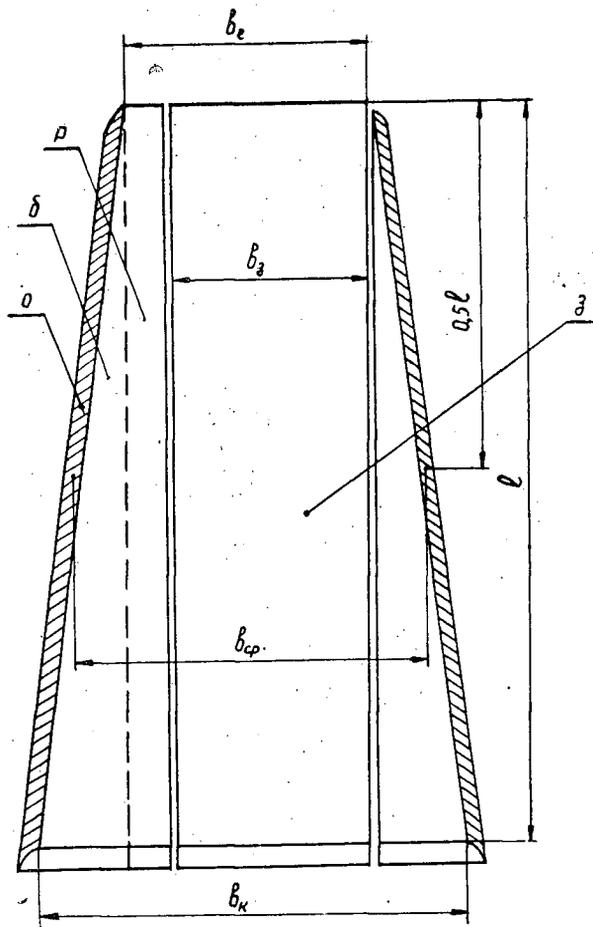


Рис. 1.

где K_0 — коэффициент, учитывающий обзолную часть рейки;
 K_6 — коэффициент, учитывающий сбеговую часть рейки;
 K_p — коэффициент, учитывающий часть рейки, обрезаемую из-за неkratности размеров.

$$K_0 = \frac{Q_0}{Q}; \quad K_6 = \frac{Q_6}{Q}; \quad K_p = \frac{Q_p}{Q};$$

$$K = 1 - \frac{Q_0 + Q_6 + Q_p}{Q}. \quad (4)$$

Заменяя объемы досок и заготовок их ширинами (так как их толщины и длины соответственно равны) получим

$$K = \frac{b_b - b_p}{b_{ср}}, \quad (5)$$

где b_p — ширина рейки, полученной от неkratности размеров;
 b_b — ширина наружной пласти в вершине необрезной доски.

Размеры ширины необрезных досок при распиловке бревен вразвал или при брусровке за пределами бруса в значительной степени отлича-

ются от расчетных по поставкам и имеют рассеивание как в большую, так и меньшую сторону. Основные причины рассеивания: неточность подборки бревен в постав по диаметрам; неправильная форма бревен (эллиптичность, кривизна и т. д.); смещение центра бревна относительно центра постава при заправке в лесораму. Кроме того, необрезные доски одинакового назначения в производстве выпиливают различными поставами из бревен разных диаметров.

Таким образом, ширина необрезных пиломатериалов одного и того же назначения является, в известных границах, величиной случайной. Исходя из предположения о непрерывности изменения размера ширины и подчинения его математическим законам случайных величин, можно пользоваться средними значениями размеров ширины необрезных досок достаточно большой партии. Так, например, по нашим наблюдениям на Петрозаводском домостроительном комбинате необрезные доски толщиной 50 мм, поступающие в раскрой, имеют распределение размеров ширины вершинной наружной пласти, показанное на рис. 2. Буквой b_3 на рисунке обозначена ширина заготовок; $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4$ — градация ширин заготовок.

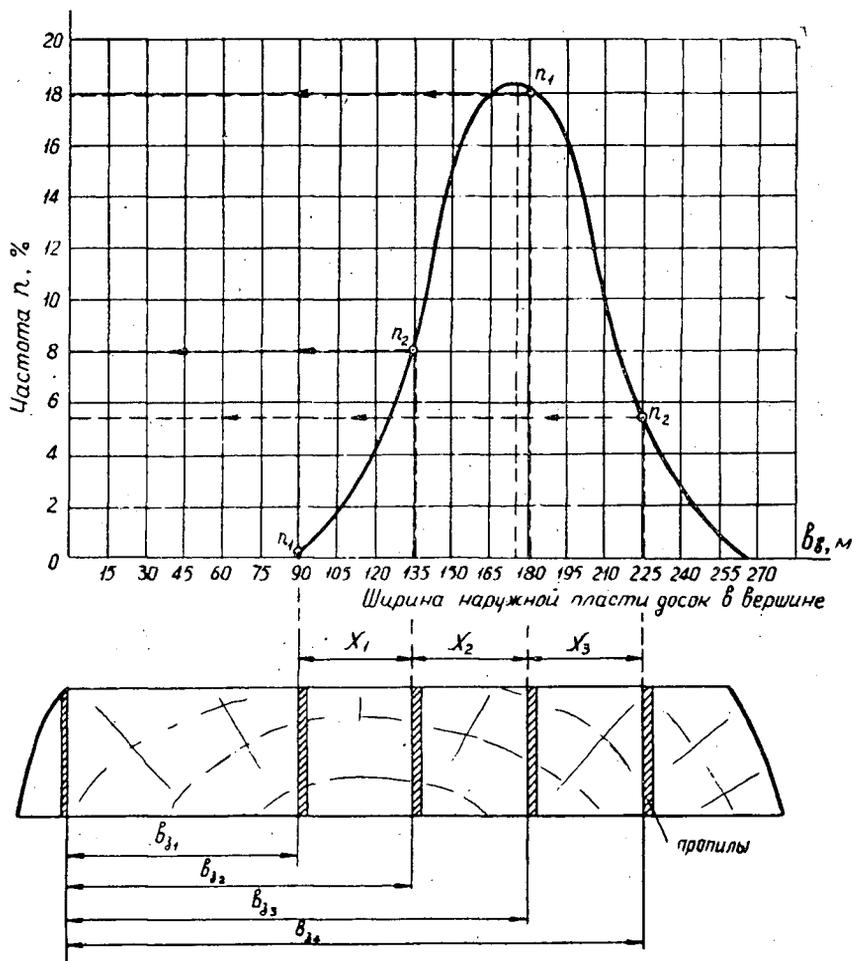


Рис. 2.

Для того, чтобы пользоваться формулой (5), необходимо получить средние размеры ширины путем наблюдения и замеров характерных партий досок с дальнейшей обработкой их методом вариационной статистики. Известно, что определение среднего значения ряда распределения аналогично нахождению абсциссы центра тяжести системы материальных точек.

В нашем случае средняя ширина рейки

$$b_p = \frac{\sum b_{p_i} \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (6)$$

где b_{p_i} — средняя ширина рейки на участке x_i (рис. 2);

n_i — количество вариант ряда распределения, заключенных на участке x_i ;

$\sum n_i$ — общее количество вариант ряда распределения.

По нашим расчетам средняя ширина рейки в диапазоне ширин досок равна

$$b_{p_i} = \frac{(0,33n_1 + 0,67n_2) \cdot x_i}{n_1 + n_2}, \quad (7)$$

где n_1 — количество вариант ряда распределения в начале интервала x_i

n_2 — количество вариант ряда распределения в конце интервала x_i .

Обозначив

$$\frac{0,33n_1 + 0,67n_2}{n_1 + n_2} = A_i,$$

получим

$$b_{p_i} = A_i \cdot x_i. \quad (8)$$

Пример. Средняя ширина рейки b_{p_3} на участке x_3 (рис. 2)

$$b_{p_3} = \frac{0,33 \cdot 18 + 0,67 \cdot 5,5}{18 + 5,5} \cdot 45 = 18,4 \text{ мм.}$$

На рис. 2 показаны n_1 и n_2 для участков x_1 и x_3 . Подставляя полученное выражение средней ширины рейки (8) в формулу (6), получим

$$b_p = \frac{\sum A_i \cdot x_i \cdot n_i}{\sum n_i}. \quad (9)$$

При нормальном распределении необрезных досок по ширине как справа, так и слева от моды кривой

$$\sum A_i = \frac{A_1 \cdot n_1 + A_2 \cdot n_2 + \dots + A_i \cdot n_i}{\sum n_i} = 0,5. \quad (10)$$

В том случае, когда градация размеров ширины досок (заготовок) постоянна, то есть равномерна на всех участках кривой распределения, средняя ширина рейки может быть с достаточной точностью определена по формуле

$$b_p = 0,5x. \quad (11)$$

Подставив выражение (11) в формулу (5), получим

$$K = \frac{b_B - 0,5x}{b_{cp}}. \quad (12)$$

Формулы (6) и (12) выражают зависимости выхода пилопродукции от величины градации размеров ширины обрезных досок и заготовок.

*Продольный раскрой необрезных пиломатериалов
на бруски (многократное деление)*

В этом случае получается два вида брусков: а) из центральной зоны — длиной, равной длине доски; б) из остатка от неkratности размеров и частично из сбеговой зоны — короче доски.

Распиливая на многопильных станках необрезные пиломатериалы на бруски, можно применить три способа направления досок в постав пил (рис. 3). (На рисунке буквой *O* обозначена основная пила, по которой производят ориентировку края или середины доски).

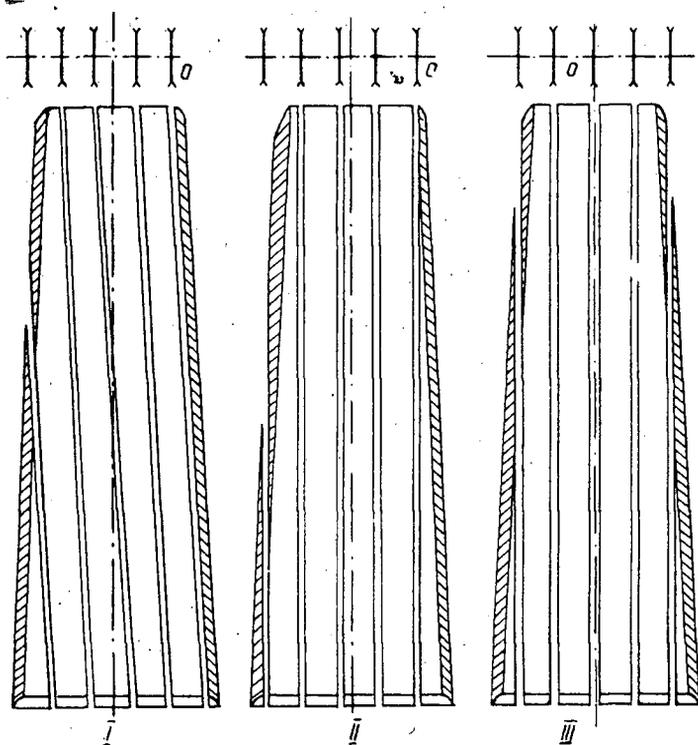


Рис. 3.

Первый — подача необрезной доски в постав параллельно ее сбегу. В этом случае объем брусков, получаемых из центральной зоны доски шириной, равной ширине наружной пласти в вершине, равен

$$Q_{пв} = Q_{в} \cdot K_{г} \cdot K_{0}, \quad (13)$$

где $Q_{в}$ — объем центральной зоны доски;
 $K_{г}$ — коэффициент градации, учитывающий ширину рейки, получающейся из-за неkratности размеров;
 K_{0} — коэффициент, учитывающий потери древесины в опилки в центральной зоне.

$$K_{г} = 1 - \frac{b_{п}}{b_{в}}. \quad (14)$$

Для нормальной кривой распределения ширин коэффициент града-
ции

$$K_r = 1 - \frac{0,5x}{b_b}, \quad x = b_b, \quad (15)$$

где x — градация ширин;
 b_b — ширина брусков.

Коэффициент, учитывающий потери в опилке в центральной зоне,
можно определить по формуле

$$K_0 = \frac{b_b}{b_b + \Pi}, \quad (16)$$

где b_b — ширина выпиливаемых из центральной зоны брусков;
 Π — ширина пропила.

Объем укороченных брусков, получающихся из сбеговой и частич-
но центральной зон

$$Q_{пб} = 0,5 \cdot a \cdot S \cdot (l_{cp}^2 - l_{min}^2) \cdot K_0, \quad (17)$$

где S — сбег, выраженный в м/м;
 l_{cp} — средняя длина пиломатериалов;
 l_{min} — минимальная длина брусков;
 a — толщина досок (брусков).

Из выражения (17) видно, что ширина укороченных брусков, то
есть градация, влияет на их выход только косвенно — через коэффи-
циент, учитывающий отходы в опилки.

Общий объем брусков, полученных из необрезных пиломатериа-
лов, при их раскрое по первому способу равен

$$Q_{п} = Q_{пб} + Q_{пв}$$

или

$$Q_{п} = a \cdot [l_{cp} \cdot (b_b - b_p) \cdot K_{0_1} + 0,5 \cdot S \cdot (l_{cp}^2 - l_{min}^2) \cdot K_{0_2}]. \quad (18)$$

Выход брусков из необрезных пиломатериалов

$$B = \frac{Q_{п}}{Q_{cp}} \cdot 100\%,$$

где Q_{cp} — средний объем необрезных досок.

Второй способ предусматривает направление досок в постав парал-
лельно продольной оси доски с ориентацией края вершинной части на-
ружной пласти по основной боковой пиле.

В этом случае объем брусков из центральной зоны определится по
формуле (13) и будет таким же, как по первому способу.

Объем укороченных брусков

$$Q_{пб} = 0,25 \cdot a \cdot S \cdot (l_{cp}^2 - l_{min}^2) \cdot K_{0_2} + a \cdot b_b \cdot \left(l_{cp} - \frac{2b_b}{S} \right) \cdot k_{0_3}. \quad (19)$$

В этой формуле первое слагаемое представляет собой объем уда-
ленных от основной пилы укороченных брусков, получаемых из сбеговой
и частично из центральной зоны доски; второе слагаемое — объем бру-
сков, получаемых только из сбеговой зоны около основной пилы, при
условии, что стоит дополнительная пила, рассчитанная на получение из
этой зоны пилопродукции, в противном случае этот член равен нулю.

Формула для определения объема брусков по второму способу имеет вид

$$Q_{II} = a \cdot \left[l_{cp} \cdot (b_v - b_p) \cdot K_{0_1} + 0,25 \cdot S \cdot (l_{cp}^2 - l_{min}^2) \cdot K_{0_2} + b_{\delta} \cdot \left(l_{cp} - \frac{2b_{\delta}}{S} \right) \cdot K_{0_3} \right]. \quad (20)$$

Если из необрезных досок получают бруски одинаковой ширины, коэффициент, учитывающий отходы в опилки, одинаков для всех членов

$$K_{0_1} = K_{0_2} = K_{0_3}.$$

Третий способ продольного раскроя необрезных пиломатериалов предусматривает их раскрой параллельно продольной оси с ориентацией доски по центру поставки. Доска, направляемая таким образом в станок, тем самым как бы разделяется центральной осью на две самостоятельные половины, которые можно рассматривать отдельно друг от друга.

Объем брусков, получаемых по этому способу, определится по формуле

$$Q_{III} = a \cdot \left[l_{cp} \cdot (b_v - 2b_p) \cdot K_{0_1} + 0,5 \cdot S \cdot (l_{cp}^2 - l_{min}^2) \cdot K_{0_2} \right]. \quad (21)$$

Проведенные нами на Петрозаводском домостроительном комбинате опыты подтвердили достаточную точность вышеприведенных формул по определению выхода заготовок. Во всех случаях расчетный выход получили несколько большим, чем фактический, что вполне естественно, так как в процессе раскроя происходят потери от неправильного направления досок по поставку, кривизны досок и пр. Как показывают опытные данные, величина таких потерь составляет примерно 1—3%.

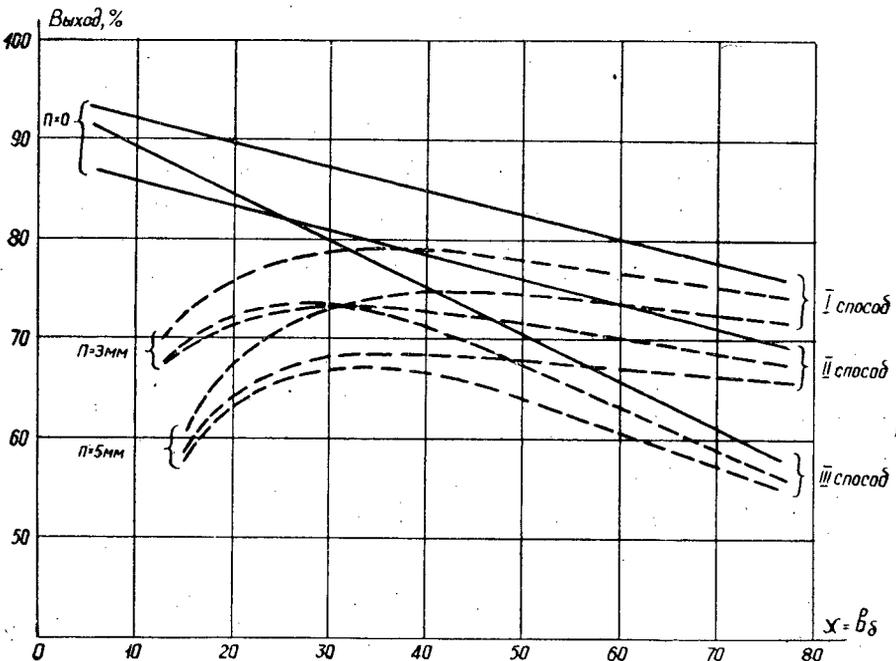


Рис. 4.

На основании формул (18), (20) и (21) построен график (рис. 4), показывающий зависимость выхода брусков от градации и ширины пропила.

В основу графика положена размерная характеристика необрезных пиломатериалов, поступающих в раскрой на Петрозаводском домостроительном комбинате: толщина $a = 50$ мм; средняя ширина наружной пласти в вершине $b_v = 175$ мм; средняя ширина посередине длины и толщины доски $b_{cp} = 215$ мм; средняя длина $l_{cp} = 5,95$ м; средний объем $Q_{cp} = 0,064$ м³, средний сбег $S = 1$ см/м; минимальная длина брусков $l_{min} = 1,4$ м. На графике (рис. 4) сплошными линиями показано изменение выхода в зависимости от величины градации без учета пропилов по трем способам продольного раскроя, пунктирными — суммарное влияние величины градации и ширины пропилов при прочих равных условиях. Ширина пропилов 3 и 5 мм. Для другой равномерной характеристики пиломатериалов можно построить аналогичный график, подставляя исходные данные в формулы (18), (20) и (21) и нанося результаты вычислений на график. В этом случае характер кривых останется таким же, как показано на приведенном графике, но абсолютные значения выхода будут различны для разных характеристик и принятой минимальной длины брусков.

Таким образом, для заданной характеристики необрезных пиломатериалов можно найти ширину брусков, для которых выход будет максимальным в зависимости от принятых условий.

Из графика (рис. 4) видно, что первый способ, предусматривающий продольный раскрой параллельно обзолной кромке, — наиболее рациональный. Если он не может быть применен (из-за увеличенного косослоя), то пользуются вторым способом (при ширине брусков более 25 мм); при ширине брусков менее 25 мм второй и третий способы дают примерно одинаковый выход.

Примеры

1. Требуется определить коэффициент использования необрезных пиломатериалов по ширине, имеющих следующую характеристику: $a = 50$ мм; $b_v = 175$ мм; $b_{cp} = 215$ мм; $l_{cp} = 5,95$ мм; $Q_{cp} = 0,064$ м³; $s = 1$ см/м = 0,01 м/м. При их раскрое на заготовки шириной $b_{з_1} = 90$ мм; $b_{з_2} = 135$ мм; $b_{з_3} = 180$ мм и $b_{з_4} = 225$ мм. Градация ширин заготовок $x_1 = 135 - 90 = 45$ мм; $x_2 = 180 - 135 = 45$ мм; $x_3 = 225 - 180 = 45$ мм; $x_4 = 265 - 225 = 40$ мм.

Здесь 265 мм — максимальная ширина досок в вершине (см. рис. 2).

Для того чтобы воспользоваться формулой (5), необходимо найти среднюю ширину рейки b_p из-за некратости размеров доски и заготовки по ширине. Значение b_p определяем по формуле (9).

Определим A_i ; n_1 и n_2 находим по графику (рис. 2)

$$A_1 = \frac{0,33n_1 + 0,67 \cdot n_2}{n_1 + n_2} = \frac{0,33 \cdot 0 + 0,67 \cdot 8}{0 + 8} = 0,67;$$

$$A_2 = \frac{0,33 \cdot 8 + 0,67 \cdot 18}{8 + 18} = 0,56;$$

$$A_3 = \frac{0,33 \cdot 18 + 0,67 \cdot 5,5}{18 + 5,5} = 0,41;$$

$$A_4 = \frac{0,33 \cdot 5,5 + 0,67 \cdot 0}{5,5 + 0} = 0,33;$$

$$\Sigma n = n_1 + n_2 + n_3 + n_4;$$

$$\Sigma n = 10 + 46 + 37,75 + 6,25 = 100.$$

Подставив полученные значения A_i , Σn в формулу (9), получим

$$b_p = \frac{0,67 \times 45 \times 10 + 0,56 \times 45 \times 46 + 0,41 \times 45 \times 37,75 + 0,33 \times 40 \times 6,25}{100} = 22,4 \text{ мм}$$

Определяя b_p по формуле (11), получим

$$b_p = 0,5x = 0,5 \cdot 45 = 22,5 \text{ мм.}$$

Результаты вычислений по этим формулам близки

$$K = \frac{b_n - b_p}{b_{cp}} = \frac{175 - 22,4}{215} = 0,71.$$

Определим коэффициент использования необрезных досок с той же характеристикой при их раскросе на бруски шириной 50 мм. Распиловку проводим по первому способу направления досок в постав пил многопильного станка, ширина пропила $\Pi = 5$ мм.

Средний объем брусков, получаемых из одной доски, определим по формуле (18). В этой формуле нам неизвестны

$$b_p \text{ и } K_{o_1} = K_{o_2}.$$

Определяем b_p по формуле (11)

$$b_p = 0,5x = 0,5 \cdot 50 = 25 \text{ мм.}$$

$$K_0 = \frac{b_0}{b_0 + \Pi} = \frac{50}{50 + 5} = 0,91.$$

Полученные данные подставляем в формулу (18)

$$Q_n = 0,05 \cdot [5,95 \cdot (0,175 - 0,025) \cdot 0,91 +$$

$$+ 0,5 \cdot 0,01 \cdot (5,95^2 - 1,41^2) \times 0,91] = 0,0482$$

$$K = \frac{Q_n}{Q_{cp}} = \frac{0,0482}{0,064} = 0,754.$$

Поступила в редакцию
19 августа 1963 г.

К ВОПРОСУ О СОВМЕСТНОМ СЖИГАНИИ В ТОПКАХ КОТЛОВ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И ГЕНЕРАТОРНОГО НИЗКОКАЛОРИЙНОГО ГАЗА

А. И. ЕГОРОВ

Старший преподаватель

И. Ф. КОПЕРИН

Инженер

(Архангельский лесотехнический институт)

Энергохимическая переработка древесных отходов (главным образом лесосечных) — один из эффективных путей их использования [1], [2]. На базе энергохимических установок может быть осуществлено получение дешевой электроэнергии для нужд леспромхозов и окружающих населенных пунктов при одновременной выработке ценных лесохимических продуктов.

В опытном Верховском леспромхозе для использования отходов древесины построена установка, работающая по схеме В. А. Лямина. Эта установка по сравнению с другими более проста по устройству и обеспечивает сравнительно большой удельный выпуск суммарной смолы, уксуснокальциевого порошка и генераторного газа [1]. Для сжигания в топках котлов электростанции леспромхоза, имеющей в своем составе три установки ПСТ-1-200 (выпущены Людиновским тепловозостроительным заводом) предназначается $1300 \frac{\text{н.м}^3}{\text{час}}$ генераторного газа. В состав установки входит вертикальный водотрубный котел (рис. 1) производительностью 2 T/час с параметрами пара: $P = 24 \text{ атм}$, $t = 400^\circ \text{C}$. Котел оборудован топкой скоростного горения системы В. В. Померанцева. Топочная камера котла экранирована. Пароперегреватель, отделенный от заднего экрана топки ширмой, является, по существу, первой конвективной поверхностью. За пароперегревателем расположен двухходовой (по газу) конвективный пучок. Хвостовая часть представлена двухходовым (по воздуху и газу) воздухоподогревателем, обеспечивающим подогрев воздуха до 190°C , и снижение температуры уходящих газов до 250°C . Основные характеристики котла приведены в табл. 1, из которой, в частности, следует, что котел транспортабельной установки ПСТ-1-200 — весь компактен и представляет определенный интерес.

Котел снабжен необходимыми контрольно-измерительными приборами, позволяющими осуществить его нормальную эксплуатацию.

* По ориентировочным данным СевНИИПа — $1280 \frac{\text{н.м}^3}{\text{час}}$.

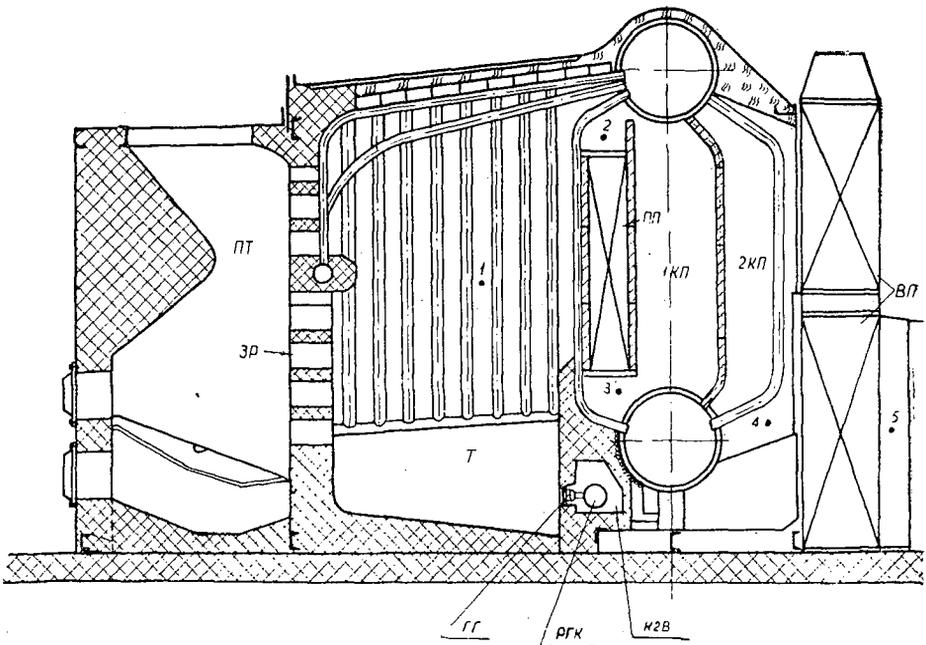


Рис. 1. Схема котла установки ПСТ-1-200;

ПТ — предтопок; ЗР — занимающая решетка; Т — топка; ПП — пароперегреватель; 1КП — первый конвективный пучок; 2КП — второй конвективный пучок; ВП — воздухоподогреватель; К2В — короб вторичного воздуха; РГК — раздающий газовый коллектор; ГГ — газовые горелки; 1, 2, 3, 4, 5 — точки замера во время испытаний котла.

Таблица I

Наименование характеристики	Обозначения	Размерность	Величина
Номинальная производительность котла	D_n	$\frac{T}{\text{час}}$	2,0
Давление пара в барабане котла	P_k	ати	24
Температура пара за пароперегревателем	$t_{пп}$	°C	400
Температура питательной воды	$t_{пв}$	"	80
Процент продувки котла при принятой схеме водоподготовки	P	%	2,0
Объем топочной камеры	V_T	м^3	4,44
Радиационная поверхность нагрева	H_p	м^2	9,55
Диаметр экранных трубок	$d_э$	мм	51
Относительный шаг экранных труб	$s_э/d_э$		1,73,
Поверхность нагрева пароперегревателя	$H_{пп}$	м^2	10,0
Расположение трубок в пароперегревателе			Коридорное
Диаметр трубок в пароперегревателе	$d_{пп}$	мм	32
Относительный средний поперечный шаг трубок в пароперегревателе	$s_{1пп}/d_{пп}$		1,87
Относительный средний продольный шаг трубок в пароперегревателе	$s_{2пп}/d_{пп}$		3,12
Диаметр трубок в конвективном пучке	d_k	мм	51
Относительные шаги трубок в конвективном пучке (считая по направлению движения газов): а) поперечный	$s_{1к}/d_k$		1,47

Продолжение табл. 1

Наименование характеристики	Обозначение	Размерность	Величина
б) продольный	$s_{2к}/d_k$		1,77
Поверхность нагрева 1-го конвективного пучка	$H_{к1}$	m^2	24,1
Поверхность нагрева 2-го конвективного пучка	$H_{к2}$	"	15,9
Диаметр трубок воздухоподогревателя	$d_{вп}$	mm	51
Относительные шаги трубок в воздухоподогревателе:			
а) поперечный	$s_{1вп}/d_{вп}$		1,17
б) продольный	$s_{2вп}/d_{вп}$		1,37
Расположение трубок в конвективном пучке			Коридорное
Расположение трубок в воздухоподогревателе			Шахматное
Относительное расстояние трубок экрана от стенок топочной камеры	$e/d_э$		0,785
Внутренние диаметры барабанов	$D_{верх}$	mm/mm	$\frac{800}{800}$
Высота котла над нулевой отметкой	$D_{нижн}$	m	3,65
Ширина котла		"	2,60
Длина котла (включая предтопок В. В. Померанцева) до дымососа		"	5,200

Проведенными испытаниями установлено, что котел неудовлетворительно работает при малых нагрузках.

При нагрузке в 50% от номинальной и работе на дробленке наблюдаются значительные избытки воздуха и низкие температуры газа по тракту. В табл. 2 приведены некоторые данные замеров, произведенных в феврале 1963 г. на котле ПСТ-1-200 в Верховском леспромхозе.

Таблица 2

Точки замеров	$RO_2, \%$	$O_2, \%$	Коэффициент избытка воздуха, α	Температура, $t \text{ } ^\circ C$
В топке	—	—	—	765
Перед пароперегревателем	11,0	8,4	1,65	700
„ конвективным пучком	—	—	—	640
„ воздухоподогревателем	6,6	13,6	2,7	470
„ дымососом	5,9	13,9	2,85	216

Средняя мощность на клеммах генератора во время испытания — 98,5 кВт, среднее давление пара в котле — 21,3 атм.

Общее количество свободного генераторного газа ($1300 \frac{нм^3}{час}$) достаточно для перевода одного котла полностью на газ, но такой перевод возможен только при переделке топочного устройства котла.

При изменении производительности газогенератора возникнет изменение режима работы связанного с ним котлоагрегата.

Сравнительно неудовлетворительная работа котлов установок ПСТ-1-200 при малых нагрузках обусловила перевод всех трех котлов станции на совместное сжигание газа с основным видом топлива. Совместное сжигание дает возможность по мере надобности изменять количество сжигаемого газа в процессе эксплуатации, оставляя постоянной нагрузку котла.

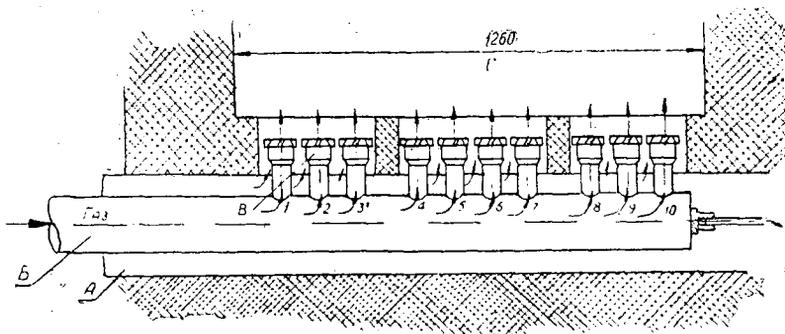


Рис. 2. Схема расположения газовых горелок.

А — воздушный короб; Б — раздающий газовый коллектор; В — горелки; Г — топка.

Поверочными тепловыми расчетами установлено, что замена 50% дробленки генераторным газом не требует существенного изменения топочного устройства. Работа топки и котла при этом будет вполне удовлетворительной.

Замена большого количества дробленки генераторным газом приведет к необходимости некоторой переделки топочного устройства и к заметному изменению основных характеристик котла (увеличению потерь с уходящими газами, снижению к. п. д. и т. д.).

С целью исключения больших переделок, связанных с переводом котлов на совместное сжигание генераторного газа и древесной дробленки, было решено, не изменяя аэродинамических характеристик топки, подавать газ через короб и окна вторичного дутья, расположенные в нижней части задней стенки топки.

Расчеты, связанные с определением размеров коробов и подбором горелочных устройств, проведены СевНИИПом (при консультации А. И. Егорова [6]).

Для обеспечения равномерного распределения газа по ширине топки (через десять параллельно работающих горелок) нами были рассчитаны специальные горелочные головки (рис. 3). Расположение их в коробе показано на рис. 1 и 2.

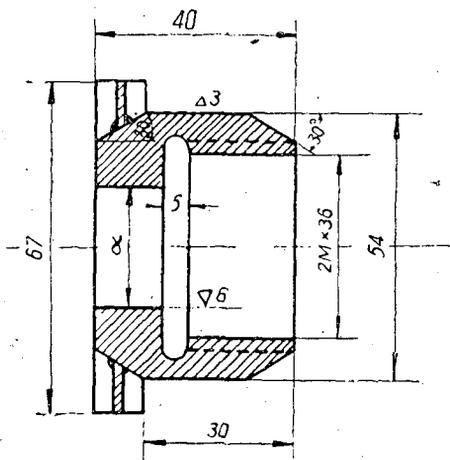


Рис. 3. Горелочная головка.

В основу расчета проходных сечений горелочных головок положено условие равенства объемных расходов через горелки

$$v_1 = v_2 = \dots = v_l = \dots = v_z. \quad (1)$$

Для рассматриваемого случая это условие достаточно точно реализуется как условие равенства сопротивлений горелочных устройств (с учетом изменения скорости газа в коллекторе от горелки к горелке)

$$\begin{aligned} & \lambda_0 \frac{l_0}{d_0} \cdot \frac{\omega_0^2}{2g} \gamma + \varepsilon'_{\text{вх}} \cdot \frac{\omega_1^2}{2g} \gamma + (\varepsilon'_{\text{вх.г}} + \varepsilon'_{\text{вых.г}}) \frac{(\omega'_{\text{доп}})^2}{2g} \cdot \gamma = \\ & = \lambda_0 \frac{l_0}{d_0} \cdot \frac{\omega_0^2}{2g} \gamma + \varepsilon''_{\text{вх}} \frac{\omega_2^2}{2g} \gamma + \lambda_2 \frac{L_2}{d_k} \frac{\omega_2^2}{2g} \gamma + \\ & + (\varepsilon''_{\text{вх.г}} + \varepsilon''_{\text{вых.г}}) \frac{(\omega''_{\text{доп}})^2}{2g} \gamma = \dots = \lambda_0 \frac{l_0}{d_0} \cdot \frac{\omega_0^2}{2g} \cdot \gamma + \varepsilon_{\text{вх}}^{(z)} \frac{\omega_z^2}{2g} \gamma + \\ & + \sum_{i=2}^z \lambda_i \frac{L_i}{d_k} \cdot \frac{\omega_i^2}{2g} \gamma + (\varepsilon_{\text{вх.г}}^{(z)} + \varepsilon_{\text{вых.г}}^{(z)}) \frac{[\omega_{\text{доп}}^{(z)}]^2}{2g} \gamma, \end{aligned}$$

где

- λ_0 — коэффициент сопротивления в отрезках;
- l_0 — длина отрезков, м;
- d_0 — диаметр отрезков, м;
- γ — удельный вес газа, кг/м³ (принимается одинаковым во всех отрезках);
- $\varepsilon'_{\text{вх}}, \varepsilon''_{\text{вх}}$ и т. п. — коэффициенты сопротивления входа из коллектора в отрезки;
- L — длина между отрезками, м;
- ω_1, ω_2 и т. п. — скорости газа в коллекторе соответственно перед 1, 2... и т. д. отрезками, м/сек;
- λ_2, λ_3 и т. п. — коэффициенты сопротивления коллектора соответственно перед 2, 3 и т. д. отрезками, м;
- d_k — внутренний диаметр раздающего коллектора;
- $\varepsilon'_{\text{вх.г}}, \varepsilon''_{\text{вх.г}}, \varepsilon'_{\text{вых.г}}, \varepsilon''_{\text{вых.г}}$ — коэффициенты сопротивлений входа в горелочное сужение и выхода из него соответственно для 1, 2 и т. д. горелок;
- $\omega'_{\text{доп}}, \omega''_{\text{доп}}$ — скорости газа в сужениях соответственно для 1, 2 и т. д. горелок, м/сек.

Условие равенства расходов приводит к решению уравнения относительно внутренних диаметров горелочных сужений, величины которых найдены согласно рекомендациям [3], [4], [5] и приведены в табл. 3.

Расположение отрезков видно на рис. 2.

Таблица 3

№ отрезков	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Проходные диаметры горелок, мм	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	29,0	30,0	31,0

Выводы

1. Расчетом установлено, что при замене части древесной дробленки (до 50%) генераторным газом возможно осуществить в топках котлов установок ПСТ-1-200 совместное сжигание древесных отходов и генераторного газа без существенных переделок топочного устройства.

2. Перевод трех котлов станций на совместное сжигание генераторного газа с основным видом топлива обеспечивает экономичную работу котлов независимо от режима работы газогенератора.

3. Расчетом установлено, что при замене до 50% дробленки генераторным газом к. п. д. котла установки ПСТ-1-200 не уменьшается; замена большого количества дробленки газом экономически неоправдана.

4. Для равномерного распределения генераторного газа по ширине топки необходимо использовать горелки с различными проходными сечениями.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. С. Зарецкий, С. И. Головков. Выбор оптимальной схемы энергохимического использования древесных отходов. Труды ЦНИИМЭ, XXII, 1961. [2]. Р. М. Каминская, Н. В. Суховский, Е. И. Паршевникова. Энергохимическое использование лесосечных отходов в Архангельском экономическом районе. Бюллетень технико-экономической информации, № 2, Архангельский совнархоз, 1962. [3]. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Госстройиздат УССР, Киев, 1959. [4]. Н. Л. Стаскевич. Справочное руководство по газоснабжению. Гостоптехиздат, 1960. [5]. Теплотехнический справочник. Т. 1, Госэнергоиздат, 1957. [6]. Е. А. Трофимов. Расчетно-пояснительная записка по сжиганию древесного генераторного газа в топках котлов ПСТ-1-200 СевНИИП. Отчет, Архангельск, 1962.

Поступила в редакцию
1 июля 1963 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
САНИТАРНО-БЫТОВЫХ ВИДОВ БУМАГИ**С. Н. ИВАНОВ**

Доктор технических наук

И. Г. ЛЕЩЕНКО

Младший научный сотрудник

(Ленинградская лесотехническая академия)

Производство санитарно-бытовых видов бумаги и изделий из них имеет исключительно большое народнохозяйственное значение. Выработка их в СССР в настоящее время составляет менее 4 тыс. *T* в год, а ассортимент весьма ограничен: в основном это туалетная и салфеточная бумага, бумага для скатертей и медицинская вата (алигнин). В очень ограниченном количестве выпускается бумага для таких изделий, как носовые платки, полотенца, гигиенические бинты, детские пеленки, косметическая бумага и т. д. Между тем, применение перечисленных бумажных изделий разового пользования дает большие экономические выгоды, так как их стоимость обычно не превышает 20% стоимости стирки текстильных изделий аналогичного назначения. Кроме того, значительно облегчается труд, а следовательно, улучшается быт населения.

Производство этих видов бумаги очень сильно развито в США, Англии и ФРГ.

Выпуск санитарно-бытовых видов бумаги должен быть доведен в нашей стране к 1965 г. до 115 тыс. *T*. Для организации производства этих видов бумаги и изделий из них намечено построить ряд крупных цехов при действующих целлюлозно-бумажных комбинатах и реконструировать старые. В связи с этим возникла необходимость создания и усовершенствования технологии. Один из важных вопросов технологии — выбор наиболее подходящих волокнистых материалов с целью получения бумаги с заданными свойствами: хорошей впитывающей способностью, белизной, мягкостью, пухлостью и достаточной прочностью. Рассмотрению этого вопроса и посвящена настоящая статья.

Производство впитывающей санитарно-гигиенической бумаги в СССР организовано на Сокольском и Кондровском целлюлозно-бумажных комбинатах и на бумажных фабриках: «Григишки» и Вельгийской.

Показатели технологических режимов и свойства санитарно-бытовых бумаг, вырабатываемых на отечественных предприятиях, приведены в табл. 1.

Из приведенных в таблице данных видно, что наши предприятия для выработки впитывающей санитарно-бытовой бумаги используют,

Таблица 1

Показатели	Наименование бумаги							
	салфеточная		туалетная		элитный			
	Сокольская	Коваровская	Вельгийская	„Григшики“	Вельгийская	„Григшики“	технический	„Григшики“
Композиция, %								
сульфитная беленая целлюлоза	100	50	—	—	—	—	—	—
вискозная целлюлоза	—	50	100	—	—	100	—	—
сульфитная небеленая целлюлоза	—	—	—	30	—	—	—	80
древесная масса	—	—	—	30	100*	—	—	20
макулатура	—	—	—	40	—	—	—	—
Степень помола, °ШР	25—30	21—22	30—35	27—30	—	24—25	—	26—37
Концентрация в напорном ящике, %	0,33—0,4	0,3—0,4	0,3—0,35	0,45	—	0,12—1,14	—	—
Вес, Г/м ²	20—25	20—25	20—25	48—50	—	18	—	20
Рабочая скорость бумажной машины, м/мин	90—95	87	90—93	80—85	—	100—110	—	80—85
Крепирование, %	—	18—20	18	25	—	Не нормируется	—	Не нормируется
Впитывающая способность в продольном направлении	21	21	23	44	—	60	—	—
Средняя разрывная длина, м	1570	1480	1100	520	—	—	—	—

* Отход салфеточной бумаги.

главным образом, беленую и облагороженную сульфитную целлюлозу хвойных пород древесины, а также древесную массу и макулатуру. Один и тот же вид бумаги на разных предприятиях вырабатывается из разных волокнистых материалов и при разных режимах размола.

Большое распространение за рубежом получил принцип, состоящий в соединении тонкой бумаги в несколько слоев и впитывающей бумаги с влагопрочной, а также с синтетическими пленками. В большинстве случаев впитывающая бумага выпускается в крепированном виде, она отличается высокой мягкостью и бесшумна при смятии.

Характеристика некоторых зарубежных образцов санитарно-бытовой бумаги приведена в табл. 2.

Таблица 2

Наименование изделий	Вес 1 м ² в крепированном состоянии, Г	Объемный вес, Г/см ³	Средняя разрывная длина, м	Впитываемость в продольном направлении, мм	Влагопрочность, %	Состав по волокну, %		
						хвойная целлюлоза	лиственная целлюлоза	древесная масса
Косметические салфетки	16	0,264	574	73	—	85	15	—
Салфетки для бритья	16	0,207	237	74	—	85	—	15
Алигнин	15	0,152	—	90	—	100	—	—
Обтирочный материал	46	0,303	2604	Невпитывающая	19	70*	—	30
Полотенца	29	0,158	603	32	28	100	—	—
Подкладка	30	0,561	2253	24	31	100	—	—

* Небеленая целлюлоза.

Как видно из табл. 2, для изготовления санитарно-бытовой бумаги за рубежом чаще всего применяется беленая целлюлоза из хвойной древесины. Иногда к ней добавляют от 15 до 30% целлюлозы лиственных пород древесины или древесной массы. Для выработки более низких сортов санитарных бумаг применяют мягкую небеленую целлюлозу.

Характер помола для всех исследованных образцов бумаги длинноволокнистый, степень помола — не выше 20° ШР.

По сравнению с аналогичными образцами зарубежной впитывающей бумаги наша отличается меньшей мягкостью и впитывающей способностью, меньшей белизной, более высокой механической прочностью и большим весом 1 м². Причина, по-видимому, заключается в том, что фабрики допускают более высокую степень помола бумажной массы, меньше крепируют бумагу и часто применяют менее очищенную беленую целлюлозу.

С целью обоснования выбора наиболее пригодных волокнистых материалов для выработки впитывающих видов санитарно-бытовой бумаги в лаборатории целлюлозно-бумажного производства Ленинградской лесотехнической академии были проведены исследования ряда наиболее пригодных целлюлоз для этих бумаг.

Характеристика использованных видов целлюлозы показана в табл. 3.

Все перечисленные в таблице целлюлозы были подвергнуты размолу на мельнице ЦРА в одинаковых условиях (125 об/мин) с целью установления их характеристики в отношении размалывающей способности и изучения свойств полученных при этом образцов бумаги.

Таблица 3

Физико-химические свойства образцов целлюлозы

Наименование целлюлозы	Содержание альфа-целлюлозы, %	Вязкость, мпуаз	Лигнин, %	Пентозаны, %	Белизна, %	Разрывная длина, м	Сопротивление излому, двойной перегиб
Импортная (финская) сульфитная	87,74	559	0,16	4,55	89	6300	1318
Сульфатная, завода „Питкяранты“	87,48	218	0,28	7,56	78	8160	1330
Вискозная Приозерского завода	86,80	149	0,12	3,45	92	4760	213
Вискозная марки „Б“ Светогорского комбината	92,30	195	0,13	следы	90	4440	436
Сульфитная, марки „Б“ (II сорта) Сухонского комбината	81,69	139	0,32	4,88	81	5500	544
Из осины	84,65	172	0,72	4,43	80	—	—
Из березы	81,55	139	0,50	10,20	81	6220	1288
Сульфитная Сясьского комбината	82,70	207	0,63	4,16	80	6315	—

Поведение исследованных образцов целлюлозы при размоле показано на рис. 1, а характеристика бумаги по впитывающей способности и механической прочности при разной степени помола — на рис. 2.

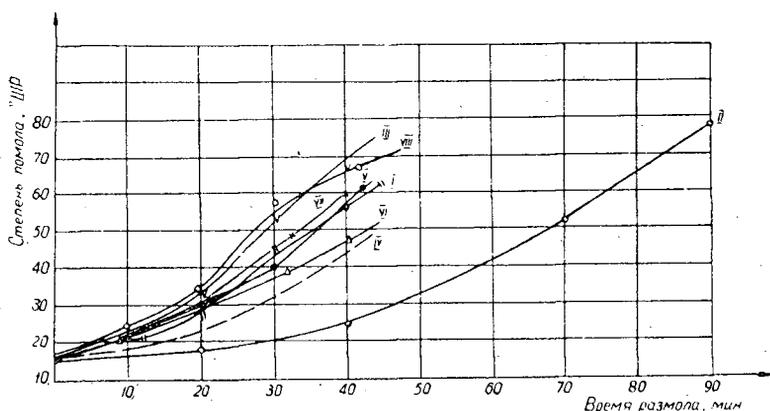


Рис. 1. Скорость размала различных целлюлоз:

I — сульфитная финская; II — сульфатная завода „Питкяранты“; III — вискозная Приозерского комбината; IV — вискозная Светогорского комбината; V — сульфитная Сухонского комбината; VI — из осины; VII — из березы; VIII — сульфитная Сясьского комбината.

Опыты показали, что вискозная целлюлоза размалывается быстрее остальных, получаемая из нее бумага имеет наиболее высокую впитываемость и наименьшую механическую прочность. Сравнительно быстро размалывается Сясьская беленая целлюлоза, содержащая относительно небольшое количество пентозанов, полученная из нее бумага отличается удовлетворительной впитывающей способностью при хорошей прочности. Хорошую впитывающую способность показывает беленая сульфатная целлюлоза и целлюлоза из осины, однако, сульфатная очень трудно размалывается, хотя и дает наиболее прочную бумагу. Березовая целлюлоза, содержащая много пентозанов, дает прочную бумагу, но с малой впитывающей способностью.

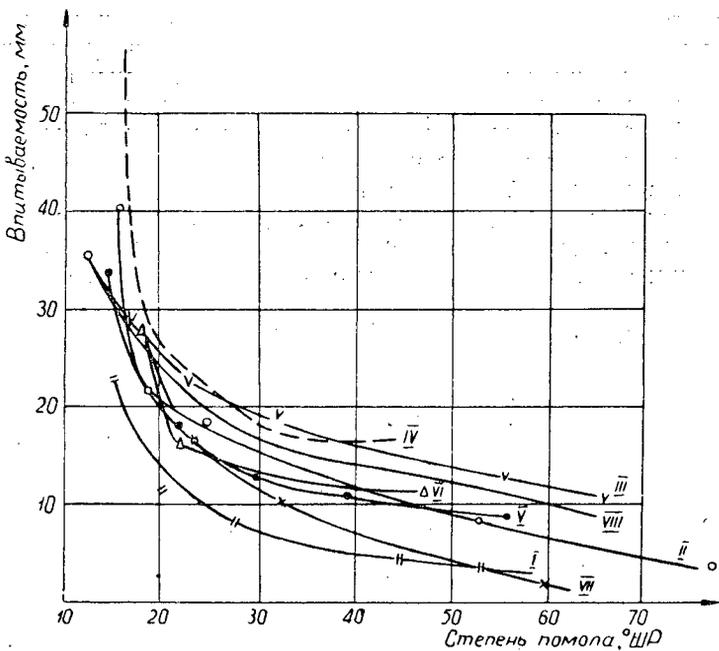
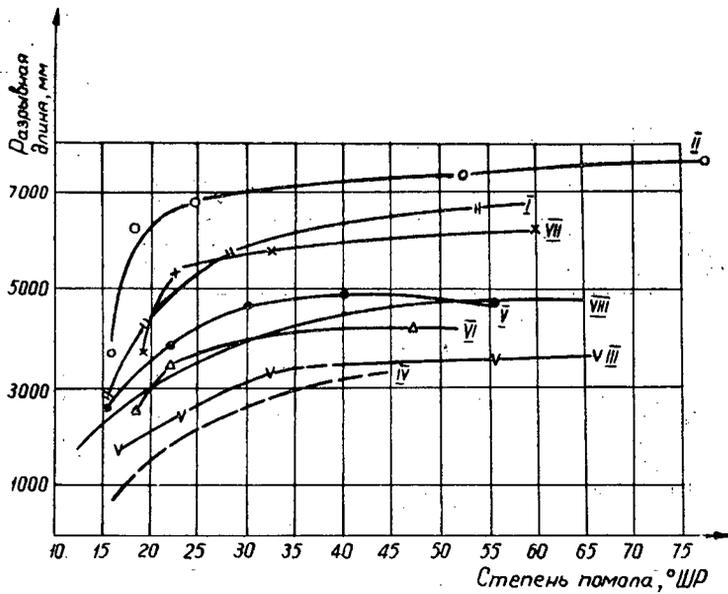


Рис. 2. Влияние размола целлюлоз на их технологические свойства. Обозначения см. на рис. 1.

На наших предприятиях, где предполагается организовать производство впитывающей санитарно-бытовой бумаги, основным видом волокнистых материалов будет сульфитная целлюлоза, так как она, как показали лабораторные исследования и зарубежная практика, является наиболее подходящей для такой бумаги. С этой целью мы провели дополнительные исследования по улучшению свойств полученной бумаги в отношении механической прочности и впитывающей способности.

Были поставлены опыты по выработке впитывающей бумаги из беленой сульфитной целлюлозы Сясьского комбината с введением от 10 до 40% добавок в немолотом состоянии беленой сульфатной, вискозной и лиственной целлюлозы (из осины и березы), а также древесной массы. Результаты показаны в табл. 4.

Таблица 4

Композиция бытовой бумаги			Свойства бумаги	
степень помола сульфитной беленой целлюлозы, °ОШР	вид добавки	количество добавки, %	разрывная длина, м	впитывающая способность, мм
Немолотая	Сульфатная беленая целлюлоза	10	1025	44
15	"	10	1565	36
18	"	10	2850	25
Немолотая	"	30	1020	48
15	"	30	1600	42
18	"	30	2400	30
Немолотая	Вискозная беленая целлюлоза	20	620	43
14	"	20	1675	37
16	"	20	1825	34
58	"	20	2130	31

Из данных табл. 4 видно, что на механическую прочность бумаги большое влияние оказывает степень помола основной целлюлозы; добавка же немолотой целлюлозы в количестве до 30% не увеличивает, а даже несколько снижает разрывную длину бумаги. Впитывающая способность резко снижается при увеличении степени размола основной целлюлозы. Добавка же небольших количеств немолотой сульфатной и вискозной целлюлозы улучшает впитывающие свойства бумаги.

В других опытах к основной сульфитной беленой целлюлозе Сясьского завода, размолотой до 19—21° ШР, добавляли размолотую до 17° ШР вискозную, беленую, сульфатную, осиновую и березовую целлюлозу, а также от 10 до 40% древесной массы. Результаты см. на рис. 3.

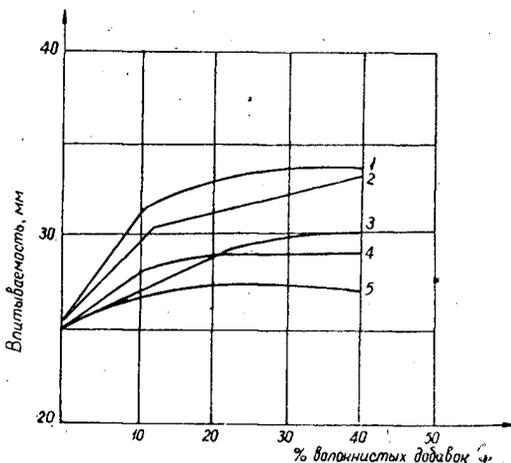


Рис. 3. Влияние волокнистых добавок на впитывающие свойства бумаги из сульфитной беленой целлюлозы.

I — древесная масса; II — вискозная целлюлоза; III — осиновая сульфатная беленая целлюлоза; IV — сульфатная беленая целлюлоза; V — целлюлоза из березы.

Опыты выявили, что все волокнистые добавки, введенные в бумажную массу в хорошо рафинированном состоянии, но при относительно низкой степени помола, также повышают впитывающую способность бумаги, хотя и в меньшей степени, чем добавки в немолотом состоянии. При этом лучшие результаты дали вискозная целлюлоза и древесная масса; осиновая и сульфатная также несколько повысили впитывающую способность бумаги, причем добавка сульфатной целлюлозы значительно повысила прочность бумаги, добавки осиновой и вискозной снизили ее. Следует отметить, что добавка небольших количеств коротковолокнистых листовых целлюлоз значительно улучшила про-свет и структуру бумаги.

Дальнейшие опыты показали, что впитывающую способность бумаги можно значительно повысить, введя в бумажную массу небольшое количество синтетического волокна. В наших разведывательных опытах при введении в бумажную массу 2,5% по весу капронового волокна впитывающая способность бумаги повышалась с 21 до 32 мм по Клемму, то есть примерно в полтора раза, механическая же прочность бумаги заметно снижалась. Другой, более простой способ повышения впитывающей способности, — опрыскивание готовой бумаги небольшим количеством поверхностно-активного вещества. Так, при расходе поверхностно-активных веществ (В-некаль и ОП-10) в количестве 0,05—0,1% от веса бумаги впитывающая способность повышалась на 40%.

В наших опытах введение поверхностно-активных веществ в бумажную массу было малоэффективным. Возможно, это зависело от того, что работу проводили на свежей воде, без использования оборотных вод.

Выводы

Наиболее пригодным волокнистым материалом для производства впитывающих видов бумаги санитарно-бытового назначения: носовых платков, салфеток, косметической бумаги и т. п. — является сульфитная беленая целлюлоза хорошей отбелки, обладающая низким содержанием лигнина (0,2—0,3%), невысоким содержанием пентозанов (4,0—4,5%), высокой белизной (выше 85%), сравнительно невысокой медноаммиачной вязкостью (150—200 мпуаз) и невысокой прочностью (разрывная длина порядка выше 4000—5000 м, сопротивление излому в пределах 200—500 двойных перегибов).

При использовании белой целлюлозы более низкой степени очистки, дающей бумагу с меньшей впитывающей способностью, для повышения впитывающей способности, мягкости и пухлости целесообразно прибавлять от 15 до 30% облагороженной целлюлозы типа вискозной, белой листовенной целлюлозы из осины в слабо размолотом, но хорошо рафинированном состоянии, а также древесной массы.

При необходимости повышения прочности бумаги без ухудшения ее впитывающей способности целесообразно к сульфитной целлюлозе добавлять 10—20% сульфатной белой в слабо размолотом состоянии.

Степень помола основной целлюлозы должна находиться в пределах 18—20° ШР.

О СВОЙСТВАХ ФУРФУРОЛЬНО-АЦЕТОНОВОГО МОНОМЕРА

Г. К. УТКИН

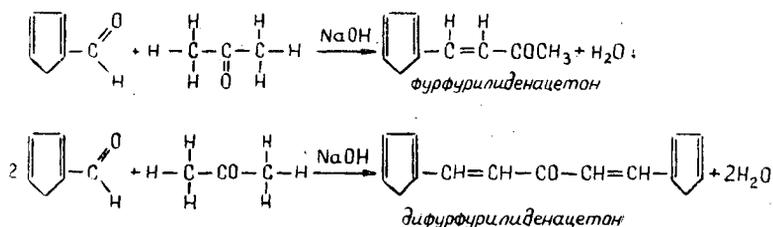
Аспирант

В. Н. КОЗЛОВ

Профессор, доктор технических наук

(Уральский лесотехнический институт).

При конденсации фурфурола с ацетоном в щелочной среде получается фурфурольно-ацетоновый мономер. Принято считать, что этот мономер представляет собой фурфурилиденацетон, содержащий незначительное количество полимерных продуктов с низкой степенью полимеризации [4]. Известно также, что в зависимости от соотношения исходных компонентов получают два разных соединения: фурфурилиденацетон и дифурфурилиденацетон. Реакция протекает по схеме



Оба эти продукта могут существовать в цис- и транс-формах, причем во втором случае возможны даже более сложные стереоизомеры: цис-цис, цис-транс и транс-транс [5].

Уитмор и Роулей [2] нашли, что выход фурфурилиденацетона составляет 60—66% от взятого фурфурола. Одновременно с образованием фурфурилиденацетона даже при избытке ацетона в значительных количествах получается дифурфурилиденацетон. Сурмин [3], исследуя фракционный состав мономера, полученного при конденсации фурфурола с ацетоном в соотношении 1: 2, 5, показал, что выход первой фракции, отобранной при температуре кипения 136°С и $P = 33-34$ мм рт. ст., составил 63% от взятого для разгонки мономера. Эта фракция представляла фурфурилиденацетон. Выход второй фракции с температурой кипения 254—260°С и $P = 45-47$ мм рт. ст. составил 15,5%. Эта фракция состояла из дифурфурилиденацетона. В остатке оставался уплотненный продукт — смола.

Фурфурилиденацетон — кристаллическое вещество желтого цвета с температурой плавления 39—40°С, с острым характерным запахом. Дифурфурилиденацетон не имеет запаха, выпадает в виде игл, плавящихся при температуре 60—61°С. Увеличение количества катализа-

тора NaOH и повышение температуры в период получения мономера вызывают сильное осмоление его.

В настоящей работе мы изучали некоторые свойства мономера, полученного из фурфуролсодержащих рещоферных конденсатов паров самоиспарения гидролизата, предварительно укрепленных до 5% содержания в них фурфурола. Кроме фурфурола, рещоферные конденсаты содержат одноосновные органические кислоты, метанол, скипидар и другие соединения, образующиеся при гидролизе древесины. Состав рещоферного конденсата Косьвинского гидролизного завода, использованного нами для получения мономера, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование веществ	Количество веществ (%) в конденсате	
	исходном	укрепленном
Фурфурол	0,252	4,91
Метанол	0,142	2,33
Уксусная кислота	0,018	0,0504
Муравьиная кислота	0,002	0,017
Скипидар	0,018	0,034
Альдегиды	0,038	0,32

Фурфурольно-ацетоновый мономер был получен при соотношении фурфурола с ацетоном 1 : 1 в щелочной среде. Расход NaOH составлял 5% от веса исходного фурфурола. По окончании реакции конденсации мономер подкисляли 50%-ной серной кислотой и отделяли от жидкости. Параллельно проводили исследование мономера, полученного из чистого фурфурола в аналогичных условиях. Физико-химические константы мономера определяли по следующей методике: удельный вес — пикнометрическим способом; вязкость — вискозиметром Оствальда; температуру вспышки и воспламенения — в приборе Абель—Пенского; молекулярный вес — по способу Раста; элементарный состав — методом микроаналитического определения углерода и водорода по Коршун и Климовой; содержание влаги — по методу Дина и Старка; бромное число — по способу Кнопа; коэффициент рефракции — в рефрактометре типа ИРД-22. Скорость полимеризации определяли при температуре 170° С с отвердителем в количестве 2,5% от веса мономера. В качестве отвердителя применяли концентрированную серную кислоту уд. веса 1,84, смешанную с ацетоном в соотношении 1 : 1 по весу.

Характер реакции мономера определяли действием индикатора метилоранжа на водную вытяжку мономера. Наличие свободного фурфурола проверяли качественной реакцией с уксусноокислым анилином, так как количественно он не обнаруживается.

В результате исследований найдено, что свежевыделенный мономер из фурфурола и рещоферных конденсатов мало чем отличается один от другого. На внешний вид это глицериноподобная, жирная на ощупь жидкость бурого цвета с сильным характерным запахом. Через несколько часов цвет изменяется до рубинового, а затем становится еще более темным. При обычной температуре мономер полностью растворяется в ацетоне, в этиловом спирте, в спиртобензольной смеси состава 1 : 1, в хлороформе и четыреххлористом углероде, в бензоле растворяется неполностью с образованием бурого непрозрачного раствора. При увеличении соотношения бензола до 6 : 1 и более выпадает хлопьевидный осадок. При отстаивании осадка верхний слой раствора постепенно становится прозрачным. В воде и петролейном эфире мономер нераствор-

рим. Кипит фурфурольно-ацетоновый мономер при температуре 223—226° С и нормальном давлении. Другие константы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателей	Единицы измерения	Величина показателей для мономера		
		из конденсата	из фурфуrolа	согласно ВТУ П-86-58
Удельный вес при $T=20^{\circ}\text{C}$	г/см^3	1,1445	1,1291	Не менее 1,084
Вязкость	с-пуаз	32,2051	24,6317	Факультативная
Скорость полимеризации	сек	38,0	32,0	Не более 150
Реакция на индикатор		Кислая	Кислая	Кислая, слабо кислая
Влажность	%	Следы	Следы	Не более 1-2

Таким образом, мономер из решоферных конденсатов удовлетворяет временным техническим условиям, предъявляемым к фурфурольно-ацетоновому мономеру, полученному на основе чистого фурфуrolа.

При комнатной температуре мономер — сравнительно подвижная жидкость, но с понижением температуры вязкость его сильно повышается, и при температуре — 8°C он становится массой, не способной течь. Изменение вязкости в зависимости от температуры изучали на мономере, хранившемся 8 месяцев. Полученные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Удельный вес, г/см^3	Вязкость, с-пуаз
+50	1,1497	14,0826
+20	1,1564	94,4307
+10	1,1655	202,2443
0	1,1730	689,6609

По своему химическому строению фурфурольно-ацетоновый мономер, состоящий из соединений ряда фурилвинилкетонных, относится к группе винилкетонных мономеров, которые обладают высокой полимеризационной активностью. Это обусловлено наличием этиленовой связи, сопряженной, с одной стороны, с карбонильной группой, а с другой, — с ненасыщенным фурановым кольцом. Положительно сказывается также сочетание фурфуrolа с ацетоном — простейшим представителем кетонных, так как с ростом молекулярного веса боковой цепи способность виниловых мономеров к полимеризации несколько снижается. Так,

Исходные вещества	Продолжительность хранения мономера	Удельный вес при 20°C , г/см^3	Вязкость, с-пуаз	Коэффициент рефракции	Температура вспышки, $^{\circ}\text{C}$	Температура воспламенения, $^{\circ}\text{C}$
Конденсат	Свежий	1,1427	29,1025	1,5901	94	120
	1 месяц	1,1435	33,777	1,6076	93	121
	2 "	1,1527	56,1550	1,6069	95	121
	3 "	1,1565	72,7691	1,6198	98	122
Фурфуrol	4 "	1,1577	73,9026	1,6243	98	124
	Свежий	1,1308	21,0337	1,6103	99,5	126
	1 месяц	1,1306	24,2594	1,6272	100	125
	2 "	1,1321	28,7390	1,6368	103	127
	3 "	1,3337	29,4649	1,6402	102	126
	4 "	1,1363	29,8134	1,6461	103	128

нестабилизированные мономерные соединения типа винилкетонов уже в процессе хранения при комнатной температуре становятся вязкими, а затем затвердевают в стойкую массу, не растворимую в мономере [1].

С целью выяснения изменений состояния фурфурольно-ацетонового мономера при хранении были проведены исследования свежего мономера, который затем выдерживали в течение четырех месяцев при комнатной температуре. Ежемесячно анализы повторяли. Полученные результаты приведены в табл. 4.

Из данных таблицы видно, что фурфурольно-ацетоновый мономер, хранившийся в течение четырех месяцев без стабилизации, не претерпевает больших изменений, связанных с процессами деструкции или глубокого его осмоления. Однако плотность и вязкость мономера непрерывно увеличиваются, причем увеличение этих показателей более характерно выражено для мономера, полученного из решоферных конденсатов. Очевидно, органические соединения, находящиеся в исходном сырье, оказывают свое действие на ход реакции конденсации и чистоту готового продукта. Процесс полимеризации протекает непрерывно, но с небольшой скоростью; молекулярный вес мономера растет, однако, не достигает больших величин, увеличиваясь за указанный период времени на 30—35%. Одновременно снижается бромное число, но элементарный состав продукта практически остается неизменным.

Возможно, что самопроизвольная полимеризация фурфурилиденацетона протекает по схеме ступенчатой полимеризации с образованием на каждой ступени относительно устойчивых соединений, вследствие чего и получаются продукты с невысокой степенью полимеризации:

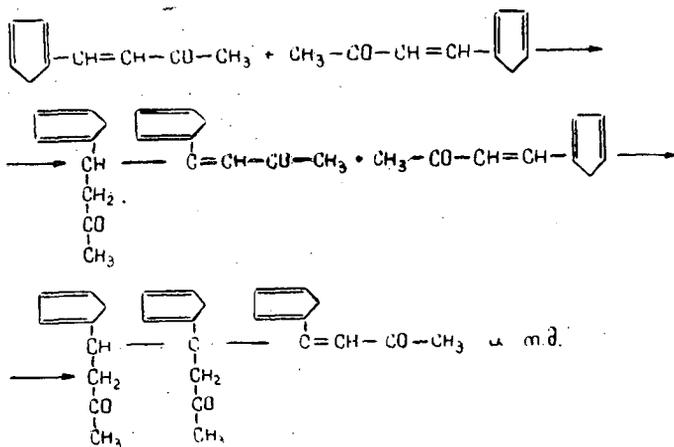


Таблица 4

Бромное число	Молекулярный вес, Г/моль	Элементарный состав, %			Содержание	
		С	Н	О	влаги	фурфураола
314	172	70,70	5,49	23,81	Следы	Следы
260	237	69,11	5,51	25,38	"	"
234	239	69,21	5,63	25,16	"	"
228	241	69,86	5,91	24,33	"	"
231	235	69,31	5,82	24,87	"	"
316	174	70,41	5,44	24,15	Нет	Нет
261	218	70,81	5,49	23,63	"	Следы
250	228	70,61	5,57	23,83	"	"
260	232	70,18	5,53	24,89	"	"
256	232	70,73	5,46	23,81	"	"

Как и следовало ожидать, процесс полимеризации протекает значительно быстрее при повышенной температуре. При нагревании мономера до температуры 220°С в течение двух часов с последующим медленным охлаждением до температуры 20°С вязкость его сильно возрастает, достигая 133 с-пуаз, молекулярный вес увеличивается до 377 Г/моль, а удельный вес — до 1,1679 Г/см³. При этом элементарный состав продукта остается постоянным.

Обладая способностью к самопроизвольной полимеризации, фурфурольно-ацетоновый мономер, однако, не поддается отверждению без катализатора. В качестве отвердителя мы использовали концентрированную серную кислоту, смешанную с ацетоном в отношении 1:1 по весу. С добавкой катализатора мономер при температуре 170°С быстро твердеет, образуя ровную черную глянцевую поверхность на металлической пластинке. При внесении H₂SO₄ в количестве 1,25; 2,25 и 5,0% от веса мономера скорость полимеризации составляет соответственно 100, 45 и 23 сек. Если вносить концентрированную серную кислоту без разбавления, то процесс полимеризации протекает очень бурно, с выделением большого количества паро-газов и тепла и с образованием твердого, прочного, неплавкого продукта, не растворимого в обычных растворителях.

Для определения фракционного состава мономера последний разгоняли под вакуумом с отбором трех фракций. Для анализа брали пробы как свежего, так и старого мономера, хранившегося в течение восьми месяцев. Разгонка при остаточном давлении 50 мм рт. ст показала, что мономер неоднороден и состоит из нескольких компонентов (табл. 5).

Таблица 5

№ фракции	Пределы кипения, °С	Выход продуктов в % от веса мономера, полученного из				
		конденсата		фурфуrolа		отмытый от кислот
		свежий	восьми-месячный	свежий	восьми-месячный	
1	До 135	9,27	18,85	2,58	11,88	3,08
2	135—145	43,30	25,08	48,50	31,10	55,20
3	Свыше 146	3,51	2,79	5,23	7,62	6,66
Остаток	—	40,61	48,90	37,62	45,75	33,58
Потери	—	3,31	4,38	6,07	3,35	1,82

Первая фракция, отбираемая до температуры 135°С, состоит из капелек воды, незначительного количества свободного фурфуrolа и фурфурилиденацетона, который при повторной разгонке получается в кристаллическом виде.

Вторую фракцию отбирали в пределах 135—145°С. В приемнике образуется кристаллический искрящийся продукт (фурфурилиденацетон, рис. 1) ярко-желтого цвета, сравнительно быстро бурующийся даже в темноте. Для того чтобы он не кристаллизовался в холодильнике, туда подавали теплую воду. Малейшее загрязнение фракции более летучими веществами или продуктами разложения полимеров сильно препятствует кристаллизации фурфурилиденацетона. Охлаждение или внесение в среду ранее выделенных кристаллов фурфурилиденацетона резко увеличивает скорость его кристаллизации. Изменение цвета фурфурилиденацетона (от желтого до красновато-бурого) также завит от степени его очистки: чистый продукт темнеет значительно медленнее.

Третья фракция представляет сравнительно вязкую, не имеющую запаха жидкость оранжевого цвета, которая кристаллизуется в виде

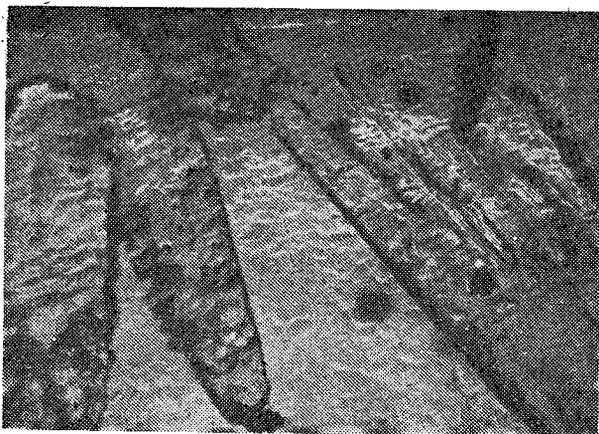


Рис. 1. Кристаллы фурфурилиденацетона.

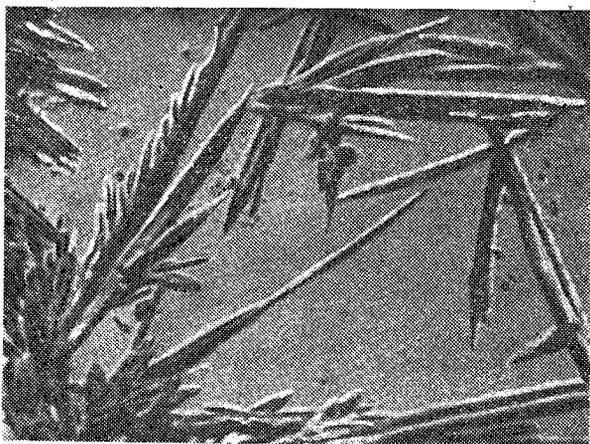


Рис. 2. Кристаллы дифурфурилиденацетона.

игл или веточек (рис. 2). Выпадение этих кристаллов следует отнести за счет дифурфурилиденацетона. Однако, выделить его с температурой кипения $254\text{--}260^\circ\text{C}$ при $P = 45\text{--}47$ мм рт. ст. не удалось вследствие спекания смолы. Видимо, при перегонке происходит процесс полимеризации как полимерных, так и мономерных компонентов, входящих в фурфурольно-ацетоновый мономер; этот процесс ускоряется в результате присутствия серной кислоты. При температуре $162\text{--}166^\circ\text{C}$ остаток начинает разлагаться с выделением газа и воды, после чего быстро спекается. В перегонной колбе остается неплавкая смола и пек.

При перегонке же мономера, предварительно отмытого от кислоты водой, спекания остатка не наблюдается. Это явление не имеет места даже при $T = 193^\circ\text{C}$ и при $P = 10$ мм рт. ст., хотя вязкость смолы заметно увеличивается. При охлаждении смола становится твердой. В этом случае получается плавкая смола, растворимая в ацетоне, а при нагревании — и в мономере. Температура размягчения ее $130\text{--}135^\circ\text{C}$.

Разгонка по фракциям показывает, что фурфурольно-ацетоновый мономер, полученный из слабых водных растворов фурфурола на базе конденсатов паров самоиспарения гидролизата, неоднороден и представляет сложную смесь продуктов конденсации фурфурола с ацетоном, в

состав которой входит до 43—48,5% фурфурилиденацетона. Остальная часть состоит из побочных продуктов реакции, в частности, дифурфурилиденацетона и значительного количества полимерных соединений с невысокой степенью полимеризации. Некоторые физико-химические константы выделенных при разгонке продуктов второй и третьей фракций даны в табл. 6.

Таблица 6

№ фракции	Элементарный состав, %			Молекулярный вес, $\Gamma/\text{моль}$	Температура плавления, °С	Бромное число	Скорость полимеризации, сек	Удельный вес, $\Gamma/\text{см}^3$	Коэффициент рефракции
	С	Н	О						
2	70,80	6,25	23,95	138	37,1	347	47	1,0942	1,5887
3	74,32	5,33	21,35	218	54,3	396	28	1,1210	1,6015

Молекулярный вес и элементарный состав второй фракции мономера соответствуют вычислительным величинам для фурфурилиденацетона, а температуры плавления и кипения, запах и цвет соответствуют данным, описанным в литературе. Константы третьей фракции совпадают или близки к показателям, относящимся к характеристике дифурфурилиденацетона.

Выводы

1. Установлено, что фурфурольно-ацетоновый мономер, полученный из фурфуролсодержащих конденсатов паров самоиспарения гидролизата, соответствует техническим требованиям, предъявляемым мономеру марки «ФА».

2. Показано, что фурфурольно-ацетоновый мономер состоит из смеси фурфурилкетонных соединений, в которой фурфурилиденацетона содержится до 43,3%.

3. При хранении мономер способен самопроизвольно полимеризоваться с образованием полимерных продуктов, имеющих сравнительно невысокий молекулярный вес.

4. В присутствии концентрированной серной кислоты в количестве 1,5—2,5% от веса исходного продукта при температуре 165—170°С мономер полимеризуется, превращаясь в твердые неплавкие смолы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Вацулик. Химия мономеров, т. 1, 381, 1960. [2]. Синтезы органических препаратов. Сб. № 1, изд-во иностранной литературы, 451, 1949. [3]. П. П. Сурмин. ЖОХ, т. 5, вып. 12, 1935. [4]. Теплоустойкие пластические материалы на основе фурановых соединений. Информационный бюллетень НИИПМ, 1959, стр. 3. [5]. В. В. Челинцев и Е. К. Никитин. ЖОХ, т. 5, вып. 2, 256, 1935.

Поступила в редакцию
2 апреля 1963 г.

ОБРАЗОВАНИЕ МУРАВЬИНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФУРФУРОЛА

И. Ф. ТУМАНОВ

Кандидат технических наук

И. И. СКИРСТЫМОНСКАЯ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

В процессе получения фурфурола из пентозансодержащего сырья образуются летучие кислоты (до 40% от выхода фурфурола). Их извлечение представляет большой практический интерес для промышленного использования при комплексной переработке сырья.

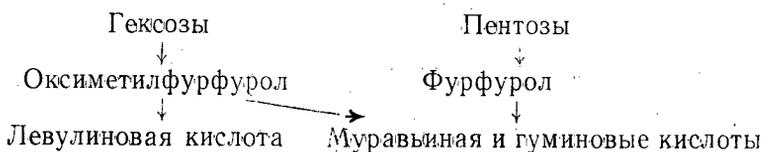
Извлечение органических кислот из их растворов необходимо еще и потому, что сброс их в канализацию недопустим, так как они очень вредны для рыбного хозяйства.

Отсюда вытекает необходимость изучения образования органических кислот при производстве фурфурола в зависимости от вида сырья и основных параметров: температуры, катализатора и времени гидролиза.

В нашем предыдущем сообщении [2] рассмотрен вопрос об образовании уксусной кислоты при фурфурольных варках.

В данной статье разбирается недостаточно освещенный в литературе вопрос об образовании и количественных выходах муравьиной кислоты. Известно, что эта кислота, как и уксусная, — обязательный продукт гидролиза растительной ткани разбавленными кислотами.

По современным представлениям муравьиная кислота не содержится в связанном виде в растительных материалах, а образуется только в результате глубокого распада сахаров. К такому заключению приводят работы Крессмана [1], изучившего образование летучих кислот при разрушении гексоз в кислой среде, а также Шаркова и Тягуновой [3], подробно изучивших продукты разложения моносахаридов в кислой среде. По представлению этих исследователей данное разложение идет по следующим схемам:



Выделяющиеся при этом распаде органические кислоты оказывают каталитическое влияние на скорость образования фурфурола и в некоторых технологических схемах являются самостоятельными катализаторами (так называемые «бескислотные варки»).

Мы исследовали образование муравьиной кислоты при получении фурфурола методом гидролиза различных образцов лиственной древесины и однолетних растений, наиболее распространенных в СССР и приемлемых для гидролизно-фурфурольной и дрожжевой промышленности.

Опытные варки проводили по режимам, близким к производственным при получении фурфурола «прямым» методом в течение 40 мин при 160°С 1,4%-ной серной кислотой. Однако из-за невозможности организовать непрерывную подачу и отбор пара и для предохранения муравьиной кислоты от разложения модуль варки брали равным 50.

Муравьиную кислоту определяли по классическому методу Скаля. Ее выход при этом составил из древесины березы — 1,41, бука — 1,66, дуба — 0,90; из полученной из него одубины — 0,73, из одубины Горяче-Ключевского завода дубильных экстрактов — 0,98, из кукурузной кочерыжки — 0,65, из подсолнечной лузги — 0,47, из камыша — 0,55, из стеблей хлопчатника — 0,52, из шелухи хлопковой — 0,94, рисовой — 1,16 и овсяной — 0,96%.

Из этих данных видно, что при гидролизе древесины березы и бука муравьиной кислоты образуется значительно больше, чем при гидролизе однолетних растений. Казалось бы, что количество этой кислоты в одинаковых условиях варок должно находиться в линейной зависимости от содержания пентозанов в исследуемых образцах. Однако, в действительности этого не наблюдается. Так, кукурузная кочерыжка, которая, как известно, наиболее богата пентозанами (до 40% и более), образует этой кислоты в 2—2,5 раза меньше, чем бук или береза, содержащие всего около 25% пентозанов. Причиной этого, по-видимому, являются различные константы скорости распада пентоз изучаемых растений.

Кинетику образования муравьиной кислоты мы изучали при бескислотных варках одубины (влажностью 51,5 и 61,5%) в течение различного времени от 15 до 120 мин.

Результаты приведены на рис. 1. Как видно из приведенных данных, образование муравьиной кислоты зависит прямолинейно от времени гидролиза. Влияние влажности одубины сказывается довольно

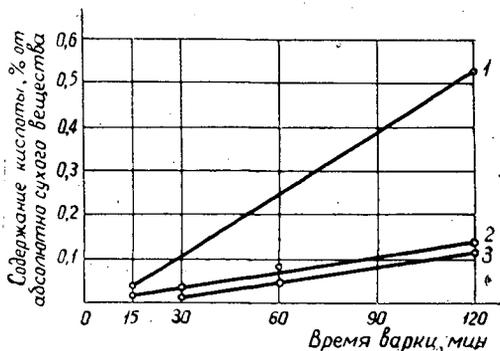


Рис. 1. Образование муравьиной кислоты при бескислотных варках одубины.

1 — варка при 180°С, влажность одубины при 61,5%;
2 — то же при 160°С и влажности 61,5%; 3 — то же при влажности 51,5%.

значительно. Так, при варке в течение двух часов повышение влажности на 10% дало увеличение выхода муравьиной кислоты на 29%. Причина этого явления нами не установлена. Влияние температуры сказывается более значительно. Так, повышение ее на 20° (со 160 до 180°С), увеличило выход муравьиной кислоты в 3,4 раза. Температурный коэффициент в этом случае равен $3,4^{0,5} = 1,85$.

Прямолинейная зависимость выхода муравьиной кислоты от времени подтверждает мнение о том, что она не содержится в связанном виде в растительном сырье (иначе она появлялась бы в большем количестве в начале варки с разбавленной минеральной кислотой), а образуется целиком в результате глубокого распада сахаров.

Последний вывод подтверждается и следующим опытом. Березовые опилки гидролизовали по упомянутой выше методике в течение различного времени, при этом образовывались летучие кислоты (табл. 1).

Таблица 1

Время варки, час	Выход (в %) кислоты	
	уксусной	муравьиной
1	5,70	0,18
2	5,94	0,15
3	5,94	0,30

Как видно из таблицы, 96% всей уксусной кислоты выделилось в течение первого часа, в то время как количество муравьиной кислоты в течение каждого часа удваивалось.

Выводы

Исследовано образование муравьиной кислоты при фурфурольных варках образцов древесины различных пород и однолетних растений. Установлено, что выход этой кислоты находится в прямой зависимости от времени и температуры варки и не зависит от относительного содержания пентозанов в изученных образцах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Н. Любавин. Техническая химия. Гл. III, т. VII, вып. 1, 1922.
- [2]. И. Ф. Туманов, М. Е. Ратнер. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1961.
- [3]. В. И. Шарков, З. А. Тягунова. Сборник трудов ВНИИГС, 1935.

Поступила в редакцию
15 апреля 1963 г.

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГИДРОКСИЛЬНЫХ ГРУПП ЛИГНИНА МЕТОДОМ ВЕРЛЕЯ

Б. Д. БОГОМОЛОВ

Доцент, кандидат технических наук,
руководитель Проблемной лаборатории

Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Старший инженер

М. Ф. БЕРЕНЗОН

Старший инженер

(Проблемная научно-исследовательская лаборатория
Архангельского лесотехнического института)

В исследовании лигнина существенное значение имеет количественное определение гидроксильных групп, характеризующих его реакционную способность и особенности структуры. Из известных в настоящее время методов определения гидроксильных групп наибольшее распространение получил метод ацетилирования смесью уксусного ангидрида с пиридином по Верлею и Бёльзину [20]. Однако до сих пор нет общепринятой модификации метода Верлея, что приводит к затруднениям в сопоставлении результатов исследований, проведенных различными авторами.

Первые исследователи [17], [11], [16], [15], [8], применившие к лигнину метод Верлея, видоизменили его так, что содержание гидроксильных групп стало определяться не по результатам титрования уксусной кислоты после гидролиза избытка уксусного ангидрида, а по количеству введенных в лигнин ацетиллов. Это значительно усложнило методику. К тому же в большинстве случаев в результатах определений у разных исследователей не было согласованности.

Саркар [19], по-видимому, первым определивший оптимальные условия ацетилирования лигнина, считал необходимым двукратное ацетилирование при температуре кипящей водяной бани в течение 2—3 час. После каждой обработки ацетилирующей смесью, состоящей из 12 частей уксусного ангидрида и 88 частей пиридина, лигнин промывали водой и пиридином и высушивали. Ацетильные группы определяли отщеплением с 28%-ной серной кислотой.

Позднее Браунс, определявший гидроксильные группы в различных производных лигнина [6], проводил ацетилирование 1 г образца смесью состоящей из 15 мл сухого пиридина и 12 мл уксусного ангидрида, в течение двух дней при комнатной температуре. Затем смесь выливали на разбитый лед, лигнин отфильтровывали, промывали водой и высушивали в эксикаторе над серной кислотой и едким натром. Сухой лигнин растворяли в диоксане, раствор центрифугировали, фильтровали и высаживали, выливая по каплям в сухой эфир. После этого

порошок окончательно промывали серным, затем петролейным эфиром и высушивали. В нем определяли содержание ацетилов.

Описанные методики довольно трудоемки, требуют больших затрат времени и значительного количества исследуемого материала.

Хиллис [7], [12], [13] определял содержание гидроксидов в лигнине эвкалипта обработкой 0,1 г образца трех-четырекратным количеством ацетилирующей смеси в течение 3—7 дней при 20° С в запаянных ампулах. Затем к реакционной смеси добавляли 25 мл дистиллированной воды, а по истечении 15—30 мин — 25 мл бутилового спирта и еще 50 мл воды. Смесь титровали электрометрически 0,5н едким натром. Следует отметить, что дозировку ацетилирующей смеси производили весовым способом. Это несколько усложняет методику. Кроме того, при расчетах необходимо вводить поправку на собственную кислотность образца. Не исключено, что при титровании имеет место частичное омыление ацетата.

Мы сделали попытку разработать упрощенную методику, которая, сохраняя в своей основе первоначальный метод Верлея, позволяла бы оперировать небольшими количествами лигнина и обеспечивала бы достаточную точность и сходимости. Принципиальной основой для применения к лигнину метода Верлея послужил известный факт, что ацетилированные лигнины легко выпадают в осадок при достаточном разбавлении реакционной массы водой, и таким образом, отделив осадок, можно титровать свободную уксусную кислоту, не опасаясь омыления ацетата. Так как раствор после отделения ацетилированного лигнина сравнительно прозрачен, то можно применить индикаторное титрование.

Методика исследования

Навеску лигнина в 50—70 мг, соответствующую примерно 0,4 мг-экв гидроксидов, вносят в мерную колбу емкостью 50 мл с хорошо пришлифованной стеклянной пробкой. Сюда же приливают 4 мл ацетилирующей смеси, состоящей из 1 объема уксусного ангидрида и 25 объемов пиридина. Тщательно закрыв колбу пробкой, осторожно перемешивают содержимое. Затем колбу ставят на водяную баню на 3 час (или же оставляют стоять при комнатной температуре в течение трех суток в затемненном месте). По истечении этого времени в колбу приливают несколько капель дистиллированной воды (для разложения избытка уксусного ангидрида) при комнатной температуре и перемешивают. Затем доводят водой до метки, перемешивают и, по возможности, сразу же центрифугируют, отбирают 25 мл фугата и титруют из микробюретки 0,4н едким натром* с индикаторным фенолфталеином. Параллельно проводят холостой опыт (без навески лигнина). Содержание гидроксидов вычисляют по разности между результатами холостого и рабочего опытов. Допустимое расхождение в параллельных определениях $\pm 0,15$ мг-экв/г или $\pm 1,5\%$.

Влияние различных факторов на точность определения гидроксильных групп

1. Точность дозировки ацетилирующей смеси. В случае использования смеси предложенного состава ошибка в одну

* Согласно данной методике 0,01 мл 0,4н едкого натра эквивалентна 0,13 мг-экв гидроксидов/г лигнина.

каплю такой смеси (0,02—0,05 мл) приводит к искажению результата на 0,26—0,65 мГ-экв/Г.

В случае использования смеси, состоящей из 12 частей уксусного ангидрида и 88 частей пиридина [19], ошибка соответственно составляет 1,4—3,5 мГ-экв/Г.

2. Присутствие влаги недопустимо, так как она может значительно исказить результат определения.

3. Молярный избыток уксусного ангидрида по отношению к гидроксилам должен быть не менее 100% [14]. В предлагаемой методике он составляет 200%; дальнейшее увеличение молярного избытка неблагоприятно сказывается на точности дозировки ацетилирующей смеси.

4. Продолжительность реакции оказывает большое влияние на полноту ацетилирования. В табл. 1 приведены данные по содержанию гидроксильных групп при ацетилировании образца тиолигнина при комнатной температуре, в табл. 2—при 100° С.

Таблица 1

Продолжительность опыта, час	Содержание гидроксильных групп (мГ-экв гидроксидов/Г)* при ацетилировании смесью	
	0,2н	0,4н
24	5,50	6,0
48	5,70	6,06
72	5,64	6,06
96	—	6,47
120	—	6,48

Таблица 2

Продолжительность опыта, час	Содержание гидроксильных групп (мГ-экв гидроксидов/Г)* при ацетилировании смесью	
	0,2н	0,4н
1	5,68	5,97
2	5,78	6,00
3	5,80	6,25
4	5,87	6,20
5	5,93	6,16

* Приведены средние значения из результатов трех определений.

5. Растворимость образца. При анализе образца лигнина, не растворимого в ацетилирующей смеси (так же, как и растворимого), трудно судить о точности определения. Однако сходимость в параллельных определениях удовлетворительная. Так, для препарата гидролизного лигнина среднее расхождение составило $\pm 2\%$ при содержании гидроксидов 4,97 мГ-экв/Г (образец предварительно подвергали измельчению и просеивали через сито № 100).

6. Мешающие и труднореагирующие [21] группы. Присутствие карбонильных групп мешает определению гидроксидов. Содержание этих групп в лигнинах колеблется в различных пределах в зависимости от происхождения и способа выделения. Так, в образцах щелочных лигнинов оно составляет от 0,6 до 4,3 мГ-экв/Г [1], [2].

Однако значительная [4] или подавляющая [10] часть карбонидов в лигнинах приходится на долю групп с пониженной реакционной способностью [9].

Метод Верлея не охватывает всех алифатических, фенольных и, очевидно, бензилспиртовых гидроксидов. В частности, третичные гидроксиды не определяются этим методом. Установлено также, что ацетируются не полностью бензиловый спирт, 2, 4, 6 — трехзамещенные фенолы [21], поэтому есть основания полагать, что аналогичные элементы лигнина (бензилспиртовые, сингилпропановые и «конденсированные» [5] данным методом определить нельзя. Некоторые сильноокислые фенольные группы лигнина, такие как 2-метокси-4-пропионилфенольные и, очевидно, изоэвгенольные, могут давать при определении заниженные результаты вследствие малой устойчивости их ацетилпроизводных в водно-пиридиновой среде [1], [2]. Енольные гидроксиды, если их считать [3] сильноокислыми группами, также дают заниженные результаты.

7. Стерически затрудненные гидроксиды. Лигнин содержит, по-видимому, значительное количество стерически затрудненных гидроксидов. Это удалось обнаружить, сравнивая ацетилирование по Верлею и с помощью 3,5-динитробензоилхлорида, который предложен в последнее время как исключительно активный ацетилирующий агент. В частности, найдено [18], что ацетилирование большинства спиртов и многих фенолов 3,5-динитробензоилхлоридом проходит при комнатной температуре за 5—15 мин; для лигнина 3,5-динитробензоилхлорид является неподходящим реагентом, так как за 48 час ацетилирования при комнатной температуре в лигнин вводилось только 4,7 мг-экв/г бензоил, тогда как с уксусным ангидридом — 6,06 мг-экв/г ацетил в при одинаковых молярных концентрациях ацетилирующих смесей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. ГЛБИ, 1963, стр. 60. [2]. Е. Д. Гельфанд. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1963. [3]. В. М. Никитин. Лигнин. ГЛБИ, 1962, стр. 89. [4]. E. Adler, Papper ja Puh, 1961, Nr 11, 643. [5]. E. Adler, a. K. Lundquist, Acta Chem. Scand., 15, 1961, 223—224. [6]. F. Brauns. I. Am. Chem. Soc., 61, 1939, 2120. [7]. F. E. Brauns and D. A. Brauns. The chemistry of lignin. Suppl. vol. 1960 year, Acad. press, New York and London. (sect.: «Functional groupings»). [8]. W. Fuchs a. O. Horn, Ber., 62, 1929, 2647. [9]. I. Gierer u. S. Söderberg. Acta Chem. Scand., 13, 1959, 127—137. [10]. H. Hergert. I. Org. Chem., 1960, 405—413. [11]. E. Heuser. Cell., 1921, Nr. 2, 80. [12]. W. Hillis. I. Soc. Leather Trades Chemists, 38, 1954, 177. [13]. W. Hillis. I. Soc. Leather Trades Chemists, 38, 1954, 209. [14]. I. Petersen, K. Heldberg, B. Christensen, Ind. Eng. Chem., anal. ed., 15, 1943, 225. [15]. M. Fillips. I. Am. Chem. Soc., 49, 1927, 2037. [16]. W. Powell a. H. Whittaker. I. Chem. Soc., 1924, 125, 357. [17]. H. Pringsheim a. H. Magnus. Z. Physiol. Chem., 1919, 105, 179. [18]. W. Robinson, R. Cundiff, P. Markunas. Anal. Chem., 33, 1961, 1038. [19]. P. Sarkar, I. Indian Chem. Soc., 1935, 12, 542. [20]. A. Verley a. F. Bölsing. Ber., 34, 1901, 3354. [21]. F. Wild. Estimation of organic compounds. Cambridge, Univ. press. 1953, y. p. 43, 85.

Поступила в редакцию
5 июля 1963 г.

МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ ЦЕЛЛОЛИГНИНА

Г. И. ГОРОХОВ

Главный инженер

(Межотраслевая научно-исследовательская лаборатория
Кацского гидролизного завода)

Методы механохимии начинают все более широко использовать в ряде отраслей народного хозяйства и, в первую очередь, в химии полимерных материалов, где эти методы применяют не только для процессов частичной или полной деструкции, но и для синтеза полимеров [2].

Первые исследования по механохимической деструкции целлюлозы проведены сравнительно давно; полученные при этом результаты достаточно подробно разобраны в ряде монографий [5], [6], [8]. Возросший за последнее время интерес к механохимической деструкции полисахаридов, вызванный практическими возможностями осуществления этого процесса в промышленных масштабах, привел к опубликованию ряда работ, в которых разрабатываются и выдвигаются принципиально новые теоретические воззрения и способы осуществления механохимической деструкции полисахаридов растительной ткани в присутствии весьма малого количества хлористого водорода [13] и серной кислоты, сконцентрированной в клеточных стенках растительного материала [10], [11].

Согласно существующим воззрениям, размол целлюлозы приводит к аморфизации ее структуры, сопровождающейся разрывом межмолекулярных и внутримолекулярных связей, а обработка размолотой целлюлозы водой приводит к обратному явлению — рекристаллизации и упорядочению структуры [3], [8], [9], [14], причем, чем выше температура воды, тем больше степень рекристаллизации. Отсюда следует, что при гидролизе размолотой целлюлозы разбавленными кислотами под действием воды, являющейся высокополярной жидкостью, происходит упорядочение (уплотнение) структуры целлюлозы и восстановление значительной части связей, разорванных при размоле.

При этанолизе размолотой целлюлозы рекристаллизация ее будет происходить в меньшей степени, чем при гидролизе разбавленной кислотой [14], поскольку этанол менее полярное вещество, чем вода. Следовательно, метод этанолиза позволяет более объективно оценивать степень деструкции полисахаридов при механическом воздействии на них в различных измельчающих аппаратах, поэтому целесообразно применять его также для изучения механохимии целлолигнина.

Далее, учитывая огромное влияние воды на рекристаллизацию целлюлозы, следует особо рассмотреть вопрос о допустимом содержании влаги в растительной ткани, подвергаемой размолу. Имеющиеся

данные [9] по вопросам сорбции воды целлюлозой позволяют считать, что каждая свободная гидроксильная группа в элементарном звене целлюлозы может связывать одну молекулу воды; дальнейшее же влагопоглощение идет за счет заполнения капиллярных пустот.

Исходя из этих соображений, нами были проведены исследования по механохимической деструкции полисахаридов растительной ткани в случае отсутствия кислоты; степень деструкции определяли этанолизом размолотых образцов и параллельно гидролизом в стандартных условиях.

Методика исследования

В качестве исходного материала были взяты опилки сосны, предварительно подвергнутые расसेву. Для приготовления целлолигнина брали фракцию с сита № 2 (диаметр отверстий 2 мм). Опилки подвергали предгидролизу 4%-ной серной кислотой при 100°С в течение трех часов в колбе с обратным холодильником (модуль 1 : 7). Предгидролизат отфильтровывали, а полученный целлолигнин тщательно промывали дистиллированной водой комнатной температуры. После этого целлолигнин сушили на воздухе до влажности 10%, а затем в термостате при 105°С.

Анализ, выполненный по стандартной методике, показал, что целлолигнин содержал 61,37% полисахаридов в пересчете на сахара, определенные как глюкоза.

Размол целлолигнина производили на лабораторной вибромельнице НИИГС с амплитудой колебаний 60 мм и числом колебаний 940 в минуту. Высота размольной камеры 41 мм. Мелющие тела — стальные шарики диаметром 5 мм; отношение веса шариков к весу размалываемого целлолигнина 13 : 1. Размол проб в каждом опыте производили в течение 10, 20, 30, 40, 50 и 60 мин. Размолотый целлолигнин подвергали анализу на содержание легкогидролизуемой фракции этанолизом в присутствии 10%-ной серной кислоты при 100°С в течение трех часов и параллельно гидролизом также 10%-ной серной кислотой в тех же условиях.

Этанолиз проводили в запаянных ампулах, помещенных в кипящую водяную баню; после завершения процесса остаток отфильтровывали через фильтр Шотта № 3 и промывали водой; фильтрат и промывные воды упаривали на водяной бане для отгонки спирта, затем доводили до определенного объема и кипятили с обратным холодильником при 100°С в течение трех часов. После этого в растворе определяли сахара и по ним вычисляли содержание легкогидролизуемой фракции в размолотом целлолигнине (в пересчете на глюкозу). Для определения сахаров применяли стандартный эбулиостатический метод [1], поскольку он более точен и прост, нежели классический метод Бертраана [7].

Результаты исследований и их обсуждение*

Полученные нами результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 1.

Исследования по содержанию трудногидролизуемой фракции показали, что сумма фракций легко- и трудногидролизуемых полисахаридов в диапазоне размола 0—60 мин отвечала первоначальному содержанию полисахаридов в исходном целлолигнине.

* Экспериментальные работы проведены при участии Л. М. Федосеевой и В. Г. Романовой.

Таблица 1

Время размола, мин	Выход легкогидролизуемой фракции при механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина древесины сосны в % от полисахаридов при влажности					
	1,39%		3,51%		7,54%	
	гидролиз	этаноллиз	гидролиз	этаноллиз	гидролиз	этаноллиз
0						
10	26,8	53,8	29,9	44,8	29,9	44,3
20	38,2	64,1	41,4	66,8	42,7	63,2
30	41,5	72,2	45,0	73,3	44,9	70,2
40	43,2	74,3	53,3	74,7	43,3	73,1
50	49,8	71,2	52,9	77,4	44,1	64,9
60	52,9	76,2	52,6	77,3	42,8	69,5

На рис. 1 приведены показатели механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина, содержащего различное количество влаги. Как видно из табл. 1 и рис. 1, эти показатели по данным этанолиза и гидролиза различны: первый дает выход легкогидролизуемой фракции до 76—77% от полисахаридов, второй — 53%. На рисунке различие

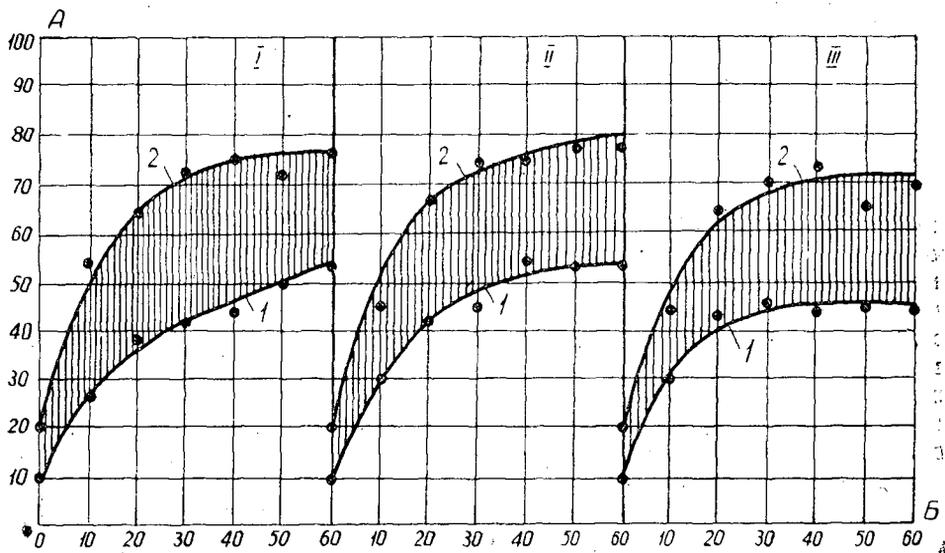


Рис. 1. Показатели процесса механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина.

А — выход легкогидролизуемой фракции, % от полисахаридов; Б — время размола, мин.
I — при влажности целлолигнина 1,39%; II — 3,51%; III — 7,54%; кривая 1 и 2 — легкогидролизуемые фракции, определенные: 1 — гидролизом 10%-ной серной кислотой; 2 — этанолизом 10%-ной серной кислотой.

представлено в виде заштрихованных областей. По нашему мнению, эти области представляют собой ту часть полисахаридов, которая при размоле целлолигнина на вибромельнице была переведена в легкогидролизуемое состояние, но при гидролизе под влиянием воды рекристаллизовалась и перешла снова в трудногидролизуемое состояние.

Если для гидролиза применить более разбавленную кислоту, то показатели по выходу легкогидролизуемой фракции будут еще ниже. Так, на рис. 2 приведены сравнительные данные определения выходов легкогидролизуемой фракции в результате гидролиза размолотых образцов целлолигнина 4- и 10%-ной серной кислотой при 100°С в тече-

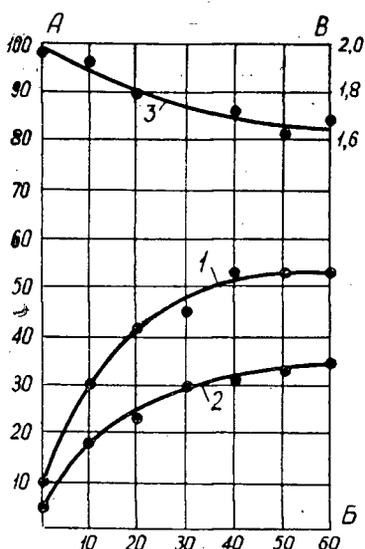


Рис. 2. Показатели механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина с влажностью 3,51% при оценке степени деструкции размолотого продукта гидролизом серной кислоты разной концентрации.

А — выход легкогидролизуемой фракции, % от полисахаридов; Б — время размола, мин; В — отношение выхода легкогидролизуемой фракции при гидролизе 10%-ной серной кислотой к выходу при гидролизе 4%-ной серной кислотой; 1 — гидролиз размолотого продукта 10%-ной серной кислотой; 2 — то же 4%-ной серной кислотой; 3 — отношение выхода легкогидролизуемой фракции по данным кривой 1 к выходу по данным кривой 2.

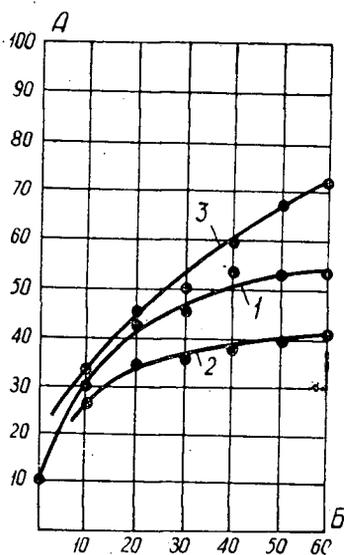


Рис. 3. Показатели хода механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина в присутствии серной кислоты и без нее.

А — выход легкогидролизуемой фракции, % от полисахаридов; Б — время размола, мин. 1 — размол без кислоты; влажность целлолигнина — 3,51%; 2 — в присутствии 40,2%-ной серной кислоты, модуль по моногидрату — 0,1; 3 — в присутствии 49,8%-ной серной кислоты, модуль по моногидрату — 0,1.

ние трех часов. Как видно, уменьшение концентрации серной кислоты с 10 до 4% снижает выход легкогидролизуемой фракции в 1,66 ÷ 1,97 раза. Это явление может быть объяснено различной степенью уплотнения (рекристаллизации) размолотого материала в водных растворах кислоты разной концентрации.

Исследования по гидролизу целлолигнина кукурузной кочерыжки (с различной степенью измельчения) концентрированной серной кислотой показали, что по мере измельчения увеличивается скорость и глубина гидролиза и одновременно уменьшается удельный расход кислоты [16]. Измельчение улучшает доступ концентрированной серной кислоты к отдельным частям целлолигнина, но несомненно, что ускорение гидролиза полисахаридов тесно связано с их частичной деструкцией в результате механохимического воздействия на целлолигнин. Об этом свидетельствуют как данные настоящей статьи, так и данные других работ [13], [12], которые показывают, что механохимическая деструкция полисахаридов идет сравнительно быстро даже в отсутствие кислоты и переводит при этом значительное количество полисахаридов в легкогидролизуемое состояние.

Эти же данные позволяют сделать оценку влияния влаги, содержащейся в исходном растительном материале, на процесс механохимической деструкции полисахаридов. Полученные результаты говорят, что процесс механохимической деструкции при влажности целлолигнина

1,39 и 3,51% идет практически одинаково и достаточно хорошо совпадает с показателями механохимической деструкции абс. сухого целлолигнина [13]. При влажности 7,54% отмечено некоторое уменьшение как скорости, так и предела деструкции.

Представляют интерес опубликованные в одной из работ [11] экспериментальные данные, которые характеризуют протекание механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина в зависимости от концентрации серной кислоты, содержащейся в целлолигнине. Поскольку размол соснового целлолигнина, как указано в этой работе, производили в условиях, идентичных с нашими, то возможно сопоставление данных (рис. 3). Анализируя их, можно видеть, что механохимическая деструкция полисахаридов, осуществляемая в присутствии 0,1 модуля серной кислоты (считая по моногидрату) концентрацией 40,2%, идет с меньшей скоростью (кривая 2), чем даже при полном отсутствии кислоты (кривая 1). Повышение концентрации серной кислоты до 49,8% (кривая 3) не дает существенного отличия за первые 30 мин размола и только при увеличении времени механического воздействия в два раза выход легкогидролизуемой фракции возрастает.

Авторы констатируют, что поскольку при указанной выше концентрации кислоты и температуре размола $55 \pm 60^\circ \text{C}$ материал переходил в пластичное состояние, физическое состояние материала оказывало значительное влияние на процесс механохимической деструкции.

Операция предварительного измельчения целлолигнина кукурузной кочерыжки [4] была внесена в технологический процесс комбинированного метода гидролиза концентрированной серной кислотой [15], причем в отличие от предыдущих исследований обеспечивалось более тонкое измельчение материала, позволившее довести удельный расход концентрированной серной кислоты до 0,2 модуля (по моногидрату). Измельченный целлолигнин влажностью $4 \pm 6\%$ обрабатывали 85%-ной серной кислотой, взятой в указанном выше количестве. Нам представляется, что это вполне правильное мероприятие не доведено до конца. Не исключена возможность, что благодаря предварительной механохимической деструкции можно подобрать условия, при которых гидролиз пойдет без применения одновременного механического воздействия на уже размолотый растительный материал. Таким приемом может явиться увеличение концентрации серной кислоты более, чем на 10%, о чем свидетельствуют показатели, приведенные на рис. 2.

Выводы

1. Исследован процесс механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина с влажностью $1,39 \pm 7,54\%$. Показано, что содержание влаги в целлолигнине до 3,51% не оказывает влияния на ход и глубину деструкции. При влажности 7,54% отмечено некоторое уменьшение скорости и глубины механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина.

2. Выявлено, что оценка степени механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина в значительной степени зависит от метода определения легкогидролизуемой фракции механически деструктированных полисахаридов. Так, выход легкогидролизуемой фракции, определенный путем гидролиза размолотого целлолигнина 4%-ной серной кислотой, не превышает 32% от всех полисахаридов; при гидролизе 10%-ной серной кислотой превышает 50% от полисахаридов, увеличиваясь в $1,66 \pm 1,97$ раза, а при этанолизе 10%-ной серной кислотой выход легкогидролизуемой фракции достигает $70 \pm 76\%$ от полисахаридов.

3. Опытами подтверждено положение, что показатели, полученные при этанолизе 10%-ной кислотой механически деструктированного целлолигнина, более точно отражают степень механохимической деструкции.

Показатели, полученные путем гидролиза разбавленной кислотой, занижены, так как они искажены явлением рекристаллизации (уплотнения) механически деструктированных полисахаридов целлолигнина под влиянием воды.

4. Для предотвращения рекристаллизации (уплотнения) механически деструктированных полисахаридов и гидролиза образовавшейся при размоле легкогидролизуемой фракции предложено применять кислоту средней концентрации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Аблов, Д. Г. Батыр. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 2, 1960. [2]. Н. К. Барамбойм. Механохимия полимеров. Ростехиздат, М., 1961. [3]. И. И. Корольков, В. И. Шарков, А. В. Крупнова, ЖПХ, XXXI, 1560, 1958. [4]. С. М. Липатов, В. Б. Фремель, М. С. Шультман. Авт. свид. № 36626, 30.XI. 1950. [5]. Луис Э. Уайз, Эдвин С. Джан. Химия древесины, т. II. Пер. с англ. под ред. Б. Д. Богомолова, Гослесбумиздат, М.—Л., 223, 1960. [6]. Норман Грасси. Химия процессов деструкции полимеров. Пер. с англ. Праведникова. Изд-во иностранной литературы, М., 1959. [7]. В. К. Низовкин, И. З. Емельянова. ЖПХ, XXXII, 2516, 1959. Л. М. Агеев, С. И. Корольков. Химико-технический контроль и учет гидролизного и сульфитно-спиртового производства. Гослесбумиздат, М.—Л., 56, 1953. [8]. З. А. Роговин, Н. Н. Шорыгина. Химия целлюлозы и ее спутников. Госхимиздат, М.—Л., 227, 1953. [9]. Успехи химии целлюлозы и крахмала. Изд-во иностранной литературы, М., 213, 312—314, 1962. [10]. Н. В. Чалов. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 4, 1962. [11]. Н. В. Чалов, Ю. К. Лаппо-Данилевский. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1963. [12]. В. И. Шарков, И. И. Корольков, Е. Н. Гарманова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 6, 1956. [13]. В. И. Шарков, В. П. Леванова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 5, 1960. [14]. В. И. Шарков. Сборник трудов НИИГС, т. X, 7—27, 1962. [15]. Е. Е. Шнайдер, М. Е. Шпунтова, С. В. Чепиго. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 1, 1960. [16]. I. Dunning, E. Lathrop. Ind. and Eng. Chem., 37, № 1, 24, 1945.

Поступила в редакцию
20 июня 1963 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

СТАТИСТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СОМКНУТОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ *

А. С. ТИХОНОВ

Младший научный сотрудник

(Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства)

Сомкнутость древостоев является важнейшим фактором лесной среды и показателем использования древесной растительностью световой энергии. Величина сомкнутости важна для лесоводов при определении интенсивности рубок ухода, выборочных и постепенных рубок, предела устойчивости оставшейся части древостоя.

В настоящее время нет общепринятого способа нахождения сомкнутости, хотя этот вопрос лесоводы ставили давно.

Мы предлагаем следующий способ **. На пробной площади или однородном участке леса равномерно распределяют точки наблюдений. В каждой точке производят визирование в зенит. На некоторых из них попадает крона деревьев, на других — просвет. Отношение количества точек с кроной к общему числу определяет сомкнутость. Этот способ основан на теории статистики, и в частности, случайной выборки.

Для надежных заключений о сомкнутости число наблюдений (единиц частичной совокупности) будет зависеть от величины вероятности, степени рассеяния и допустимой ошибки. Степенью рассеяния в нашем примере является величина сомкнутости. А поскольку она неизвестна, то для определения числа наблюдений следует пользоваться таблицей достаточно больших чисел [3].

Если принять допустимую ошибку 0,05 (5%) при вероятности 0,95 (из 100 результатов только 5 будут превышать допустимую ошибку), то необходимо произвести 384 наблюдения. Просветы внутри крон не учитывают. Предлагаемый способ применим только для однородных участков леса.

Для визирования мы использовали хронометр С. В. Белова [1]. Точкой наблюдения в нем является пересечение линий визирной сетки (рис. 1). Но так как сами линии имели толщину около 0,5 мм, то фактически в кроне наблюдалась площадка в 3—6 см², в зависимости от ее высоты.

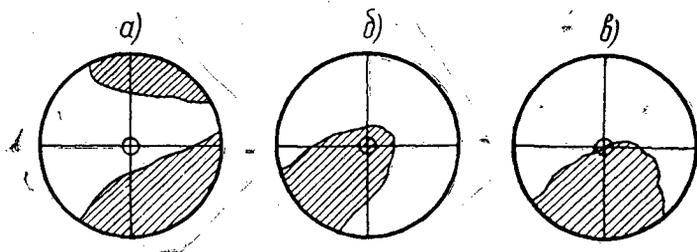


Рис. 1. Наблюдения за кроной деревьев хронометром С. В. Белова.

а — точка наблюдения находится между кронами; б — в кроне; в — на границе кроны с просветом.

* Автор приносит благодарность проф. А. К. Митропольскому за консультацию по данному вопросу и доктору сельскохозяйственных наук С. В. Белову за любезно предоставленный прибор его конструкции.

** Способ применялся при исследовательских работах, выполняемых автором под руководством проф. Н. Е. Декатова.

Если таблицы больших чисел отсутствуют, то необходимое число наблюдений можно определить по формуле [2]

$$s = \frac{t^2 \cdot S \cdot p(1-p)}{S \cdot \lambda^2 + t^2(1-p) \cdot p},$$

где t — переменное число (берется из таблицы вероятности как параметр последней);

S — генеральная (общая) совокупность;

p — доля проекций крон или сомкнутость;

λ — задаваемая точность или предельная ошибка выборки.

Для приведенного примера, при вероятности 0,95 $t = 8,96$, S вычисляется как частное от деления площади изучаемого участка леса на площадь наблюдения. Например, при определении сомкнутости на пробной площади величиной 0,25 га S имеет значение от 833333 до 4166667.

Наблюдения вели в штиль. Выяснилась необходимость в создании устройства, к прибору С. В. Белова, позволяющего закреплять его. На пробной площади величиной 0,4 га сомкнутость крон была определена за 4 час, или в 10 раз быстрее, чем при съемке проекций крон всех деревьев.

Результаты определения сомкнутости на пробной площади приведены в табл. I,

Таблица I

Способ определения сомкнутости	Сомкнутость полога	Сомкнутость крон деревьев по породам						
		Е	Ос	Б	С	Д	Сл	общая
Съемка проекции крон всех деревьев	0,72	0,63	0,08	0,02	0,03	0,01	0,01	0,78
Статистический способ с измерением расстояний между местами наблюдений								
мерной лентой и вешением линий	0,80	0,69	0,10	0,02	0,02	0,03	0,01	0,87
шагами по непровешенным линиям	0,82	0,71	0,09	0,02	0,02	0,02	0,01	0,87

Предлагаемый способ позволяет одновременно определять сомкнутость подроста, подлеска и может найти применение при исследовательских работах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Белов. Прибор для измерения диаметров крон. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1961. [2]. М. Г. Здорик. Статистика для лесных специалистов. Гослесбумиздат, 1952. [3]. А. К. Митропольский. Статистические исчисления, ч. I, ВЗЛТИ, Л., 1952.

Поступила в редакцию
29 марта 1963

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Ф. П. МОИСЕЕНКО

Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук

В. Д. АРЕЩЕНКО

Старший научный сотрудник

(Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства)

Н. Т. ВОИНОВ

Старший инженер

(Гомельская лаборатория вычислительных машин АН БССР)

При изучении роста и развития древесных растений сотрудникам Белорусского научно-исследовательского института лесного хозяйства приходится проводить большое число математических вычислений. Первый опыт использования счетных электронных машин для этих расчетов показал, что они освобождают специалистов от трудоемкой и утомительной работы и повышают точность вычислений. Приведем несколько примеров.

Известно, что при определении прироста у деревьев пользуются формулой

$$S = \frac{l^2}{12,56}$$

где s — площадь поперечного сечения ствола;
 l — длина окружности.

Для вычисления s в зависимости от различных значений l приходится производить трудоемкие подсчеты. На электронной машине «Урал-1» площади сечения были определены в течение нескольких минут.

В лесной таксации широко применяется математическая статистика. Для получения таких показателей, как среднее и его ошибка $M \pm m$, среднеквадратическое отклонение σ , коэффициент изменчивости v , коэффициент корреляции r и точность опыта p строятся сложные вспомогательные таблицы (корреляционные решетки). Обработка двух вариационных рядов с определением указанных выше показателей требует около одного дня работы опытного техника-лаборанта. На счетной машине эти вычисления после составления соответствующей программы занимают 6—7 мин.

В качестве примера приведем расчет коэффициента линейной корреляции на машине «Урал-1».

По данным экспериментальных исследований построена решетка для определения коэффициента линейной корреляции между диаметром чурака осины d и временем на снятие шпона t , а также других статистических показателей (см. табл. 1).

Вычисления производили по следующим формулам:

$$\beta_x = \frac{\Sigma(n_x \cdot x)}{N}; \quad \beta_y = \frac{\Sigma(n_y \cdot y)}{N};$$

$$N = \Sigma n_x = \Sigma n_y,$$

Таблица 1

t \ d	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	y
	18,9	20,9	22,9	24,9	26,9	28,9	30,9	32,9	34,9	36,9	38,9	
16-21	1	5	6	1	1	—	—	—	—	—	—	-2
22-27	1	3	11	6	2	3	3	2	—	—	—	-1
28-33	1	3	4	11	3	3	3	4	2	1	—	0
34-39	—	—	—	5	5	3	8	2	1	3	1	1
40-45	—	—	—	—	4	2	2	3	5	1	—	2
46-51	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	1	3
52-57	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4
58-63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5
64-69	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	6
x	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	

где β_x и β_y — первые начальные моменты, вычисленные по способу произведений;
 n_x и n_y — частоты вариационных рядов.

Средние квадратические отклонения

$$\sigma_x = s_x \cdot k_x, \quad \sigma_y = s_y \cdot k_y,$$

где k_x и k_y — величины классовых промежутков;

$$s_x = \sqrt{\frac{\Sigma(n_x \cdot x^2)}{N} - \beta_x^2}, \quad s_y = \sqrt{\frac{\Sigma(n_y \cdot y^2)}{N} - \beta_y^2},$$

где $\frac{\Sigma(n_x \cdot x^2)}{N}$ и $\frac{\Sigma(n_y \cdot y^2)}{N}$ — вторые начальные моменты, вычисленные по способу произведений.

$$M_x = A_x + \beta_x \cdot k_x \quad \text{и} \quad M_y = A_y + \beta_y \cdot k_y,$$

где M_x и M_y — средние значения статистической величины;
 A_x и A_y — условно средние значения.

$$v_x = \frac{\sigma_x}{M_x} \cdot 100 \quad \text{и} \quad v_y = \frac{\sigma_y}{M_y} \cdot 100,$$

где v_x и v_y — коэффициенты вариации, характеризующие изменчивость данного статистического признака;

$$p_x = \frac{v_x}{\sqrt{N}} \quad \text{и} \quad p_y = \frac{v_y}{\sqrt{N}},$$

где p_x и p_y — показатели точности исследования;

$$r = \frac{\Sigma x (\Sigma ny) - N \beta_x \beta_y}{N \cdot s_x \cdot s_y},$$

где r — коэффициент корреляции;

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{N}},$$

где m_r — основная ошибка коэффициента корреляции.

Поскольку «Урал-1» — машина с фиксированной запятой, выбираем масштабы для всех величин.

Для $N < 10000$ полагаем $n = 10^4 \bar{n}$, (\bar{n} — масштабированная величина), поэтому $N = 10^4 \bar{N}$, а $\sqrt{N} = 10^2 \sqrt{\bar{N}}$. Возьмем $x = 10 \bar{x}$ и $y = 10 \bar{y}$. Отсюда получаем

$$\beta_x = \frac{\Sigma(10^4 \cdot \bar{n}_x \cdot 10 \bar{x})}{10^4 \bar{N}} = 10 \cdot \frac{\Sigma(\bar{n}_x \cdot \bar{x})}{\bar{N}} = 10 \bar{\beta}_x$$

и соответственно

$$\beta_y = 10\bar{\beta}_y$$

$$s_x = \sqrt{\frac{\Sigma(10^4 \bar{n}_x \cdot 10^2 x^2)}{10^4 N} - 10^2 \bar{\beta}^2} = 10 \sqrt{\frac{\Sigma(\bar{n}_x \cdot x^2)}{N} - \bar{\beta}_x^2} = 10\bar{s}_x$$

$$\text{и } s_y = 10\bar{s}_y.$$

Для k_x и k_y подбираем масштабы $k_x = 10\bar{k}_x$ и $k_y = 10\bar{k}_y$. Отсюда получаем для σ_x и σ_y следующие значения:

$$\sigma_x = 10^2 \cdot \bar{s}_x \cdot \bar{k}_x = 10^2 \bar{\sigma}_x \quad \text{и} \quad \sigma_y = 10^2 \bar{\sigma}_y.$$

Поскольку масштабы для A_x и A_y обуславливаются масштабами величин σ_x и σ_y , то имеем

$$M_x = 10^2 \bar{A}_x + 10^2 \bar{s}_x \cdot \bar{k}_x = 10^2 \bar{M}_x, \quad M_y = 10^2 \bar{M}_y;$$

$$v_x = \frac{10^2 \bar{s}_x}{10^2 \bar{M}_x} = \frac{\bar{\sigma}_x}{\bar{M}_x} = 10^0 \bar{v}_x \quad \text{и} \quad v_y = 10^0 \bar{v}_y.$$

При выборе масштабов для величин p_x и p_y получаем

$$p_x = \frac{\bar{v}_x}{10^2 \sqrt{\bar{N}}} = 10^{-2} \cdot \frac{\bar{v}_x}{\sqrt{\bar{N}}}.$$

Если умножим \bar{v}_x на 10^2 , то будем иметь

$$p_x = 10^{-2} \cdot \frac{10^2 \bar{v}_x}{\sqrt{\bar{N}}} = \frac{\bar{v}_x}{\sqrt{\bar{N}}} = 10^0 \bar{p}_x \quad \text{и} \quad p_y = 10^0 \bar{p}_y.$$

Для r получаем

$$r = \frac{\Sigma 10\bar{x}(\Sigma 10^4 \bar{n} \cdot 10\bar{y}) - 10^4 \bar{N} \cdot 10\bar{\beta}_x \cdot 10\bar{\beta}_y}{10^4 \bar{N} \cdot 10\bar{s}_x \cdot 10\bar{s}_y} = \frac{\Sigma \bar{x}(\Sigma \bar{n}\bar{y}) - \bar{N}\bar{\beta}_x \bar{\beta}_y}{\bar{N}\bar{s}_x \bar{s}_y} = 10^0 \bar{r}.$$

Для m_r имеем

$$m_r = \frac{1 - (10^0 \bar{r})^2}{10^2 \sqrt{\bar{N}}} = \frac{1 - \bar{r}^2}{10^2 \sqrt{\bar{N}}} = 10^{-2} \cdot \frac{(1 - \bar{r}^2)}{\sqrt{\bar{N}}}.$$

Умножая последнее выражение на 10^2 , получим

$$m_r = 10^{-2} \cdot \frac{10^2 (1 - \bar{r}^2)}{\sqrt{\bar{N}}} = 10^0 \bar{m}_r.$$

На основании подобранных масштабов будем иметь масштабированную корреляционную решетку (см. табл. 2), где $\bar{k}_x = 0,2$; $\bar{k}_y = 0,6$; $\bar{A}_x = 0,26$; $\bar{A}_y = 0,31$.

Составлена программа с фиксированной запятой (для машины «Урал-1»), которая может быть использована для расчета всевозможных корреляционных решеток, не превышающих 15 классов. Память машины позволяет значительно расширить размеры корреляционной решетки без использования магнитной ленты. Контроль вычислений в программе осуществляется путем двойного счета. Числовой материал в памяти машины располагается в следующем порядке: все значения x , все значения y , 1-й и 2-й и т. д. столбцы.

Результаты вычислений выдаются на печать в следующем порядке $\bar{\sigma}_x$, \bar{M}_x , \bar{v}_x , \bar{p}_x , $\bar{\sigma}_y$, \bar{M}_y , \bar{v}_y , \bar{p}_y , \bar{r} , \bar{m}_r .

Приводим сопоставление результатов, полученных при обычном исчислении, с данными расчетов электронной машины по определению коэффициента корреляции между диаметром чурака осины и временем на снятие шпона и других статистических показателей.

Таблица 2

d \ t	17		19		21		23		25		27		29		31		33		35		37		y
	18,9		20,9		22,9		24,9		26,9		28,9		30,9		32,9		34,9		36,9		38,9		
16-21	0,0001	0,0005	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0	0	0,0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,02
22-27	0,0001	0,0003	0,0011	0,0006	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0	0	0	0	0	-0,1
28-33	0,0001	0,0003	0,0004	0,0011	0,0003	0	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0	0,0003	0,0002	0,0003	0,0004	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003	0	0	0
34-39	0	0	0	0,0005	0,0005	0	0,0003	0,0005	0,0005	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003	0,0001	0	0,1
40-45	0	0	0	0	0,0004	0	0,0002	0	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0005	0,0001	0,0002	0	0,0001	0	0	0,2
46-51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	0	0	0	0	0	0,0002	0	0	0	0	0	0,3
52-57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
58-63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	0	0,5
64-69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	0	0	0	0	0	0	0	0,6
x	-0,4		-0,3		-0,2		-0,1		0		0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		
	$\bar{k}_x = 0,2;$				$\bar{A}_x = 0,26;$						$\bar{k}_y = 0,6;$						$A_y = 0,31;$						

Таблица 3

Показатели	$M \pm m$	σ	v	r	p
Обычный способ исчисления	$26,86 \pm 0,44$	5,03	18,75	0,6335	1,64
На машине „Урал-1“	$26,86 \pm 0,44$	5,03	18,72	0,6334	1,64

Таким образом, правильно запрограммированное на машине исчисление статистических показателей дает высокую точность при сокращении затраты времени 50—60 раз. Сделана попытка запрограммировать на машине решение сложного уравнения В. Н. Дракина и Д. П. Вуевского

$$y = a(1 - e^{-kt})^n,$$

широко используемого при выравнивании таксационных признаков древостоев, связанных с изучением их хода роста.

В лесном почвоведении при химических анализах почвенных разностей (определение гумуса, суммы поглощенных оснований и степени насыщенности почв основаниями и др.) также приходится производить значительные вычислительные работы. В почвенной лаборатории БелНИИЛХа для определения гумуса по методу И. В. Тюрина используется таблица, рассчитанная на электронной машине. В результате этого затраты труда на вычислительные работы сократились в несколько раз.

Инженер-конструктор БелНИИЛХа А. П. Федин на основе проведенных им экспериментальных исследований предложил формулу распределения напряжений в почве, возникающих при движении сошника лесопосадочной машины. Однако вычисления по этой формуле обычным способом очень трудоемки. Использование электронной машины позволило сократить затраты времени при вычислениях в 50—70 раз. Повышение производительности умственного труда конструктора значительно ускорило расчеты по проектированию новой лесопосадочной машины «Беларусь».

Использование новейших достижений электронной техники позволяет значительно расширить и углубить лесоводственные исследования.

Поступила в редакцию
3 мая 1963 г.

ЗА РУБЕЖОМ

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСНОМ
ХОЗЯЙСТВЕ ЧЕХОСЛОВАКИИ

Ф. Н. МОРОЗОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Чехословацкая социалистическая республика — сравнительно многолесная страна, ведущая высокоинтенсивное лесное хозяйство. Лесная площадь республики составляет 4285 тыс. га, из них хвойные леса занимают 71, лиственные — 29%. Общий лесной запас равен 608 млн. м³, лесистость — 33,5%.

В 1961 г. объем заготовок составил 12,3 млн. м³. Выход деловой древесины равен 89%, в том числе хвойных — 93, лиственных — 74%. Примерно 30% общего объема заготовок получается от рубок промежуточного пользования. В целом преобладают выборочные рубки, при условии обязательного удовлетворения лесохозяйственных требований. Лесозаготовительные и лесохозяйственные работы в основном проводят в сложных условиях рельефа; большая часть лесов сосредоточена в районах резко пересеченной местности. Этим обуславливается относительно малая концентрация лесозаготовок.

Уровень механизации основных работ на лесозаготовках невысок и растет медленно. В 1961 г. объем механизированных работ составил: на валке — 68, трелевке — 34, на погрузке в лесу — 59, на погрузке в вагоны — 50%. Посев и обработка почвы в питомниках были механизированы на 21—37%, рыхление почвы — на 7%, обработка почвы под культуры — на 5% и т. д. Это объясняется сезонностью работ, разбросанностью лесосек и др.

Третьим пятилетним планом развития народного хозяйства ЧССР (1961—1965 гг.) предусматривается значительный рост механизации основных работ.

Перемещение работ по раскряжке, обрубке сучьев из леса на промежуточные и нижние склады имеет гораздо меньшие размеры, чем в СССР. В лесу фазделяют 63% заготавливаемых лесоматериалов, из них 40% — у пня, 23% — на верхних складах, и лишь 37% вывозят на нижние склады.

Облесение лесных и нелесных площадей осуществляется в основном искусственным путем, причем более 90% — посадкой. При этом доля лиственных пород в облесении значительно превышает удельный вес последних в заготовке.

Ежегодно лесному хозяйству требуется 500—550 млн. саженцев и 1,5—1,55 млн. кг семян. Лесные заводы сами обеспечивают себя этими материалами. Общее количество лесопитомников и семенных участков в 1961 г. составило 13780 (они занимают примерно 0,09% лесной площади республики). Средняя площадь питомника — 0,38 га, семенного участка — 0,09 га.

Современное лесное хозяйство ЧССР характеризуется превышением объемов лесозаготовки над установленной расчетной лесосекой. Перспективный план развития лесного хозяйства ЧССР предусматривает полностью устранить эту диспропорцию к 1970 г. за счет дальнейшего сокращения объема лесозаготовок (с 12,5 млн. м³ в 1960 г. до 11,9 млн. м³ в 1965 г.) и повышения продуктивности лесов.

Особенность хозяйства — развитая сеть лесовозных дорог. С другой стороны, лесное хозяйство не располагает пока в достаточном количестве транспортными средствами. На основных работах широко используют привлеченные транспортные средства (в 1961 г. на трелевке — 9, на вывозке — 18%).

В лесном хозяйстве Чехословакии имеет место разрыв между себестоимостью лесоматериалов и отпускными ценами на них. Себестоимость обезличенного 1 м³ древесины составляет в среднем 150 крон, средняя цена его реализации — 200 крон (хвойных — 230, лиственных — 190). Такое положение в условиях интенсивного хозяйства

объяснимо и понятно. Лесохозяйственное производство требует крупных затрат. За счет высоких цен на лесоматериалы они возмещаются лишь частично (затраты на обезличенный 1 м³ с учетом лесовыращивания в 1961 г. составили 209 крон). Другая часть затрат практически возмещается через оптовые цены на продукцию побочных и подсобных производств. Затраты на расширение лесохозяйственного производства (облесение нелесных площадей и др.) покрываются из госбюджета.

Руководство всем комплексом работ в лесу осуществляет Главное управление Министерства сельского, лесного и водного хозяйства. В состав лесного управления (podnikove readitelstvo) входит 16—32 лесных завода (lesný zavod), 140—290 лесничеств (polesi), 500—880 обходов (úsek). Основным организационным подразделением с законченным балансом является лесной завод. К 1962 г. в системе Главного управления насчитывалось 255 лесных заводов, 2278 лесничеств, 7374 обхода. Средняя площадь лесного завода — 14,4 тыс. га, лесничества — 1,6 тыс. га.

Лесной завод осуществляет весь комплекс работ на своей территории. При этом они обслуживают не только государственные, но и леса кооперативов и частного пользования, где все виды работ выполняются под обязательным контролем и руководством администрации лесного завода и лесничеств.

Единая организация управления сложным комплексом производств сказалась на организации планирования и учета хозяйственной деятельности.

Изучение зарубежного опыта в этом направлении заслуживает особого внимания, так как объединенные лесные предприятия СССР еще не располагают надежной системой показателей, позволяющих судить о совокупном объеме производства, уровне и динамике производительности труда и т. д.

В практике лесного хозяйства ЧССР планирование и учет объемов работ по отдельным видам производств и в целом осуществляется по единым показателям, называемым плановыми ценами (plánovacy ceny — Pс)*. Сущность системы плановых цен состоит в том, что с их помощью осуществляется условно-стоимостная оценка всего объема производства. Pс устанавливаются и пересматриваются в централизованном порядке; они едины для всех предприятий и представляют собой стоимостный показатель, соответствующий среднему отраслевому уровню прямых затрат на производство определенной единицы продукции или вида работ.

Опыт ЧССР позволяет указать ряд положительных моментов системы Pс. В частности, создается возможность определения сводных экономических показателей.

Pс могут также играть роль экономического рычага развития отдельных производств путем сознательного отклонения уровня цен от среднего отраслевого уровня прямых затрат. Естественно, предприятие заинтересовано развивать те виды производств, где меньшие затраты дают больший объем производства в Pс. При сложившемся в ЧССР уровне Pс лесным заводам выгодно развивать, например, побочные пользования в лесу, подсобные и другие виды производств. Методика учета и планирования объемов производств с помощью Pс проста и не требует дополнительных расчетов.

Основным недостатком следует назвать несоответствие фактических трудозатрат показателю объема производства в Pс. Это зависит от многих природных и производственных условий, таких, как степень механизации работ, структура производства и т. д.

Это обстоятельство существенно искажает действительный уровень и динамику производительности труда, себестоимости. Эти искажения в практике можно уменьшить, углубляя дифференциацию Pс по образующим факторам, но избежать их нельзя. По-видимому, этим объясняется слабое распространение указанного метода в лесном хозяйстве других стран.

Правительство ЧССР уделяет много внимания развитию лесного хозяйства. В частности, за последние три года принято развернутое правительственное постановление о дальнейшем развитии лесного хозяйства республики, разработан и принят к исполнению третий 5-летний план (1961—1965 гг.), принят новый лесной закон, осуществлена перестройка системы оплаты труда, закончено повторное устройство всех лесов республики.

* Т. С. Лобовиков. Учет объемов производства и производительности труда в лесном хозяйстве Чехословакии. Журн. «Лесное хозяйство» № 11, 1962.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ЦЕННАЯ МОНОГРАФИЯ *

Рецензируемая книга имеет то же название, что и изданный в 1952 г. другой труд автора. Однако они значительно различаются как по содержанию, так и по назначению и построению. Если первая (по времени) книга носила преимущественно учебный характер и трактовала вопросы первой части соответствующего вузовского курса (генетики), то вторая написана как монография о достижениях практической селекции и трудах отечественных ученых, прежде всего, акад. ВАСХНИЛ А. С. Яблокова и работавшего под его руководством научного коллектива.

Читатель «Селекции древесных пород» находит описание массы фактов, знакомится с итогами длительной работы коллектива советских селекционеров, может использовать ряд ценных указаний для практической деятельности. Это очень важно, так как позволяет приобщить к селекционной работе многочисленных кадры любителей из числа производственников. Такую общую оценку подтверждают следующие факты.

Правильно использует А. С. Яблоков известное положение о том, что нельзя изучать жизнь и развитие леса, не учитывая влияния на них человека (стр. 10). Действительно, сейчас уже недопустимо рассматривать лес как только природное явление, ибо человек практически везде, прямо или косвенно, вмешивается в природные процессы, причем далеко не везде его воздействие приводит к положительным результатам. Примером служит хотя бы усиленное распространение гнилой осины как последствие интенсивной вырубки здоровых стволов этой породы.

Заслуживает одобрения указание на необходимость использования рубки леса (при любом ее способе) для отбора лучших маточных деревьев с целью сбора семян и заготовки черенков — привоев (стр. 13 и 34).

Нельзя не согласиться также и с той мыслью (стр. 37), что при отборе всегда предпочтительно пользоваться прямыми признаками, а косвенные можно применять лишь с большой осторожностью.

Теоретически важен тот факт, что триплоидная осина не обязательно растет быстрее диплоидной (стр. 49). Таким образом, одна лишь полиплоидия недостаточна для получения ценных форм. Нельзя также связывать устойчивость осины против гнили и быстроту ее роста с зеленым цветом коры (стр. 55). Эти свойства могут иметь деревья с корой другого цвета.

В книге дано мотивированное теоретическое обоснование возникновения каповых форм различных пород: березы (стр. 89—97), ореха (стр. 143—149), осокоря, явора и др. Эта часть особенно интересна.

Следует приветствовать пожелание автора о начале массовой работы по селекции древесных пород, в первую очередь сосны обыкновенной и кедровых сосен, силами научных учреждений, опытных лесхозов и лесоустроительных организаций (стр. 217). Еще важнее для будущего наших лесов мысль, выраженная на стр. 274: «Все наиболее выдающиеся по своим качествам, здоровью, производительности, декоративности и долговечности деревья разных видов хвойных пород не должны вырубаться. Они должны быть всюду сохранены, как ценнейшие памятники природы и использованы для семенного и вегетативного массового размножения, а также для последующих, более сложных и совершенных селекционных работ при помощи половой и вегетативной гибридизации». Это справедливо для всех районов — и для малолесной лесостепи, и для многолесной тайги, где деревья-рекордисты имеют особую ценность при господствующих здесь методах лесозаготовок.

Книга А. С. Яблокова богата огромным фактическим материалом как по отбору в природе ценных форм многих древесных и кустарниковых пород, так и по их гибридизации и выведению но-

* А. С. Яблоков. Селекция древесных пород. Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, М., 1962.

вых форм с сочетанием свойств и признаков, ранее не встречавшимся. Здесь описаны достижения селекции осины, березы, дуба, ореха, клена, тополей, бархата, лещины, бересклета, сосен, ели, лиственниц и некоторых других пород.

Все это вместе взятое подтверждает высказанное выше мнение, что книга А. С. Яблокова «Селекция древесных пород» имеет значительную ценность как подробная, хорошо написанная монография.

Однако в рецензируемой книге есть ряд недостатков. Автор допускает некоторые неточности в терминологии, называя лесные насаждения формациями (стр. 7), сосновый рак грибом (стр. 8), сближая ботаническую «форму» с селекционным «сортом» (стр. 125). Не нашел в книге должного разрешения трудный, но очень важный вопрос о классификации внутривидовых категорий древесных пород. Термины «разновидность», «раса», «экотип», «форма» не получили четкого определения, и селекционеры, очевидно, по-прежнему будут «творить» многочисленные «формы», не всегда отдавая себе отчет в том, каково селекционное значение этих «форм».

В книге неоднократно говорится о сортах (стр. 6, 37), но определения этого понятия нет. Это может привести к недоразумениям, тем более, что в лесохозяйственном производстве сортов почти нет. Без всякого пояснения дан термин «суперэлита» (стр. 197).

Автор неправ, утверждая, что «никто сосну обыкновенную, произрастающую в наших лесах, не разделяет на ряд самостоятельных видов» (стр. 268). Не говоря уже о видах сосны лапландской и крючковатой, не следовало бы забывать предложения Е. Н. Кондратюка о вы-

делении ширококромной сосны Фомина в Житомирском Полесье.

На стр. 124 допущена досадная опечатка. Автором рано- и позднораспускающейся разновидности дуба назван П. Чернявский. В действительности же их выделил В. М. Черняев.

«Низинная» и «боровая» ели должны быть признаны почвенными экотипами, а рассматриваются в главе «Индивидуальный отбор ценных форм ели» (стр. 260). Не всегда достаточно четко разграничены селекционные и семеноводческие вопросы (стр. 121, 288—289). В главе о половой гибридизации совсем не место вопросу о полиплоидии (стр. 420—431). Это — особый вопрос, заслуживающий выделения в отдельную главу.

В книге отсутствует идея об индивидуализации технического использования внутривидовых форм ели (стр. 255), хотя они могут значительно отличаться друг от друга по качеству древесины; забыто также, что ель по типам ветвления изучали и в Архангельской области, где тоже был вскрыт факт известной (неполной) экологической приуроченности этих форм. Следовательно, в монографии А. С. Яблокова учтены не все селекционные материалы, опубликованные в нашей стране.

Несмотря на отмеченные недостатки, книга А. С. Яблокова представляет положительное явление в лесной литературе и принесет значительную пользу всем интересующимся лесоселекционными проблемами.

П. И. Войчаль.

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

ЮБИЛЕИ

К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
Б. И. ИВАНЕНКО

Исполнилось полвека научной, педагогической и общественной деятельности доктора сельскохозяйственных наук Бориса Ивановича Иваненко.

Борис Иванович родился 4 мая 1888 г. в г. Полтаве. В 1913 г. он успешно закончил Московский жежевой институт. На основании самостоятельных исследований он написал первую работу «Исследование хода роста сосновых насаждений Раменской дачи Московской области». За этот труд он получил диплом жежевого инженера и был оставлен в институте для подготовки к преподавательской деятельности и усовершенствования в лесоводственных дисциплинах.

Это определило весь дальнейший трудовой путь Бориса Ивановича, связанный с изучением типов леса и лесорастительного районирования, горного лесоводства, биоценологии и охраны природы, фенологии деревьев и кустарников и т. п.

Он удачно сочетал педагогическую и научно-исследовательскую деятельность.

В 1913—1929 гг. Б. И. Иваненко был преподавателем Московского жежевого института; в 1919—1923 гг. — Московского лесного техникума; в 1923—1925 гг. — Московского лесного института; в 1934—1946 гг. — доцентом Московского института инженеров землеустройства; в 1943—1947 гг. — заместителем директора по научной части Общественного университета лесного хозяйства.

В 1931 г. Борис Иванович опубликовал учебник по лесоустройству и лесной таксации, в 1943—1947 гг. организовал издание серии методических указаний по лесным дисциплинам и в 1948 г. издал программу курса «Агроролесомелиорация с основами лесоводства».

В период с 1926 по 1937 гг. Борис Иванович проводил обширные обследования в лесах Ивановской, Костромской и Свердловской областей, Западном Закавказье, Марийской АССР и Нарымском округе Сибири. Целью их было выявление насаждений с наличием древесины для авиастроения. Объектами

исследований являлись сосна, ель, дуб, ясень, каштан, бук и лихтя кавказская.

В это время он работал в Бюро по авиалету ВСНХ; Центральном аэродинамическом институте им. Жуковского, Всесоюзном научно-исследовательском институте авиационных материалов и опубликовал ряд крупных работ: «Исследование физико-механических свойств древесины авиационной сосны в связи с условиями местопроизрастания», «Техническое обследование новых для авиапромышленности древесных пород Закавказья», «Специализированные хозяйства на авиадревесину твердых лиственных пород».

В этой специфической области Борис Иванович на деле сочетает вопросы науки и практики, применяет геоботанические и лесоводственные знания для техники. Его по праву можно считать одним из основоположников исследований лесов для целей авиастроения не только у нас, но и за рубежом.

Этому способствовали более ранние работы Б. И. Иваненко по изучению типов леса. Еще в 1923 г. появился его первый печатный труд «Условия произрастания и типы насаждений Погонно-Лосиног Острова». Эта работа считается одной из лучших по изучению подмосковных лесов.

В 1925 г. Борис Иванович опубликовал первую работу по Крымскому заповеднику «Типы насаждений государственного Крымского заповедника» в издании Отдела охраны природы Главнауки Наркомпроса.

Эту тему он углубил и расширил в серии последующих работ о типах лесов Крыма (1948, 1952, 1958 гг.), Закарпатья (1961 г.), о лесорастительном районировании Костромской (1959 г.) и Московской (1962 г.) областей. Наряду с конкретными объектами исследований, Борис Иванович выступил с обобщающей работой «Основные течения в лесной типологии», которую опубликовал в сборнике «Развитие русского лесоводства» (1948 г.), а затем издал отдельную

брошюру «Методика лесорастительного районирования» (1960 г.).

В типологии лесов Б. И. Иваненко развивал идеи комплексного изучения и широкого использования лесоводственных, геоботанических и статистических методов, признавая необходимость отображения биологических закономерностей в конкретных цифровых показателях. В непосредственной связи с этими работами находятся его исследования по охране природы и ее рациональному использованию.

В период с 1937 по 1941 гг. Борис Иванович работал вначале в Мордовском, а затем в Крымском государственных заповедниках. Наряду с чисто геоботаническими и лесоводственными исследованиями, он изучал влияние животного мира на возобновление и рост леса. Такие исследования были проведены в нашей стране впервые. В это время он написал крупные монографии «Типы леса Мордовского государственного заповедника и естественное возобновление в них» и «Типы леса Крымской сосны, ее естественное возобновление и мероприятия по восстановлению» (1958 г.). Вторая работа является частью его докторской диссертации.

С 1944 по 1960 гг. Б. И. Иваненко работал старшим научным сотрудником во Всесоюзном научно-исследовательском институте лесоводства и механизации лесного хозяйства. Выполняя тему о рубках главного пользования, завершая полевые исследования в горных лесах, он разработал крайне необходимые правила рубок главного пользования в горных лесах Северного Кавказа.

В этот период он написал новые обстоятельные статьи «К вопросу горного лесного хозяйства» (1956 г.), «Рубки главного пользования в горных лесах Северного Кавказа» (1956 г.), «Горы Северного Кавказа должны оставаться зелеными» (1956), «Горные леса Северного Кавказа и их значение для сельского хозяйства в горных лесах Крыма, Кавказа и Карпат» (1960 г.) и др.

Борис Иванович преследовал определенную цель — дать научно обоснованные способы лесопользования и одновременно обеспечить успешное восстановление лесов и предупредить возникновение эрозии и оползней. В этот период он составил сортиментные таблицы для кавказских древесных пород, которые широко используются в практике лесного хозяйства Кавказа, разработал программы и методики изучения естественного возобновления сосны, бука, дуба и других пород, которые представляют ценность и для геоботанических исследований в методическом отношении.

Б. И. Иваненко принимал участие в экспедиции по полезащитному лесоразведению и опубликовал работу «Государственная защитная лесная полоса Волгоград — Степной — Черкесск» (1949 г.).

В 1952—1958 гг. он руководил фенологическими наблюдениями всей сети лесных опытных станций системы ВНИИЛМ; вышедшая в свет монография «Фенология древесных и кустарниковых пород» (1962 г.) систематизирует обширный материал по фенологическим наблюдениям в лесах СССР и дает практические и теоретические обобщения. Все работы Б. И. Иваненко отличаются глубиной и тщательностью выполнения.

В 1937 г. Ученый совет лесотехнической академии присуждает Борису Ивановичу ученую степень кандидата сельскохозяйственных наук без защиты диссертации. В 1948 г. на Ученом совете Института леса АН СССР он защищал докторскую диссертационную работу на тему «Естественное возобновление в типах лесов крымской и обыкновенной сосны в Крымском государственном заповеднике». Ему была присуждена ученая степень доктора сельскохозяйственных наук.

Борис Иванович много раз выступал официальным оппонентом по докторским и кандидатским диссертациям, руководил аспирантскими работами. Он печатал рецензии, отличающиеся объективностью и обстоятельным разбором работ.

С 1961 г. Борис Иванович — пенсионер, но он продолжает оставаться членом Ученого совета ВНИИЛМа и активно участвует в его работе. Вместе с тем, он является действительным членом ряда научных обществ (Всесоюзного географического общества — Московского отделения, Московского общества испытателей природы, секции охраны природы Дома ученых в Москве и др.).

Борис Иванович награжден Орденом Ленина и медалями, в том числе медалью в память И. В. Мичурина, а также значками отличника Министерства сельского хозяйства СССР и отличника Министерства лесного хозяйства СССР.

Борис Иванович — большой патриот отечественного лесного хозяйства, энтузиаст охраны природы, известный ученый.

Пожелаем же юбиляру сохранить на долгие годы здоровье и присущую ему творческую энергию.

М. В. Герасимов.

*Кандидат сельскохозяйственных наук
(Главный ботанический сад АН СССР)*

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Н. М. Горшенин, В. К. Мякушко. Опыт семено-лесосечных рубок в буквых лесах Черновицкого Предкарпатья	3
П. М. Малаховец. К вопросу о влиянии глубины заделки семян на их грунтовую всхожесть в зависимости от времени посева	9
Б. В. Бабиков. Состав воздуха торфяных почв и его влияние на рост культур сосны	14
Н. А. Тихонравов. Проектирование отвалов лесных плугов	20
А. М. Алпатъев, Л. А. Кузнецова. Водный режим почв под лесными полосами в степях Предкавказья	27
В. И. Тихонов. К вопросу о формировании смешанных насаждений с участием лиственницы в горной части Среднего Урала	33
М. Л. Рева. Омолаживание подлеска в степных насаждениях	37
Е. Н. Самошкин. Новый ускоренный метод определения маслянисти плодов лесного орешника	42
Ю. С. Прозоров. Гипертрофия листьев у травмированных древесных растений и некоторые особенности этого явления	46

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

С. И. Рахманов. Определение среднего расхода энергии станками для обработки дерева	51
С. А. Жилин, Л. И. Егоров. Проходимость и маневренность колесных тракторов при трелевке леса	58
Т. А. Гурьев. Остаточные осадки шпал и перекосы рельсов временных узкоколейных железнодорожных путей	67
О. Б. Ушаков. Особенности работы полусековой карданной передачи автолесовозов	75
Н. П. Коваленко. Влияние постоянного электрического тока и химических добавок на скорость деформации торфа под нагрузкой	81
Г. И. Шелопаев. Экспериментальные исследования процесса миграции при искусственном замораживании грунтов	85
Г. А. Манухин, К. А. Чекалкин, Ю. С. Кондратьев. К вопросу о конструкции продольных запаней и способах их крепления	92
П. П. Чебота. Процесс засорения и загрязнения оснований лесовозной дороги	98

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

И. А. Вахрушева, В. Н. Петри. Применение размельченной лиственничной древесины для изготовления пластиков без добавления связующих	100
Л. И. Писарева. Метод определения влажности древесины в процессе сушки в горячих гидрофобных жидкостях	106
А. В. Технеряднов. К вопросу о необходимости пересмотра стандартной методики отбора модельных деревьев для испытания древесины	109
Д. А. Беленков. Тип распределения экспериментальных данных, характеризующих противогнилостную стойкость древесины	111
А. В. Козьмин. О физико-механических свойствах капокорешковой древесины березы	117

- В. М. Сытенков. Влияние размеров необрезных пиломатериалов на выход заготовок 120
- А. И. Егоров, И. Ф. Коперин. К вопросу о совместном сжигании в топках котлов древесных отходов и генераторного низкокалорийного газа . . . 129

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- С. Н. Иванов, И. Г. Лещенко. Некоторые вопросы технологии производства санитарно-бытовых видов бумаги 135
- Г. К. Уткин, В. Н. Козлов. О свойствах фурфурольно-ацетонового мономера И. Ф. Туманов, И. И. Скирстымонская. Образование муравьиной кислоты при производстве фурфурола 142
- Б. Д. Богомолов, Е. Д. Гельфанд, М. Ф. Берензон. К вопросу об определении гидроксильных групп лигнина методом Верлея 149
- Г. И. Горохов. Механохимическая деструкция полисахаридов целлолигнина 152
- 156

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- А. С. Тихонов. Статистический способ определения сомкнутости естественных древостоев 162
- Ф. П. Моисеенко, В. Д. Арещенко, Н. Т. Воинов. Применение электронных вычислительных машин при лесоводственных исследованиях . . . 164

ЗА РУБЕЖОМ

- Ф. Н. Морозов. Организация производства в лесном хозяйстве Чехословакии 169

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- П. И. Войчалъ. Ценная монография 171

ЮБИЛЕИ

- М. В. Герасимов. К 75-летию со дня рождения Б. И. Иваненко 173

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендациям соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, как правило, не должны превышать 8—10 страниц машинописного текста. Статьи библиографического характера не должны быть более 3 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все странички рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *и* и *a*, *o* и *a*, *l* и *j*, *z* и *ξ*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и математических величин. Названия учреждений,

предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитруемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 30 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

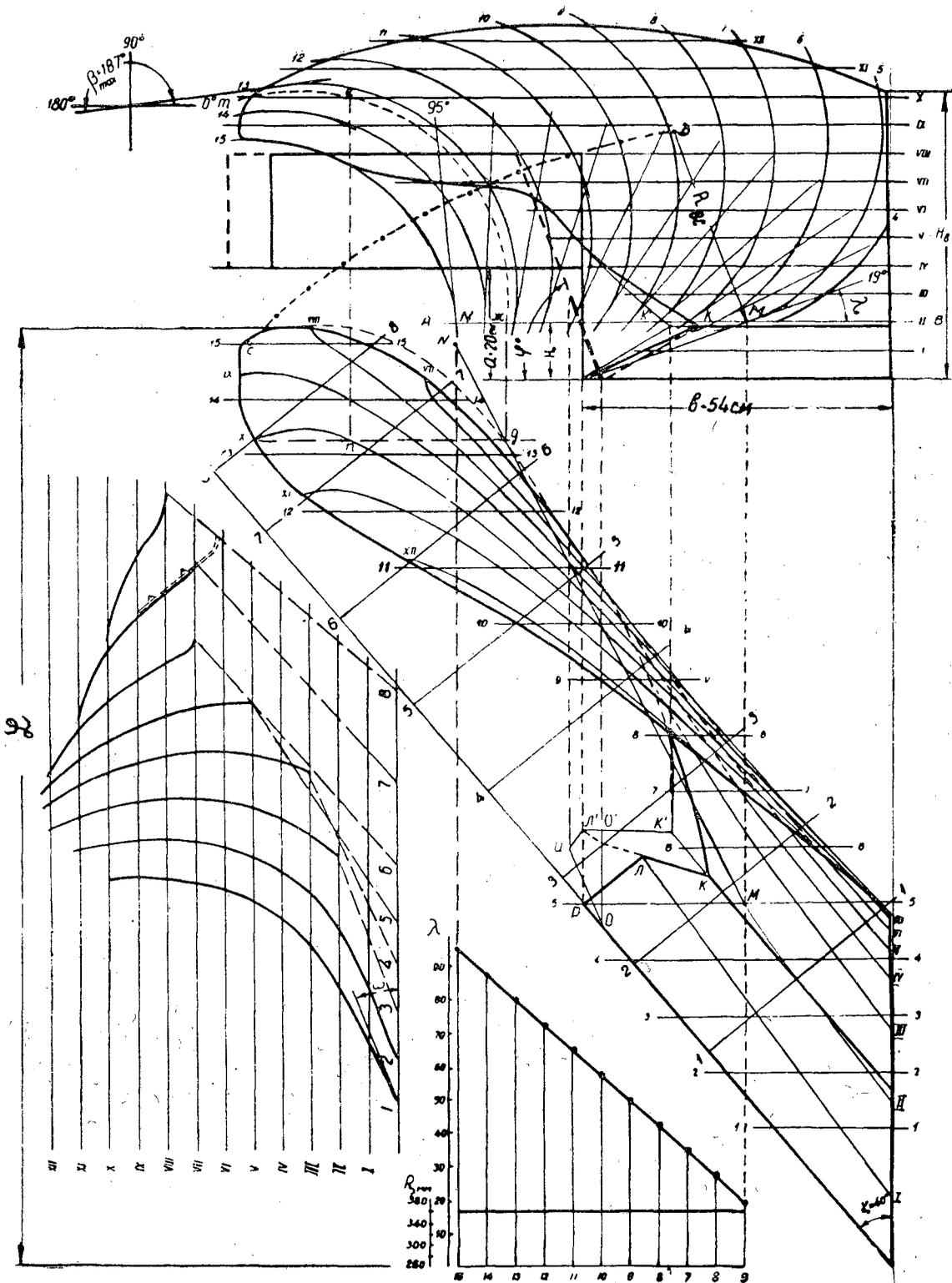


Рис. 1. Построение лесного ствола с прямолинейной направляющей.

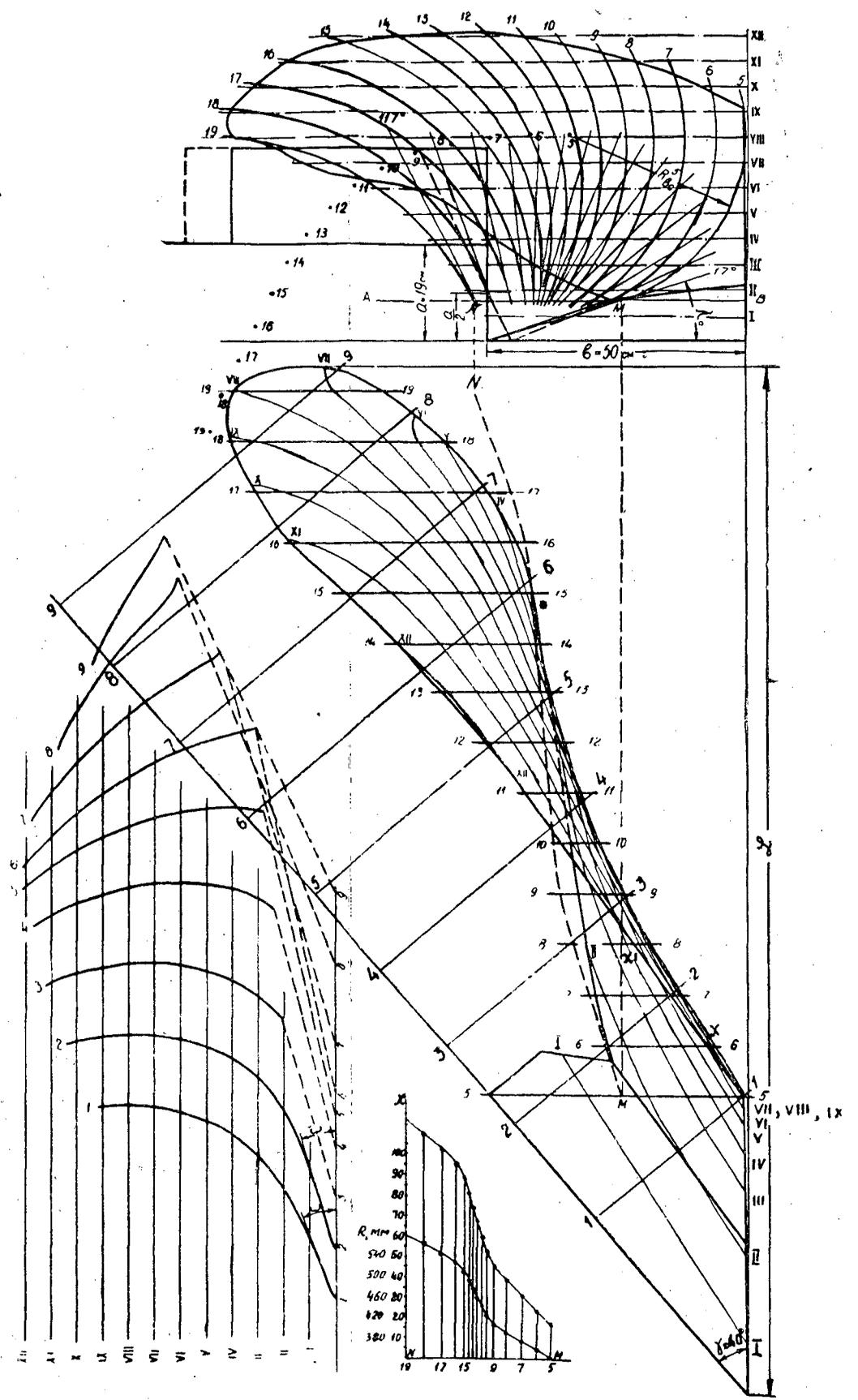


Рис. 2. Построение лесного отвала с криволинейной направляющей.

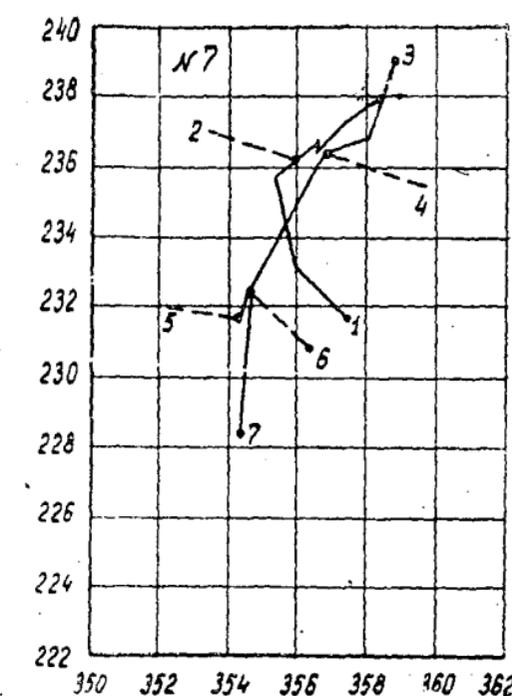
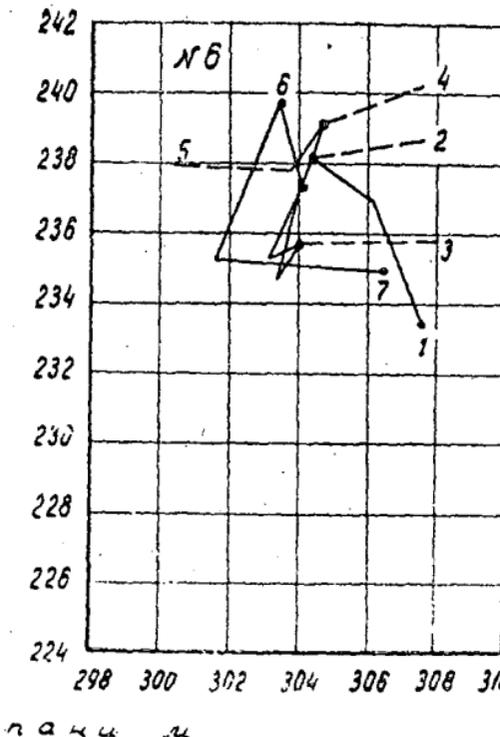
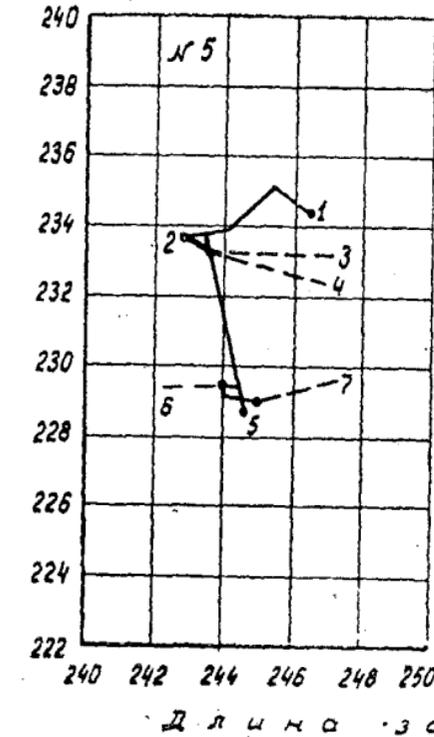
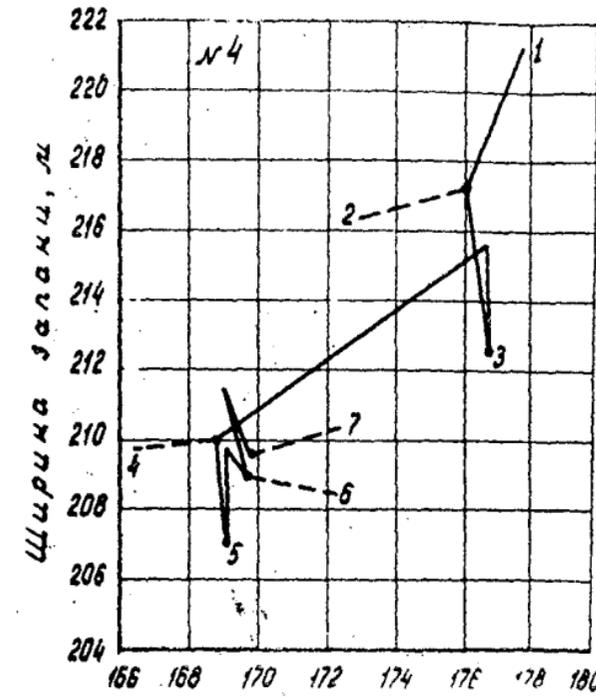
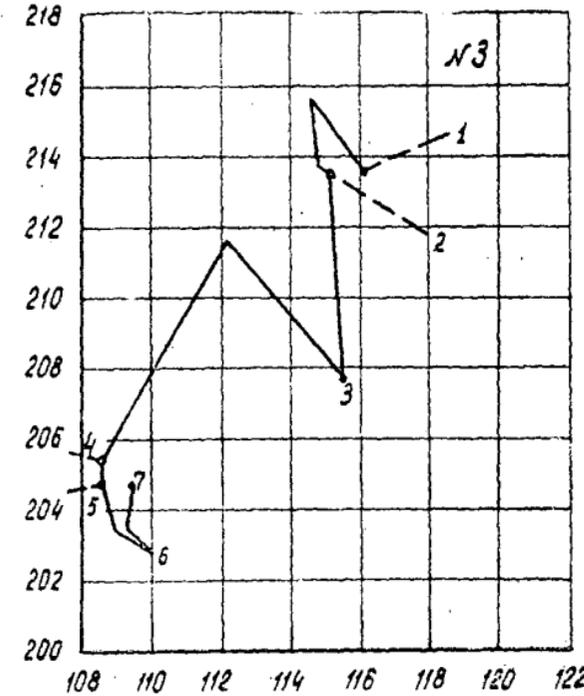
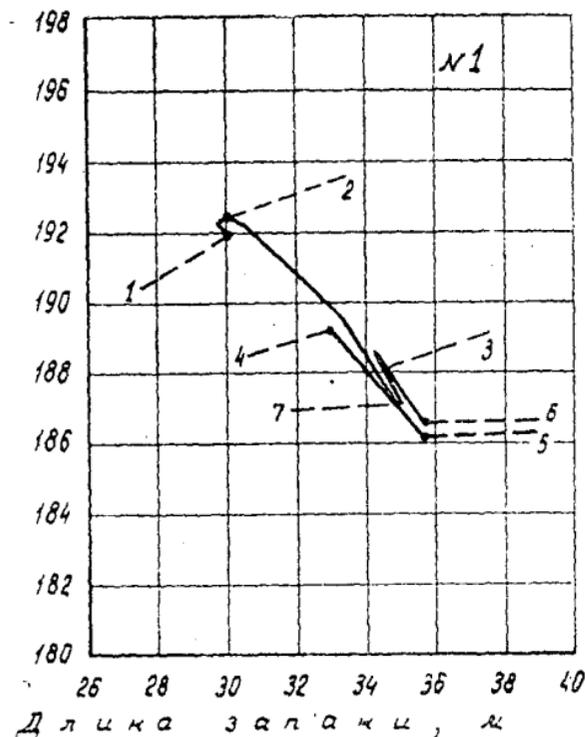
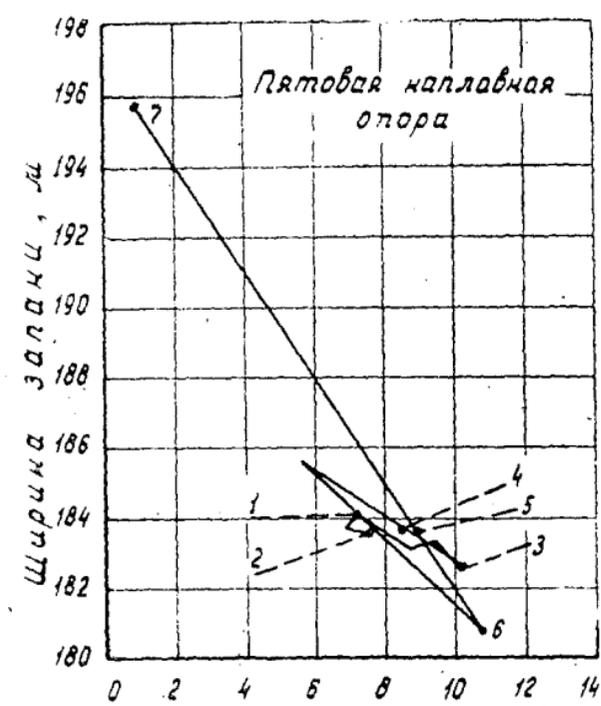


Рис. 2. Положение наплавных опор запяни в различные периоды 1962 г.

Кривая 1 — 21 мая; 2 — 26 мая; 3 — 5 июня; 4 — 22 июня; 5 — 2 июля; 6 — 29 июля; 7 — 28 июля.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал на 1964 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».