

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ТРИНАДЦАТЫИ

3

1970

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), проф. **Н. М. Белая**, проф. **Г. А. Вильке**, доц. **П. И. Войчаль**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Д. С. Добровольский**, проф. **И. П. Донской**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **Ф. И. Коперин**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. **ВАСХНИЛ**, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, проф. **С. И. Рахманов**, доц. **В. О. Самуйло**, 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 вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: Архангельск, 7, Набережная **В. И. Ленина**, 17,
Лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3.

(Год издания тринадцатый).

Сдан в набор 20/IV-70 г. Подписан к печати 14/VII-70 г. Форм. сум. 70 × 108^{1/16}.
Печ. л. 15,4 + 5 вкл. Физ. л. 11. Уч. изд. л. 15,87. Тираж 2290.
Сл. 00076. Заказ № 1666. Цена 1 руб.

Типография им. Склепина, г. Архангельск, Набережная **В. И. Ленина**, 86.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.181.21

ОСВЕЩЕННОСТЬ В ДУБРАВАХ
ПОД ВЛИЯНИЕМ РУБОК УХОДА

В. Е. ВАРФОЛОМЕЕВ

(Воронежский лесотехнический институт)

Зная, какое количество света (степень освещенности) пропускает древесно-кустарниковый полог, можно правильно оценить условия произрастания подлеска, подроста, травяного покрова, а также развитие почвенной микрофауны. Древесный полог поглощает и отражает большое количество лучистой энергии солнца. В связи с этим освещенность под пологом леса значительно уменьшается. М. И. Сахаров [6], К. А. Гар [4] и А. А. Молчанов [5] отмечали, что освещенность под пологом древостоев изменяется в зависимости от их полноты, возраста, ярности, высоты над поверхностью почвы.

В 1967 г. мы изучали освещенность в Воронежских порослевых нагорных дубравах в двух типах условий местопроизрастания: D_2 и C_2 . В типе D_2 летом в 1966 г. в 25-летних молодняках свежей осоко-снетьевой дубравы была заложена пробная площадь № 1 и разбита на три смежные секции: А — контрольную, В и С — изреженные в разной степени (табл. 1), класс бонитета I, в составе около 80% дуба по запасу, в примеси липа, частично ясеня и клена. На пробных площадях № 3 и 4 рубки ухода были проведены соответственно 6 и 11 лет назад. По составу насаждения дубово-липовые (около 50% дуба). В 60-летнем дубовом насаждении типа леса свежая снетьево-осоковая дубрава под наблюдением был взят лесосеменной участок (проба № 7), заложённый в 1963 г. На секции В был вырублен частично второй ярус и полностью подлесок и подрост, а на секции С проведена рубка средней интенсивности. Подлесок в основном из лещины и клена полевого, очень густой. Секция А оставлена в качестве контрольной. Подлесок здесь развит меньше, чем на секции С. В составе участие дуба около 90%, в примеси ясеня, частично липа, клен, класс бонитета I. В типе C_2 пробные площади № 5 и 6 заложены в 1966 г. только в 25-летних насаждениях свежей осоко-снетьевой судубравы II класса бонитета. Насаждение пробной площади № 5 по составу дубовое с примесью липы около 20%, а № 6 — дубово-осиновое (дуба 50%).

Все пробные площади расположены на плато. Для сравнения различных древостоев между собой определяли полноту до и после рубки, а также подсчитывали относительную площадь просветов в древесном пологе на каждой секции. По величине площади просветов устанавливали сомкнутость полога, для чего полог фотографировали объективом «Индустар-50», направленным вверх. На каждой секции делали около 20 снимков из произвольно взятых точек. Площадь просветов на снимках вычисляли линейным методом [3], нанося на фотографии по 11 линий. Опытным путем установлено, что при таком числе линий ошибка в определении сомкнутости полога отдельного фотоснимка не превышала 1,7%.

Данные снимков по каждой секции обрабатывали методом вариационной статистики. При повышении интенсивности рубок ухода количество снимков, необходимых для определения сомкнутости с заданной точностью, должно быть резко увеличено. Так, при точности 5% для контрольного насаждения нужно сделать 4—7 снимков, для разреженного средней интенсивности (секции В) — 9—19, сильной (секции С) — 14—27.

В зависимости от сомкнутости изменяется и освещенность под пологом леса. Освещенность определяли люксметром типа ОЛ-3 с селеновым фотоэлементом К-20 по методике В. А. Алексеева [1] в ясные и солнечные дни в часы с полным солнечным сиянием.

На каждой секции освещенность измеряли в 200 равномерно расположенных точках и выражали в процентах от освещенности открытого места. Данные обрабатывали методом вариационной статистики.

№ пробной площади — возраст	Секции	Интенсивность рубок ухода (по запасу), %	Полнота		Сомкнутость полога	Дата измерения
			до проведения ухода	после проведения ухода		
1—25	A	—	0,99	0,99	0,84	23/VIII 1967
D ₂	B	16,8	0,78	0,65	0,69	
	C	28,6	0,95	0,61	0,64	
3—25	A	—	—	0,97	0,80	24/VIII 1967
D ₂	B	—	—	0,79	0,80	
4—25	A	—	—	0,98	0,84	25/VIII 1967
D ₂	B	—	—	0,98	0,82	26/VIII 1967
5—25	A	—	0,92	0,92	0,80	10/VIII 1967
C ₂	B	14,4	0,85	0,70	0,72	
	C	26,0	0,93	0,68	0,67	
6—25	A	—	0,80	0,80	0,81	11/VIII 1967
C ₂	B	18,9	0,84	0,67	0,76	23/VIII 1967
	C	30,5	0,92	0,67	0,61	
7—60	A	—	—	0,75	0,71	7/IX 1967
D ₂	B	—	—	0,78	0,71	
	C	—	—	0,59	0,71	

Средняя арифметическая величина M и показатель точности исследования P приведены в табл. 1. Из данных таблицы видно, что освещенность под пологом леса, не тронутого рубками ухода, не превышает 3% от освещенности открытого места. Однако пропускная способность насаждений в большой степени зависит от условий их произрастания, ярусности древостоев, возраста, состава древесных пород, сомкнутости полога и полноты. Так, в типе условий местопроизрастания D₂ освещенность меньше, чем в типе C₂, несмотря на одновозрастность этих насаждений и одинаковый состав. Это объясняется тем, что в лучших условиях роста образуются высокополнотные и высокобонитетные насаждения, пропускающие под полог меньше лучистой энергии [3], [5]. С возрастом увеличивается сквозистость древесного полога и, следовательно, его пропускная способность, несмотря на дифференциацию насаждения на ярусы и развитие мощного подлеска. По нашим данным, в 60-летнем насаждении освещенность под пологом составляет 2,93% против 2,18% в 25-летнем насаждении того же типа. Наблюдается разница в освещенности в зависимости от состава пород. В насаждении с преобладанием дуба освещенность составила 2,18%, а в дубово-липовом 1,73 и 1,66% (секции 3А, 4А), однако В. А. Алексеев [2] не отмечает такой закономерности.

Наиболее четкая закономерность в пропускании лучистой энергии солнца наблюдается при рубках ухода. Как видно из данных таблицы, на второй год после прореживания (пробные площади 1, 5 и 6) освещенность увеличивается по мере возрастания интенсивности вырубki. Эта закономерность очень тесная и выражается почти прямой линией (рис. 1). При средней степени изреживания освещенность повышается в среднем в 2 раза, а при сильной — в 3 раза.

На освещенность в значительной степени влияет сомкнутость полога молодняков, которая при рубках ухода интенсивностью до 30% запаса по данным фотосъемки изменяется от 0,84—0,80 на контрольных секциях до 0,61—0,67 на секциях, сильно изреженных. При этом интервале между сомкнутостью и освещенностью наблюдается очень тесная зависимость. По нашим данным, при снижении сомкну-

Таблица 1

Время измерения от—до	Освещенность, % от освещенности открытого места	Точность исследования, %	Освещенность открытого места, лк	Кратность увеличения освещенности
11.00—11.30	2,18	7,3	138500	—
11.30—12.30	3,77	5,7	136200	1,7
12.30—13.30	5,40	4,1	133900	2,5
10.30—11.00	1,73	6,2	94600	—
11.00—12.40	2,28	9,6	117700	1,3
11.45—12.25	1,66	5,6	145400	—
11.45—12.20	1,95	9,3	121200	1,2
9.15—9.45	2,74	3,8	40400	—
9.45—10.20	5,69	5,2	50000	2,1
9.00—9.30	10,19	5,8	30000	3,7
9.40—10.00	3,00	4,7	62200	—
9.00—9.40	5,53	2,8	41500	1,8
9.40—10.10	8,15	5,8	48500	2,7
11.00—11.45	2,93	7,6	118900	—
11.45—12.20	5,02	4,8	121200	1,7
12.30—13.00	2,55	7,1	117700	1,15

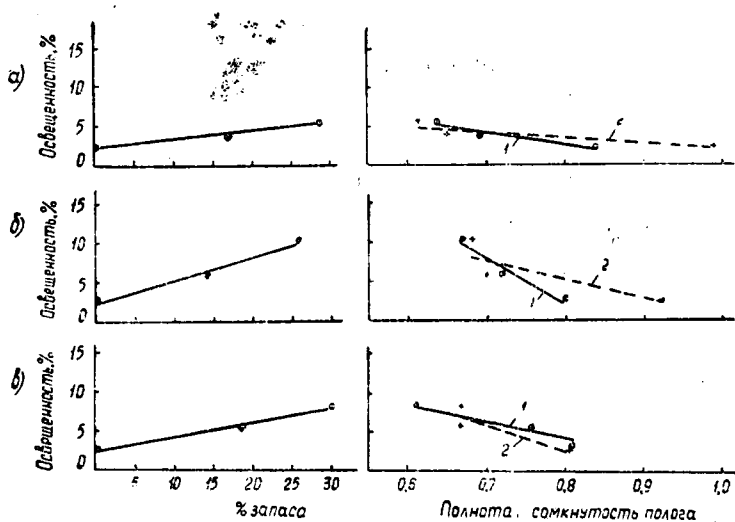


Рис. 1. Графики зависимостей между сомкнутостью (1), полнотой (2), массой древесины, выбранной в порядке прореживания 25-летних дубово-липовых и дубово-осиновых древостоев, и освещенностью под их пологом на высоте 130 см.

а — пробная площадь № 1; б — № 5; в — № 6.

тости на 0,1 освещенность увеличивается на 2—5% по сравнению с освещенностью открытого места. Однако между полнотой, определенной после прореживания, и освещенностью наблюдается менее тесная зависимость. Причина этого — неодинаковая полнота на секциях до рубки. Поэтому важнее знать сомкнутость прореженных насаждений, чем полноту, и по первой ориентировочно судить об условиях освещенности. Через 6 лет в прореженных насаждениях наблюдается стабили-

зация условий освещенности и выравнивание с контролем (пробные площади № 3 и 4).

В 60-летнем насаждении через 4 года после рубки сомкнутость полога выравнилась и составила на всех секциях 0,71; в условиях же освещенности имеются различия. Несмотря на низкую полноту, на секции 7С по сравнению с контролем освещенность уменьшилась с 2,93 до 2,55%, что объясняется сильным развитием подлеска на прореженной секции под влиянием изменившихся условий освещенности. С удалением подлеска и подроста на секции 7В освещенность и через 4 года превышает контрольную почти в 2 раза.

Приведенные результаты изменения освещенности под пологом леса на высоте 130 см в дубравах в связи с рубками ухода еще не могут полностью характеризовать световой режим, так как на разных высотах в различных по составу и ярусности насаждениях он неодинаков [3], [5], [6]. Однако и этих данных достаточно, чтобы судить о том, что различия микроклиматических условий тесно связаны с освещенностью.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. А. Алексеев. К методике измерения освещенности под пологом леса. Журн. «Физиология растений», 10, вып. 2, 1963. [2]. В. А. Алексеев. О пропускании солнечной радиации пологом древостоев. Сб. «Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса», М., 1967. [3]. В. Е. Вихров. Строение и физико-механические свойства дуба. Изд. АН СССР, М., 1954. [4]. К. А. Гар. Освещенность под пологом дубняков разного возраста и различных типов леса. Сообщение Института леса АН СССР, вып. 3, М., 1954. [5]. А. А. Молчанов. Лес и климат. Изд. АН СССР, М., 1961. [6]. М. И. Сахаров. О влиянии отдельных ярусов лесных ценозов на радиацию и освещенность. Доклады АН СССР, т. 62, № 5, 1948.

Поступила 31 октября 1969 г.

УДК 634.0.453

БОРЬБА С ИВОВОЙ МОЛЬЮ В ПОЙМЕ НИЖНЕГО ДНЕПРА

В. Е. ТЕРЕЩЕНКО

(Херсонское областное управление лесного хозяйства и лесозаготовок)

Важное водоохранное значение имеют ивовые леса в пойме Нижнего Днепра, произрастающие по берегам реки и на островах ее дельты в наиболее низких, затапливаемых на продолжительное время местоположениях, где насаждения других древесных пород произрастать не могут. Кроме того, леса Нижнеднепровской поймы выделены в зеленую зону г. Херсона и районных центров (Новая Каховка, Цюрупинск, Голая Пристань) и служат местом отдыха трудящихся в летнее время. Поэтому защита этих насаждений от вредителей и болезней приобретает особо важное значение.

В последние годы в насаждениях поймы Нижнего Днепра широко распространилась ивовая горностаевая моль (*Hypomeuta rorella* Нб.). Поврежденные насаждения подвергались нападению стволовых вредителей (*Cossus cossus* L., *Xylotrechus rusticus* L., *Agrilus ater* L.) и заселялись дереворазрушающими грибами (*Polyporus squamosus* Huds. ex Fr., *P. sulphureus* Fr.), в результате чего значительное количество древостоев было ослаблено, а на отдельных участках они начали суховершинить и усыхать, не достигнув возраста спелости.

В литературных источниках очень мало сведений об ивовой моли. Имеются лишь краткие, часто противоречивые ее видовые описания

([13], [1], [4], [9] и др.) и отрывочные сведения по биологии [2], [4], а также упоминания о вспышках массового размножения вредителя в поймах рек Волги, Дона, Урала, Днестра и Днепра [10], [3], [9].

Чтобы уменьшить степень распространения ивовой моли, в пойме Нижнего Днепра осенью 1966 г. было произведено лесопатологическое обследование насаждений в районе от плотины Каховской ГЭС до Днепровского лимана. Очаги высокой плотности были выявлены на острове Казацком (Каховский лесхоззаг), а также по берегам р. Ингулки, левому берегу рр. Днепра и Конки, а также на островах дельты Днепра (Херсонский лесхоззаг). Общая площадь очагов 3600 га. Средняя абсолютная заселенность в очагах составила 0,9 яйцекладки на 1 пог. м ветви, что грозило объеданием листьев в 1967 г. на 70—75%.

С целью определения мер по ликвидации выявленных очагов ивовой моли мы изучали ее фенологию и биологические особенности. При этом было установлено, что оптимальный срок для проведения химической борьбы на больших площадях наступает после второй линьки гусениц, когда последние переходят к открытому питанию и съедают листовые пластинки полностью (первая декада мая).

Проведенными ранее опытами по применению против гусениц моли 1%-ной эмульсии ДДТ и 0,5%-ного раствора хлорофоса была установлена их высокая эффективность, особенно хлорофоса [11].

Поэтому при проектировании методов опытно-производственной авиахимборьбы было решено применить хлорофос при норме расхода 1 кг/га и расходе рабочей жидкости 200 л/га. Увеличивая норму расхода рабочей жидкости, исходили из учета экологических условий (высокие температуры, вызывающие сильные восходящие токи воздуха, препятствующие опусканию мелких капель инсектицида внутрь крон), особенностей строения полога насаждений, наличия плотного паутинного гнезда, в котором питаются гусеницы. Учитывали также возможность попадания инсектицидов в воду и вредное влияние их на водную фауну, в особенности на рыб.

К началу авиахимработ в лесхоззагах оказалась в наличии 50%-ная паста ДДТ и лишь незначительное количество хлорофоса. Поэтому зону, примыкающую непосредственно к береговому канту, мы решили обработать хлорофосом, который в применяемой дозировке безопасен для рыб [12], а остальную часть насаждений—50%-ной пастой ДДТ.

С целью определения оптимальной нормы расхода инсектицидов и рабочей жидкости на о. Казацком было заложено 9 опытных участков, из них исключительно с опытной целью шесть, площадью по 8 га каждый.

Перед проведением авиахимборьбы в различных участках очага выбирали по 10 модельных деревьев, на которых производили контрольный учет среднего количества гусениц, приходящихся на 1 пог. м ветви. Обработка насаждений с самолета АН-2М началась в период, когда гусеницы моли перешли к открытому питанию, и продолжалась с 4 по 21 мая 1967 г. Всего было обработано 3300 га насаждений.

Техническую эффективность авиахимборьбы выявляли спустя пять дней после окончания работ путем сравнения количества живых гусениц, оставшихся на 1 пог. м, с их числом до обработки.

Данные учета в Бериславском лесничестве Каховского лесхоззага, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о том, что оба инсектицида высокотоксичны для гусениц ивовой моли и могут применяться в борьбе с этим вредителем. Однако хлорофос показал более высокую эффективность и при норме расхода 1,5 кг/га (200 л/га) практически уничтожает всех гусениц. Так как этот инсектицид также малотоксичен для рыб, то при данной норме расхода может быть рекомендован для производственных работ по борьбе с ивовой молью.

Работами ряда авторов ([5], [6], [14] и др.) установлена высокая токсичность для рыб препаратов ДДТ, поэтому их можно применять в 1%-ной концентрации (по действующему веществу) при той же норме расхода рабочей жидкости, только в условиях, полностью исключающих попадание в водоемы.

Одновременно с испытанием инсектицидов производили поиски местных энтомофагов для выяснения возможности использования их

Таблица 1

Дата обработки	Квартал	Инсектициды	Норма расхода, $\frac{кг}{га}$ <i>л/га</i>	Обработанная площадь, га	Результаты учета (шт. гусениц на 1 пог. м)		Процент гибели гусениц
					до обработки	после обработки	
4—15 мая	11—26, 35, 36	50%-ная паста ДДТ	$\frac{2,5}{200}$	1160	36	4,5	87,5
16 мая	27—33	"	$\frac{2,5}{100}$	440	36	5,4	85,3
	34,35	"	$\frac{4,0}{200}$	8	36	3,3	90,8
	34,35	"	$\frac{3,0}{50}$	8	36	12,0	66,7
5—6 мая	12—33 36 (береговой кант)	80%-ный хлорофос	$\frac{1,0}{200}$	176	36	3,0	91,7
4 мая	34,35	"	$\frac{0,5}{200}$	8	36	3,7	89,8
	34,35	"	$\frac{1,0}{100}$	8	36	10,0	72,2
	34,35	"	$\frac{1,0}{50}$	8	36	10,5	68,1
	34,35	"	$\frac{1,5}{200}$	8	36	0,5	98,5

в борьбе против моли. Такой энтомофаг был найден. Им оказался паразит гусениц *Ageniaspis fuscicollis* Dalm.

Таблица 2

Годы	Поврежденность листьев, %	Численность здоровых гусениц на 1 пог. м, шт.	Зараженность гусениц, %
1966	$\frac{60,3}{53,7}$	$\frac{30,2}{27,1}$	$\frac{24,3}{23,0}$
	$\frac{30,5}{47,4}$	$\frac{15,3}{21,5}$	$\frac{58,5}{32,4}$
1968	$\frac{8,7}{32,4}$	$\frac{4,6}{16,7}$	$\frac{83,1}{39,8}$

Примечание. В числителе данные для опытного участка, в знаменателе — для контрольного.

ками паразита раскладывали в стеклянные банки по 400 шт. Последние сверху затягивали плотной бумагой, в которой проделывали отверстия диаметром 1,5—2,0 мм для вылета имаго паразита. Затем банки и кульки вывешивали в насаждении на высоте 1,5—2,0 м от поверхности почвы в теневой части деревьев. Вылет имаго начался 14 июля.

Учет зараженных паразитом гусениц моли в 1967 г. показал резкий рост их численности на опытном участке по сравнению с контрольным (табл. 2).

В результате проведенной работы по наводнению очага агениасписом уже на третий год абсолютная заселенность моли в очаге снизилась настолько, что практически не представляла угрозы насаж-

В отдельных очагах паразитом было заражено от 10 до 15% гусениц. В 1966 г. был найден участок насаждений на Белогрудовском острове, где на площади 38 га зараженность гусениц паразитом составила 24,3%.

Было решено в порядке проведения опыта заселить этот очаг агениасписом.

С этой целью на запроектированных под обработку площадях в июне 1966 г. было собрано около 40 тыс. зараженных паразитом гусениц моли с его куколками. Паразит был внесен в очаг по методике, разработанной в Киргизии [7], [8]. Для этого гусениц с куколками и картонные кульки по 200—

дению. Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения хальцида *Ageniaspis fuscicollis* Dalm. в борьбе против ивовой моли.

Проведенные опыты позволили сделать вывод о том, что химическую борьбу с ивовой молью следует разумно сочетать с биологической. В плотных очагах, где отсутствуют энтомофаги или количество их незначительно, следует применять химический метод; в очагах с небольшой абсолютной заселенностью, а также в очагах с наличием не менее 20% зараженных гусениц возможно заселение агениасписом путем сбора зараженных гусениц в очагах, предназначенных под химическую обработку. Размножившиеся паразиты могут снизить численность вредителя до безопасной плотности, что позволит избежать применения химических средств.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. К. В. Арнольди и др. Определитель насекомых, повреждающих деревья и кустарники ползающих полос. М.—Л., 1950. [2]. Л. С. Бекосипов. К изучению вредной энтомофауны лесных культур Нижнеднепровья. Украинская научно-исследовательская станция виноградарства и освоения песков. Научные труды, вып. 6, 1956. [3]. А. И. Воронцов. Причины усыхания ветляников Волго-Ахтубинской поймы. Научные труды МЛТИ, т. 5, М., 1957. [4]. А. И. Ильинский и др. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР. М., 1965. [5]. Н. Э. Кононова. О влиянии препарата ДДТ на водную фауну при борьбе с вредителями леса. «Зоологический журнал», т. XXXVIII, вып. 6, 1959. [6]. Н. Э. Кононова. Влияние химических обработок леса на полезную фауну. Автореферат диссертации, Киев, 1967. [7]. Р. П. Караваева. Современное состояние исследований по защите лесов Киргизии от вредных насекомых. Тезисы доклада в сб. «Защита лесов от вредителей и болезней», М., 1961. [8]. А. И. Петров. Яблоневая моль и способы борьбы с ней. Алма-Ата, 1950. [9]. Д. Ф. Руднев. Химические средства в борьбе с вредителями леса. Изд. «Лесная промышленность», М., 1966. [10]. Н. Л. Сахаров. Вредные насекомые Нижнего Поволжья. Саратов, 1947. [11]. В. Е. Терещенко. Ивовая моль (*Hyponomeuta rorella* Hb.) опасный вредитель пойменных насаждений Нижнего Днепра. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1968. [12]. A. Brown. Ecological consequences of the development of resistance. The ecological effects of biological and chemical control of undesirable plants and animals., IUCN Symposium, Warsaw, 1960. [13]. A. Spüler. Die Schmetterlinge Europas, Stuttgart, 1908—1910. [14]. E. W. Surber. Chemical control agents and their effects of fish. Progress Fish Culturist. 10 (3), 1948.

Поступила 15 октября 1969 г.

УДК 634.0.5

ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩИХ ЗАПАСОВ ЛИПНЯКОВ СЕВЕРО-ПРИУРАЛЬСКОГО ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОГО РАЙОНА

П. А. СОКОЛОВ

(Марийский политехнический институт)

Обобщенные стандартные таблицы сумм площадей сечений и запасов древостоев при полноте 1,0 [4] — важное пособие, облегчающее определение относительной полноты и запаса древостоя и способствующее получению сопоставимых величин запасов при инвентаризации лесного фонда на больших территориях Советского Союза. Но в настоящее время накопилось много данных, показывающих, что запасы древостоев при одинаковой средней высоте зависят от условий роста и развития, находящих свое выражение в конкретной величине — втором коэффициенте формы стволов q_2 .

На основе этих предпосылок Г. М. Козленко [3] составил таблицы запасов, где для каждой породы и отдельных ступеней высот древостоев приведены значения средних коэффициентов формы q_2 .

А. Н. Карпов [2] составил общую таблицу, в которой запасы каждой ступени средней высоты древостоя показаны по классам значений второго коэффициента формы, независимо от древесной породы.

М. Л. Дворецкий [1] предложил способ непосредственного вычисления запаса древостоя через абсолютную полноту и элементарный запас, соответствующий 1 м² площади сечения стволов. Значения же элементарного запаса по ступеням средних высот древостоев им даны в зависимости от величины второго коэффициента формы q_2 и средней высоты. М. Л. Дворецкий при этом отмечает слабое влияние древесной породы на элементарный запас древостоя.

Следовательно, для объективного определения запаса древостоя прежде всего необходимо иметь данные о средней величине второго коэффициента формы, отражающей особенности роста деревьев в конкретных лесорастительных условиях.

Для изучения q_2 древостоев липы и проверки точности стандартной таблицы и таблицы элементарных запасов, составленной М. Л. Дворецким, в определении общих запасов были использованы материалы 41 пробной площади, заложенной в липняках Марийской и Удмуртской АССР, входящих в Северо-Приуральский лесорастительный район подзоны хвойно-широколиственных лесов. Липняки в основном порослевого происхождения, тип леса липняк снытьевый на свежих дерново-среднеподзолистых почвах, подстилаемых пермскими глинами и песками с глинистыми прослойками; класс бонитета II—III. Доля участия липы в составе древостоев пробных площадей колеблется в пределах от 48 до 96%. Из остальных пород, слагающих древостой, наибольшее распространение имеют ель, пихта, береза и осина. Средний возраст древостоев от 24 до 105 лет.

Средние значения коэффициента формы q_2 липовых древостоев Марийской и Удмуртской АССР оказались практически одинаковыми: соответственно $0,646 \pm 0,006$ и $0,653 \pm 0,003$ при точности опыта 0,9 и 0,5%. Изменчивость средних значений q_2 на пробных площадях составила для обоих районов 3%. Такое незначительное расхождение позволило проверить таблицы на всем собранном нами материале.

На каждой пробной площади запас был вычислен следующими способами:

1) по данным модельных деревьев, срубленных в количестве 20—25 шт. на каждой пробной площади;

2) по стандартной таблице запасов;

3) по таблице элементарных запасов (М. Л. Дворецкого) в двух вариантах: а) по индивидуальным средним значениям q_2 пробных площадей; б) по общему среднему для лесорастительного района $q_2 = 0,65$.

Запас, вычисленный по модельным деревьям, принят за истинный. Ошибка в определении запасов по стандартной таблице составила $+4,0 \pm 4,6\%$, а по таблице элементарных запасов $+0,8 \pm 4,9\%$ и $+0,6 \pm 4,3\%$ (соответственно по вариантам).

Значит, при пользовании стандартными таблицами сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0 общие запасы липняков систематически завышаются.

Таблицы элементарных запасов, составленные М. Л. Дворецким, в обоих случаях дают одинаково точные результаты и могут с успехом применяться для установления общих запасов липы через абсолютную полноту, легко определяемую прицелом Биттерлиха или призмой Анучина, и элементарный запас древостоя при среднем коэффициенте формы совокупности древостоев данного лесорастительного района.

Для выявления зависимости абсолютных полнот местных липняков от средней высоты древостоя H использовали данные 15 пробных площадей с наибольшей суммой площадей сечений G (табл. 1), на основании которых строили график взаимосвязи этих двух показателей (рис. 1).

Таблица 1

№ пробной площади	Средняя высота, м	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Общий запас, м ³
1	9,7	25,0	96
2	10,0	25,1	140
3	12,4	27,4	173
4	14,3	34,4	224
5	14,5	33,4	241
6	14,5	34,5	284
7	14,7	31,0	223
8	15,8	35,3	262
9	18,3	37,6	310
10	18,4	38,9	357
11	19,7	40,2	382
12	20,8	42,9	409
13	20,8	42,8	378
14	23,0	46,9	501
15	23,8	46,7	488

Эту связь можно передать уравнением прямой

$$G = 1,62 H + 9,1.$$

Коэффициент корреляции между опытными и выравненными значениями сумм площадей сечений составил 0,98, что указывает на правильный подбор линии выравнивания и достаточное количество данных для построения графика.

Таблица 2

Средняя высота древостоя, м	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Элементарный запас, при $q_2=0,65$	Общий запас на 1 га, м ³
10	25,3	4,82	122
11	26,9	5,23	141
12	28,5	5,63	160
13	30,2	6,03	182
14	31,8	6,44	205
15	33,4	6,85	229
16	35,0	7,25	254
17	36,6	7,65	280
18	38,3	8,06	304
19	39,9	8,47	338
20	41,5	8,87	368
21	43,1	9,27	400
22	44,7	9,68	433
23	46,4	10,09	468
24	48,0	10,49	504
25	49,6	10,89	540

По материалам пробных площадей вычислены значения элементарных запасов липняков путем деления общего запаса стволов липы на их сумму площадей сечения. Полученные значения выравнены в зависимости от средних высот древостоев пробных площадей. Связь между элементарными запасами $V_{эл}$ и средними высотами древостоев H передается следующим уравнением прямой линии (рис. 2):

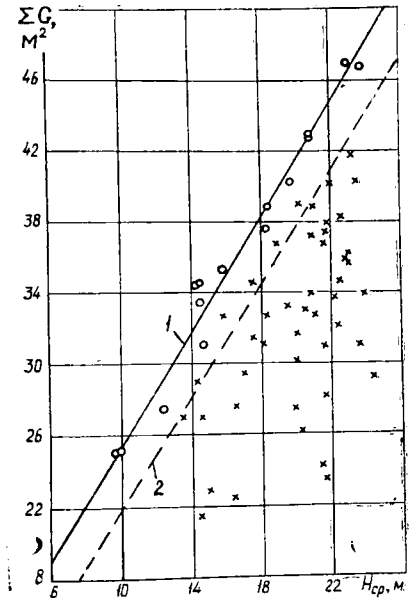


Рис. 1. Средние высоты и суммы площадей сечений на 1 га древостоев липы при полноте 1,0.

1 — данные пробных площадей (○ — наивысшей производительности, × — модальных);
2 — данные стандартной таблицы.

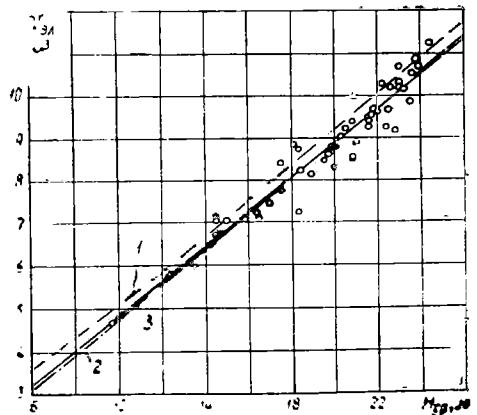


Рис. 2. Средние высоты и элементарные запасы в древостоях.

1 — по стандартным таблицам; 2 — по таблице М. Л. Дворецкого; 3 — по данным пробных площадей.

$$V_{\text{эл}} = 0,405 H + 0,77.$$

Коэффициент корреляции между средней высотой древостоя и элементарным запасом составил 0,93, что указывает на очень высокую связь между этими показателями.

Общие запасы наиболее производительных древостоев получены путем умножения величин элементарных запасов на сумму площадей сечений (табл. 2).

Отклонение полученных абсолютных полнот от показанных в стандартных таблицах возрастает с уменьшением средней высоты древостоя от +9% при высоте 25 м до +16% при высоте 10 м; общих запасов соответственно от +5 до +12%, а вновь полученные данные об элементарных запасах при соответствующих высотах меньше стандартных в среднем на 4%.

Расхождения в значениях элементарных запасов с данными М. Л. Дворецкого при среднем коэффициенте формы 0,65 только для ступеней высот 10 и 12 м составили 2%, для остальных же ступеней расхождения практически отсутствуют, что подтверждает правильность вывода о слабом влиянии древесной породы на элементарный запас при одинаковых средних высотах и коэффициентах формы стволов древостоя.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. Л. Дворецкий. Элементарный запас древостоя. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1964. [2]. А. Н. Карпов. Таблица сумм площадей сечений и запасов насаждений на 1 га при полноте 1,0. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1951. [3]. Г. М. Козленко. О стандартных таблицах сумм площадей сечений и запасов насаждений при полноте 1. Журн. «Лесное хозяйство» № 6, 1953. [4]. Н. В. Третьяков. Таблица сумм площадей сечений и запасов насаждений при полноте 1,0. ЦНИИЛХ, сборник трудов № 17, Л., 1941.

Поступила 23 апреля 1969 г.

УДК 634.0.812

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА НА ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ДУБА РАННЕЙ И ПОЗДНЕЙ ФОРМ

Е. И. ЕНЬКОВА, В. К. ШИРНИН

(Воронежский лесотехнический институт)

Для правильной организации лесного хозяйства и наиболее рационального использования лесной продукции необходимы данные о влиянии возраста на физико-механические свойства древесины. Малочисленные литературные сведения [3], [4], [6], [7], [8] говорят об ухудшении технических свойств древесины дуба черешчатого с возрастом.

Известно, что дуб черешчатый отличается большим формовым разнообразием. Наиболее важное хозяйственное значение имеют его рано и поздно распускающиеся формы (разновидности). Наши [2] и другие исследования показали заметное влияние фенологических форм на рост, продуктивность и особенно качество древесины дуба. В насаждениях старше 50 лет средняя высота обычно больше у поздней формы. Нередко различие по высоте настолько велико, что древостой раннего и позднего дуба можно относить к разным классам бонитета. Поздняя форма дуба значительно превосходит раннюю по выходу и качеству деловых сортиментов, особенно в условиях свежей дубравы.

Физико-механические свойства древесины фенологических форм дуба изучены недостаточно, а изменение этих свойств с возрастом, насколько нам известно, у них совершенно не исследовалось.

Мы определяли технические свойства древесины раннего и позднего дуба из свежей дубравы Шипова леса (Морозовское лесничество) 28, 60, 90 и 145-летнего возраста смешанного формового состава. В этом типе условий произрастания выращивается ценнейшая древесина дуба, поэтому, в первую очередь, для этих условий необходимо установить влияние возраста на физико-механические свойства древесины указанных разновидностей дуба.

На наиболее характерных пробных площадях, заложенных с целью выявления влияния фенологических форм дуба на рост, продуктивность и качество насаждений, взято по три средних модельных дерева раннего и позднего дуба, для каждого из указанных возрастов (всего 24). Участие дуба в составе насаждений, из которых отобраны модельные деревья, колеблется от 7 до 9 единиц. Остальная доля приходится на ясень обыкновенный, клен остролистный и липу. Указанные насаждения относятся к I—II классам бонитета и все, кроме 28-летнего (частичные культуры) имеют естественное происхождение. В возрасте 28 лет средние диаметр и высота у раннего и позднего дуба почти одинаковы (табл. 1), в 60 лет у раннего дуба несколько больше средний диаметр (на 1 см) и меньше средняя высота (на 1,5 м). В насаждениях 90 и 145 лет у позднего дуба заметно больше, чем у раннего, как средняя высота, так и средний диаметр.

Для заготовки образцов* из модельных деревьев с высоты 1,3—3,0 м выпиляли кряжи длиной 1,7 м. Всего было изготовлено и испытано (в соответствии с ГОСТами [1]) 5085 образцов, в том числе от деревьев раннего дуба — 2531. Результаты исследований обработаны методами вариационной статистики, часть — методом дисперсионного анализа.

Полученные данные (табл. 1) показывают, что влияние возраста на физико-механические свойства древесины раннего и позднего дуба неодинаково. Например, плотность ранней древесины 60-летних деревьев на 8,5% ниже, чем 28-летних, поздней — на 6,7%; предел прочности при статическом изгибе меньше соответственно на 11,2 и 0,8%, при скалывании в тангентальной плоскости — на 22,2 и 19,8%, в радиальной — на 6,7 и 16,0%; сопротивление раскалыванию в тангентальной плоскости — на 26,7 и 32,0%. Указанные различия вполне достоверны, за исключением различия по пределу прочности при статическом изгибе у древесины позднего дуба и при скалывании в радиальной плоскости — у раннего. Предел прочности при сжатии вдоль волокон, наоборот, к 60 годам выше у древесины раннего дуба на 4,3%, а у позднего на 7,0%. В последнем случае различие вполне достоверно. У 60-летних деревьев раннего и позднего дуба коэффициент качества древесины (отношение величины предела прочности к плотности) при сжатии на 14,3% выше, чем древесины 28-летних деревьев; при статическом изгибе у раннего дуба он соответственно ниже на 3%, а у позднего выше на 5,9%.

Показатели плотности древесины и прочности ее при сжатии вдоль волокон 60- и 90-летних деревьев почти одинаковы как у раннего, так и у позднего дуба. Остальные свойства древесины несколько ниже у деревьев 90 лет (по сравнению с 60-летними). Однако различия достоверны у обеих фенологических форм только по пределу прочности при скалывании в тангентальной плоскости, твердости торцовый и тангентальной, а у позднего дуба и радиальной, а также по сопротивлению раскалыванию в радиальной плоскости у ранней формы. Соответственно изменяются и коэффициенты качества. Суммарный коэффициент качества древесины (при сжатии и статическом изгибе) понижается у раннего дуба на 2,9%, а у позднего только на 0,5%.

Сравнивая свойства древесины 90- и 145-летних деревьев, можно видеть понижение с возрастом процента поздней древесины у раннего

* Отбор модельных деревьев и заготовку кряжей производили совместно с Ю. П. Ефимовым.

дуба на 17,0%, у позднего на 12,8%; прочности при сжатии вдоль волокон — соответственно на 12,4 и 5,6%, при растяжении — на 7,0 и 13,3%, при статическом изгибе — на 13,3 и 4,7%. Перечисленные изменения недостоверны у обеих форм по растяжению и у позднего дуба по статическому изгибу. Плотность древесины у раннего дуба незначительно уменьшается (на 2,7%), а у позднего повышается (на 2,1%); ударный изгиб, наоборот, у ранней формы увеличивается на 5,1%, а у поздней снижается на 6,2%; твердость торцовая возрастает у раннего дуба на 8,5%, у позднего на 3,2%, боковая у раннего дуба почти не изменяется, у позднего увеличивается на 4,9%; предел прочности при скалывании в тангентальной плоскости повышается на 7,7 и 3,5%; сопротивление раскалыванию увеличивается в тангентальной плоскости на 8,8 и 14,1%, в радиальной — на 10,3 и 17,0%. Указанные повышения некоторых свойств древесины раннего и позднего дуба от 90 к 145 годам, за исключением раскалывания, недостоверны. Изменение технических свойств древесины за 55 лет у поздней формы дуба незначительно, у ранней оно более заметно.

Сопоставление свойств древесины деревьев 60 и 145 лет указывает на достоверное различие в сторону их снижения с возрастом по большинству показателей только у раннего дуба. Так, прочность древесины при сжатии у него уменьшается на 12,5%, при статическом изгибе — на 26,4%, при растяжении — на 15,9%, при скалывании в тангентальной плоскости — на 6,7%, в радиальной — на 9,5%; твердость тангентальная — на 12,2%, сопротивление раскалыванию в радиальной плоскости — на 9,5%. У позднего дуба наблюдается понижение прочности древесины лишь при сжатии (на 5,2%) и скалывании в тангентальной плоскости (на 17,2%), а также торцовой твердости (на 7,9%). Соответственно понизились и коэффициенты качества древесины.

При сравнении крайних вариантов возраста (28 и 145 лет) можно заметить, что у раннего дуба с возрастом уменьшаются: процент поздней древесины — на 19,7%, плотность — на 11,3%, прочность при сжатии — на 8,8%, при статическом изгибе — на 28,8%, при скалывании в тангентальной плоскости — на 27,4%, в радиальной — на 15,6%, сопротивление раскалыванию в тангентальной плоскости — на 23,2%. Различия достоверны. Коэффициент качества древесины при сжатии, в связи с понижением плотности, повышается на 3,2%, а при статическом изгибе уменьшается на 20,1%. У позднего дуба за 117 лет свойства древесины ухудшаются незначительно. Так, хотя и наблюдается тенденция к снижению предела прочности при статическом изгибе, однако различие недостоверно; при сжатии наблюдается даже некоторое увеличение. Коэффициент качества древесины при сжатии увеличивается на 6,3%, а при статическом изгибе понижается только на 2,9%. Суммарный коэффициент качества не изменяется. Различие достоверно по проценту поздней древесины — 16,8%, плотности — 5,2%, прочности при скалывании в тангентальной плоскости — 33,7%, в радиальной — 18,2%; по сопротивлению раскалыванию в тангентальной плоскости — 21,5%, в радиальной — 12,0%.

В целом физико-механические свойства древесины (по большинству показателей) позднего дуба лучше, чем раннего (рис. 1). С возрастом это различие увеличивается, так как у раннего дуба наблюдается более заметное ухудшение древесины по ряду важнейших показателей. Преимущество позднего дуба над ранним по проценту поздней древесины составляет от 4,7 до 7,5%. Плотность древесины указанных форм до 90 лет почти одинакова (рис. 1). К 145 годам у позднего дуба она выше на 4,7%. Предел прочности при сжатии, так же, как плотность, до 90 лет у обеих форм почти одинаков, а к 145 го-

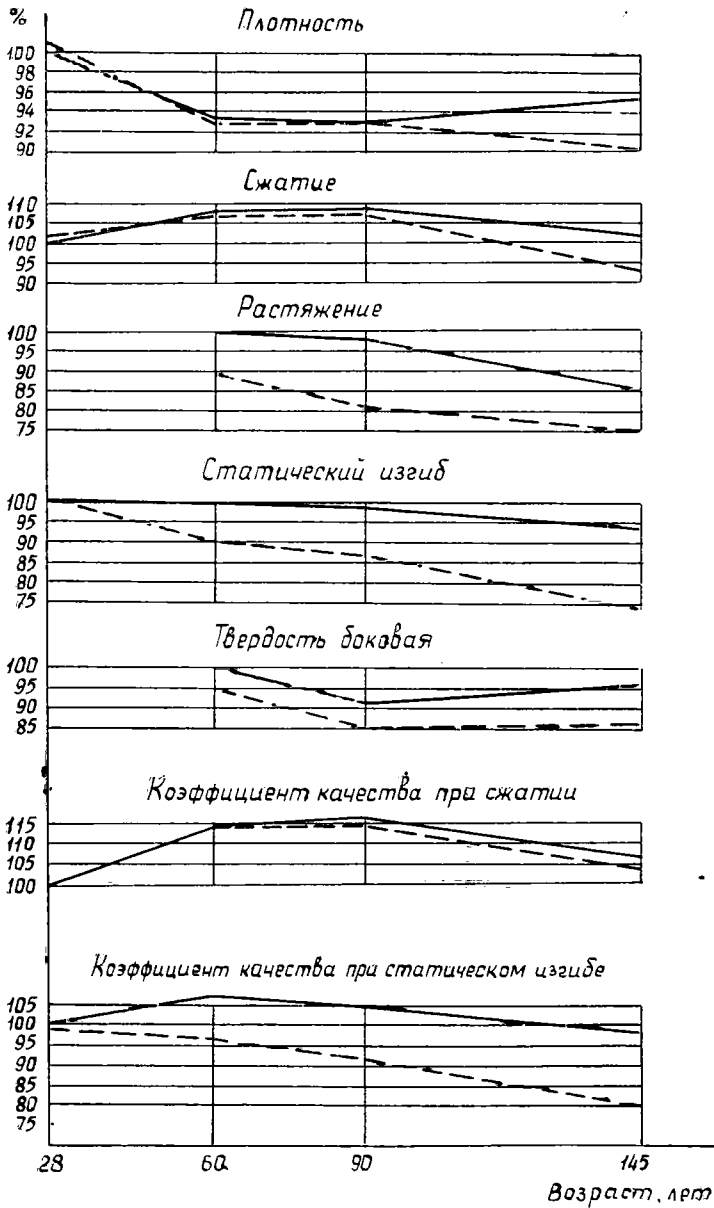


Рис. 1. Изменение физико-механических свойств древесины раннего и позднего дуба с возрастом. Пунктиром обозначена ранняя форма, сплошной линией — поздняя.

дам он больше у позднего дуба на 8,8%. Особенно велика разница по пределу прочности древесины при статическом изгибе. В то время как у позднего дуба этот показатель за 117 лет понижается на 7,8%, у раннего он падает на 28,8%. Предел прочности при статическом изгибе для древесины позднего дуба в 60 лет выше на 9,4%, в 90 лет — на 11,7%, в 145 лет — на 21,0%, при растяжении — соответственно на

11,3, 17,1 и 9,5%. Удельная работа при ударном изгибе в 90 лет больше на 18,8%, в 145 лет — на 8,9%. Несколько выше у позднего дуба и твердость (торцовая и боковая). Коэффициент качества древесины при сжатии у обеих форм дуба почти одинаков; при статическом изгибе у позднего дуба в 60 лет он выше на 9,6%, в 90 лет — на 12,5% и в 145 лет — на 17,8%. Заметно выше у позднего дуба и коэффициент качества при растяжении.

Показатель точности наших исследований по всем видам испытаний в 14 случаях (из 82) меньше 1%, в 42 — от 1 до 2% и в 26 — 2—3%. Только при исследовании предела прочности при растяжении и удельной работы при ударном изгибе он колеблется от 3 до 5%. По стандарту точность исследований принимается до 5%.

Таблица 2

Свойства древесины	Доля участия возраста в общей сумме факторов, %	Показатель достоверности	Стандартные значения критерия Фишера при B		
			0,999	0,99	0,95
Плотность	16—24	<u>14,2</u>	5,7	3,9	2,7
	<u>11—19</u>	<u>10,5</u>	<u>5,6</u>	<u>3,9</u>	<u>2,6</u>
Статический изгиб	28—40	<u>15,3</u>	5,9	4,0	2,7
	<u>6—8</u>	<u>2,0</u>	<u>5,9</u>	<u>4,0</u>	<u>2,7</u>
Растяжение	5—15	<u>5,6</u>	7,4	4,8	3,1
	<u>5—17</u>	<u>5,9</u>	<u>7,4</u>	<u>4,8</u>	<u>3,1</u>

Примечание. В числителе данные для ранней формы дуба; в знаменателе — для поздней. Цифры, подчеркнутые тремя прямыми линиями, достоверны (в высшей степени) при $B = 0,999$; двумя — достоверны при $B = 0,99$; волнистой — недостоверны.

Как известно, физико-механические свойства древесины дуба зависят от многих внешних и внутренних факторов. Для выявления роли возраста в общем комплексе факторов данные испытаний мы обрабатывали методом дисперсионного анализа однофакторных комплексов по алгоритму 21 [5]. Результаты показывают (табл. 2), что в условиях свежей дубравы возраст деревьев дуба раннего составляет значительную долю в общей сумме факторов, влияющих на плотность древесины и статический изгиб; заметно меньшую при растяжении вдоль волокон. У дуба поздней формы сила влияния возраста на технические свойства древесины значительно слабее.

Силу влияния фенологических форм дуба 145 лет на физико-механические свойства древесины выявляли методом дисперсионного анализа также по алгоритму 21. Оказалось, что доля влияния времени листораспускания деревьев дуба на предел прочности древесины при статическом изгибе составляет 21—31%, а при сжатии только 6—8%. Точность полученных данных достоверна в высшей степени.

Наши исследования показывают, что возраст главной рубки древостоев дуба необходимо устанавливать с учетом фенологических форм и требований, предъявляемых к техническим свойствам древесины; для получения крупномерных и высококачественных сортиментов

древесины в условиях свежей дубравы целесообразнее выращивать дуб поздней формы.

Правильное использование результатов многовекового естественного отбора может способствовать значительному улучшению качества древесины и повышению долговечности дубрав.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТы 11483—65 — 11499—65. Древесина, методы испытаний, 1968.
 [2]. Е. И. Енькова, Ю. П. Ефимов, В. К. Ширнин. Влияние фенологических форм дуба на качество дубрав. Журн. «Лесное хозяйство» № 6, 1967. [3]. Н. А. Курбатов. Физико-механические свойства древесины летнего дуба Велико-Анадольского лесничества. Сборник ЦНИИМОДа, 1933. [4]. М. М. Михайлов. Физико-механические свойства древесины дуба Чувашской АССР у деревьев разного возраста. Журн. «Лесохозяйственное дело» № 1, 1959. [5]. Н. А. Плохинский. Алгоритмы биометрии. 1967. [6]. С. П. Тимченко, С. Л. Егоренко. Физико-механические свойства древесины дуба из правобережья УССР. Сборник Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесов, вып. 15, 1936. [7]. П. А. Хуршудян, Г. М. Цатурян. О перестойности лесов Армянской ССР. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1968. [8]. А. А. Чеведаев. Дуб, его свойства и значение. Гослесбуиздат, 1963.

Поступила 14 марта 1969 г.

ДК 631.82

ВЛИЯНИЕ АММИАЧНОЙ И КАЛИЙНОЙ СЕЛИТРЫ НА РОСТ СОСНЫ

А. П. СЛЯДНЕВ

(Брянский технологический институт)

При выращивании лесных насаждений все большее значение придается мероприятиям, непосредственно направленным на улучшение условий корневого питания. Зарубежные лесоводы начали заниматься изучением влияния минеральных удобрений, золы и известкования на рост древостоев около 100 лет тому назад [4]. Широкое использование лесных массивов для заготовки целлюлозного сырья и древесины на экспорт обусловило в ряде стран Западной Европы применение минеральных удобрений для ускорения выращивания промышленных сортов и повышения продуктивности насаждений. Такой уход считается экономически целесообразным ([1], [2] и др.).

В целях обоснования рациональной системы удобрений для наших отечественных условий необходимо опытным путем установить степень отзывчивости разных древостоев на различные виды, формы и дозы удобрений.

Для этого в 1964 г. мы заложили постоянную пробную площадь в 29-летних сосновых культурах, произрастающих на относительно бедной свежей песчаной почве типа В₂. Многочисленные определения содержания элементов питания в сосняках, занимающих местообитание такого типа в Брянском лесном массиве, показали, что фосфора в горизонте А₁ содержится 1,25 и в горизонте С до 2,5 мг на 100 г почвы, калия соответственно 4,5—3,6 мг, а в отдельных лесничествах, как, например, в Клиновском, его количество в горизонте А₁ достигает 12 мг на 100 г почвы. В исследуемых культурах в верхнем пятисантиметровом горизонте фосфора имеется 1,25 мг и калия 4,4 мг. Содержание гумуса колеблется около 1%.

При закладке опыта были использованы аммиачная и калийная селитра. Аммиачная селитра на разных секциях была внесена в дозах по действующему веществу N₂₂ от 44 до 270 кг/га, калийная — в количестве N₁₂ K₃₇ — N₉₇ K₆₅ кг/га. Были внесены также смешанные удобрения из аммиачной и калийной селитры в дозах N₁₀₄ K₄₀ N₁₉₆ K₁₀₈. Результаты опыта учитывали в 1966 и 1968 гг.

Таблица 1

№ секции	Дом, кв/га	Плотность после ухода в 1964 г.	Прирост по сумме площадей сечений								
			за 1965—1966 гг.			за 1967—1968 гг.			за 1965—1968 гг.		
			№	%		№	%		№	%	
				к ЗО контроля	к О 1964 г.		к ЗО контроля	к О 1966 г.		к ЗО контроля	к О 1964 г.
Высокополнотные насаждения											
19	—	0,88	2,15	100	8,40	2,34	100	8,75	4,49	100	17,5
13	N ₁₂ K ₁₇	0,80	2,03	94,4	8,74	2,17	92,7	8,85	4,20	93,5	18,1
20	N ₂ K ₁₇	0,80	2,13	99,1	9,03	2,13	91,0	8,65	4,26	94,9	18,5
22	N ₂ K ₁₅	0,90	2,46	114,1	9,33	2,03	86,8	7,17	4,41	100,0	17,0
15	N ₂₀ K ₂	0,83	2,77	128,8	11,32	1,90	81,2	7,54	4,67	104,0	19,1
21	N ₂₅ K ₁₇	0,78	2,21	102,8	9,66	1,74	74,4	6,61	3,95	88,0	17,3
18	N ₁₀₄ K ₁₀	0,78	2,25	104,6	9,94	2,55	109,0	11,0	4,80	106,9	21,2
25	N ₁₉₀ K ₁₀₁	0,84	3,22	149,8	13,08	3,28	140,2	12,91	6,50	144,8	26,4
Среднеполнотные насаждения											
14	N ₁₃ K ₄₂	0,70	1,86	85,5	9,11	1,79	76,5	9,33	3,65	81,3	17,9
16	N ₂₇ K ₄₅	0,71	2,63	122,3	12,20	1,59	67,9	7,91	4,22	94,0	19,6
23	N ₂₇ K ₄₅	0,60	2,08	97,0	11,90	2,00	85,5	10,24	4,98	90,9	23,3
17	N ₁₁₀ K ₄₂	0,68	2,38	107,9	11,75	1,95	83,3	9,65	4,33	96,4	21,9
24	N ₁₉₆ K ₁₀₁	0,69	2,70	125,6	13,35	3,24	138,4	14,7	5,94	132,3	29,3

Таблица 2

№ секции	Дом, кв/га	Плотность после ухода в 1964 г.	Прирост по сумме площадей сечений								
			за 1965—1966 гг.			за 1967—1968 гг.			за 1965—1968 гг.		
			№	%		№	%		№	%	
				к ЗО контроля	к О 1964 г.		к ЗО контроля	к О 1964 г.		к ЗО контроля	к О 1964 г.
19	—	0,88	2,15	100	8,4	2,34	100	8,8	4,49	100	17,5
1	44	0,71	2,49	115,8	12,1	2,53	108,1	11,8	5,02	111,8	24,3
12	59	0,63	2,44	113,5	11,4	2,38	101,7	12,6	4,82	107,3	26,1
7	48	0,61	2,05	95,4	9,5	2,63	112,4	14,5	4,68	104,2	26,1
2	98	0,70	2,72	129,8	12,7	2,51	120,9	12,6	5,23	123,6	27,1
3	140	0,76	3,17	147,4	14,4	3,26	139,3	13,3	6,43	143,2	29,1
9	162	0,77	3,54	161,7	15,7	3,51	154,6	14,6	7,05	157,0	31,3
10	230	0,72	2,72	126,0	12,8	3,43	146,6	15,0	6,15	137,0	29,2
11	264	0,74	3,13	145,6	14,5	3,83	163,7	16,5	6,96	155,0	32,3
5	270	0,68	3,53	164,2	17,9	3,05	130,3	13,5	6,58	146,5	33,3

Собранные таким образом материалы позволили выявить особенности влияния указанных удобрений на рост сосновых жердняков. Калийная селитра и смешанное удобрение в первый двухлетний период оказали положительное влияние на рост сосновых культур. Причем как в высокополнотных, так и в среднеполнотных насаждениях с увеличением дозы азотно-калийных удобрений положительное влияние усиливалось. Так, например, в высокополнотных насаждениях с повышением дозы калийной селитры с $N_{12}K_{37}$ до $N_{20}K_{62}$ относительный показатель прироста по сумме площадей сечения увеличился с 8,74 до 11,32%, а на контроле он был равен 8,40% (табл. 1).

Однако по сравнению с действием одной калийной селитры наибольшее влияние на рост сосны оказало смешанное удобрение в дозе $N_{190}K_{104}$. В этом случае относительный показатель по приросту достиг 13,08%. Аналогичное явление наблюдалось в этот период в среднеполнотных насаждениях.

Более разительными изменения в приростах были на секциях с одной аммиачной селитрой. В этом варианте опытов относительный показатель по приросту в зависимости от дозы азота повысился от 12,1 при N_{44} до 17,9% при N_{270} (табл. 2). Если при $N_{12}K_{37}$ — $N_{25}K_{77}$ абсолютная величина прироста составляла в высокополнотных насаждениях 94,4 — 128,8% и в среднеполнотных 97,0 — 122,3% к приросту контроля, то при дозах N_{44} — N_{98} она составила 95,4 — 129,8% и при дозах N_{140} — N_{270} — 126,0 — 164,0%.

Во второй двухлетний период на всех секциях с небольшими дозами калийной селитры произошло заметное уменьшение как абсолютных, так и относительных показателей прироста. Обращает на себя внимание тот факт, что снижение приростов тем значительнее, чем выше в предшествующий период была реакция сосны на внесенное удобрение. Так, если в первый период приросты по сумме площадей сечений на опытных секциях с калийной селитрой составляли 94,4 — 128,8% от прироста на контроле, то во второй период на этих же секциях они были 92,7 — 81,2% (табл. 1). В результате этого суммарные приросты за четырехлетний период опытных и контрольной секций практически выравнялись. Аналогичные результаты получил Там [3] при исследованиях в шведских сосновых насаждениях. Однако физиологическая природа данного явления остается пока неясной.

Таким образом, небольшие дозы калийной селитры могут в известной степени стимулировать рост сосняков. Если удобрения повторно своевременно не вносятся, то прирост в последующий период заметно снижается, и в результате общее влияние данного варианта ухода оказывается нулевым.

Смешанное удобрение в дозе $N_{190}K_{104}$ обеспечило наибольший прирост и во втором периоде как в высокополнотном, так и в среднеполнотном насаждениях. Смешанное удобрение примерно в половинной дозе — $N_{104}K_{40}$ и $N_{110}K_{42}$ — во второй период подействовало противоречиво. В высокополнотном насаждении абсолютный и относительный показатели увеличились, в среднеполнотном уменьшились. Следовательно, влияние смешанного удобрения устойчиво при соотношении N : K как 2 : 1 и при норме внесения азота около 200 кг/га.

В опыте с аммиачной селитрой во второй период на одних секциях наблюдалось известное снижение энергии роста по сравнению с ростом в предшествующий период, а на других, наоборот, некоторое повышение ее. Однако ни в одном случае прирост на опытных секциях не оказался ниже контрольного. Выделяются по абсолютным и относительным показателям хорошо удобренные секции. Здесь приросты и во второй период оказались на 39,3 — 63,7% выше, чем на контроле.

В этом опыте обращают на себя внимание два обстоятельства. Во-первых, влияние относительно небольших доз удобрений утрачивается быстрее, а более ощутимых значительных доз — часто с течением времени возрастает. Так, если при внесении 44—59 кг/га азота в первый период прирост оказался выше контрольного на 13,5—15,8%, то во второй период он был выше только на 1,7—8,4%; на участке же, где было внесено 230—264 кг/га азота, в первый период прирост был выше на 26—45,6%, а во второй — на 46,6—63,7%. Во-вторых, некоторое снижение энергии роста во второй период наблюдалось там, где в первый период удобрение вызвало относительно более заметное повышение ее и, наоборот, там, где реакция насаждения была вначале ниже, во второй период наблюдалось ее увеличение.

Связь между величиной прироста и дозами калия в серии опытов с калийной селитрой в первый период характеризовалась частным коэффициентом корреляции 0,46 и во втором — 1,0, а между приростами и дозами азота в этом удобрении соответственно 0,29 и 1,0. Таким образом, влияние калия является временным и непродолжительным. Общий коэффициент корреляции между приростом и дозами азота, рассчитанный по материалам всех секций, где были внесены азотные и азотно-калийные удобрения, для первого периода оказался равным 0,75 и для второго 0,80, а между приростом и дозами калия — 0,23. Это указывает на большую значимость азотного удобрения для сосновых жердняков. Связь между приростом по сумме площадей сечения и дозами азота аммиачной селитры за четырехлетний период выражается уравнением

$$y = 6,31 + 0,069x + 0,0007x^2,$$

между приростом и дозами азота калийной селитры и смешанного удобрения

$$y = 0,24 + 0,036x + 0,0044x^2,$$

между приростом и суммарной дозой азота и калия

$$y = 0,14 + 0,054x + 0,0013x^2.$$

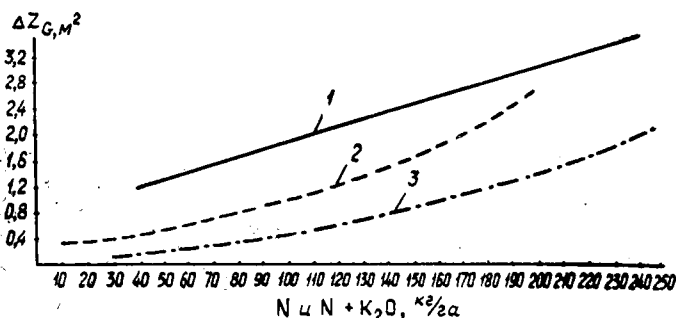


Рис. I. Лесорастительный эффект разных доз аммиачной и калийной селитры.

1 — дополнительный периодический прирост по сумме площадей сечений (Δz_G) в зависимости от дозы азота аммиачной селитры, $y = 0,46 + 0,036x + 0,00098x^2$; 2 — Δz_G в зависимости от дозы азота калийной селитры, $y = 0,24 + 0,036x + 0,0044x^2$; 3 — Δz_G в зависимости от дозы N и K_2O калийной селитры, $y = -0,14 + 0,054x + 0,0013x^2$.

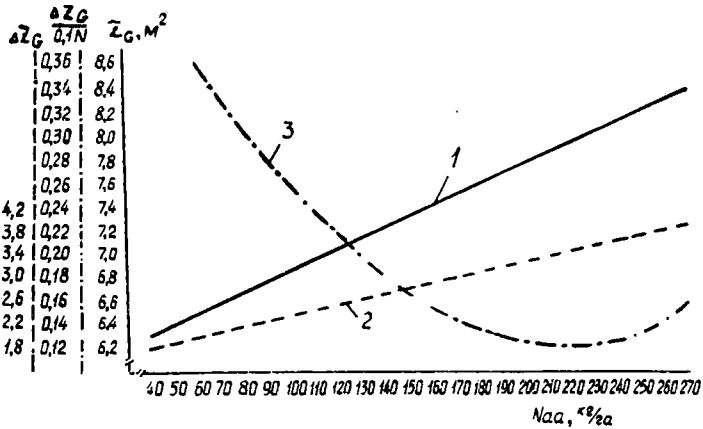


Рис. 2 Лесорастительный эффект разных доз аммиачной селитры.

1 — абсолютный периодический прирост по сумме площадей сечений (z_G). $y = 6.31 + 0.069x + 0.0007x^2$; 2 — дополнительный периодический прирост по сумме площадей сечений (Δz_G). $y = 0.46 - 0.036x + 0.00098x^2$; 3 — дополнительный прирост, приходящийся на 10 кг азота ($\frac{\Delta z_G}{0.1N}$). $y = 1.76 + 0.081x + 0.0003x^2$.

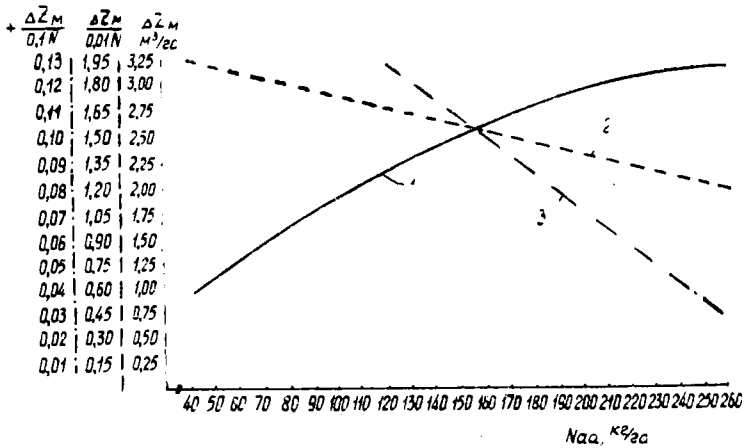


Рис. 3 Влияние разных доз аммиачной селитры на прирост по запасу.

1 — дополнительный прирост (Δz_M), $y = 0.70 + 0.194x - 0.00037x^2$; 2 — удельная эффективность $N_{aa} \left(\frac{\Delta z_M}{0.01N} \right)$. $y = 1.96 - 0.011x - 0.001x^2$; 3 — дополнительный прирост, приходящийся на каждые последующие 10 кг N_{aa} .

Сопоставления выравненных данных о приростах по сумме площадей сечения в зависимости от доз азота разных форм и суммарных доз азота и калия показывают, что азот аммиачной селитры более заметно влияет на рост сосны, чем в такой же дозе азот калийной селитры, или совместно азот и калий в соотношении 1:3 (рис. 1). При небольших дозах азота разных форм разница в приростах достигает 3—4-кратной величины.

Влияние азота и калия калийной селитры при дозе суммы этих действующих начал, равновеликой дозе азота аммиачной селитры, оказалось в 8—10 раз ниже в области минимальных величин вносимых удобрений и в 4—5 раз ниже в области средних величин. Дополнительный прирост при внесении каждых последующих 10 кг/га азота с увеличением общей дозы снижается (рис. 2). Однако уровень удельного лесорастительного эффекта также значительно выше в случае применения аммиачной селитры. По соотношению кривых, характеризующих изменение дополнительного и удельного приростов по запасу в зависимости от дозы азота, можно сделать заключение, что оптимальной в данных условиях является доза азота в 150—200 кг/га (рис. 3).

Обобщая все приведенные выше материалы о влиянии калийной и аммиачной селитры на рост свежесуборековых сосновых жердняков, можно сделать следующие выводы.

1. При равных дозах азота лучший лесорастительный эффект наблюдается при внесении аммиачной селитры.

2. С увеличением дозы азота аммиачной и калийной селитры абсолютные и относительные показатели приростов возрастают.

3. С повышением дозы величина дополнительного прироста, приходящаяся на единицу внесенного удобрения, снижается.

4. В качестве оптимальной дозы для сосновых жердняков на свежей относительно бедной почве можно считать 150—200 кг/га азота аммиачной селитры.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. H. A. Gussone. Über die Düngungswürdigkeit älterer Waldestände. «Allgem. Forstzeitschrift», 18, № 32—33, 1963. [2]. B. Jhansson, A. Ahgren. Godsling av skogsmark. «Narri. skogsvardsförbundets tidskrift», № 1, 1962. [3]. C. O. Tahm. Varför flerårig Kvaveeffekt i skogen? «Från sädd till skord», 6, № 7, 1966. [4]. Walker and Stocckler. Fertilizers for European Forests. Better Crops with Plant Food. 1963.

Поступила 7 октября 1969 г.

УДК 631.82

ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУЛЬТУР СОСНЫ

А. Н. БАГЛАЙ

(Воронежский лесотехнический институт)

Вопросы разработки теории питания дерева все чаще и чаще встают при решении проблемы повышения продуктивности лесов и лесных культур, в частности. Однако накопленный опыт, позволяющий делать обобщения и рекомендовать нормы и виды минеральных удобрений в лесном хозяйстве, относится, главным образом, к выращиванию посадочного материала. К сожалению, вопросу минерального удобрения лесных культур до сих пор уделяется очень мало внимания.

Для выявления влияния минеральных удобрений на приживаемость и рост культур сосны в 1966 г. нами были заложены опыты в культурах сосны непосредственно после посадки, а также в 10- и 20-летних в Левобережном лесничестве Учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института. Все три опытных участка заложены на второй надпойменной террасе р. Воронеж, на светло-серых слабо гумусированных песчаных почвах в условиях местопроизрастания А₂.

Почвенные разрезы на участках тождественны, колебания мощности генетических горизонтов незначительны.

A_0 0—0—2 см	Подстилка из опавшей хвои
A_1 0—2—15—18 см	Почва темно-серого цвета в свежем состоянии, светло-серого в сухом, песчаная бесструктурная свежая рыхлая. Имеются корни сосны и трав. Переход в A_2 ярко выражен
A_2 15—18—20—36 см	Почва светло-серого цвета песчаная свежая бесструктурная рыхлая. Имеются корни сосны. Переход в B_1 заметный
B_1 20—36—106—117 см	Почва светло-коричневого цвета песчаная бесструктурная свежая рыхлая. Встречаются корни сосны. Включения редкие, зебровидные прослойки темно-коричневого цвета. Переход в B_2 заметный
B_2 106—117—160—200 см	Светлый песок бесструктурный свежий рыхлый с зебровидными темно-коричневыми прослойками. Переход в С слабо заметный
С 160—200 см	Светлый песок.

Глубина залегания грунтовых вод находится в пределах 4,5—5 м [1].

В культурах опыт закладывали по схеме: 1 — контроль, 2 — $NPKCa$, 3 — N_2PKCa , 4 — N_3PKCa , 5 — NP и 6 — NK . Индекс у N указывает дозу азота при внесении полного минерального удобрения. Площадь варианта в 2-летних культурах 0,03 га (в 3-кратной повторности), в 12- и 22-летних по 0,05 га (в 2-кратной).

Исходная норма внесения главных элементов питания была принята по данным исследований Н. П. Ремезова, Л. П. Быковой и К. М. Смирновой [3]. Для одного дерева сосны I класса возраста норма составляла: азота — 4, фосфора — 1, калия — 2 и кальция — 3 г действующего начала; для II класса соответственно 11, 3, 6 и 15 г. Затем исходную норму пересчитывали отдельно для каждого варианта опыта и класса возраста культур. Для этого после обмера всех деревьев в варианте находили их общее количество. Умножив общее количество деревьев на исходную норму азота, фосфора, калия или кальция, получали потребное количество того или иного элемента на вариант. Далее, учитывая процент использования растениями элементов питания, вносимых в виде минеральных удобрений, и содержание их в почве (на данных почвах содержание элементов питания очень низкое), определяли общую потребность в элементах питания по действующему началу.

При расчетах принимали данные исследования В. М. Ключковского и А. В. Петербургского [2], согласно которым азот аммиачной селитры используется на 60%, фосфор суперфосфата гранулированного — на 20%, калий хлористого калия — на 70% и кальций мела молотого — на 65% действующего начала.

Норму внесения элементов питания, выраженную количеством туков, определяли по формуле

$$A = \frac{a \cdot 100}{b},$$

где a — требуемое количество элемента действующего начала;

b — процент содержания элементов в туках.

Минеральные удобрения в почву вносили в два срока: труднорастворимые соединения фосфора и кальция — осенью 1965 г.; соединения азота — весной 1966 г.; соединения хлористого калия (хотя они не относятся к труднорастворимым) — осенью 1965 г., так как в период роста корней хлор вредно действует на них, а за осенний период вымывается из корнеобитаемого слоя в нижележащие и не причиняет вреда корням. Предварительно удобрения смешивали в количествах, необходимых для того или иного варианта, тщательно перелопачивали и вручную равномерно рассеивали по всей поверхности почвы.

Осенью 1967 г. после двухгодичного действия минеральных удобрений почву и культуры исследовали. На каждом варианте опыта во всех его повторностях обмеряли все сеянцы и деревья как по диаметру на высоте груди (в 2-летних культурах на высоте 10 см от почвы), так и по высоте. Высоту в 22-летних культурах измеряли при помощи высотомера у 5—8 деревьев по односантиметровым ступеням толщины.

По данным обмеров для каждого варианта методом математической статистики находили среднеарифметические высоты и диаметры деревьев. По этим высотам и диаметрам подбирали средние модельные деревья (в 2-летних культурах — 10 шт., в 12- и 22-летних — по 5 шт.), а затем их срубали с целью определения не только текущих приростов по высоте и диаметру, но и количества и качества хвои.

Рассмотрим данные нашего исследования.

Влияние минеральных удобрений на приживаемость 2-летних культур сосны характеризуется следующими

данными. В контроле приживаемость составила 84,8%; при внесении NPKCa — 93,1; N_2PKCa — 91,5; N_3PKCa — 91,3; NP — 90,1; NK — 81,4%.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в варианте с полным минеральным удобрением (NPKCa) приживаемость сосны высокая, и последующего пополнения культур не требуется.

На вариантах с двойной и тройной дозой азота при одинарной дозе фосфора, калия и кальция приживаемость сосны также высока, но ниже, чем в варианте NPKCa . В варианте NK требуются дополнительные затраты на пополнение культур.

Влияние минеральных удобрений на рост культур сосны. Несмотря на то, что 1967 г. в климатическом отношении для Воронежской области сложился неблагоприятно, прирост верхушечного побега по всем вариантам превышает контрольный в 2-летних культурах при полном удобрении на 7,1—21,3%, в 12-летних на 4—39,5%, в 22-летних на 9—32,5%. Математическая обработка результатов исследования (табл. 1) показала, что в 2-летних культурах различия по высоте между показателями контроля и разных вариантов достоверны, так как коэффициент различия больше двух [4]. По диаметру различие достоверно лишь между контролем и вариантом N_3PKCa . Во всех остальных случаях коэффициенты различия незначительны. Это и понятно, сеянцы после посадки и прохождения фазы приживания начинают быстро расти в высоту, то есть имеют максимальный прирост по высоте и минимальный по диаметру.

Таблица 1

Варианты опыта	Высота, м (см для 2-летних культур)	Диаметр, см (мм для 2-летних культур)	Показатель достоверности различия между контролем и вариантами	
			по высоте	по диаметру
Культуры 2-летнего возраста				
Контроль	17,7 ± 0,62	6,8 ± 0,25	—	—
NPKCa	19,4 ± 0,62	7,2 ± 0,21	6,1	1,3
N_2PKCa	19,2 ± 0,58	7,1 ± 0,25	5,6	0,8
N_3PKCa	21,2 ± 0,55	7,9 ± 0,22	13,5	3,3
NP	19,3 ± 0,60	6,0 ± 0,18	6,0	0,0
NK	19,9 ± 0,58	6,9 ± 0,19	8,2	0,0
Культуры 12-летнего возраста				
Контроль	6,03 ± 0,12	5,9 ± 0,08	—	—
NPKCa	6,16 ± 0,11	5,8 ± 0,07	0,8	0,0
N_2PKCa	6,07 ± 0,12	5,9 ± 0,08	0,3	0,0
N_3PKCa	6,24 ± 0,10	5,9 ± 0,07	1,4	0,0
NP	6,0 ± 0,24	5,9 ± 0,08	0,0	0,0
NK	6,05 ± 0,10	6,1 ± 0,06	0,0	2,0
Культуры 22-летнего возраста				
Контроль	8,56 ± 0,14	7,6 ± 0,15	—	—
NPKCa	9,21 ± 0,22	8,6 ± 0,17	2,5	4,4
N_2PKCa	9,90 ± 0,08	9,4 ± 0,17	8,4	7,8
N_3PKCa	9,63 ± 0,23	9,3 ± 0,13	4,0	8,5
NP	8,57 ± 0,22	8,8 ± 0,17	0,0	5,2
NK	8,73 ± 0,16	9,3 ± 0,14	0,8	8,5

В 12-летних культурах коэффициенты различия как по высоте, так и по диаметру между контролем и вариантами с удобрением незначительны, в 22-летних — между контролем и вариантами с полными удобрениями во всех случаях существенны. Между контролем и вариантами NP и NK по высоте различия недостоверны, а по диаметру достоверны.

Сравнивая результаты, мы пришли к выводу, что малое различие между контролем и вариантами с удобрениями в 12-летних культурах объясняется малой дозой внесения минеральных удобрений.

Расчеты норм потребления сосной главных элементов питания, данные проф. Н. П. Ремезовым, Л. Н. Быковой и К. М. Смирновой по классам возраста, не точны, так как потребность в главных элементах питания для 2-летних и 12-летних культур, на наш взгляд, различна, что подтверждается результатами математической обработки. В данном случае следовало бы норму потребности в элементах питания для сосны обобщить по более мелким группам, например, по 10-летним периодам.

В наших опытах в 12-летних культурах внесение минеральных удобрений в норме, установленной для 2-летних культур, хотя и вызвало увеличение текущего прироста, но не настолько, чтобы общая высота 12-летних культур по вариантам существенно отличалась от контрольной.

Таким образом, приведенные предварительные данные показывают, что лучшим сочетанием минеральных удобрений для 2-летних культур является N_2PKCa , а для 22-летних культур — N_2PKCa .

Двухлетний срок наблюдения непродолжителен, но достаточен для того, чтобы сделать вывод, что применение минеральных удобрений при выращивании культур сосны необходимо и перспективно.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Г. Ф. Басов. Многолетнее изучение режима грунтовых вод Учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института. Сборник охраны природы Центрально-черноземной полосы, 1961. [2]. В. М. Ключковский, А. В. Петербургский. Агрохимия. Изд-во «Колос», М., 1964. [3]. Н. П. Ремезов, Л. Н. Быкова, К. М. Смирнова. Биологический круговорот азота и зольных элементов в лесных насаждениях. Труды Института леса, т. 24, М., 1955. [4]. О. А. Трулль. Математическая статистика в лесном хозяйстве. Изд-во «Высшая школа», Минск, 1966.

Поступила 20 октября 1969 г.

УДК 634.0.812

ДИНАМИКА ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ МУЖСКОЙ И ЖЕНСКОЙ ОСИНЫ ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

А. М. ИЛЬИН

(Воронежский лесотехнический институт)

Работами последних лет установлено, что соотношение полов у осины близко к 1:1. Это побуждает проводить исследования положительных и отрицательных качеств мужской и женской осины; сюда относятся и вопросы изучения влажности древесины.

Объектом исследования послужили корнеотпрысковые осинники 48-летнего возраста, произрастающие на лесных темно-серых супесчаных почвах, в типах условий произрастания C_2 и C_3 в квартале Правобережного лесничества институтского учебно-опытного лесхоза. По запасам питательных веществ почвы в C_2 и C_3 однотипны, в C_3 они более свежее. Каждый тип условий произрастания имел по два рядом расположенных клона мужской и женской осины. В работе предусматривалось проследить в динамике за возможным влиянием пола и условий произрастания на влажность древесины мужской и женской осины.

Образцы древесины на влажность брали с помощью приростного бурава (шведского производства) 24 апреля, 22 мая, 24 июня, 24 июля, 20 августа, 19 сентября и

25 октября в двадцатикратной повторности в пределах каждого срока, по всем четырем клонам. Образцы имели длину 5 см и диаметр 0,4 см. Их брали в одно и то же время (с 9 до 11 часов) на высоте 110—120 см с периферической части стволов диаметром 21—23 см. Извлеченный образец немедленно помещали в заранее взвешенный и занумерованный стеклянный бокс с притертой крышкой. Влажность древесины определяли в лабораторных условиях в процентах к абс. сухому весу. Последующее сравнение влажности древесины в разрезе пола и условий произрастания осуществляли методом исчисления коэффициента достоверного различия двух величин.

Для выявления возможной зависимости между влажностью древесины растущих деревьев и метеорологическими элементами мы взяли данные ближайшей метеостанции об осадках, температуре и относительной влажности воздуха, дефиците влажности и облачности. Метеоданные, при наложении на график (рис. 1), предварительно обрабатывали по взвешенному скользящему среднему.

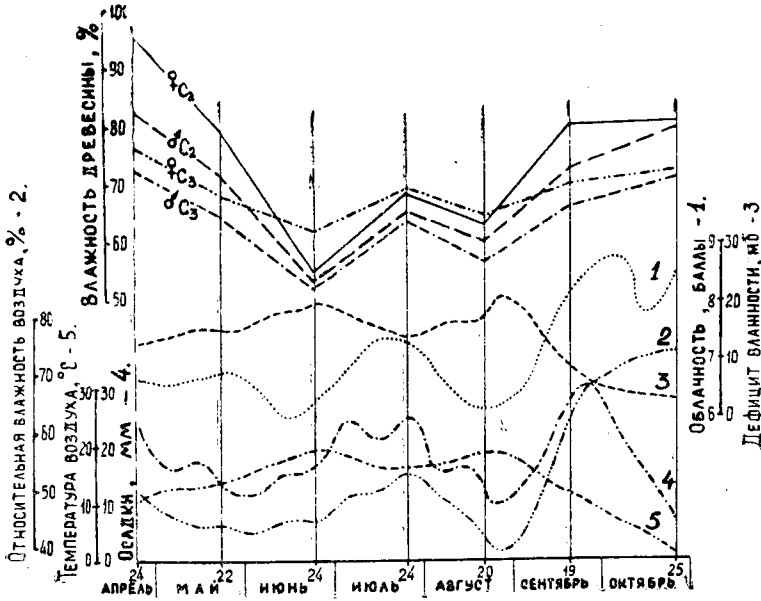


Рис. 1.

Данные о влажности периферической части древесины растущих деревьев осины приведены в табл. 1, из которой видно, что основные показатели, характеризующие вариационные ряды, вполне доброкачественны. Среднеарифметические показатели и их ошибки, подвергнутые математической обработке, помещены в табл. 2 в виде коэффи-

Дата взятия образца	Влажность древесины,							
	женской осины							
	С ₂				С ₃			
	$M \pm m$	σ	C, %	P, %	$M \pm m$	σ	C, %	P, %
24. IV-68	95,2 ± 1,7	7,4	7,7	1,8	76,6 ± 0,8	3,1	4,0	1,0
25. V-68	78,8 ± 1,2	5,5	7,0	1,5	68,1 ± 0,8	3,6	5,3	1,2
24. VI-68	54,8 ± 0,4	1,9	3,5	0,7	62,0 ± 0,6	2,8	4,5	1,0
24. VII-68	68,9 ± 0,6	2,5	3,6	0,9	69,4 ± 0,5	2,1	3,0	0,7
20. VIII-68	63,4 ± 0,6	2,7	4,3	0,9	65,2 ± 0,9	3,9	6,0	1,4
19. IX-68	80,5 ± 0,5	2,1	2,6	0,6	70,4 ± 1,0	4,3	6,1	1,4
25. X-68	80,8 ± 0,9	4,1	5,1	1,1	72,7 ± 0,5	2,4	3,3	0,7

циентов, которые указывают на наличие или отсутствие различий в пределах сопоставляемых вариантов (конкретных комбинаций по полу и условиям произрастания). Если этот коэффициент меньше 2,5, то различие недостоверно.

Из данных табл. 2 следует, что пол и условия произрастания оказывают влияние на влажность древесины. Так, при разном поле и одинаковых условиях произрастания (первый и второй сопоставляемые варианты) коэффициенты достоверного различия высоки во все месяцы за исключением октября (первый вариант) и мая и октября (второй вариант). В данном случае пол оказывает существенное влияние на влажность древесины осины, произрастающей в одинаковых условиях. В третьем и четвертом вариантах пол одинаков, но условия произрастания разные. Однако и здесь коэффициенты достоверного различия высоки во все месяцы, кроме июля и августа (третий вариант) и июня и июля (четвертый вариант). Данные третьего и четвертого вариантов показывают, что при разных условиях произрастания сами условия, а не пол оказывают существенное влияние на влажность древесины.

Для более ясного представления о динамике влажности древесины в пределах вегетационного периода и о влиянии пола, условий произрастания и метеофакторов на влажность древесины был построен график (рис. 1), куда вошли данные табл. 1, а также параметры основных элементов погоды. Как видно из графика, между метеофакторами имеется определенная связь, которая подчинена известным закономерностям. Обращает на себя внимание общая тенденция колебания влажности древесины за вегетационный период: спад к июню, некоторое повышение в июле, вторичный спад в августе и увеличение влажности осенью, то есть колебания влажности древесины находятся, как видно, в тесной связи с колебаниями основных факторов погоды. Такой тенденции подчинены, в большей или меньшей степени, данные о влажности всех четырех опытных участков (клонов).

К началу проведения опытов (24 апреля) на всех четырех участках осина уже имела полное облиствение. Однако размеры листовых пластинок в разных условиях произрастания были различными. Этот вопрос мы подробно рассматривали в августе 1967 г., когда специально изучали возможность диагностики пола осины по листьям на этих же участках. Тогда были получены следующие результаты: в С₂ площадь листа женских осин составила 29,6 см², а мужских — 28,3; в С₃ — соответственно 42,2 и 38,9. Из приведенных данных видно, что площадь листовых пластинок в С₃ как у женских, так и у мужских растений значительно больше, чем в С₂. Такое явление объяснимо только несколько большей увлажненностью почвы в С₃. Видно также,

Таблица 1

% к абс. сухому весу

мужской осины							
С ₂				С ₃			
М±т	σ	С, %	Р, %	М±т	σ	С, %	Р, %
82,5±1,1	5,1	6,2	1,3	72,4±0,9	4,2	5,8	1,2
71,6±0,6	2,8	3,9	0,8	64,7±1,2	5,4	8,3	1,9
52,9±0,5	2,1	4,0	0,9	52,6±0,8	3,6	6,8	1,5
65,6±0,9	4,0	6,1	1,4	64,3±1,0	4,6	7,2	1,6
60,4±0,8	3,7	6,1	1,8	57,1±1,0	4,3	7,6	1,8
73,0±0,9	4,2	5,8	1,2	66,3±0,6	2,6	3,9	0,9
80,4±0,5	2,2	2,7	0,6	71,7±0,7	3,1	4,3	1,0

Таблица 2

Дата взятия образца	Коэффициенты достоверного различия влажности древесины по сопоставляемым вариантам			
	1 женс. С ₂ и муж. С ₂	2 женс. С ₂ и муж. С ₃	3 женс. С ₂ и женс. С ₃	4 муж. С ₂ и муж. С ₃
24. IV-68	6,3	3,5	10,2	5,9
22. V-68	5,5	2,3	7,1	5,3
24. VI-68	3,2	9,4	10,3	0,3
24. VII-68	3,0	4,6	0,6	0,9
20. VIII-68	3,0	8,5	0,7	2,5
19. IX-68	3,8	3,4	9,2	6,1
25. X-68	0,4	1,1	8,1	9,7

что листья женских особей как в С₂, так и в С₃ несколько крупнее, чем у мужских. Обращая внимание на влажность древесины, показанную на графике за 24 апреля, видим, что она в С₃ значительно ниже, чем в С₂, несмотря на большую увлажненность почвы в С₃. Такое несоответствие объясняется различным расходом влаги на транспирацию, которая зависит от размеров листьев. Интересно и то, что влажность древесины женских особей как в С₂, так и в С₃ выше, несмотря на несколько большие размеры листьев. Более того, как показывают литературные данные, у всех изученных двудомников в период усиленной транспирации женские растения транспирируют интенсивнее мужских. Отсутствие подобных исследований по осине не дает право отрицать наличия таких же закономерностей и у этой породы. Видимая повышенная транспирация женских особей, для одних и тех же условий произрастания, не влияет на снижение влажности древесины.

В мае наблюдается значительное снижение влажности по всем четырем вариантам, в июне — резкое понижение влажности, которое обусловилось сочетанием погодных условий. Здесь же произошло некоторое перераспределение, и ведущим фактором, определяющим влажность древесины, оказался пол растения. Древесина женских особей имеет большую влажность и в С₃, и в С₂. Такая закономерность прослеживается и в июле, и в августе. При этом влажность древесины женских растений в С₃ больше, чем в С₂.

В сентябре влажность древесины вновь значительно возрастает вследствие сильного снижения транспирации. К моменту последнего учета (25 октября) влияние пола на влажность древесины по существу прекращается. Однако условия произрастания играют еще существенную роль: влажность древесины в периферической части ствола как мужской, так и женской осины из С₂ выше, чем из С₃. Возможным объяснением в данном случае может быть значительный перерасход почвенной влаги в результате усиленной транспирации в летний период в условиях С₂.

Поступила 16 сентября 1969 г

УДК 634.0.161

**ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА И ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ХВОЕ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ**

И. Э. РИХТЕР

(Белорусский технологический институт)

Хвоя ели обыкновенной в условиях Белоруссии держится на ветвях в течение 4—8 лет. За это время изменяются физиологические функции, химический состав и запас хвои по возрастам.

К сожалению, химический состав и запас еловой хвои большинство авторов характеризует вне зависимости от возраста. Только в работах Эбермайера [3] и А. Л. Паршевникова [2] показано, что в химическом составе 1—8-летней хвои ели происходят существенные изменения. О различиях в химическом составе хвои разных возрастов в связи с междурядной культурой многолетнего люпина многолистного сведений мы не нашли.

Таблица 1

Станция	Секция	Запас хвои					
		1-летней	2-летней	3-летней	4-летней	5-летней	всего
Ельник орляково-черничный							
3	Контроль	532 35,2	377 25,1	277 18,3	223 14,8	100 6,6	1500 100
	Один ряд люпина	994 39,0	753 29,6	511 20,0	178 7,6	111 4,4	2547 100
	Два ряда люпина	1569 40,3	1098 28,2	851 21,9	248 6,4	125 3,2	3892 100
Ельник кустарниковый							
1	Контроль	2045 44,1	1203 25,9	744 16,0	391 8,4	261 5,6	4644 100
	Один ряд люпина	2755 48,2	1450 25,4	775 13,6	460 8,1	270 4,7	5710 100
	Два ряда люпина	3162 48,5	1581 24,2	945 14,5	560 8,6	276 4,2	6524 100
Ельник кисличный							
2	Контроль	1858 35,9	1093 21,2	955 18,5	714 13,8	550 10,6	5170 100
	Один ряд люпина	3195 37,9	1996 23,7	1546 18,3	1012 12,0	686 8,1	8437 100
	Два ряда люпина	3054 38,1	1916 23,9	1501 18,8	881 11,0	655 8,2	8007 100

Примечание. В числителе данные в кг, в знаменателе— в %.

Стационар	Возраст год. лет	Запас азота и зольных элементов в хвое ели (в числителе — кг/га,						
		контроль					один	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅

Ельник орляково-

83	1	5,5	1,3	3,7	2,9	0,3	15,3	3,0
		1,04	0,24	0,70	0,54	0,06	1,54	0,30
	2	3,7	0,7	1,9	2,5	0,3	11,4	2,2
		0,99	0,19	0,51	0,66	0,07	1,51	0,29
	3	2,7	0,5	1,4	2,2	0,3	7,1	1,2
		0,99	0,19	0,49	0,80	0,10	1,39	0,24
	4	2,2	0,6	1,2	2,2	0,2	2,2	0,4
		0,98	0,25	0,54	0,98	0,09	1,24	0,21
	5	1,0	0,2	0,5	1,0	0,1	1,4	0,2
		1,01	0,18	0,53	1,02	0,09	1,28	0,20

Ельник

1	1	25,2	5,7	12,3	10,6	1,6	46,8	7,7
		1,23	0,28	0,60	0,52	0,08	1,70	0,28
	2	14,4	2,8	6,1	8,4	1,2	20,9	3,5
		1,20	0,23	0,51	0,70	0,10	1,44	0,24
	3	8,5	1,8	3,4	7,7	0,8	10,5	1,7
		1,14	0,24	0,46	1,04	0,11	1,35	0,22
	4	4,4	0,9	1,3	4,3	0,4	5,6	1,2
		1,12	0,22	0,44	1,10	0,10	1,22	0,26
	5	2,6	0,5	0,9	2,9	0,2	3,4	0,6
		1,01	0,20	0,41	1,25	0,10	1,28	0,24

Ельник

2	1	21,2	5,6	10,8	9,8	1,5	52,1	11,2
		1,14	0,30	0,58	0,53	0,08	1,63	0,35
	2	11,6	2,4	4,6	9,8	1,1	29,5	5,6
		1,06	0,22	0,42	0,90	0,10	1,48	0,28
	3	10,0	1,9	3,6	9,9	1,0	20,4	4,2
		1,05	0,20	0,38	1,04	0,11	1,32	0,27
	4	6,6	1,1	2,4	7,8	0,7	12,5	2,4
		0,93	0,16	0,33	1,10	0,10	1,24	0,24
	5	5,1	1,3	1,8	6,2	0,5	8,5	1,6
		0,93	0,23	0,33	1,12	0,09	1,24	0,23

Содержание азота и зольных элементов в 1—5-летней хвое в зависимости от условий произрастания мы определяли в 1965—1966 гг. на стационарах кафедры лесоводства, заложенных в Негорельском учебно-опытном и Молодечненском лесхозах для изучения влияния многолетнего люпина на рост ели.

Образцы хвои ели брали с южной стороны верхних мутовок у пяти средних деревьев, расположенных равномерно по секции. Снятую хвою фиксировали паром в течение 10—15 мин и высушивали до воздушно сухого состояния. Вес среднего образца 150—200 г. Производили мокрое озоление средних проб хвои [2]. В полученной вытяжке N и P определяли колориметрическим методом, Ca и Mg — комплексометрическим, K — на пламенном фотометре. Вес хвои по возрастам определяли на

Таблица 2

в знаменателе — % к сухому весу) по вариантам

ряд люпина			два ряда люпина				
K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
черничный							
5,7	4,0	0,8	24,0	3,3	9,7	6,3	1,4
0,57	0,40	0,08	1,53	0,21	0,62	0,40	0,09
3,8	4,7	0,8	15,4	2,1	6,6	7,7	1,2
0,51	0,62	0,10	1,40	0,19	0,60	0,70	0,11
2,6	3,8	0,6	11,5	2,3	4,2	7,8	1,0
0,51	0,75	0,12	1,35	0,27	0,49	0,92	0,12
0,7	1,5	0,2	3,1	0,7	1,2	2,4	0,3
0,42	0,82	0,11	1,26	0,30	0,49	0,95	0,12
0,5	1,0	0,1	1,6	0,2	0,6	1,3	0,1
0,42	0,87	0,11	1,30	0,20	0,45	1,04	0,11
кустарниковый							
17,4	14,0	2,5	51,5	7,6	19,3	21,5	3,8
0,63	0,51	0,09	1,63	0,24	0,61	0,68	0,12
8,0	15,1	2,3	22,6	3,6	8,8	14,2	2,5
0,55	1,04	0,16	1,43	0,23	0,56	0,90	0,16
3,7	10,8	1,2	13,0	2,2	4,7	8,9	1,6
0,48	1,39	0,16	1,38	0,23	0,50	0,94	0,17
2,5	8,6	0,8	7,3	0,8	2,5	5,8	0,9
0,44	1,53	0,15	1,30	0,14	0,44	1,04	0,16
1,1	4,3	0,4	3,4	0,4	1,2	3,2	0,4
0,41	1,61	0,14	1,24	0,15	0,44	1,16	0,14
кисличный							
24,9	13,1	2,9	49,8	10,1	22,0	12,5	2,7
0,78	0,41	0,09	1,63	0,33	0,72	0,41	0,09
10,0	17,6	2,6	29,9	5,2	9,8	16,9	2,7
0,50	0,88	0,13	1,56	0,27	0,51	0,88	0,14
6,3	15,2	2,0	22,5	3,3	6,3	22,1	2,2
0,41	0,98	0,13	1,50	0,22	0,42	1,47	0,15
3,6	10,4	1,2	12,0	1,9	3,6	13,8	1,1
0,36	1,03	0,12	1,36	0,21	0,41	1,57	0,13
2,3	8,5	0,8	8,4	1,6	2,6	10,3	0,8
0,33	1,24	0,11	1,29	0,25	0,39	1,58	0,12

трех средних модельных деревьев, запасы элементов питания в хвое — по весовым показателям и процентному содержанию определяемых элементов.

В результате 5-летнего совместного произрастания ели и люпина во всех изучаемых типах леса произошло улучшение роста по высоте и диаметру и увеличение стволовой массы ели на единице площади (на 110—259%), особенно при двухрядном посеве люпина.

Учет накопившейся хвои в 12—13-летних культурах ели (табл. 1) показывает, что в общем весе хвои преобладает однолетняя (35,2—48,5%). Это связано с ежегодным увеличением размеров крон некото-

рых деревьев и постепенным отмиранием и опадением пятилетней хвои. На секциях с люпином запас хвои (как общий, так и по годам) во всех изучаемых типах леса выше, чем на контрольных секциях. Соотношение же между весом хвои и запасом древесины на секциях с люпином и в более богатых лесорастительных условиях ниже, чем на контроле и в худших условиях.

Изменения химического состава еловой хвои в связи с возрастом и условиями почвенного питания показаны в табл. 2.

По мере старения хвои содержание азота и калия в ней падает. Особенно резко уменьшается количество калия в хвое всех возрастов по отношению к однолетней. Содержание кальция с увеличением возраста хвои постепенно возрастает, и в пятилетней хвое в большинстве случаев его больше, чем азота. Количество магния увеличивается до трехлетнего возраста хвои, а затем уменьшается. В хвое четырехлетнего возраста отмечено также снижение содержания хлорофилла, в состав молекулы которого входит магний. В накоплении фосфора в зависимости от возраста хвои не обнаружено четкой закономерности.

Многолетний люпин в изучаемых типах леса оказал положительное влияние на накопление азота, калия и магния в еловой хвое всех возрастов. Кальций и фосфор в хвое ели на секциях с люпином во многих случаях накапливается медленнее, чем на контрольных.

С улучшением естественного плодородия почвы от ельника орляково-черничного к ельнику кисличному содержание определяемых элементов питания в хвое возрастает. Анализ еловой хвои по возрастам дает возможность установить количество элементов питания, возвращаемых на почву и в почву по мере отмирания хвои.

Для построения однолетней хвои 12—13-летние культуры ели (табл. 2) поглощают из почвы в наибольшем количестве азот, калий и кальций, а фосфор и магний — в значительно меньшем. Судя по содержанию элементов питания в 2—5-летней хвое, можно сказать, что такая закономерность наблюдалась и ранее.

С увеличением возраста хвои запасы элементов питания в ней уменьшаются. Общие запасы элементов питания в хвое зависят от условий почвенного питания. Так, в ельнике орляково-черничном запас азота в хвое равен 15,1, в кустарниковом — 55,1 и в кисличном — 54,5 *кг/га*, кальция соответственно — 10,8; 33,9 и 43,5; калия — 8,7; 24,0 и 23,2; фосфора — 3,3; 11,7 и 12,3; магния — 1,2; 4,2 и 4,8 *кг/га*.

Введение люпина в культуры ели способствовало накоплению в хвое запасов всех определяемых элементов, особенно при двухрядном посеве люпина. Анализ хвои в 12—13-летних культурах ели показывает, что на построение однолетней хвои расходуется азота, фосфора, калия, кальция и других элементов в несколько раз больше, чем их содержится в опадающей пятилетней хвое.

Проведенные нами почвенные исследования показывают, что под влиянием люпина восстанавливаются запасы элементов питания, использованные растениями для построения органического вещества. Поэтому содержание основных элементов питания в почве на секциях с люпином в большинстве случаев выше, чем на контрольных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. О. А. Вальтер, Л. М. Пиневич, Н. Н. Варасова. Практикум по физиологии растений с основами биохимии. Сельхозгиз, 1957. [2]. А. Л. Паршевников. Изменение зольного состава хвои с возрастом в некоторых типах еловых лесов. «Ботанический журнал», т. XLIV, № 2, 1959. [3]. Evermayr. Die gesamte Lehre d. Waldstreu. Berlin, 1876.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.383.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГИБА
ЦЕМЕНТОГРУНТОВОГО ПОКРЫТИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОДОРОГ

В. И. КОТЛЯР

(ЦНИИМЭ)

Цементогрунт находит широкое применение для покрытий лесовозных дорог. В условиях Коми АССР, Ленинградской, Архангельской и Калининской (Мостовской леспромхоз) областей цементогрунтовые покрытия показали хорошую работоспособность.

Опытные участки с цементогрунтовым покрытием в Мостовском леспромхозе ЦНИИМЭ работают с 1958 г. По ним вывезено без капитального ремонта покрытия свыше 1000 тыс. м³ древесины автопоездами типа МАЗ и КраЗ.

Опытный участок на Дубровской автодороге того же леспромхоза работает с 1964 г., по нему вывезено свыше 400 тыс. м³ древесины, состояние участка в период проведения исследований хорошее.

Наблюдения за эксплуатацией перечисленных опытных участков показывают, что цементогрунт в покрытии обеспечивает необходимую работоспособность дорожной одежды при условии работы его в упругой стадии. Участки с покрытием, работающим в стадии необратимых деформаций, разрушаются, поэтому вопросы испытаний, проектирования и расчета данных покрытий по упругим прогибам приобретают большую актуальность.

Условия работы дорожной одежды лесовозных дорог с покрытием из цементогрунта в стадии упругих деформаций обеспечивается конструированием покрытий с подстилающими слоями из песка или гравийных материалов.

Схема дорожной одежды цементогрунт — грунт земляного полотна, вследствие большой разности модулей деформации грунтового основания и цементогрунтового слоя, не отвечает требованиям пропуска тяжелых лесовозных автопоездов типа МАЗ и КраЗ: появляются трещины, и покрытие начинает работать в стадии необратимых деформаций.

Работниками ЦНИИМЭ весной 1968 г. в Мостовском леспромхозе были проведены эксперименты по определению упругих прогибов дорожной одежды на участках Дубровской магистрали в зависимости от скорости движения автопоездов и нагрузки на ось.

Дорожная одежда двухслойная: верхний слой — цементогрунт (суглинок плюс 12% портландцемента марки М-400) толщиной 15 см; нижний — из оптимальной гравийной смеси толщиной 22 см. Поверхностная обработка: подгрунтовка из битума марки БН-3 и засыпка гравием толщиной 5 см. Земляное полотно высотой 0,6 м из суглинистого грунта. Цементогрунтовая смесь приготавливалась на дороге смесителем Д-370 с погрузчиком Д-415.

Испытания дорожных одежд динамическими нагрузками проводили на участках с минимальными деформациями. Участки, на которых остаточные деформации отсутствовали, выявляли во время испытания дорожных одежд статическими нагрузками с помощью рычажных прогибомеров МАДИ — ЦНИИЛ. После установки прогибомеров брали отсчеты с индикаторов, и груженный автомобиль МАЗ-501 задним ходом подавался к прогибомерам. По мере затухания деформаций брали второй отсчет, и автомобиль отъезжал на расстояние 5—10 м. Третий отсчет с индикаторов брали после

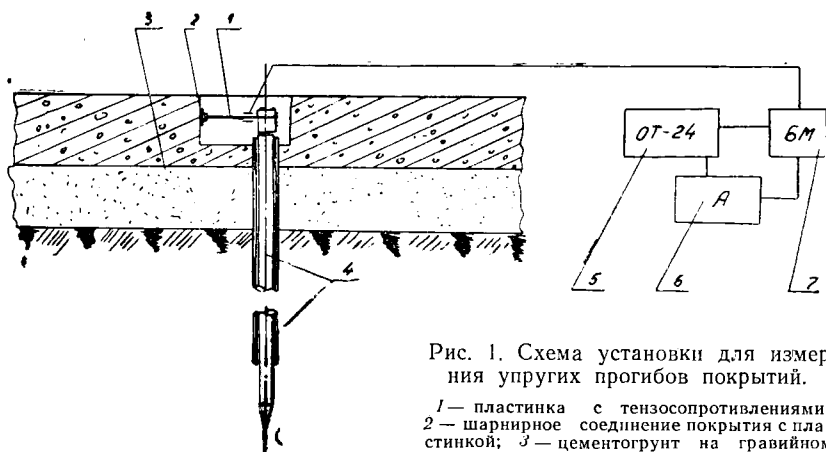


Рис. 1. Схема установки для измерения упругих прогибов покрытий.

1 — пластинка с тензоспротивлениями; 2 — шарнирное соединение покрытия с пластинкой; 3 — цементогрунт на гравийном основании; 4 — штырь с обсадной трубой; 5 — осциллограф ОТ-24; 6 — блок питания; 7 — балансировочный мост.

полного затухания деформаций. Разность между первым и третьим отсчетом давала величину остаточной деформации.

Схема проведения испытаний показана на рис. 1. На чувствительную пластинку прогибомера наклеены тензодатчики, собранные по мостовой схеме.

В дорожной одежде вырубали отверстия $40 \times 160 \times 40$ мм, в которые забивали обсадные трубы и штыри на глубину 1,5 м для крепления прогибомеров. Во время установки прогибомеров из покрытия и основания были взяты образцы для определения количества цементогрунта в укрепленном грунте, влажности и гранулометрического состава подстилающего слоя и основания.

Прогибомеры для испытаний дорожных одежд перед началом и после окончания работ тарировали. Шарнирные соединения чувствительных пластинок к слою цементогрунта крепили с помощью эпоксидной смолы. Перед установкой прогибомеров размечали отверстия для получения чаши прогиба. Всего на каждом из участков устанавливали по шесть прогибомеров. Автопоезд с нагрузкой (хлыстов) на ось 7,6; 9 и 10 Т двигался по участкам со скоростью 5, 10, 15, 20, 30 км/час. Сделано по пять заездов с каждой нагрузкой при указанных скоростях движения. Общее количество замеров при каждой скорости — 30.

Изменение упругих прогибов покрытия в зависимости от нагрузки на ось автопоезда и скорости движения фиксировали на фотобумаге с помощью осциллографа ОТ-24.

Скорость движения определяли по спидометру автомобиля с последующим уточнением на осциллограмме отметчиком времени.

Данные осциллограмм обработаны методами математической статистики. Результаты экспериментов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Скорость движения лесовоза, км/час	Прогиб покрытия, мм, при нагрузке на ось, Т		
	7,6	9	10
5		$0,63 \pm 0,090$	$0,71 \pm 0,074$
10	$0,51 \pm 0,052$	$0,75 \pm 0,073$	$0,82 \pm 0,062$
15	$0,60 \pm 0,038$	—	$0,86 \pm 0,130$
20	$0,64 \pm 0,048$	$0,80 \pm 0,128$	$0,95 \pm 0,127$
30	$0,62 \pm 0,091$	$0,77 \pm 0,113$	$0,93 \pm 0,094$

Динамический прогиб цементогрунтового покрытия возрастает с увеличением скорости движения до 15—20 км/час и незначительно убывает при большей скорости.

Возрастание прогиба объясняется динамикой груза и динамикой всего автопоезда, которая возрастает до определенного предела.

Для расчетной нагрузки Н-13 динамический прогиб покрытия не превышает 1 мм. С увеличением нагрузки на ось до 10 Т динамический прогиб возрастает, но не превышает критического, так как после испытаний под данной нагрузкой не обнаружено образования трещин на покрытии.

Можно предположить, что критический упругий прогиб для данных типов покрытия не превышает 1,5 мм.

Поступила 13 октября 1969 г.

УДК 634.0.383.4

О ВОЗДЕЙСТВИИ АВТОМОБИЛЯ МАЗ-509 НА КОЛЕСОПРОВОД ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

Б. В. УВАРОВ, В. В. ШЕЛКУНОВ, В. И. ЖАБИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Автомобильные колеиные дороги с покрытием из железобетонных плит — перспективный тип путей для транспортировки леса.

Колесопроводы из переносных железобетонных плит имеют характерные особенности при взаимодействии их с движущимися автопоездами. Кроме неизбежных неровностей случайного характера, обусловливаемых неоднородностью основания, износом плит и другими причинами, при движении автомобильных поездов по колесопроводу появляются регулярные неровности из-за ослабления прочности его в стыках. Регулярные неровности возмущают вертикальные колебания упругих частей автомобиля (колес и рессорной подвески) и в значительной мере обуславливают динамическое воздействие автопоезда на покрытие.

Характер указанных неровностей может быть изучен экспериментально путем измерения осадок плит в месте контакта колес автомобиля с колесопроводом.

Обработка экспериментального материала по осадкам плит под движущимися автопоездами на Хайнозерской автомобильной дороге позволила выяснить форму поверхности контакта колеса автомобиля с колеиным покрытием из железобетонных плит.

На рис. 1 показаны линии качения автомобильного колеса в пределах плиты, уложенной на невысокую насыпь из тяжелого суглинистого грунта ($W = 24\%$), при различной толщине песчаной подушки s (сплошная линия — для плит, соединенных брусками; пунктирная — для случая, когда стыковые соединения отсутствуют). Полученная экспериментально линия контакта колеса с плитой может быть аппроксимирована разложением в ряд Фурье или представлена в виде линейно-кусочной функции. С достаточной для практики точностью эта линия может быть изображена модулем синуса

$$\omega = b \left| \sin \frac{\pi v}{l} t \right|. \quad (1)$$

где ω — осадка плиты в зоне контакта, см;
 b — амплитуда регулярной неровности, см;
 t — время, сек;
 v — скорость движения автомобиля, м/сек;
 l — длина плиты, м.

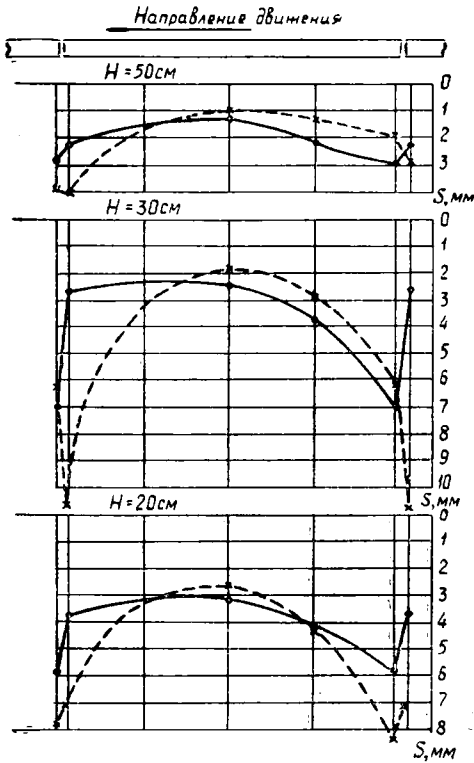


Рис. 1.

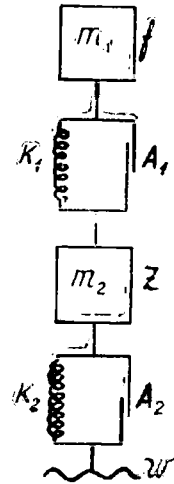


Рис. 2.

Величина амплитуды b , как следует из рис. 1, колеблется от 0,2 до 1 см.

Рассмотрим вертикальные колебания заднего колеса автомобиля МАЗ-509 при воздействии возмущающей функции ω .

В расчетной схеме колеблющейся системы (рис. 2) m_1 — поддресоренная масса, приходящаяся на заднее колесо автомобиля; K_1 — суммарная жесткость рессоры и поддрессорника; A_1 — сухое трение в рессоре; m_2 — масса спаренного колеса и связанных с ним неподдрессоренных частей; K_2 — жесткость шин; A_2 — трение в шинах; f — вертикальные колебания кузова автомобиля; z — деформация шин.

Вычислим силы, действующие на массы m_1 и m_2 при их вертикальном перемещении,

$$\frac{m_1 d^2 f}{dt^2} = K_1 (z - f) + A_1 \operatorname{sign} \left(\frac{dz}{dt} - \frac{df}{dt} \right)$$

и

$$\frac{m_2 d^2 z}{dt^2} = K_2 (\omega - z) + A_2 \operatorname{sign} \left(\frac{d\omega}{dt} - \frac{dz}{dt} \right) - K_1 (z - f) - A_1 \operatorname{sign} \left(\frac{dz}{dt} - \frac{df}{dt} \right)$$

или

$$\frac{d^2 f}{dt^2} = \frac{K_1}{m_1} (z - f) + \frac{A_1}{m_1} \operatorname{sign} \left(\frac{dz}{dt} - \frac{df}{dt} \right)$$

* По имеющимся в литературе [2] данным, трение в шинах приближенно подчиняется закономерностям сухого трения.

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{K_2}{m_2} (\omega - z) + \frac{A_2}{m_2} \operatorname{sign} \left(\frac{d\omega}{dt} - \frac{dz}{dt} \right) - \frac{K_1}{m_2} (z - f) - \frac{A_1}{m_2} \operatorname{sign} \left(\frac{dz}{dt} - \frac{df}{dt} \right).$$

Введем обозначения

$$f = x_1; \quad \frac{df}{dt} = y_1; \quad z = x_2; \quad \frac{dz}{dt} = y_2; \quad \frac{K_1}{m_1} = a; \quad \frac{K_2}{m_2} = d;$$

$$\frac{K_1'}{m_2} = l; \quad \frac{A_1}{m_1} = C; \quad \frac{A_2}{m_2} = P \quad \text{и} \quad \frac{A_1}{m_2} = r.$$

Окончательно получим следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= y_1 \\ \frac{dy_1}{dt} &= a(x_2 - x_1) + C \operatorname{sign}(y_2 - y_1) \\ \frac{dx_2}{dt} &= y_2 \\ \frac{dy_2}{dt} &= d(\omega - x_2) + P \operatorname{sign}(\omega' - y_2) - l(x_2 - x_1) - r \operatorname{sign}(y_2 - y_1) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Система уравнений (2) нелинейна из-за слагаемых, содержащих сухое трение, поэтому наиболее просто ее можно решить, используя аналоговые вычислительные машины.

Для составления блок-схем вводим машинные переменные U и масштабы M

$$U_{x_1} = M_{x_1} x_1; \quad U_{x_2} = M_{x_2} x_2; \quad U_{y_1} = M_{y_1} y_1; \quad U_{y_2} = M_{y_2} y_2;$$

$$U_{\omega} = M_{\omega} \omega; \quad M_{\omega'} = M_{\omega} \omega'; \quad U_{\operatorname{sign}-1} = M_{\operatorname{sign}-1} \operatorname{sign}(y_2 - y_1);$$

$$U_{\operatorname{sign}-2} = M_{\operatorname{sign}-2} \operatorname{sign}(\omega' - y_2) \quad \text{и} \quad \tau = M_t \cdot t.$$

Действительные переменные в системе (2) заменяем машинными и находим соотношения, необходимые для вычисления коэффициентов блок-схем.

Исходные данные для расчета, принятые по монографии Р.В. Ротенберга [1], равны $m_1 = \frac{4000}{981} = 4,1 \text{ кг сек}^2/\text{см}$; $m_2 = \frac{630}{981} = 0,64 \text{ кг сек}^2/\text{см}$; $K_1 = 660 \text{ кг/см}$; $K_2 = 870 \text{ кг/см}$; $A_1 = 300 \text{ кг}$ и $A_2 = 125 \text{ кг}$.

Амплитуда возмущающей функции выбрана в расчете равной 0,5; 0,75 и 1,0 см, а длина плиты 2,5 м.

Основные масштабы для перехода от действительных переменных к машинным были назначены следующими: $M_t = 10 \text{ в}$; $M_{x_1} = M_{x_2} = 50 \text{ в}$; $M_{y_1} = M_{y_2} = 2,5 \text{ в}$; $M_{\omega} = 100 \text{ в}$; $M_{\operatorname{sign}} = 100 \text{ в}$. Масштаб усилия, действующего от колеса автомобиля на плиту, оказался равным 17,4 кг/в.

На рис. 3 показана блок-схема* решения системы уравнений на аналоговой машине МНБ-1.

Начальные условия при $t = 0$ были приняты $x_1 = 0$; $y_1 = 0$; $x_2 = 0$ и $y_2 = 0$. В начальный период времени работы машины имеет место переходный процесс. После того, как колесо пройдет некоторое количество плит (5—6), наступает стационарный колебательный процесс, повторяющийся через две-три плиты. На пленку осциллографа МПО-2 мы записывали только стационарные колебания.

* Возмущающая функция получена на МН-7 как преобразованное на диодных элементах решение дифференциального уравнения

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \left(\frac{\pi v}{l} \right)^2 y = 0.$$

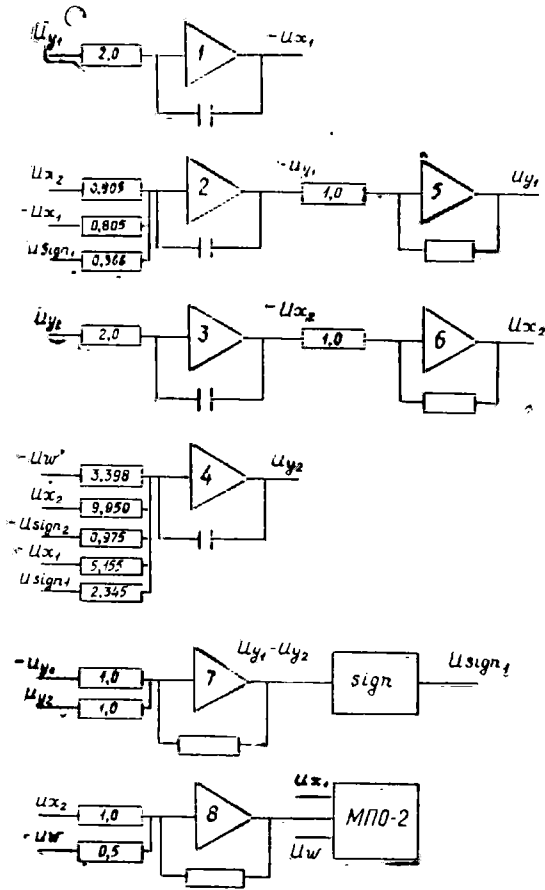


Рис. 3.

На выходе аналоговой вычислительной машины можно получить зависимость от времени любой из действительных переменных, входящих в систему (2), по измерениям соответствующей машинной переменной с учетом масштаба.

На рис. 4 приведены результаты решения системы уравнений (1) для скоростей движения автомобиля от 10 до 60 км/час и амплитуд возмущающей функции $b = 0,5$ см, записанные с помощью осциллографа МПО-2. В решении фиксировали график возмущающей функции — 1, динамическое давление колеса автомобиля на плиту — 2, колебания кузова автомобиля (f) — 3.

Для расчета железобетонных плит на прочность необходимо иметь данные о наибольшем динамическом воздействии автомобиля на колесопроезд.

Используя рис. 4 и осциллограммы, полученные для других амплитуд возмущающей функции, легко получить, с учетом масштаба, для каждой скорости движения наибольшее, дополнительное к статическому, динамическое воздействие автомобиля на покрытие из железобетонных плит. На рис. 5 показана зависимость величины динамической нагрузки от скорости движения для трех значений b . Как следует из рисунка, динамическое давление заднего колеса автомобиля МАЗ-509, вызванное регулярной неровностью, достигает на

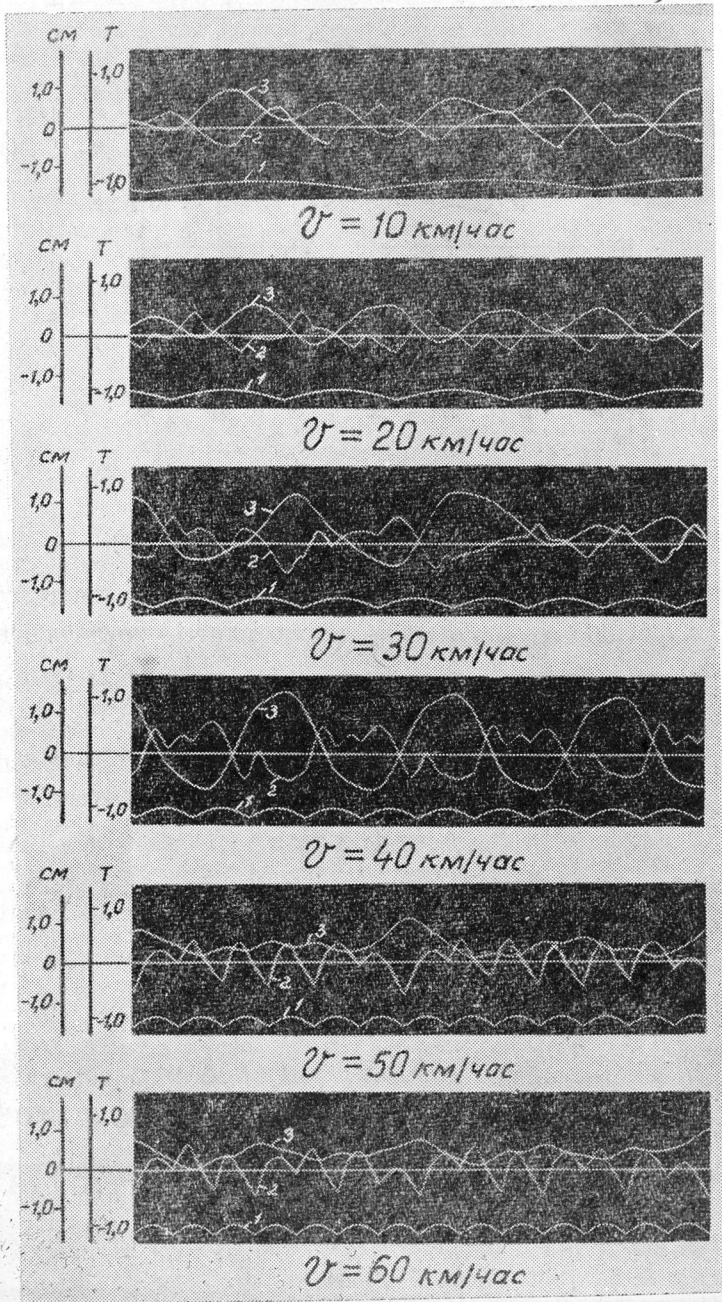


Рис. 4.

большого значения при скоростях 35—45 км/час и составляет 750—950 кг.

Все расчеты были выполнены для плиты длиной 2,5 м, но поскольку длина плиты входит только в выражение частоты возмущаю-

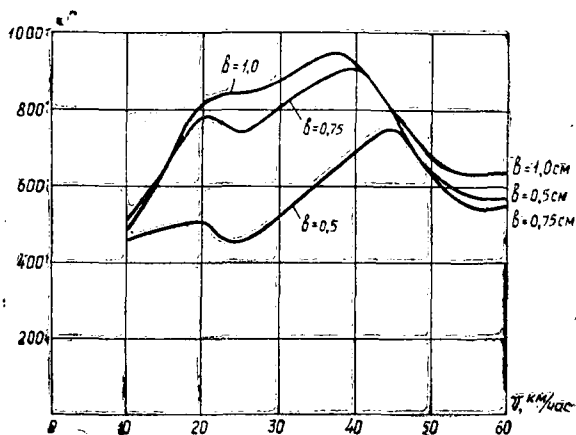


Рис. 5.

щей функции, то результаты расчета пригодны и для плит другой длины.

С этой целью достаточно изменить скорость движения пропорционально отношению $\frac{l_1}{l}$, где l_1 — длина плиты, отличающаяся от расчетной.

Аналоговые вычислительные машины, при наличии информации о фактическом распределении случайных неровностей колесопроводов из железобетонных плит, позволяют также сравнительно просто учесть их влияние на динамику автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. В. Роттенберг. Подвеска автомобиля и его колебания. 2-е изд. Машгиз, 1960. [2]. Труды семинара по подвескам автомобилей. Вып. 1, Изд. НАМИ, 1960.

Поступила 12 мая 1969 г

УДК 539.37 : 625.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ УЗКОКОЛЕЙНОГО ПУТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ

В. А. ЛАПТЕВ

(МИИТ)

Для проведения опытов по изгибу рельсового звена пути поперечной силой как на действующих путях одной из узкоколейных железных дорог, так и на специально устроенных для этой цели стендах мы использовали следующую методику.

На действующем пути выбирали участок с таким расчетом, чтобы стыки испытуемого звена были по наугольнику, при ширине плеча балластной призмы не более 20 см. В центре звена между шпальными ящиками устанавливали специальный толкатель, который передавал на оба рельса одновременно усилие, создаваемое пятитонным домкратом. Домкрат для упора помещали в специальное гнездо на временной

эстакаде. Изгибающее усилие рельсового звена регистрировали при помощи образцового динамометра типа ДС-3 одновременно с прогибом, величину которого измеряли индикатором часового типа через 1 мм стрелы прогиба. Первый отсчет производили после изгиба рельсо-шпальной решетки на 0,1 мм.

По обработанным экспериментальным данным были построены графики зависимости между изгибающим усилием и величиной деформации (рис. 1). Усилие начального сопротивления изгибу рельсового звена в наших опытах составило 38 кГ. Такая сравнительно небольшая его величина обусловлена тем, что в действующем пути вследствие разнотипности и неточности забивки костылей усилие, противодействующее продольному перемещению рельсов при изгибе пути, относительно невелико, а также тем, что из-за воздействия проходящих поездов между торцом шпал и плечом балластной призмы имеется некоторый зазор, достигающий 5—10 мм. Полученные данные по изгибу верхнего строения позволили определить устойчивость действующего пути.

Все изложенные данные о прогибе рельсового звена представляют интерес для определения величины сопротивляемости поперечной деформации рельсо-шпальной решетки, однако они не могут служить основанием для определения сопротивления пути различных конструкций и не позволяют получить сопоставимых результатов при исследовании изгиба верхнего строения пути на различных дорогах.

В целях получения сопоставимых данных, по которым можно было бы судить о влиянии силовых факторов на характер противодействия пути различных конструктивных решений поперечному изгибу, мы проводили опыты, состоявшие в том, что на специально устроенном стенде изгибали рельсовое звено в горизонтальной плоскости. Для этого укладывали рельсо-шпальную решетку длиной 12 м, уплотняя балластом в шпальных ящиках под нижней постелью и перед торцом шпал, расстояния между осями которых составляло 60 см. Усилие, создаваемое гидравлическим домкратом, регистрировали при помощи динамометра типа ДС-3 с одновременной записью величины деформации. Звено деформировали до стрелы прогиба 10 мм, так как предвыбросные деформации, как показали экспериментальные и расчетные данные, не превышают указанной величины. Записывали изгибающее усилие и прогиб решетки через 1 мм. Первый отсчет делали при прогибе рельсового звена 0,1 мм.

При определении конкретной задачи устойчивости бесстыкового пути необходимо экспериментально установить влияние реактивных моментов в узлах рельсо-шпальной решетки на величину и характер сопротивления пути поперечному изгибу. С этой целью на стенде испытывали рельсовое звено с различными балластами и расстояниями между костылями в узлах (25 и 100 мм). Результаты опытов обрабатывали методами математической статистики. По данным опытов были построены кривые, отображающие зависимость между изгибающим усилием и стрелами прогиба рельсо-шпальной решетки (рис. 2). Начальное сопротивление изгибу было зарегистрировано при прогибе звена 0,1 мм. При щебеночном балласте и расстоянии между костылями 25 мм оно составило 71,29 кГ, 100 мм—79,5 кГ; при песчаном соответственно 93,4 и 155,7 кГ. Из этого следует, что увеличение реактивного момента сопротивления отразилось на сопротивлении изгибу рельсового звена. При больших деформациях (до 1 см) возрастание реактивного момента на 54—74% вызывало повышение сопротивляемости верхнего строения пути только на 9—10%.

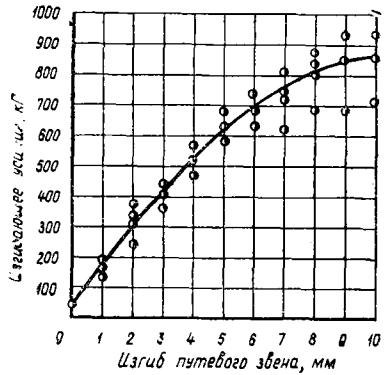


Рис. 1.

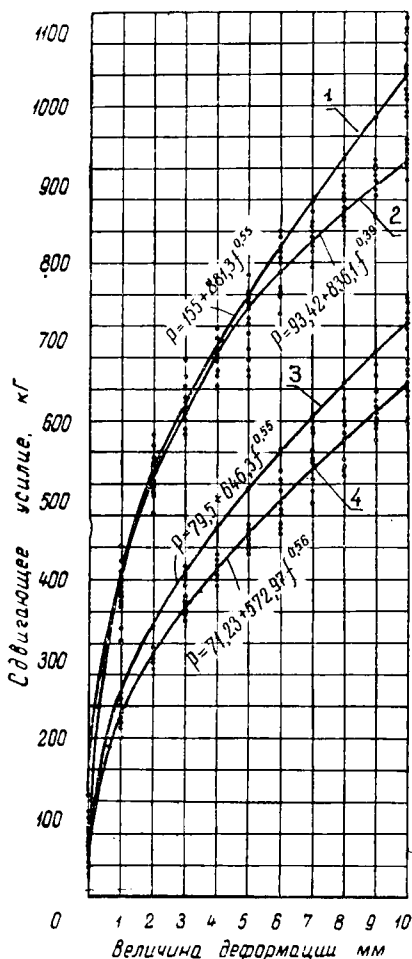


Рис. 2.

1— балласт песчаный, расстояние между костылями 100 мм; 2— балласт песчаный, расстояние между костылями 25 мм; 3— балласт щебеночный, расстояние между костылями 100 мм; 4— балласт щебеночный, расстояние между костылями 25 мм.

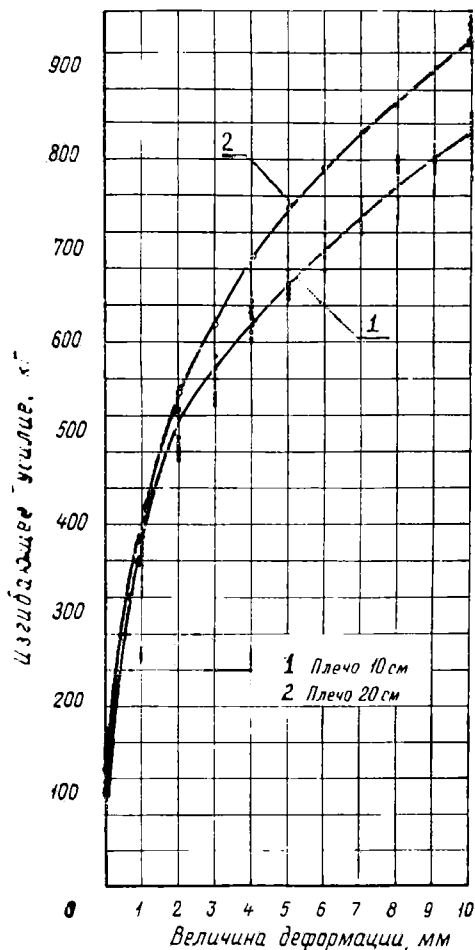


Рис. 3.

1— плечо 10 см; 2— плечо 20 см.

Мы рассматривали конструкцию рельсо-шпальной решетки с распорками в шпальных ящиках, позволяющую повысить устойчивость пути. Как известно, такая решетка увеличивает реактивный момент в 2—3 раза [1]. Однако для получения исчерпывающих данных о сопротивляемости пути поперечному изгибу дополнительно были проведены специальные опыты по деформации рельсового звена поперечной силой. Для этого в шпальные ящики испытываемого звена плотно устанавливали распорки размером 10×10 см под обеими рельсовыми нитями, и путь изгибали в горизонтальной плоскости. Результаты опытов показывают, что благодаря распоркам сопротивление пути поперечному изгибу при песчаном балласте увеличилось на 30—32%, при щебеночном — на 60—70%.

Кривые, отображающие изменение изгибающего усилия при деформации, показывают, что применение распорок обусловило почти

одинаковую сопротивляемость верхнего строения пути поперечным деформациям при песчаном и щебеночном балластах. В подобных опытах по деформации пути обычной конструкции применение песчаного балласта увеличило сопротивление рельсо-шпальной решетки.

На узкоколейных железных дорогах применяют балласты различных типов, однако наибольшее распространение получили песчаный и щебеночный. Экспериментами установлено, что использование песчаного балласта не снижает сопротивления шпал поперечному сдвигу по сравнению со щебеночным (при смещении менее 3 мм). Однако, учитывая, что взаимодействие силовых факторов влияет на сопротивление пути поперечному сдвигу, необходимо было изучить противодействие рельсо-шпальной решетки поперечным деформациям с балластами этих типов.

Для этого проводили специальные опыты по изгибу верхнего строения пути в горизонтальной плоскости. По результатам опытов были построены графики, отображающие зависимость между изгибающим усилием и величиной деформации рельсового звена (рис. 2), из которых можно видеть, что применение песчаного балласта повысило противодействие рельсового звена поперечному изгибу на 50—60% относительно щебеночного. Это явление объясняется следующим.

Экспериментально установлено, что при смещении деревянной шпалы на расстояние до 3 мм коэффициент трения ее о песчаный балласт больше, чем о щебеночный [2]. Аналогичная зависимость получается и при смещении шпал в других балластах [2], что обуславливает меньшее значение сопротивляемости рельсового звена при микроподвижках. Пересечение функций, изображенных на рис. 2, происходит за пределами чертежа. Расчетом [2] точка пересечения установлена при величине прогиба звена 1,7—2 см. При прогибе звена больше 2 см значение функции, отображающей сопротивление рельсо-шпальной решетки изгибу со щебеночным балластом больше, чем с песчаным, что и подтверждено многими исследованиями по рихтовке пути в различных балластах. Это обстоятельство очень важно при устройстве температурно-напряженного пути, однако не следует забывать о том, что песчаный балласт, в силу его известных свойств, не может обеспечить высокой стабильности пути в течение продолжительного времени.

Учитывая, что взаимодействие реактивных моментов сопротивления в узлах рельсо-шпальной решетки с балластом, находящимся в шпальных ящиках, влияет на качественные и количественные характеристики друг друга, необходимо провести опыты по изгибу рельсового звена, которые позволили бы установить величину критической силы [2] при увеличении ширины плеча балластной призмы, а также получить данные для установления возможности применения методики по перпендикулярному сдвигу шпал, которые могут быть использованы для сравнительного анализа устойчивости.

Для этого на стенде были проведены опыты по поперечному изгибу верхнего строения пути с различными размерами плеча песчаной балластной призмы. Результаты опытов обработаны методами математической статистики; построены кривые, отображающие зависимость между изгибающим усилием и прогибом рельсового звена (рис. 3). Форма кривых аналогична полученным ранее и имеет вид степенных функций. Увеличение размеров плеча песчаной балластной призмы с 10 до 20 см вызвало возрастание лишь количественных характеристик (на 10—13%), но форма кривых не изменилась.

Известны методы расчета устойчивости пути, в которых используется величина постоянного погонного сопротивления перемещению

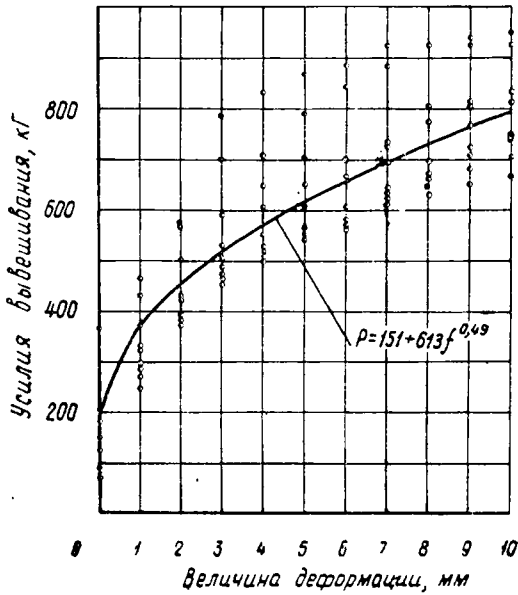


Рис. 4.

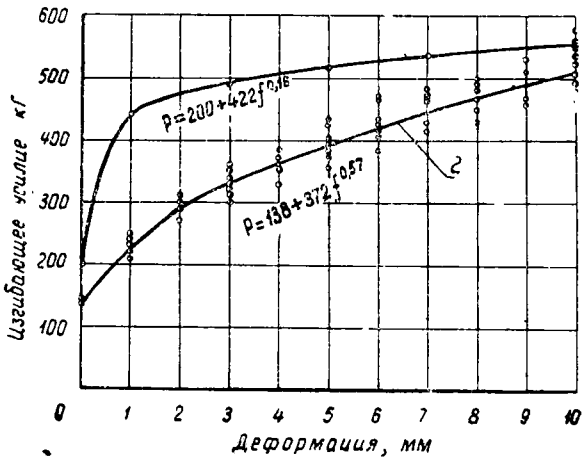


Рис. 5.

1 — балласт песчаный; 2 — балласт щебеночный.

шпал вверх. При этом погонное сопротивление вертикальному перемещению принимают равным весу рельсо-шпальной решетки на 1 пог. см, а влияние балласта при вертикальном изгибе верхнего строения часто не учитывают. Однако совершенно очевидно, что силы, вызывающие продольное перемещение рельсов вдоль пути при изгибе, будут иметь место не только при поперечном изгибе рельсового звена, но и при вертикальной деформации рельсо-шпальной решетки. Эти усилия также прижимают шпалу к балласту одной из ее боковых поверхностей, заставляя другую поверхность освобождаться от балласта.

Чтобы определить устойчивость пути в вертикальной плоскости, необходимо установить характер сопротивления рельсо-шпальной решетки вывешиванию, для чего были проведены специальные опыты: путевую решетку изгибали одиночной силой в вертикальной плоскости. Методика проведения экспериментов была следующей.

На шпалы испытываемого звена пути устанавливали П-образную рамку и прикрепляли при помощи костылей. Под эту рамку клали специальную подставку, упорившуюся в балласт, находившийся в шпальных ящиках испытываемого пути. На подставку ставили гидравлический домкрат. Усилие, создаваемое домкратом, регистрировали при помощи динамометра ДС-3.

Над путевым рельсом в специальном держателе устанавливали индикатор часового типа, по которому отсчитывали высоту подъема рельсо-шпальной решетки и одновременно записывали изгибающее усилие. Величину усилия вертикальной деформации регистрировали через 1 мм прогиба. Первый отсчет производили при высоте подъема рельсо-шпальной решетки 0,1 мм.

По результатам проведенных опытов построен график, отображающий зависимость между усилием вертикального подъема и стрелами прогиба (рис. 4) действующего пути обычной конструкции.

Для получения сопоставимых данных о влиянии различных конструкций пути на величину усилия вертикального подъема были проведены опыты по подъему путевой рамы на стенде, который представлял собой участок пути длиной 12 м из двух рельсовых звеньев, сваренных в стыках ванным способом. В процессе проведения опытов балласт заменяли.

По обработанным результатам опытов были построены графики, отображающие зависимость между усилием вертикального подъема рельсо-шпальной решетки и стрелой прогиба (рис. 5). Из рисунка можно видеть, что применение щебеночного балласта увеличило сопротивление вертикальному подъему решетки на 30—40% по отношению к песчаному.

Выясняя способы повышения противодействия верхнего строения пути деформации, установили, что сопротивление рельсо-шпальной решетки поперечному изгибу значительно увеличивается, если в шпальные ящики испытываемого звена установить деревянные распорки. Поэтому определяя устойчивость пути такой конструкции, необходимо выяснить способность его противодействовать деформации и в вертикальной плоскости. Для этого на стенде устраивали рельсо-шпальную решетку, в шпальных ящиках которой были плотно установлены распорки. Применение распорок повысило сопротивление путевой рамы вертикальному вывешиванию на 80—90%, что объясняется повышенной жесткостью рельсов шпальной решетки в этой плоскости.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. И. Кувалдин, В. А. Лаптев. Повышение устойчивости бесстыкового узкоколейного пути. «Путь и путевое хозяйство» № 9, 1965. [2]. Б. И. Кувалдин, В. А. Лаптев. Бесстыковой путь железных дорог колеи 750 мм. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968.

УДК 625.11

О ПЛАВНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ШИРИНЫ КОЛЕИ ПРИ НАЛИЧИИ МЕСТНОГО СУЖЕНИЯ

Л. П. БИРИЧЕВСКИЙ, Г. А. КАЛИНИН, В. В. ШЕЛКУНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Правилами технической эксплуатации лесовозных дорог колеи 750 мм установлены определенные допуски в плавности изменения ширины колеи: величина отклонения не должна быть более 1 мм на 1 пог. м пути. Опыт эксплуатации лесовозных железных дорог, где скорости движения не превышают 30—40 км/час, ставит под сомнение целесообразность такого требования.

В сравнении с нормативами ужд представляют интерес требования МПС* для дорог широкой колеи, где соответствующие допуски в настоящее время дифференцированы в зависимости от скорости движения: при скорости до 100 км/час — 1 мм на 1 пог. м; при 120 км/час — 1 мм на 1,2 пог. м и при 160 км/час — 1 мм на 1,5 пог. м.

В 1968 г. сотрудники кафедры сухопутного транспорта леса АЛТИ провели экспериментальное изучение влияния местного сужения на характер силового воздействия подвижного состава на путь. Исследования выполнены в производственных условиях на Верховской лесовозной узкоколейной железной дороге. Программой опытов предусматривалось измерение напряжений в кромках рельсов при разной крутизне отвода местного сужения колеи. Напряжения в кромках подошвы рельсов замеряли с помощью тензометрических датчиков в 36 точках по длине опытного звена (рис. 1). Показания рабочих датчиков регистрировали осциллографом ОУ-24 при использовании шлейфов IV типа.

Ширина колеи по длине всего участка пути была принята 757 мм. На опытном звене искусственно устраивали местное сужение величиной 4; 8 и 12 мм с отводами боковой неровности пути 1; 2,5 и 4 мм/м. Таким образом, напряжения в рельсах измеряли при 10 вариантах состояния пути, включая вариант прямолинейного пути.

На опытном звене центральной части сдвигали один рельс (рис. 1) на необходимую величину по подкладкам, имеющим увеличенную площадку. Положение суженной колеи фиксировали с помощью вкладышей и дополнительных костылей. Данные о состоянии колеи по шаблону для каждого варианта пути до проведения опытных заездов и после них заносили в полевой журнал. Они позволяют утверждать, что во время опытов была обеспечена необходимая стабильность пути. Поскольку, как установлено проводимой ранее кинематической, траектория движения колес в прямолинейных участках носит колебательный характер (длина волны 8—15 м), то в целях обеспечения однородности прохождения колес у неровности рельса противоположный рельс на опытном и предшествующих звеньях был поднят на 4—5 мм.

Опытный состав включал в себя тепловоз ТУ-4, порожнюю платформу и грузе-ный сцеп ЦНИИМЭ — ДВЗ. Рабочая скорость движения поезда составляла 25 км/час. Для каждого варианта состояния пути проводили восемь заездов опытного состава. Сравнение напряжений по датчикам при разных заездах в каждом варианте состояния пути показало их удовлетворительную сходимость.

Как следует из общего анализа экспериментов, тепловоз ТУ-4 оказывает значительно большее воздействие на путь, чем грузе-ный сцеп ЦНИИМЭ—ДВЗ, поэтому в данной статье оценка взаимодействия пути и опытного поезда дана по материалам для тепловоза ТУ-4.

Степень воздействия подвижного состава на путь в некоторой мере может быть охарактеризована напряжениями в кромках подошвы рельсов. На рис. 2 приведено изменение измеренных напряжений в на-

* М. А. Чернышев, З. Л. Крейнис. Допуски на содержание рельсовой колеи. Журн. «Железнодорожный транспорт» № 1, 1969.

ружной σ_n и внутренней σ_b кромках рельса при величине неровности 12 мм. Из рисунка видно, что наибольшие среднеарифметические напряжения возникают в наружной кромке рельса по датчику 12, соответствующему вершине неровности. Их численные значения достигают 1500 кг/см² при отводе 4 мм/м и 1200—1300 кг/см² при отводе 1 и 2,5 мм/м (допускаемые напряжения в узкоколейных рельсах равны 1400 кг/см² для рельсов второго сорта и 1700 кг/см² — для рельсов первого сорта). Характер изменения наибольших вероятных напряжений подобен, но их значения при всех вариантах крутизны отвода превышают допустимые.

Приведенный материал также свидетельствует о том, что при отводах неровности 1 и 2,5 мм/м существенной разницы в напряжениях не выявлено. По некоторым датчикам на внутренней кромке подошвы рельса зафиксированы сжимающие напряжения (на графике — отрицательные напряжения). Значительные напряжения по датчику 16 можно, видимо, объяснить местной неисправностью пути, а не влиянием боковой неровности. При боковой неровности колеи 8 и 4 мм характер изменения напряжений по длине рассматриваемого рельса аналогичен, но их среднеарифметические значения не превышают 1000 кг/см², а влияние крутизны отвода проявляется в меньшей мере.

Оценка силового воздействия подвижного состава на путь по абсолютной величине напряжений в кромках подошвы рельсов хотя и возможна, но недостаточна.

Величина боковых сил, возникающих при наличии неровности пути в плане, как известно, пропорциональна разности (или полуразности) напряжений в кромках рельсов.

По результатам измерения напряжений под статической нагрузкой установлена близкая к линейной зависимость разности напряжений в наружной σ_n и внутренней σ_b кромках рельса от величины горизонтальной силы H . В табл. 1 приведены численные соотношения рассматриваемой зависимости для сечений VI и XIII. По средним значениям напряжений она может быть выражена так:

$$H = 1,07 (\sigma_n - \sigma_b). \quad (1)$$

Учитывая отклонения численных значений зависимостей $H = f(\sigma_n - \sigma_b)$ по другим сечениям и имея в виду, что больший интерес представляет сравнительный материал, для дальнейшего анализа экспериментальных данных принято статистическое соотношение

$$H = \sigma_n - \sigma_b. \quad (2)$$

Разности напряжений (по средним значениям) в наружной и внутренней кромках рельсов от колес тепловоза ТУ-4 при неровности пути 8 мм приведены на рис. 3. Для неровности пути 4 и 12 мм графики имеют аналогичный вид. Рис. 3 дает наглядное представление об изменении разности напряжений, а следовательно, и боковых сил, действующих на рельс по длине опытного звена.

Этот материал свидетельствует о том, что для отдельных осей нет четкой связи между степенью воздействия колеса на путь и крутизной отвода неровности. Отвод 2,5 мм/м вызывает, как правило, силовое воздействие осей на путь примерно такое же, как и 1 мм/м. Резкое увеличение боковых сил наблюдается при отводе 4 мм/м. Причем, если при отводе 1 мм/м повышенное силовое воздействие наблюдается

Таблица 1

Горизонтальная сила H , кг	Разность напряжений, кг/см ²		
	VI сечение	XIII сечение	в среднем по сечениям
500	340	520	430
1000	930	1030	980
1500	1440	1480	1460

на большом участке рельса (в ряде его сечений), то при отводе 2,5 мм/м и особенно 4 мм/м имеет место значительное увеличение силового воздействия у вершины неровности пути (обычно у сечения VI).

Характер воздействия на путь отдельных осей тепловоза различен. При неровности пути 12 мм и отводе 4 мм/м боковое давление H на рельс у первой оси достигает 1100 кг, у второй — 1500 кг, у третьей — 1400 кг, у четвертой — 2200 кг. Такое боковое воздействие тепловоза опасно с точки зрения его устойчивости в колее. Так как вертикальная нагрузка P от колеса тепловоза составляет 2100—2300 кг, то у большинства осей соотношение $\frac{H}{P} > 0,5$, то есть возникает реальная опасность всползания колеса на рельс и схода подвижного состава.

На рис. 4 приведены обобщенные данные о величинах прироста разности напряжений в кромках рельса (по отношению к прямолинейной колее) при воздействии тепловоза. На графиках даны средние значения $\sigma_n - \sigma_b$ для наиболее сильно воздействующей оси, то есть с учетом всех осей тепловоза. Видно, что в целом для тепловоза наибольшее превышение $\sigma_n - \sigma_b$ (следовательно, наибольшее увеличение боковой силы) возникает в вершине неровности (сечение VI) при крутизне отвода 4 мм/м. Для сужения 8 мм оно достигает 1200 кг и для сужения 12 мм — 2350 кг. При отводе ширины колеи 1 и 2,5 мм/м величины $\sigma_n - \sigma_b$ значительно меньше и примерно одинаковы (увеличение боковой силы составляет 900—1000 кг при неровности 8 мм и 1200—1600 кг при неровности 12 мм). Однако при отводе 1 мм/м значительное боковое давление проявляется на длительном участке рельса (от III до VIII сечения).

Приведенный выше материал (рис. 2, 3, 4) свидетельствует также, что разность напряжений в кромках рельсов зависит не только от величины крутизны отвода, но и от размера неровности. При ширине колеи на участке 757 мм неровности плана рельсовой нитки 4, 8 и 12 мм вызывают сужение колеи на опытном звене в сечениях VI—XIII до 753, 749 и 745 мм. Влияние величины неровности при постоянном отводе на характер бокового давления колеса на рельс можно видеть из рис. 5, на котором приведены данные о приросте $\sigma_n - \sigma_b$ от воздействия тепловоза (по отношению к прямолинейной колее). С увеличением неровности разность $\sigma_n - \sigma_b$ растет почти прямо пропорционально. Наибольшее силовое воздействие тепловоза на путь (при всех вариантах крутизны отвода) имеет место при неровности 12 мм.

Обращает на себя внимание факт, что повышенное силовое воздействие тепловоза наблюдается не только на рельсе, имеющем боковую неровность, но и на прямолинейном рельсе опытного звена (рис. 1, сечения X—XVIII). При этом наибольшее увеличение боковой силы имеет место в сечениях XIV—XV, где при неровности 12 мм с отводом 4 мм она достигает 1600 кг.

Рассмотренный экспериментальный материал позволяет сделать следующее заключение. Крутизна отвода неровности рельсовой колеи в значительной степени определяет величину силового воздействия подвижного состава на путь. При отводе 4 мм на 1 пог. м имеет место резкое увеличение боковых сил, что может привести к быстрому расстройству пути. Отвод 4 мм/м следует считать недопустимым для условий узкоколейных железных дорог. В то же время можно считать необоснованно жестким требование ПТЭ к плавности отвода изменения ширины рельсовой колеи 1 мм на 1 пог. м длины. Необходимо регламентировать не только крутизну отвода, но и величину боковой неровности.

УДК 621.87

К ВОПРОСУ О ВЫГРУЗКЕ БРЕВЕН ИЗ ГРЕЙФЕРА ВМГ-5, ПОДВЕШЕННОГО НА КРЮК КРАНА БКСМ-14ПМ2

З. Д. ВТЮРИНА

(СевНИИП)

Башенные краны находят широкое применение в лесной промышленности. На приречных складах с молевым сплавом они выполняют комплекс операций по штабелевке и сброске леса в сплав.

Впервые в Архангельской области башенный кран БКСМ-14ПМ2, работающий на приречном складе, оснастили вибромоторным грейфером ВМГ-5 (системы проф. Б. А. Таубера), что позволило полностью механизировать процесс захвата пачки бревен из кармана, укладки ее в штабель и комплекс операций по сброске леса в воду из штабелей межнавигационного хранения. В результате резко (более, чем в 1,5 раза) возросла производительность крана: на штабелевке — до 300 м³, а на сброске — до 350 м³ и более в смену при обслуживании крана соответственно двумя (включая крановщика) и одним рабочим.

Оснащение башенных кранов БКСМ-14ПМ2 грейфером ВМГ-5 позволит шире и с большим технико-экономическим эффектом применять их на погрузке лесоматериалов в железнодорожные вагоны и суда.

При работе башенного крана с круглыми лесоматериалами возможно раскрытие груженого грейфера на весу, что действующими инструкциями по технике безопасности не предусмотрено. По нашему мнению, основанием к этому послужило отсутствие специальных исследований по величине и характеру изменения динамических нагрузок при раскрытии груженого бревнами грейфера на весу.

Несмотря на проведенные за последние годы многочисленные исследования динамики грузоподъемных машин (М. С. Комаров, С. А. Казак, Д. П. Волков, И. Я. Коган, В. Г. Шнейдер и др.), динамические нагрузки в силу их особенностей (непрерывные колебания по величине; изменение характера, связанное с непрерывным изменением движущихся масс, длины подвеса груза и т. д.) требуют дальнейших исследований. Глубокие теоретические и экспериментальные исследования по кинематике и динамике грейферных механизмов, проведенные рядом научных сотрудников под руководством проф. Б. А. Таубера, посвящены в основном изучению физической сущности процесса зачерпывания лесоматериалов грейфером. Физическая природа выгрузки бревен из грейфера мало изучена.

Необходимость исследования процесса раскрытия грейфера с бревнами на весу обусловлена целесообразностью использования этого процесса в технологическом режиме и оценки его влияния (установление возможности аварийной ситуации) на устойчивость крана. Следует также уточнить методику расчета башенных кранов с учетом работы их с грейферными захватами.

Для решения указанных задач нами проведена часть работ первого этапа: исследование процесса выгрузки бревен из грейфера.

Экспериментальные исследования проводили на серийном грейфере ВМГ-5 на вой установке и непосредственно в производственных условиях на кране БКСМ-14ПМ2. Величина раскрытия челюстей грейфера фиксировалась специальным

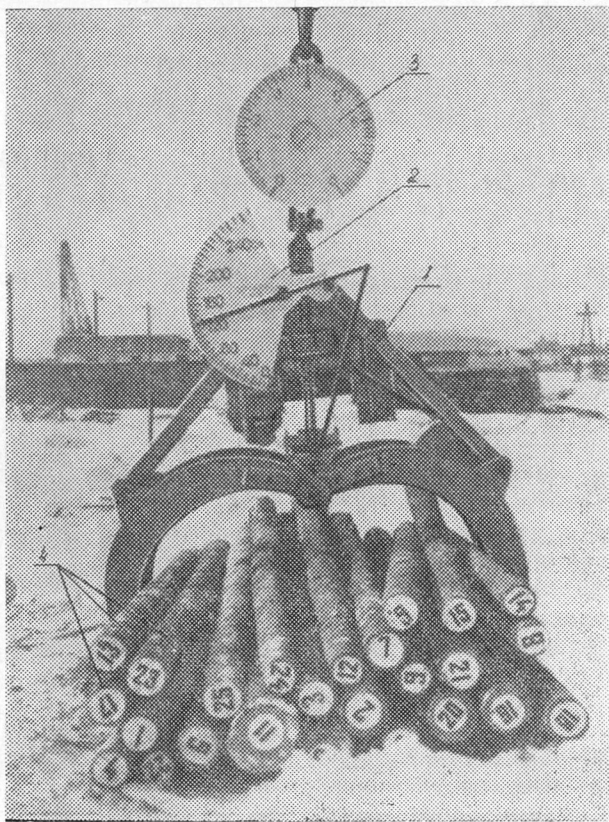


Рис. 1.

1 — грейфер ВМГ-5; 2 — указатель раскрытия челюстей;
3 — динамометр ДР-8; 4 — бревна.

указателем. Вес грейфера с пачкой бревен замеряли динамометром ДР-8. Процесс выгрузки бревен из грейфера исследован с применением кино съемки аппаратом «Конвас» со скоростью 30 кадров/сек. С киноплёнки изготовляли кинограмму с интервалом 0,1 сек. Для установления степени влияния характера выгрузки бревен на изменение усилия на крюке крана применен электрический метод с использованием осциллографа МПО-2, системы тензодатчиков, усилителя УТ-4-1 и отметчика времени П-104. Упругий чувствительный элемент (стержень) с наклеенными на него тензодатчиками установлен между крюком крана и грейфером (через динамометр). Общий вид грейфера с измерительной аппаратурой представлен на рис. 1.

Исследования проведены на шести типах пачек бревен со средним диаметром 9, 16, 19, 24, 31, 48 см. Пачки формировали, соблюдая отношения максимальных величин диаметров к минимальным в пределах 1,1—1,2.

Анализ материалов исследований позволил установить следующее.

1. Общая продолжительность процесса выгрузки бревен из грейфера при непрерывном раскрытии челюстей почти не зависит от среднего диаметра бревен в пачках и составляет в среднем 2,5 и 3,8 сек для грейфера с 4- и 6-кратным полиспадом соответственно.

2. Выгрузка бревен из грейфера начинается при наличии просвета между челюстями, определяемого по формуле

$$b = K_p \cdot d_{cp}, \quad (1)$$

где b и d_{cp} — раскрытие челюстей и средний диаметр бревен, см;

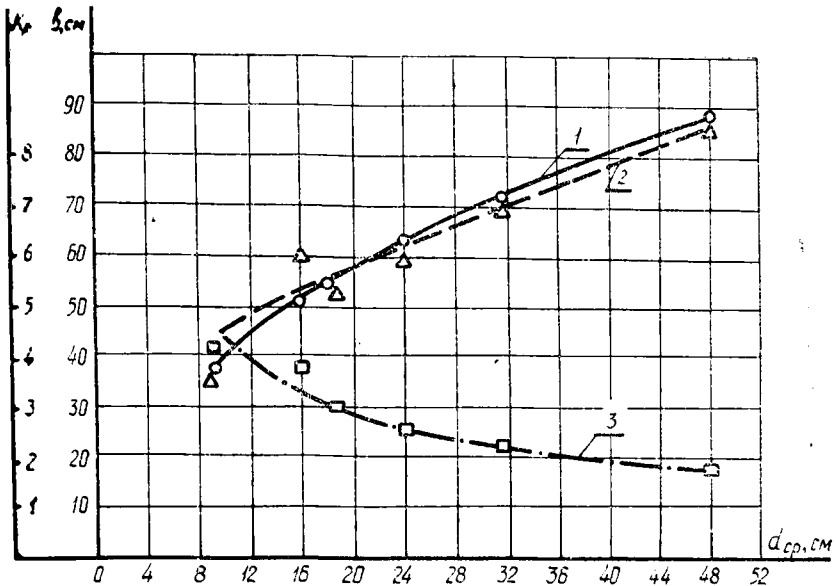


Рис. 2. Зависимость величины и коэффициента раскрытия грейфера от диаметра выгружаемых бревен.

1 и 2 — соответственно теоретическая и экспериментальная кривые величины раскрытия грейфера; 3 — экспериментальная кривая коэффициента раскрытия грейфера.

K_p — эмпирический безразмерный коэффициент, зависящий от диаметра бревен, объема пачки, степени заполнения грейфера, коэффициента трения между бревнами и т. п.

3. Для начала процесса выгрузки бревен из грейфера в большинстве случаев характерно выпадание одного бревна.

4. На продолжительность процесса «собственно выгрузка» (от начала выпадания первого бревна до полного освобождения грейфера от бревен) оказывает влияние средний диаметр бревен в пачках. Так, с увеличением его с 9 до 18 см продолжительность непрерывного выпадания бревен снижается с 2,9 до 1,8 сек (для грейфера с 6-кратным полиспастом).

5. Непрерывное высыпание бревен отмечается при величине раскрытия грейфера в пределах 38—90 см, в зависимости от диаметра выгружаемых бревен.

Эксперименты позволили установить зависимость величины эмпирического коэффициента K_p в формуле (1) от среднего диаметра бревен (для бревен исследуемых параметров), графически представленную на рис. 2 (кривая 3). С учетом этой зависимости необходимая величина раскрытия челюстей грейфера

$$b = 12,9 \cdot d_{cp}^{0,5}. \quad (2)$$

Как видно из приведенного на рис. 2 графика, расчетные величины b (кривая 1) по формуле (2) дают вполне удовлетворительное совпадение с результатами эксперимента (кривая 2). Расхождение не превышает $\pm 10\%$, что следует полагать допустимым для таких разнородных единиц груза, как бревна в коре.

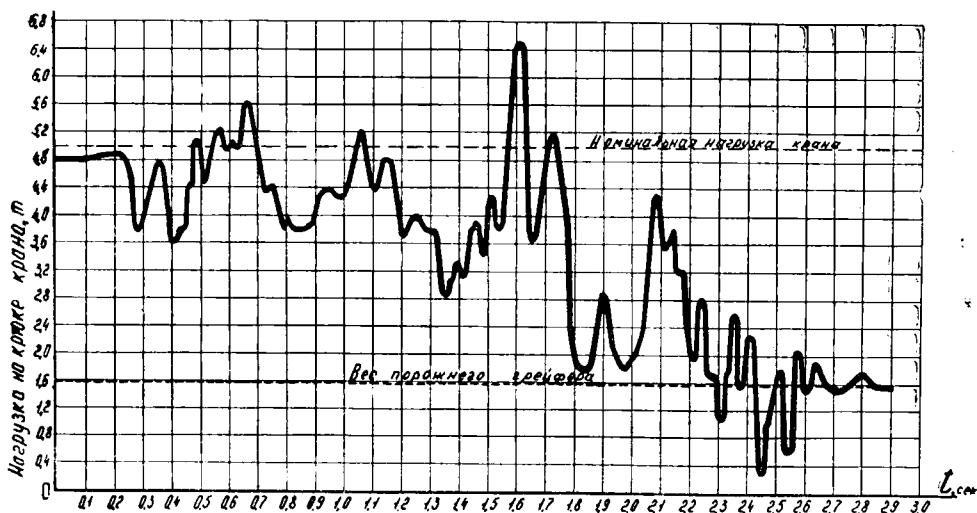


Рис. 3. Средний диаметр бревна — 24 см; вес бревна — 0,23 Т; вес пачки — 3,2 Т; кратность полнспада грейфера — 4.

6. Средняя интенсивность выгрузки бревен из зева грейфера $v_{бр}/сек$ при непрерывном раскрытии челюстей характеризуется следующими величинами в зависимости от диаметра бревен в пачке:

$d_{ср}$, см	9	16	18	24	31	48
$v_{бр}/сек$	23	12,5	10,5	10	6	3

7. Величина воздействия внешних сил на элементы конструкции крана при раскрытии грейфера с бревнами на весу зависит от скорости уменьшения массы, подвешенной на крюк крана (в нашем случае от скорости выгрузки бревен из грейфера).

По данным эксперимента, средняя скорость уменьшения массы составляет 110—228 $кг \cdot сек^2/м \cdot сек$ для бревен исследуемых параметров.

Как уже было сказано ранее, для установления влияния характера выгрузки бревен из грейфера на весу на величину усилия на крюке крана нами записаны осциллограммы при выгрузке пачки из 14 бревен (с учетом веса грейфера статическая нагрузка на крюк составляла 4,8 Т) и пачки из 5 бревен общим весом 2,3 Т (нагрузка на крюк — 3,9 Т). Фотокопия осциллограммы изменения усилия на крюке крана при раскрытии грейфера с пачкой из 14 бревен приведена на рис. 3.

Из осциллограммы видно, что в процессе выгрузки бревен из грейфера максимальные усилия, воздействующие на крюк крана, достигали 6,5 Т, что в 1,3 раза превышает номинальную и в 1,35 раза статическую нагрузку на крюк крана. Минимальная нагрузка на крюке крана возникает в момент окончания выгрузки (350 кг).

Для пачки меньшего веса, хотя и с более крупными бревнами (пять бревен по 0,46 Т каждое), максимальные усилия при выгрузке бревен не превышали номинальной нагрузки крана (5 Т), хотя были в 1,25 раза больше первоначальной статической нагрузки на крюк. Минимальная нагрузка не падала ниже 1,4 Т. Это объясняется малым количеством одновременно выгружающихся бревен (по одному бревну вместо группы в предыдущем случае).

Таким образом, максимальная нагрузка на крюк крана при выгрузке бревен из грейфера на весу не превышает 1,3 номинальной, а минимальная не достигает нуля, что обусловлено наличием постоянной массы грейфера на крюке, локализующей в некоторой степени вредные влияния на кран динамических нагрузок.

В ходе дальнейших исследований предполагается установить закономерности влияния определяющих факторов при раскрытии грузевого бревнами грейфера на весу на характер изменения динамических нагрузок на крюк и степень воздействия последних на устойчивость крана.

Поступила 13 февраля 1970 г.

УДК 634.0.378

О РАСЧЕТЕ АНКЕРА АНКЕРНО-СТЕНЧАТЫХ ОПОР

В. Г. ТАСКАЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Анкерно-стенчатые опоры наиболее распространены на сплаве леса при нагрузках до 70 Т для большинства грунтовых условий (кроме пльвуна и торфянистых грунтов).

Опора представляет собой заглубленную в грунт стенку из бревен, на которую опирается анкерная балка с закрепленным на ее середине стальным канатом, воспринимающим нагрузку от наплавного сооружения. Для подвода троса к анкеру опоры устраивается продольная траншея шириной не менее 1 м.

При существующей методике расчета анкер рассматривается как балка, свободно опирающаяся на крылья вертикальной стенки и загруженная сосредоточенной силой P , приложенной на середине ее длины [1], [2], [12].

Сечение анкерной балки определяется по моменту сопротивления

$$W = \frac{M_{max}}{|\sigma_n|} = \frac{Pl_p}{4|\sigma_n|}, \quad (1)$$

где M_{max} — максимальный изгибающий момент;

l_p — расчетный пролет балки;

W — момент сопротивления балки;

$|\sigma_n|$ — допускаемое напряжение при изгибе.

Расчетный пролет анкера проф. И. П. Донской [3] принимает

$$l_p = l_1 + 0,5(L - l_1),$$

где l_1 — ширина траншеи;

L — длина анкера.

В этом случае реакция грунта принимается в виде прямоугольника по всей длине анкера. Таким будет распределение реакции, если анкер считать абсолютно жесткой балкой.

Однако наши исследования показывают, что давление на грунт передается не по всей длине анкера, а лишь части его. Распределение напряжения перед опорой и длина участка, передающего давление на грунт, зависят от вида грунта, глубины заложения анкера, его жесткости, а также жесткости подпорной стенки.

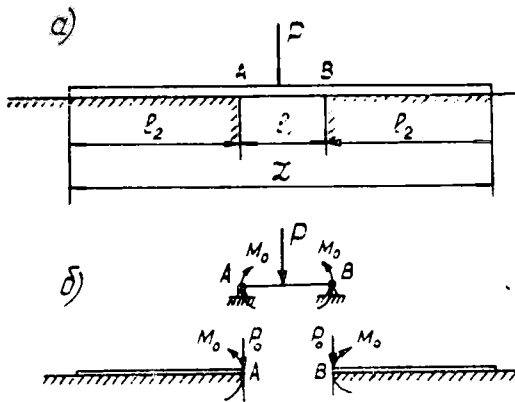


Рис. 1.

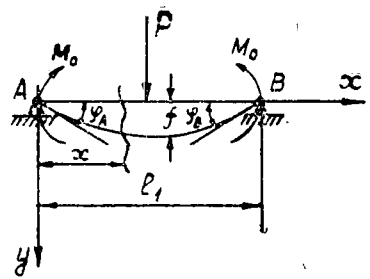


Рис. 2.

Ниже предлагается способ расчета анкера береговой стенчатой опоры как балки, лежащей на упругом основании, по гипотезе Фусса — Винклера и при условии, что упругое основание на середине длины балки отсутствует (рис. 1, а). Расчет такой балки сводится к совместному расчету двух балок (рис. 1, б).

Центральная часть (на участке, где отсутствует упругое основание) рассчитывается как балка, лежащая на двух опорах и нагруженная известной сосредоточенной силой P на середине и моментами на концах, величина моментов пока неизвестна.

Опорные концы анкера рассчитываются как балки, лежащие на упругом основании и нагруженные на конце сосредоточенной силой $P_0 = \frac{P}{2}$ и моментом M_0 .

Расчет центральной части (рис. 2) выполняется в соответствии с теорией сопротивления материалов [9]. Принятое направление осей координат указано на рисунке.

Изгибающий момент на первом участке при $0 \leq x \leq \frac{l_1}{2}$ определится по формуле

$$M = M_0 + \frac{P \cdot x}{2}; \quad (2)$$

на втором при $\frac{l_1}{2} \leq x \leq l_1$

$$M = M_0 + \frac{P}{2}x - P\left(x - \frac{l_1}{2}\right). \quad (3)$$

Угол поворота оси балки в точке А

$$\varphi_A = \frac{Pl_1^2}{16EI} + \frac{M_0 l_1}{2EI}; \quad (4)$$

в точке В

$$\varphi_B = -\frac{Pl_1^2}{16EI} - \frac{M_0 l_1}{2EI}. \quad (5)$$

Для удобства в дальнейшем обозначим

$$a = \frac{l_1^2}{8EI} \quad \text{и} \quad c = \frac{l_1}{2EI}.$$

Получим

$$\varphi_B = -aP_0 - cM_0. \quad (6)$$

Прогиб f в середине балки при $x = \frac{l_1}{2}$ определится по формуле

$$f = \frac{Pl_1^3}{48EI} + \frac{M_0l_1^2}{8EI}, \quad (7)$$

в этих формулах E — модуль упругости балки;
 I — момент инерции балки.

Нагрузка на анкер симметричная, поэтому достаточно рассмотреть один опорный конец, например, правый (рис. 3). Начало осей координат помещаем в точку B . Ось y направлена вниз, ось x — вдоль балки.

Расчет выполняем методом начальных условий, разработанным в трудах Н. П. Пузыревского [10], Г. Д. Дутова [4] и других исследователей. Строгое математическое обоснование этого метода дано акад. А. Н. Крыловым [8].

При изгибе балки реакция основания p в любой точке по ее длине с абсциссой x , согласно гипотезе Фусса — Винклера, составляет

$$p = kby,$$

здесь k — коэффициент податливости основания или «коэффициент постели». Он имеет измерение сила/длина³ и представляет собой отпор, который оказывает основание на единицу площади при просадке, равной единице;

y — прогиб оси балки в соответствующей точке;
 b — ширина балки.

При положительных прогибах y реакция основания направлена вверх, а при отрицательных — вниз. Считается, что основание способно препятствовать отрыву от него балки и, следовательно, оказывать реакции, направленные вниз.

Перерезывающую силу Q считаем положительной, если в левой части балки она направлена вверх, или в правой — вниз.

Изгибающий момент считается положительным, если он вращает левую часть балки вокруг сечения по часовой стрелке, или правую — против нее.

При расчете балки на сплошном упругом основании исходим из известного дифференциального уравнения

$$\frac{d^4y}{dx^4} + 4\alpha y = 0, \quad (8)$$

где $\alpha = \sqrt[4]{\frac{kb}{4EI}}$. (9)

Для нашего случая общий интеграл уравнения (8) или уравнение изогнутой оси балки можно представить в таком виде [4], [8]:

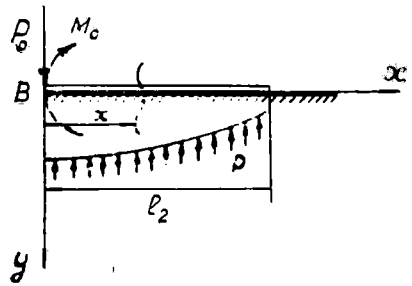


Рис. 3.

$$y = y_0 V_1 + \frac{\varphi_0}{\alpha} V_2 - 4 \frac{\alpha^2}{kb} M_0 V_3 + \frac{4\alpha}{kb} P_0 V_4, \quad (10)$$

здесь

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= \operatorname{ch} \alpha x \cdot \cos \alpha x \\ V_2 &= \frac{\sin \alpha x \operatorname{ch} \alpha x + \cos \alpha x \operatorname{sh} \alpha x}{2} \\ V_3 &= \frac{\sin \alpha x \operatorname{sh} \alpha x}{2} \\ V_4 &= \frac{\sin \alpha x \operatorname{ch} \alpha x - \cos \alpha x \operatorname{sh} \alpha x}{4} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Это фундаментальные балочные функции. Их значения при разных значениях аргумента αx могут быть определены по специальным таблицам ([8], [12] и др.).

y_0 , φ_0 , M_0 и P_0 — соответственно значения прогиба, угла наклона, изгибающего момента и поперечной силы в сечении балки, принятом за начальное. Выражения для них принимают вид

$$\varphi = y' = \varphi_0 V_1 - \frac{4\alpha^3}{kb} M_0 V_2 + \frac{4\alpha^2}{kb} P_0 V_3 - 4\alpha y_0 V_4; \quad (12)$$

$$M = -EIy'' = M_0 V_1 - \frac{1}{\alpha} P_0 V_2 + \frac{kb}{\alpha^2} y_0 V_3 + \frac{kb}{\alpha^3} \varphi_0 V_4; \quad (13)$$

$$Q = -EIy''' = -P_0 V_1 + \frac{kb}{\alpha} y_0 V_2 + \frac{kb}{\alpha^2} \varphi_0 V_3 - 4\alpha M_0 V_4. \quad (14)$$

Эти уравнения остаются справедливыми при расчете балки по всей длине. Для каждого сечения с абсциссой x следует подставлять соответствующие значения балочных функций при значении аргумента αx .

Неизвестные M_0 и прогиб y_0 на левом конце балки определяем следующим образом.

Так как правый конец балки свободен, то приравниваем изгибающий момент и поперечную силу при $\alpha x = \alpha l_2$ нулю.

$$\left. \begin{aligned} M_{l_2} &= M_0 V_1 - \frac{1}{\alpha} P_0 V_2 + \frac{kb}{\alpha^2} y_0 V_3 + \frac{kb}{\alpha^3} \varphi_0 V_4 = 0 \\ Q_{l_2} &= -P_0 V_1 + \frac{kb}{\alpha} y_0 V_2 + \frac{kb}{\alpha^2} \varphi_0 V_3 - 4\alpha M_0 V_4 = 0. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Условия сопряжения участков анкера позволяют приравнять угол наклона касательной к линии прогиба балки, определяемый по формуле (6), к φ_0 , то есть

$$\varphi_B = \varphi_0 = -\alpha P_0 - c M_0.$$

Подставляя значения φ_0 в уравнения (15) и решая их совместно, получаем следующие выражения для M_0 и y_0 :

$$M_0 = P_0 \frac{\alpha^2 (V_2^2 - V_1 V_3) - kba (V_3^2 - V_2 V_4)}{\alpha^3 (V_1 V_2 + 4V_3 V_4) + kbc (V_3^2 - V_2 V_4)}; \quad (16)$$

$$y_0 = P_0 \left(\frac{\alpha V_1}{kb V_2} + \frac{\alpha V_3}{\alpha V_2} \right) + M_0 \left(\frac{4\alpha^2 V_4}{kb V_2} + \frac{c V_3}{\alpha V_2} \right). \quad (17)$$

Сейчас есть все необходимые данные для полного расчета анкера и построения эпюр изгибающих моментов, поперечных сил и реакции грунта.

Прогиб в середине анкера будет складываться из прогиба центральной части f и осадки y_0 , определяемых соответственно по формулам (7) и (17), то есть

$$F = f + y_0. \quad (18)$$

Может случиться, что расчетные реакции грунта по концам анкера окажутся отрицательными. Поскольку грунт не может иметь отрицательных реакций, на этих участках балка приподнимается. Однако нельзя просто отбросить эти реакции, так как тогда не будет равновесия. Необходимо повторить расчет, принимая длину балки только в пределах положительных реакций. Если точка, с которой начинается подъем, окажется в другом месте, следует сделать новый расчет.

Однако «рабочую длину» анкера можно определить более простым способом. Рассмотрим один из опорных концов анкера (рис. 4). Будем считать, что основание не сопротивляется отставанию балки.

Пусть левый конец балки отстает от основания, а другой проседает. На правый конец балки действуют сосредоточенная сила P_0 и момент M_0 , которые определяются по приведенным выше формулам. На отстающем конце внешней нагрузки нет. Так как основание не сопротивляется отставанию балки, то на отстающий конец вообще никакие силы не действуют (собственный вес балки не учитывается). Поэтому отстающий участок является прямолинейным. Существенно, что он не воздействует на остальную часть балки.

Точку оси балки, для которой прогиб равен нулю, обозначим через D . Нам необходимо определить положение точки D , то есть длину неотстающего участка балки l_p .

Примем сечение, проходящее через точку D , за начальное. Очевидно, в точке D три начальных параметра равны нулю

$$y_D = 0; \quad M_D = 0; \quad Q_D = 0.$$

Остается один начальный параметр φ_0 . Условием для определения l_p является равенство изгибающего момента и поперечной силы на правом конце балки соответственно значениям M_0 и P_0 .

Уравнения (13) и (14) в этом случае для точки A примут вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{kb}{a^3} \varphi_0 V_4 &= M_0 \\ \frac{kb}{a^2} \varphi_0 V_3 &= P_0 \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Исключая из этих выражений φ_0 , получим условие, которое можно представить так:

$$\frac{V_4}{V_3} = \frac{aM_0}{P_0}. \quad (20)$$

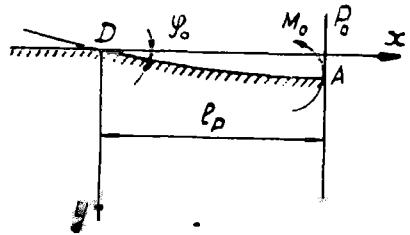


Рис. 4.

Таким образом, мы получили значение отношения $\frac{V_4}{V_3}$ *

Пользуясь таблицами балочных функций, нетрудно подобрать наименьшее значение аргумента αx , для которого отношение функций $V_4 : V_3$ имеет данную величину. Общая «рабочая длина» всего анкера

$$L_{\text{раб}} = 2l_p + l_1. \quad (21)$$

Следует особо отметить работу анкерных опор, описанных Г. Ф. Шульцем [13]. В них применены дополнительные продольные брусья и вертикальные стойки, и в результате этого нагрузка от анкера передается в середине опорного крыла. Это, безусловно, ведет к лучшей работе опоры в целом, хотя требует большей жесткости анкера.

Эти опоры тоже могут быть рассчитаны по предлагаемой методике, хотя расчетная схема несколько иная.

Проф. Г. К. Клейн в ряде работ [5], [6], [7] доказал, что подпорные стенки можно рассчитывать по гипотезе Фусса — Винклера, если считать в соответствии с СН-200-62 [11] коэффициент постели нарастающим пропорционально глубине.

Расчеты Г. К. Клейна хорошо согласуются с результатами опытов проф. Н. В. Яропольского [14] и других исследователей.

Для нескальных грунтов коэффициент m , характеризующий изменение коэффициента постели с глубиной, СН-200-62 устанавливает в пределах от 100 до 2000 T/m^4 . Коэффициент постели для любой глубины определяется по формуле

$$k_0 = m \cdot h.$$

Вопрос об определении коэффициента постели для расчетов анкеров с учетом жесткости стенки и упругих свойств грунта должен быть рассмотрен особо.

Выводы

1. Существующая методика расчета анкеров береговых стенчатых опор не учитывает вида грунта, его упругих свойств и глубины заложения анкера от поверхности грунта.

2. Предлагаемый способ расчета, основанный на широко применяемой в строительной механике гипотезе грунта как упругого основания по Фуссу — Винклеру и методе начальных параметров, устраняет отмеченные выше недостатки и позволяет более точно построить эпюру реакции основания, определить действующие изгибающие моменты и поперечные силы и, следовательно, более точно и экономично рассчитать конструкцию анкера и опоры.

3. По этому методу, изменяя жесткость анкера, можно рассчитывать и регулировать давление на грунт, не допуская появления в нем пластических деформаций. Это, естественно, положительно скажется на работе опоры в целом, ибо опора будет работать в упругой стадии пассивного отпора грунта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Водный транспорт леса. Справочник, Гослесбумиздат, 1963. [2]. Гипролес-транс. Технические указания по проектированию лесосплавных предприятий. Л., 1965. [3]. И. П. Донской. Водный транспорт леса. Гослесбумиздат, 1955. [4]. Г. Д. Дутов. Расчет балок на упругом основании — новый метод. Кубуч, 1929. [5]. Г. К. Клейн. Давление грунта на подпорную стенку в зависимости от ее перемещений и жесткости основания. Журн. «Основания, фундаменты и механика грунтов» № 4, 1963 и № 3, 1965. [6]. Г. К. Клейн. Давление грунта на сооружения

в зависимости от их перемещения. Журн. «Гидротехническое строительство» № 1, 1966. [7]. Г. К. Клейн. Расчет подпорных стенок. Изд-во «Высшая школа», 1964. [8]. А. Н. Крылов. О расчете балок, лежащих на упругом основании. Изд. АН СССР, 1931. [9]. С. Н. Никифоров. Сопротивление материалов. Изд-во «Высшая школа», М., 1966. [10]. Н. П. Пузыревский. Расчет фундаментов. Вып. 3, Лит. изд. НИИПС, 1923 и Фундаменты. Стройиздат, 1934. [11]. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб (СН-200-62). [12]. К. Хаяси. Теория расчета балок на упругом основании. Гостехиздат, 1930. [13]. Г. Ф. Шульц. Гибкие продольные запяни. Гослесбумиздат, 1955. [14]. И. В. Яропольский. Лабораторные исследования давления песка на стенку. Труды ЛИИВТ, вып. 2, 1933.

Поступила 26 февраля 1969 г.

УДК 625.8

О ПРИРОДЕ ШАРООБРАЗНЫХ ЧАСТИЦ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ГИДРАТАЦИИ СИЛИКАТНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Б. В. ВЕСЕЛОВ

(СевНИИП)

Согласно имеющимся данным микроскопических и электронно-микроскопических исследований, продукты гидратации минеральных вяжущих кристаллизуются в форме правильных пластинок или призм [3], [8], [2]. Из сильно пересыщенных растворов образуются также аморфные шарообразные частицы, видимые с помощью электронного микроскопа [1].

Шарообразную аморфную структуру наблюдали [4], [5], [9] в цементном камне 10- и 30-летнего возраста. На основании этих работ выдвинут тезис, что действительной структурой затвердевших концентрированных суспензий силикатных вяжущих являются аморфные шарообразные частицы, а также вторичные структуры, получающиеся в результате различного взаимного расположения шарообразных частиц и их срастания как в момент образования, так и после того, когда их рост до предельного размера уже закончен [5]. Другие структурные формы (иглы, призмы, пластинки) следует рассматривать как псевдоформы гидратации, образующиеся в результате теплового разложения шарообразных частиц под воздействием электронного пучка в процессе электронно-микроскопического исследования [5]. Это предположение служит основным аргументом в объяснении расхождений с другими данными [3], [2].

При исследовании продуктов гидратации СаО с помощью светового микроскопа нами обнаружено, что гидратные новообразования выкристаллизуются из раствора как в форме гексагональных пластинок, призм, игл, сферолитов, так и в форме аморфных шарообразных частиц (рис. 1), срастающихся с течением времени в крупные аморфно-кристаллические сростки. Присутствует также гелеобразная масса, равномерно распределенная в объеме препарата. Тот факт, что шарообразные частицы наблюдались в обычный световой оптический микроскоп (с помощью которого, как известно, нельзя выявить отдельные первичные формы структурообразования), свидетельствует о возможности возникновения шарообразных частиц не только на стадии коллоидации, но и на стадии кристаллизации.

Возникновение шарообразных частиц в рамках вторичной структуры твердения позволяет подойти к выяснению их природы с прин-

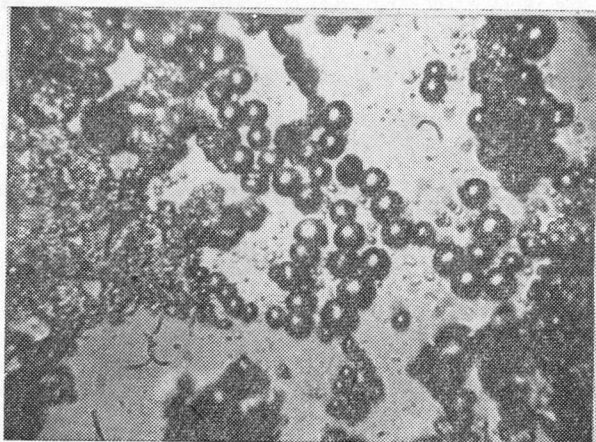
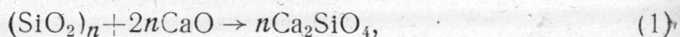


Рис. 1. Аморфные шарообразные частицы и гелеобразная масса. Увелич. 600 раз.

ципиально новых позиций, основанных на полимерно-кристаллизационных представлениях механизма твердения силикатных вяжущих веществ [6], [7].

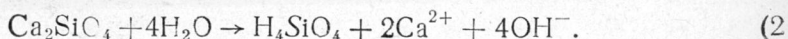
Известно, что сырье, используемое для получения минеральных вяжущих (цемента, извести), содержит элементы, способные к образованию неорганических полимеров совместно с кислородом (кремний, алюминий, железо). Для получения портландцемента применяются различные виды глин, мергелей, глинистых сланцев, основу которых составляет смесь естественных неорганических высокомолекулярных соединений, построенных из плоских полимерных блоков двух типов: кремнекислородного и алюмокислородного (полисилоксаны и полиалюмосилоксаны). В сырье для производства извести — известняке содержится до 20—25% полисилоксанов и полиалюмосилоксанов в виде SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 , которые оказывают определенное влияние на твердение извести.

Суть полимерных превращений, происходящих при твердении минеральных вяжущих, рассмотрим на примере извести. При термической декарбонизации известняка при 900—1200°C происходит диссоциация CaCO_3 и в то же время осуществляется термическая деполимеризация силикатной и глиноземистой составляющих. При этом происходит разрыв силоксанной связи и в присутствии Ca-ионов образуется ортосиликат кальция — важнейшее силоксанное соединение портландцемента

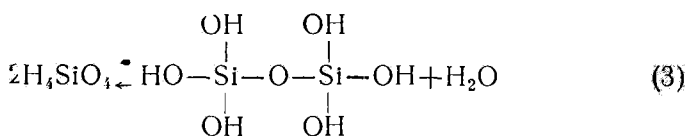


а одновременно с ним и полиалюмооксидат кальция $\text{Ca}_n(\text{AlO}_2)_{2n}$ (однокальциевый алюминат).

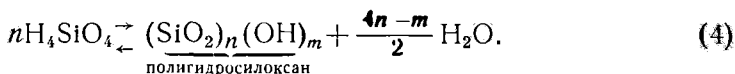
Таким образом, обожженная известь, помимо CaO, всегда содержит определенное количество весьма реакционноспособных кремнекислородного и алюмокислородного соединений кальция. Поэтому при взаимодействии извести с водой, кроме гашения CaO, происходит гидролиз ортосиликата кальция



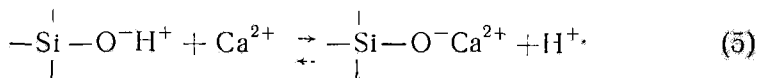
Предельное разложение Ca_2SiO_4 приводит к образованию полимерного кремнезема-полисилоксана. Этот процесс можно представить только как результат поликонденсации ортокремниевой кислоты H_4SiO_4



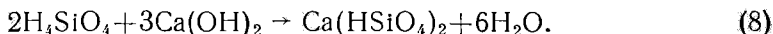
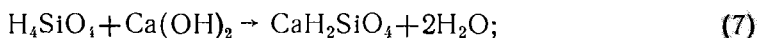
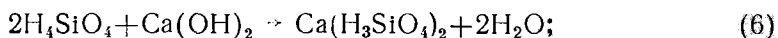
и далее



Взаимодействие силанольной группы полигидросилоксана с ионами кальция, приводящее к образованию высокополимерных гидросиликатов кальция, происходит в виде реакции ионного обмена (хемосорбции)



Ортокремниевая кислота, вступая в реакцию солеобразования с $\text{Ca}(\text{OH})_2$, образует и низкополимерные гидросиликаты кальция



Полиалюмооксидат кальция $\text{Ca}_n(\text{AlO}_2)_{2n}$, образующийся при термической полимеризации глиноземистой составляющей известняка, при взаимодействии с водой отдает в раствор ион $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, который в результате ионной поликонденсации вначале переходит в мономерное (состава $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), а в пределе в полимерное (гидраргиллит) координационное соединение алюминия.

Исходя из вышесказанного, мы считаем, что шарообразные частицы, возникающие при гидратации цемента и извести, представляют собой молекулярные глобулы аморфного неорганического полимера полигидросилоксана (полиалюмогидросилоксана) кальция, превращение которого в высокополимерный гидросиликат кальция (по реакции 5) заторможено вследствие блокировки поверхности глобул слоем мельчайших игольчатых кристаллов гидросиликата кальция (рис. 2).

Эти соединения, возникающие в рамках первичной структуры твердения (реакция 5, 6, 7 и 8) и создающие на поверхности глобулы защитный слой, препятствуют ее контакту с водой и существенно изменяют дальнейший ход химического процесса. Поскольку движение в раствор ионов и молекул резко уменьшается (прекращается), то дальнейший процесс хемосорбции и поликонденсации (полирекомбинации) можно назвать «твердофазным»; он осуществляется при минимальной подвижности основных молекулярных и ионных образо-

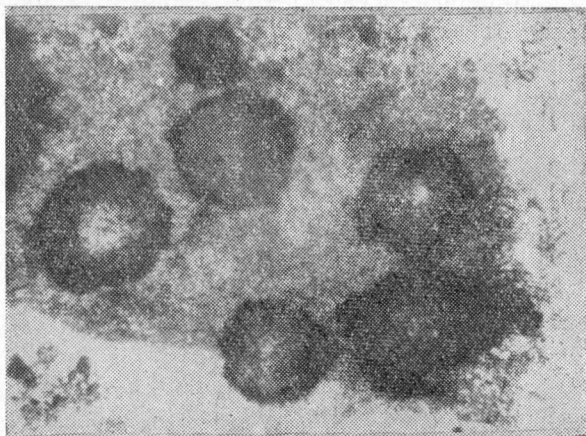


Рис. 2. Шарообразные частицы. Поверхность частиц блокирована игольчатыми кристаллами. Увелич. 900 раз.

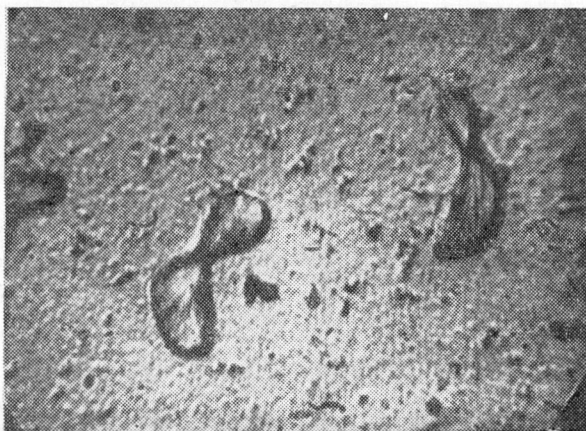


Рис. 3. Образование шарообразных частиц (глобул аморфного полимера). Увелич. 900 раз

ваний. Только этим, на наш взгляд, можно объяснить факт наличия шарообразных частиц в цементном камне многолетнего твердения [4], [5], [9].

На полимерную природу шарообразных частиц указывает и микрофотография, приведенная на рис. 3, где зафиксирован процесс их возникновения из гигантского пачечного образования макромолекул. Из микрофотографии ясно видно, что частица, расположенная в правом верхнем углу, состоит из множества тончайших волокон и ее, в соответствии с воззрениями акад. В. А. Каргина, можно рассматривать как пачку полисилоксанных анионов, связанных между собой электростатическими связями. Энергия связи между цепными молекулами в пачке аморфного полимера сравнительно невелика и поэтому

отдельные цепи могут смещаться одна относительно другой, что и определяет возможность изгибания пачки и свертывания ее в глобулы.

Если тончайшие чешуйки и волокна таких неорганических полимеров, как асбест и слюда, принято считать аналогами макромолекул, то с значительно большей точностью это можно отнести и к рассматриваемому здесь факту.

Таким образом, нами высказана гипотеза, согласно которой шарообразные частицы, возникающие при твердении силикатных вяжущих, имеют полимерную природу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. З. Я. Берестенева, В. А. Каргин. Журн. «Успехи химии», 24, № 3, 1955, стр. 249—259. [2]. Ю. М. Бутт, Л. Н. Рашкович. Твердение вяжущих при повышенных температурах. М., 1961. [3]. В. Ф. Журавлев. Журн. «Цемент» № 10—11, 1945, стр. 21—23. [4]. М. И. Стрелков. Новое в технологии бетона. Материалы 4-й сессии АС и А УССР, Киев, 1960. [5]. М. И. Стрелков, З. П. Чумак. Журн. «Строительные материалы» № 12, 1962. [6]. Ю. С. Черкинский. Сборник научно-технической информации ВНИИ новых строительных материалов, № 5 (21), М., 1963. [7]. Ю. С. Черкинский. Химия полимерных неорганических вяжущих веществ. Химия, Л., 1967. [8]. А. Б. Шехтер, Н. Н. Серб-Сербина, П. А. Ребиндер. Доклады АН СССР, 89, № 1, 1953. [9]. A. G rudemo. Zement — Kalk — Gips, № 3, 1961, s. 121.

Поступила 10 декабря 1969 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.053

О ПОПЕРЕЧНОЙ ЖЕСТКОСТИ ДИСКОВЫХ ПИЛ
В ПОКОЕ И ПРИ ВРАЩЕНИИ

А. Э. ГРУБЕ, В. И. САНЕВ, В. К. ПАШКОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

От поперечной жесткости дисковых пил во многом зависит качество распиловки древесины. В данной статье излагаются некоторые вопросы жесткости дисковых пил и результаты экспериментального исследования. Необходимость изложения общих вопросов вызвана тем, что в ряде рекомендаций по жесткости дисковых пил авторы исходят из двух видов жесткости — «статической» и «динамической». Вторая сторона явления, а именно, характер приложения нагрузки (поперечной силы) при замере жесткости, как правило, не учитывается. В результате имеют место не совсем обоснованные рекомендации. Предлагаемая нами классификация жесткости дисковых пил позволяет более правильно подойти к рассмотрению излагаемого вопроса. Под жесткостью понимают сопротивление, которое дисковая пила, закрепленная на пильном валу, оказывает деформирующему действию поперечной силы, приложенной в зоне зубьев. В качестве критерия поперечной жесткости дисковых пил принимают отношение действующей силы P к прогибу диска в месте приложения этой силы y

$$J = \frac{P}{y} \text{ кг мм.}$$

В зависимости от состояния дисковых пил и характера приложения деформирующей поперечной силы следует различать четыре вида жесткости: 1) статическую жесткость пил в покое (без вращения их при статическом приложении нагрузки); 2) динамическую жесткость пил в покое (без вращения их при динамическом приложении нагрузки); 3) статическую жесткость пил при вращении (при статическом приложении нагрузки); 4) динамическую жесткость пил при вращении (при динамическом приложении нагрузки).

Статическая жесткость дисковых пил в покое зависит от ряда факторов: отношения толщины диска к его диаметру, отношения диаметра зажимных шайб к диаметру диска, от толщины диска, локальных дефектов его, напряженного состояния диска, расстояния от центра диска до точки приложения поперечной силы и др. Теоретически статическая жесткость должна возрастать при увеличении отношения толщины диска к его диаметру, отношения диаметра шайбы к диаметру диска, толщины диска при постоянном его диаметре. Это справедливо для определенного напряженного состояния пил. Опыты показывают, что с увеличением степени проковки (или вальцевания) жесткость сначала растет, а по достижении критической степени она начинает убывать; на жесткость оказывают влияние и местные (локальные) нарушения напряженного состояния пил (слабые и тугие места, выпучины и др.).

Динамическая жесткость дисковых пил в покое характеризуется ударным воздействием поперечной нагрузки. В практике существует

мнение, что всякая внезапная нагрузка вызывает удвоенную деформацию пилы, воспринимающей эту нагрузку. В связи с этим считают, что статическая жесткость пил в покое в два раза больше, чем динамическая. Это суждение требует уточнения в том смысле, что удвоенная деформация упругих систем, в том числе и дисковых пил, наблюдается при внезапном приложении только определенных сил, например, силы веса. Если прикладываемые поперечные силы изменяются в функции времени или ограничены по времени действия, то динамическое приложение таких сил к пиле может вызвать самые различные ее деформации. Внезапное приложение к дисковой пиле сил, изменяющихся в функции времени, может вызвать, как правило, деформацию меньшую, чем в случае приложения свободной (статической) силы. Для каждого динамического режима приложения деформирующей силы характерна своя жесткость пилы.

Существуют две разновидности статической жесткости дисковых пил при вращении в зависимости от способа замера. Первая разновидность имеет место, когда к вращающемуся диску прикладывается статическая поперечная сила, неподвижная в пространстве. Примером может быть боковое давление доски на диск пилы в зоне распиловки древесины. При определенных условиях неподвижная в пространстве боковая сила может вызвать стоячие волны, то есть своеобразные по виду колебания дисков. Вторая разновидность имеет место, когда к вращающемуся диску прикладывается статическая поперечная сила, вращающаяся с ним синхронно. В данном случае на поперечную жесткость дисковых пил оказывает влияние гироскопический момент, стремящийся вернуть их в среднее положение.

Существует также две разновидности динамической жесткости дисковых пил при вращении: 1) боковая сила действует на диск с постоянным положением в пространстве; 2) боковая сила действует на диск и синхронно с ним вращается. При наличии неподвижной в пространстве периодической силы в определенных условиях, когда частота периодической силы соответствует скорости прохождения мимо нее упругих волн, в диске возникают бегущие волны.

Увеличение поперечной жесткости дисковых пил — один из важных путей повышения качества распиловки древесины на круглопильных станках (с увеличением жесткости возрастает внутренняя сопротивляемость пил возникновению поперечных колебаний и действию боковых сил в зоне резания). Проведенные нами экспериментальные исследования показывают, что боковые силы, действующие на зубья пил при распиловке, имеют достаточно большую величину. Разность сил, действующих на зубья пилы с двух сторон в зоне распиловки, не остается постоянной, может изменяться по величине и знаку. Степень неуравновешенности боковых сил, действующих на зубья пилы, зависит от целого ряда факторов, связанных с режимом распиловки, свойствами древесины, состоянием зубьев, величиной и точностью развода их, положением пропила относительно годовичных слоев древесины и т. д. Поэтому, чем больше поперечная жесткость дисковых пил, тем меньше отгиб их в боковом направлении и тем лучше качество распиловки.

В практике для повышения поперечной жесткости дисковых пил используют несколько приемов: увеличивают диаметр зажимных шайб и твердость дисков, уменьшают диаметр пилы, повышают ее толщину и придают вогнутость, устанавливают ограничители отгиба и направляющие. Среди производителей существует мнение, что поперечную жесткость можно увеличить, повышая число оборотов пильных валов, так как при этом возрастает (под действием центро-

бежных сил) частота собственных колебаний дисков и центробежные силы «стремятся выпрямить» диск, который по каким-либо причинам отклонился от среднего положения.

Для проверки мы провели специальные эксперименты в лаборатории кафедры станков и инструментов Лесотехнической академии. Целью настоящего исследования было установление влияния скорости вращения дисковых пил на поперечную жесткость с учетом конструктивных элементов пил и их напряженного состояния.

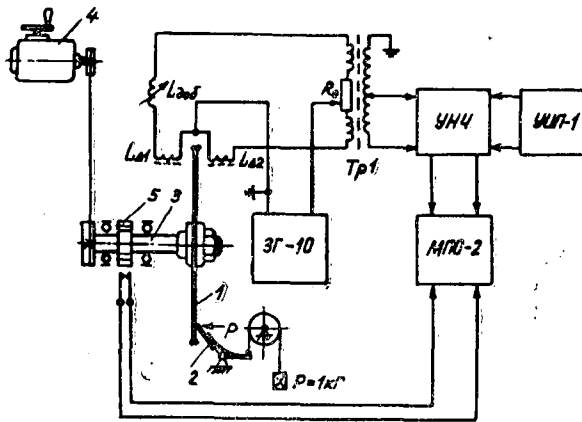


Рис. 1.

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Опытный диск 1 крепится на пильном валу 3, при вращении которого диск в периферийной зоне через рычажное устройство 2 нагружается боковой статической силой $P = 1 \text{ кг}$. Для ликвидации нагрева диска осуществлен пружинный контакт с длиной его линии не более 4 мм.

Наблюдения (с замером температуры) нагрева диска показали, что температурный эффект от действия пружины на боковую поверхность диска весьма незначителен и практически им можно пренебречь (длина линии контакта пружины в 370 раз меньше длины холостого участка, на котором пила контактирует лишь с окружающим воздухом). Боковая сила прикладывается в периферийной зоне диска, то есть около пазухи зубьев.

В зоне приложения силы установлен дифференциальный индуктивный датчик ($L_{\Delta 1}$, $L_{\Delta 2}$). На схеме условно он размещен диаметрально противоположно устройству для нагружения. Нагрузка P на диск прикладывается после того, как он достигнет определенной скорости вращения через привод 4 с плавным регулированием числа оборотов пильного вала. Отклонение диска в поперечном направлении под действием силы P регистрируется индуктивным датчиком. Сигнал разбаланса датчика при отклонении пилы усиливается трансформатором Тр1, две полуобмотки которого являются вторыми плечами моста и усилителем низкой частоты УНЧ. Усиленный сигнал записывается на пленку осциллографа МПО-2. Питание усилителя низкой частоты осуществляется от источника универсального питания: УИП, а моста — от генератора звуковой частоты ЗГ-10. Переменная индуктивность в схеме $L_{\text{доб}}$ служит для балансировки моста по индуктивному сопротивлению, а переменное сопротивление R_0 — по активному. Число оборотов вала регистрируется счетчиком 5. Используя величину приложенного поперечного усилия P и отклонение диска в поперечном направлении, мы определяли поперечную жесткость дисковой пилы при вращении.

Типовая осциллограмма записи поперечного отклонения дисковой пилы в момент вращения при нагружении боковой силой $P = 1 \text{ кг}$ приведена на рис. 2. На осциллограмме: OO — нулевая линия отсчета прогиба диска; O_1O_1 и O_2O_2 — соответственно средние плоскости вращения пилы до и после нагружения; a — отклонение средней плоскости вращения пилы от линии отсчета без поперечной

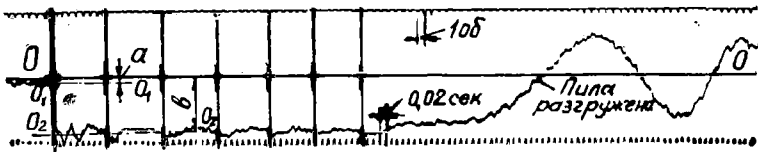


Рис. 2.

нагрузки; b — то же при действии поперечной силы. Разность $(b-a)$ дает отклонение средней плоскости пилы при нагрузке от исходного (без нагрузки) состояния. Поперечную жесткость пилы при вращении определяли в виде отношения силы $P = 1$ кг к соответствующей деформации диска $(b-a)$ мм

$$J = \frac{1}{b-a} \text{ кг/мм.}$$

Характеристика опытных пил приведена в табл. 1.

Таблица 1

Пила	Диаметр пилы, мм	Толщина пилы, мм	Степень проковки, мм	Длина компенсационной щели, мм
Плоская	500	2,0	0	—
•	500	2,0	Критич. 2,5	—
•	500	1,8		0
•	500	1,8	0	40
Односторонняя коническая	500	Периферия 1,0	0	—

В табл. 1 степень проковки $f = 0$ следует понимать в том смысле, что пила не ослаблена в средней зоне. Однако в такой пиле напряжения существовать могут. Критическая степень проковки определялась таким состоянием прокованной пилы, когда при нажатии на полотно в центре начинало проявляться безразличное состояние с возникновением эффекта «хлопка». Под компенсационными щелями понимают сквозные радиальные в периферийной зоне пилы (4 щели под углом в 90°). Скорость вращения пил изменялась в диапазоне 750 — 3000 об/мин с градацией через 100.

Результаты опытов после обработки осциллограмм приведены на рис. 3. Из этого рисунка видно, что статическая жесткость конической пилы в покое ($n = 0$) более чем в 2 раза выше соответствующей жесткости плоских пил одного и того же диаметра. Так, для конической пилы поперечная жесткость равна 5,5 кг/мм, а для дисковых плоских пил толщиной 1,8 мм она составляет 2,08 кг/мм, толщиной 2,0 мм — 2,7 кг/мм.

При равных прочих условиях статическая жесткость плоской пилы с компенсационными щелями выше, чем без компенсационных щелей. Это один из фактов проявления влияния напряжений пыльных дисков на поперечную жесткость. Статическая жесткость прокованной дисковой пилы несколько выше, чем непрокованной тех же размеров. На этом основании можно сделать вывод, что с увеличением степени проковки до определенных пределов поперечная жесткость дисковых пил повышается. С возрастанием числа оборотов различ-

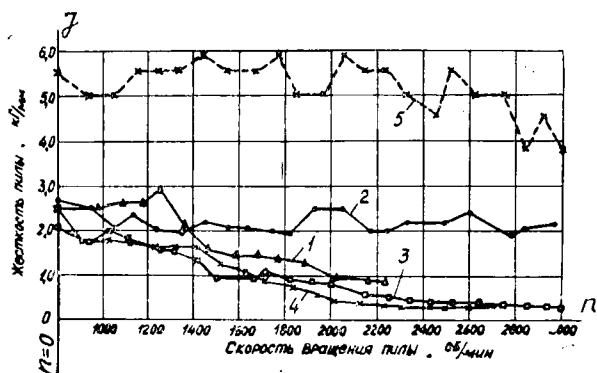


Рис. 3. Кривые зависимости поперечной жесткости дисковых пил от скорости их вращения.

1 — пила плоская, $D = 500$ мм, $S = 2,0$ мм, $f = 0$ мм; 2 — пила плоская, $D = 500$ мм, $S = 2,0$ мм, $f_{\text{крит}} = 2,5$ мм; 3 — пила плоская, $D = 500$ мм, $S = 1,8$ мм, $f = 0$ мм; 4 — пила плоская, $D = 500$ мм, $S = 1,8$ мм, $l_{\text{комп}} = 40$ мм, $S_{\text{периф}} = 1,00$ мм, $f = 0$ мм.

ные дисковые пилы ведут себя по-разному в отношении поперечной жесткости при вращении.

Из рис. 3 видно, что для дисковых пил размером $500 \times 2,0$ и $500 \times 1,8$ мм с нулевой степенью проковки, а также для пил $500 \times 1,8$ мм с компенсационными щелями с увеличением скорости вращения пильного вала поперечная жесткость снижается. Статическая жесткость этих пил равнялась 2—2,5 кг/мм, а при скорости вращения пильного вала 2800—3000 об/мин она снизилась до 0,3—0,9 кг/мм. Следовательно, при увеличении скорости вращения от 750 до 3000 об/мин поперечная жесткость заметно (в 5—7 раз) снизилась. Это, очевидно, связано с формами потери устойчивости.

Из рис. 3 видно также, что для дисковой прокованной пилы размером $500 \times 2,0$ мм поперечная жесткость меняется мало при изменении скорости вращения пильного вала в пределах 750—3000 об/мин. Поперечная жесткость этой пилы мало отличается от статической (2—2,5 кг/мм). При изменении скорости вращения вала от 900 до 3000 об/мин поперечная жесткость конической пилы уменьшается лишь на 1,5 кг/мм в сравнении со статической ее жесткостью. Однако и при таком значении показатель поперечной жесткости у конической пилы значительно выше (в 1,5—2 раза), чем у прокованной плоской дисковой пилы того же диаметра. В этом положительное свойство конических пил для распиловки древесины. Проковка средней зоны дисковых плоских пил до критического значения оказывает положительное влияние на их поперечную жесткость. Снижение жесткости пил при вращении тесно связано с теми формами колебаний, при которых пилы теряют плоскую форму равновесия.

При подготовке дисковых пил к работе следует учитывать положительное влияние, которое проковка (вальцовка) оказывает на их поперечную жесткость. В целях сокращения затрат времени и труда на этот процесс целесообразно применять механизированные молотки и вальцовки с широким диапазоном регулирования силы удара или давления роликов. Опыты показывают, что практически каждая дисковая пила требует индивидуального подхода.

Выводы

1. На поперечную жесткость дисковых пил сильное влияние оказывают начальные напряжения и напряжения, которые возникают при распиловке древесины от вращения, силового воздействия зубьев, нагрева.

2. Поперечная жесткость непрокованных дисковых пил может снижаться с увеличением числа оборотов пильного вала (в диапазоне 2800—3000 об/мин жесткость значительно меньше, чем в статике).

3. Поперечная жесткость прокованных дисковых пил больше, чем непрокованных. В диапазоне 750—3000 об/мин жесткость прокованных пил (без распиловочного процесса) сохраняет практически одно и то же значение.

4. Размах поперечных колебаний дисковых пил без потери устойчивости плоской формы равновесия не оказывает существенного влияния на их поперечную жесткость при вращении.

5. Поперечная жесткость конических пил при вращении больше, чем плоских такого же диаметра.

6. Компенсационные щели на периферии дисков незначительно повышают поперечную жесткость. Их эффект может, очевидно, проявиться при распиловке древесины в случае перепада температуры по радиусу.

Поступила 27 мая 1969 г.

УДК 674.05

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

К. И. ДЕМЬЯНОВСКИЙ

(Архангельский лесотехнический институт)

Стойкость дереворежущего инструмента, а вместе с этим его производительность и качество обработки древесины во многом зависят от прочности режущей кромки. В условиях циклического воздействия нагрузки стойкость часто определяется не общей величиной полного линейного износа реза, а глубиной и количеством возникающих выломов и других видов формоизменения лезвия.

Для повышения износостойкости инструмента необходимо привести в соответствие высокую сопротивляемость истиранию и прочность режущей части инструмента. Важное значение в этом направлении имеет расчет прочности вершины реза. Однако предложенные методы расчета режущей части дереворежущего инструмента не удовлетворяют и не могут в полной мере удовлетворить требованиям практики вследствие недостаточной изученности прочностных свойств инструментального материала при очень малых сечениях.

Показатели прочности вершины стального реза и стандартных образцов, изготовленных из этой же стали, могут существенно различаться, поэтому данные их испытаний нельзя распространять на несоизмеримые по размерам изделия.

Влияние многих факторов на механические характеристики металла в тонких сечениях значительно больше, чем в образцах, высота се-

чения которых измеряется не долями, а целыми миллиметрами. Иными будут, например, влияние рисок шлифования, микротрещин, изменения микроструктуры, происходящие при шлифовании, упрочнения поверхностных слоев и т. д. Поэтому показатели механических свойств, полученные на стандартных образцах, можно относить к вершине реза лишь при наличии не только геометрического, но и физического подобия. Между тем, такого подобия нет, и исследований в этом направлении мало. Отсутствуют данные о различии свойств обычных образцов и микрообразцов.

Решение этого вопроса потребует больших по объему и точных по выполнению исследований.

Цель данной работы — определение прочности в тонких сечениях режущей части резцов при разных режимах термообработки, углах заострения резцов и химическом составе стали.

Опытные резцы из сталей У8А, У12А, 9ХС и Х12Ф1 изготовляли ковкой пруткового материала с последующей термообработкой и шлифованием, резцы из стали 9Х5ВФ получали путем разрезки готового строгального ножа. Размеры резцов 2×4×40 мм. Характеристика их приведена в табл. 1.

Таблица 1

Марка стали	Вид термообработки		Твердость HRC	Маркировка резцов
	закалка при температуре, °С	отпуск при температуре, °С		
У8А	820	190—200	60,5—58	У8-1 (1, 2, 3, 4)
У12А	810	200	62,5	У12-1 (1, 2, 3, 4)
У12А	930	200	59,5—60	У12-11 (1, 2, 3, 4)
9ХС	870	200	59—60	9ХС-1 (1, 2, 3, 4)
9Х5ВФ	1000	240	58,5	9Х5ВФ-1 (1, 2, 3, 4)
Х12Ф1	1070	190	58—62	Х12Ф-1 (1, 2, 3, 4)

Режущую часть резцов испытывали на изгиб на машине типа FMPW (производства ГДР) с ценой деления шкалы 0,1 кг. Образец устанавливали в приспособлении, специальная конструкция пуансона которого с необходимой точностью обеспечивала приложение сосредоточенной нагрузки на заданном расстоянии от вершины реза. Принципиальная схема испытания и приспособления показана на рис. 1. Основная часть приспособления — пуансон, состоящий из направляющей пластины 1, которая имеет плоскость для базирования реза, и нажимной пластины 2, изготовленной из стали Р18. Пуансон установлен в направляющих роликах 3. Заданное положение острия нажимной пластины 1 на резе достигается с помощью прокладок фльги 4. Опытный резец 5 устанавливается на столике приспособления и прижимается через сухарь 6 винтом 7.

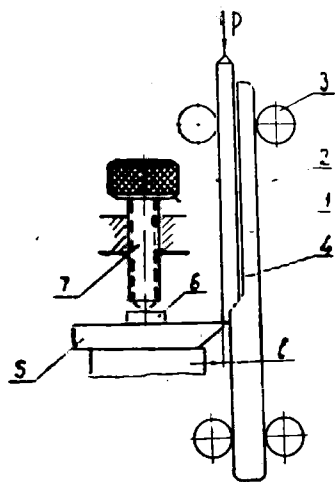


Рис. 1. Принципиальная схема приспособления для микроиспытания резцов.

Было проведено несколько опытов. Один полный опыт включал пять испытаний, в которых испытывали по четыре резца из той или иной марки стали, обработанных по одному режиму и имеющих единообразную шероховатость поверхности.

Испытания проводили при скорости движения пуансонов 31 мм/мин. Перед испытанием резцы затачивали по задней грани на режимах, полностью исключающих структурные превращения стали. Геометрическая правильность режущей части при заточке достигалась применением специального приспособления. Острие лезвия (теневая полоска) после подготовки резцов всегда была в пределах 4—5 мк. Перед испы-

Таблица 2

№ опыта	Опытные резцы	Угол заточки, град	l, мм	Шероховатость по ГОСТУ 2789-59	
				передней грани	задней грани
1	Из сталей всех марок	36	0,1	▽10—▽11	▽8
2	Из сталей всех марок	36	0,2	▽10—▽11	▽8
3	9Х5ВФ-1	36, 45, 55	0,25	▽10—▽11	▽8

танием измеряли угол заострения β , микротвердость передней грани в зоне 1—2 мм от режущей кромки и расстояние от вершины реза до меток, нанесенных на переднюю грань. В процессе и после испытания определяли усилие разрушения (P , кг), площадь излома (F , мм²), высоту его (v , мм), расстояние излома от вершины реза l_1 и характер излома. Для измерения величин использовали микроскопы МИМ-7, ПМТ-3 и МИС-11.

В табл. 2 приведены факторы, исследуемые в опытах.

Экспериментальные данные обрабатывали методом математической статистики. В табл. 3 приведены данные прочности режущей кромки в зависимости от марки стали, термической обработки и положения разрушающей нагрузки.

Таблица 3

Маркировка реза	l, мм	l ₁ , мм	Статистические показатели	P/b, кг/мм	F, мм ²
У8-1	0,08—0,1	0,11—0,23	M ±σ ±m p, %	9,4 6,48 2,45 10,9	0,21
У8-1	0,18—0,20	0,21—0,43	M ±σ ±m p, %	18,3 7,75 2,94 6,7	0,40
У8-11	0,18—0,20	0,32—0,43	M ±σ ±m p, %	9,2 3,90 1,33 6,62	—
У12-1	0,08—0,10	0,12—0,20	M ±σ ±m p, %	7,2 6,05 1,2 7,6	0,32
У12-1	0,18—0,20	0,22—0,12	M ±σ ±m p, %	15,3 8,4 2,4 7,1	0,56
У12-11	0,18—0,20	0,33—0,35	M ±σ ±m p, %	6,4 6,2 2,19 14,9	0,58

Продолжение табл. 3

Маркировка резца	$l, \text{мм}$	$l_1, \text{мм}$	Статисти- ческие показатели	$P/b,$ кг/мм	$F, \text{мм}^2$
9XC-1	0,18—0,20	0,25—0,40	M $\pm\sigma$ $\pm m$ $p, \%$	21,9 5,8 1,5 3,08	0,36
9X5BФ-1	0,08—0,10	0,15—0,24	M	9,7	0,38
9X5BФ-1	0,18—0,20	0,35—0,40	M $\pm\sigma$ $\pm m$ $p, \%$	24,9 2,08 0,57 2,28	
X12Ф1-1	0,08—0,10	0,1—0,22	M $\pm\sigma$ $\pm m$ $p, \%$	6,4 1,56 0,7 4,9	0,28
X12Ф1-1	0,18—0,20	0,24—0,44	M $\pm\sigma$ $+m$ $p, \%$	15,7 3,57 1,16 3,2	0,66

Постоянными факторами являются: шероховатость передней грани резцов ($\nabla 10 - \nabla 11$); шероховатость задней грани резцов ($\nabla 8$); условия испытания.

Данные зависимости прочности режущей кромки от угла заострения представлены в табл. 4. Во всех случаях расстояние разрушающей силы от режущей кромки $l = 0,23 \div 0,25 \text{ мм}$.

Таблица 4

Маркировка резца	Угол заострения, град	$l_1, \text{мм}$	Статисти- ческие показатели	$P/b,$ кг/мм	$P/F,$ кг/мм^2
9X5BФ-1	36	0,32—0,48	M $\pm\sigma$ $\pm m$ $p, \%$	26,0 1,82 0,58 2,21	— — — —
9X5BФ-1	45	0,24—0,28	M $\pm\sigma$ $\pm m$ $p, \%$	40,6 2,4 0,75 1,8	— — — —
9X5BФ-1	55	0,24—0,30	M $\pm\sigma$ $\pm m$ $p, \%$	65,4 5,1 1,5 2,2	179 12,5 3,9 1,6

Выводы

1. Получены данные механических свойств в очень малых высотах расчетных сечений режущей части клиновидных закаленных резцов, из разных сталей. Разрушающая нагрузка при испытании прилагалась на расстоянии 0,08—0,1; 0,18—0,20 и 0,24—0,25 мм от режущей кромки так, что высота сечения резцов под силой при разных углах заострения была в пределах 0,07 мм—0,36 мм. В условиях опыта наименьшую прочность режущей части показали резцы из сталей У12А и Х12Ф1, в структуре которых имеется хрупкая избыточная фаза; значительно выше показатели прочности у резцов из сталей 9Х5ВФ и 9ХС.

2. Полученные данные статической прочности резцов в малых сечениях стали можно использовать в расчетах.

3. Прочность рабочей части резцов вблизи режущей кромки в значительной мере определяется характером микроструктуры и состоянием поверхности передней грани.

4. Местоположение излома на передней грани режущей части стальных закаленных резцов зависит от шероховатости рабочих поверхностей, характера микроструктуры, угла заострения и др. В наших опытах в резцах с однородной структурой и шлифованной передней гранью ($\nabla 10 - \nabla 11$) чаще всего излом проходит на расстоянии, превышающем расстояние от кромки до разрушающей силы примерно в 2 раза (при $\beta = 36^\circ$) и в 1,1 раза (при $\beta = 55^\circ$). Результаты опытов достаточно хорошо согласуются с данными, найденными расчетным путем для резцов клиновидной формы.

5. Разрушению режущей части предшествует сложная деформация металла, что подтверждается характером изломов резцов с одно-

а)

б)

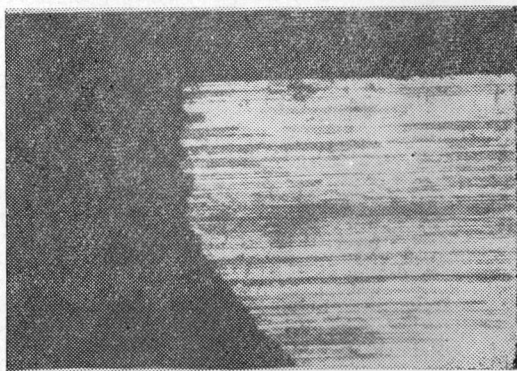
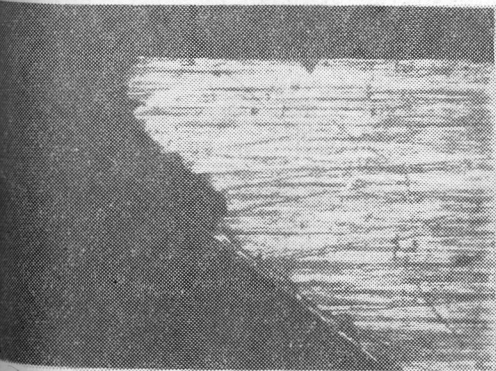


Рис. 2. Профиль резцов 9Х5ВФ после излома.

а — угол заострения 36° ; б — угол заострения 55° .

родной структурой (рис. 2, а). С увеличением угла заострения характер разрушения меняется, приближаясь к деформации среза (рис. 2, б).

УДК 634.0.824.81/85

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ В КЛЕЕВОМ ШВЕ ОТ СОСТАВА РАБОЧЕГО РАСТВОРА КЛЕЯ

Л. С. ГЛУХИХ, В. Н. ПЕТРИ

(Уральский лесотехнический институт)

Величина внутренних напряжений в клеевом шве (нормальных и касательных), по мнению некоторых авторов [1], [3], [4], зависит от величины усадки клея, упругости и пластичности затвердевшей пленки клея и особенностей склеиваемых материалов. Упругость и пластичность затвердевшей клеевой пленки должны определяться составом и свойствами рабочего раствора клея. Так как выводы в указанных работах [1], [3], [4] не были подтверждены экспериментально, нами проведены исследования по изучению внутренних напряжений в клеевых швах путем непосредственного замера тензометрическим методом с применением проволочных датчиков омического сопротивления на бумажной основе или на основе бакелитовой пленки. Этот метод мы выбрали, исходя из литературных данных [2], [4], [5], [7].

Тензометрический метод измерения напряжений с помещением датчика в клеевое соединение дает возможность измерить их не только в слое клея при усадке, но и учитывать при этом те напряжения, которым подвергается клеевой шов при различных деформациях самой древесины как материала анизотропного. Метод основан на измерении тока в диагонали моста, который появляется при изменении омического сопротивления рабочего датчика, помещенного в клеевое соединение. Чтобы исключить влияние температурных изменений на величину сопротивления рабочего датчика, мы использовали компенсационный датчик. Омическое сопротивление применяемых датчиков до 200 ом, база измерений 10—20 мм.

На рис. 1 представлена схема установки, на которой регистрируется изменение напряжений не только в момент отверждения клея или деформации древесины, но даже при нанесении жидкого клея.

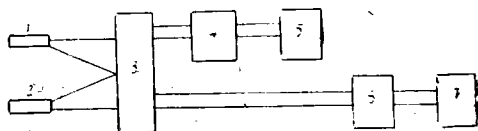


Рис. 1.

1 — датчик рабочий; 2 — датчик компенсационный; 3 — мост измерительный; 4 — усилитель (УТ4-1); 5 — потенциометр (ЭПП-09); 6 — питание моста; 7 — блок питания.

В процессе исследований были поставлены задачи: выяснить влияние состава рабочего раствора клея и пород древесины склеиваемых образцов на величину внутренних напряжений, а также установить зависимость между прочностью склеивания и внутренними напряжениями в клеевом шве.

Буковые и сосновые образцы размерами 20×150×150 мм фанеровали ясеновым строганым шпоном толщиной 1,0 мм. Чистота поверхности образцов соответствовала седьмому классу (ГОСТ 7016—68), строганого шпона — восьмому классу

(ГОСТ 7016—68) Влажность склеиваемых образцов $8 \pm 2\%$. Фанерование проводили клеем К-17 на основе смолы МФ-17 (ТУМХП 2538—55) холодным способом. Продолжительность наблюдений 24 часа.

Состав рабочих растворов клея и их характеристики приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ состава	Состав рабочего раствора клея, вес. части			% сухого остатка	Коэффициент рефракции	рН среды	Вязкость, сек по ВЗ-4
	смолы	отвердитель	наполнитель				
1	100	10		60—62	1,460	4,7	120—140
2	100	15		59—61	1,454—1,452	3,7—3,9	100—120
3	100	20	—	56—58	1,448—1,500	3,45—3,6	80—90
4	100	15	2	59—61	1,454—1,452	3,7—3,9	190
5	100	10	2	60—62	1,462	4,7	200

В качестве наполнителя использовали древесную муку № 140 по ГОСТу 911—11. Склеивание производили при температуре плит пресса 18—23°C и давлении 5 кг/см².

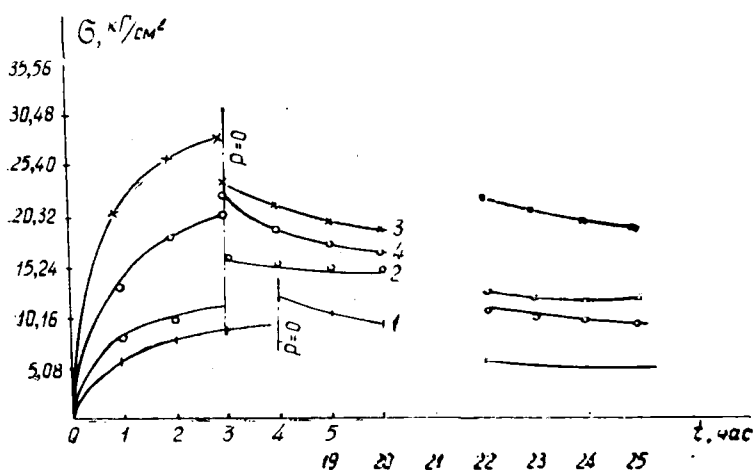


Рис. 2. Изменение внутренних напряжений при различных составах рабочего раствора клея (ясеневый шпон по буковой подложке).

1 — для состава клея 100 вес. частей смолы МФ-17 и 15 вес. частей отвердителя (10%-ный раствор щавелевой кислоты); 2 — 100 смолы и 20 отвердителя; 3 — 100 смолы, 15 отвердителя и 2 наполнителя (древесная мука № 140); 4 — 100 смолы, 10 отвердителя и 2 наполнителя.

Характер изменения напряжений в клеевых швах представлен на рис. 2, 3 и 4. Кривые на этих рисунках построены по значениям внутренних напряжений, определенным как среднее из 40—50 замеров с достоверностью $t = 1,07$. Быстрый рост напряжений в течение первого часа (зона I) можно объяснить тем, что древесина в этот период времени впитывает влагу, внесенную с клеем ($42—50 \text{ г/м}^2$), и это вызывает набухание непосредственно соприкасающегося с клеем слоя древесины. После окончания набухания процесс нарастания напряжений замедляется (зона II). Продолжение роста внутренних напряжений объясняется усадкой клевого слоя в процессе его поликонденсации. Ж моменту снятия давления (через 3—4 часа) процесс отверждения

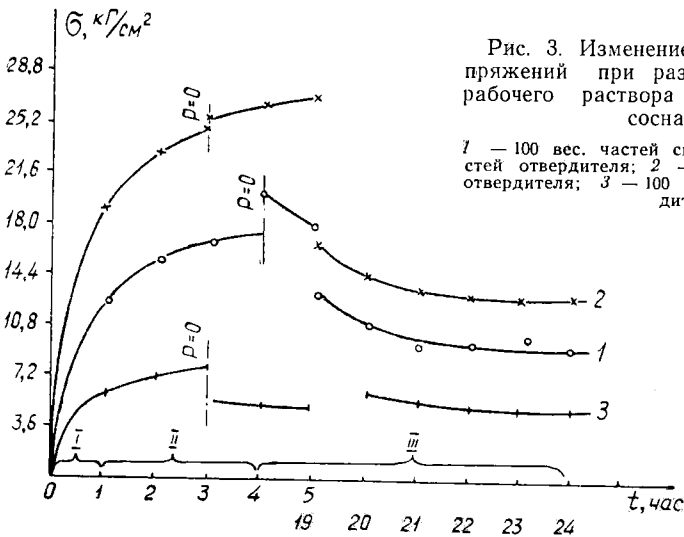


Рис. 3. Изменение внутренних напряжений при различных составах рабочего раствора клея (ясень — сосна).

1 — 100 вес. частей смолы и 15 вес. частей отвердителя; 2 — 100 смолы и 20% отвердителя; 3 — 100 смолы и 10 отвердителя.

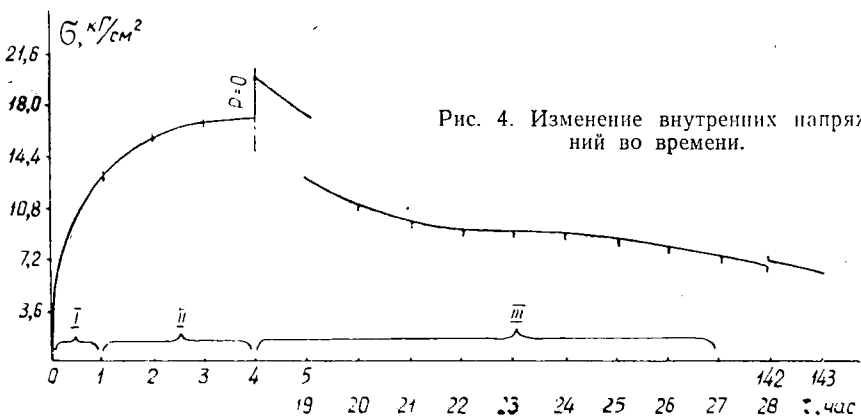


Рис. 4. Изменение внутренних напряжений во времени.

почти заканчивается, при этом наблюдается скачок величины внутренних напряжений, который можно объяснить упругим восстановлением сжатых слоев древесины. После 19—20 час выдержки образцов в условиях лаборатории процесс релаксации внутренних напряжений замедляется. Последующая выдержка образцов (до 6 суток) не показала существенных изменений внутренних напряжений (рис. 4).

Из рис. 2 видно, что с увеличением процента содержания отвердителя внутренние напряжения в клеевом шве особенно увеличиваются в первоначальный период. Скорее всего здесь сказывается влияние вводимой с отвердителем воды (кривые 1, 2). Такая же картина наблюдается при введении древесной муки в состав клея (кривые 3, 4). Результаты опытов, представленные на рис. 2, говорят о том, что введение наполнителя приводит к увеличению внутренних напряжений в клеевом шве. Этим подтверждаются и результаты других исследователей [6].

После измерений напряжений через 24 часа производили скальвание образцов с целью измерения прочности склеивания. Испытания показали, что увеличение внутренних напряжений в клеевом шве со-

Таблица 2

Состав рабочего раствора клея, вес. части			Средние значения из числа опытов	Величина внутренних напряжений через 24 часа, кг/см ²	Прочность склеивания при склеивании через 48 час, кг/см ²
смола МФ-17	отвердитель (10%-ный раствор шавелевой кислоты)	наполнитель (древесная мука)			
100	15	—	24	5,22	98,6
100	20	—	12	6,84	88
100	10	2	12	7,32	52,2
100	15	2	12	12,75	34,5

проводится снижением прочности склеивания образцов. Результаты приведены в табл. 2.

Сравнивая рис. 2 и 3, видим, что в клеевых швах, сформированных на сосновой подложке, наблюдаются более высокие внутренние напряжения, чем в сформированных на буковой подложке.

Выводы

1. Теоретические предположения о том, что внутренние напряжения в клеевом шве зависят от свойств клеевой композиции, подтверждены нами экспериментально.

2. Увеличение содержания отвердителя в клее приводит к возрастанию внутренних напряжений в клеевом шве.

3. Введение в клеевой состав древесной муки в качестве наполнителя увеличивает внутренние напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. М. Буглай. Технология столярно-мебельного производства. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [2]. Л. С. Глухих, В. Н. Петри. Метод измерения внутренних напряжений в клеевом шве и изучение характера изменений внутренних напряжений во времени. Труды Уральского лесотехнического института, вып. XX, Свердловск, 1969. [3]. С. Н. Зигельбойм. Исследование свойств соединений древесины на эластичных клеях. Автореферат кандидатской диссертации. М., 1966. [4]. А. Н. Михайлов. Процессы, протекающие при склеивании древесины. Л., 1965. [5]. А. Г. Санжаровский, Г. И. Елифанов. Высокомолекулярные соединения, 2, № 11 (1703), 1960. [6]. Л. М. Сосна. Внутренние напряжения, возникающие в феноло-формальдегидной смоле марки С-35 при отверждении. Механическая обработка древесины. Инф. ЦНИИТЭИЛеспрома № 16, 1967. [7]. Aleksander Korzeniowski. Badania nad modulen sprzystosci wazstwowego ukladu drawno-klej mocznikowy. Folia forestalia polonica, B, № 6, 1965, 181—269.

Поступила 11 ноября 1969 г.

УДК 634.0.812

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ В СТВОЛАХ РАСТУЩИХ ДЕРЕВЬЕВ ГАММА-МЕТОДОМ

В. Е. ВАСИЛЕНКО, А. Н. ИСАЕВА, А. Н. КАРМАДОНОВ, Ю. И. ЩЕТИНИН
(Институт леса и древесины СО АН СССР)

Результаты исследований, полученные различными авторами [1], [3] с помощью термостатно-весового метода, показали, что влажность древесины растущих деревьев колеблется в широких пределах и зависит

от ряда факторов: условий произрастания, времени года, места взятия образца и др.

В зависимости от породы наблюдаются определенные закономерности распределения влажности по диаметру ствола. Эти закономерности можно изучить с помощью гамма-метода, который производителнее весового и обеспечивает достаточно высокую точность. Другие преимущества гамма-метода: 1) при измерении не нарушается структура древесины; 2) повторные измерения и наблюдения за изменениями влажности можно проводить на одном и том же объекте; 3) по выбранным координатам можно получать непрерывную информацию о распределении влажности. В качестве источника излучения можно использовать как радиоактивные изотопы, так и рентгеновские аппараты. При близком энергетическом спектре выбор того или иного источника обуславливается лишь эксплуатационными удобствами.

Гамма-метод для измерения влажности основывается на прямой связи между плотностью влажной древесины ρ_w и весовой влажностью W при неизменной плотности скелета ρ_c

$$\rho_w = \rho_c (1 + W). \quad (1)$$

При измерениях в геометрии узкого пучка, практически достигаемой при глубокой коллимации источника и приемника излучений, ослабление гамма-квантов следует закону

$$I = I_0 e^{-\mu_m \rho d}, \quad (2)$$

где I — интенсивность гамма-излучения в точке регистрации при наличии поглотителя;

I_0 — то же без поглотителя;

μ_m — массовый коэффициент ослабления гамма-излучения, представляющий относительное ослабление излучения данной энергии столбиком вещества сечением 1 см^2 и массой 1 г ;

ρ — плотность материала поглотителя;

d — его толщина по направлению просвечивания.

При неизменной толщине поглотителя ослабление излучения зависит только от плотности древесины, и регистрируя интенсивность излучения за поглотителем, можно однозначно определить абсолютную плотность по выражению (2), решенному относительно величины ρ . Для древесины значения μ_m практически такие же, как для воды. Данные по μ_m для воды приведены в литературе [4]; при этом обеспечивается точность определения плотности 1—3%.

Абсолютную влажность древесины можно рассчитать с учетом усушки, проводя реперные измерения влажности в какой-либо точке другим методом, либо по известному весу сухого скелета, определенному термостатно-весовым способом. С помощью гамма-метода очень удобно следить за изменениями влажности, производя абсолютные вычисления и измерение веса скелета в конце эксперимента.

В растущей и свежесрубленной древесине закономерности распределения влажности можно изучать с помощью гамма-метода непосредственно, не проводя реперных измерений, по следующим причинам. Плотность воды в среднем в два раза превышает плотность абс. сухой древесины основных промышленных пород. Индивидуальная изменчивость влажности в растущих деревьях превышает колебания, связанные с возрастом, условиями произрастания и другими факторами, влияющими также на плотность абс. сухой древесины. Изменчивость последней характеризуется вариационным коэффициентом, составляющим в среднем 10% [2]. Поэтому при постоянной толщине основным

переменным фактором, влияющим на ослабление излучения в свежесрубленной древесине, является вода.

Экспериментально распределение влажности мы исследовали гамма-методом в лабораторных условиях на образцах круглого леса (длиной 40—70 мм), выпиленных из свежесрубленных деревьев. Просвечивание производили в торец. В качестве источника использовали рентгеновскую установку РУМ-70 с максимальной энергией 75 кэв. Из изотопных источников по энергетическому спектру близки Co^{57} и Ti^{170} . В табл. 1 представлены данные для двух из просвеченных образцов.

Таблица 1

№ п/п	Порода	Размеры по линии просвечивания, см		Степень и размер поражения, см	Описание отмеченных на диаграмме участков
		образца	спелой древесины		
1	Пихта (из верхней части ствола)	14	11	—	1,5 — заболонь; 2,4 — спелая древесина; 3 — сердцевина
2	Ель (из средней части ствола)	13,5	11,5	Гниль первой стадии 6,0 см	1,5 — заболонь; 2,4 — спелая древесина; 3 — сердцевина

Схема проведения эксперимента показана на рис. 1. Пучок рентгеновского излучения от источника 1, коллимированный диафрагмой 2 (с отверстием 10×10 мм), проходя через исследуемый образец 3 и коллиматор 4 с диаметром канала 8 мм,

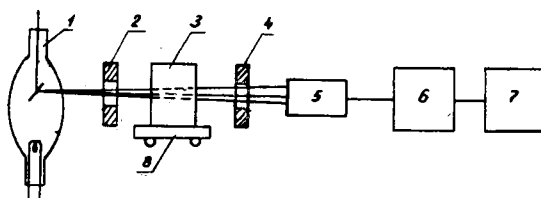


Рис. 1.

попадал на кристалл сцинтилляционного счетчика 5. В качестве кристалла использовали сернистый цинк, имеющий высокую эффективность регистрации мягкого гамма-излучения. Сигнал в виде импульсов с анода фотоумножителя сцинтилляционного счетчика поступал на электронную схему регистрации интенсивности излучения с постоянной времени 0,15 сек, а затем на регистрирующий прибор — автоматический потенциометр ЭПП-09. Образец устанавливали на тележке 8, приводимой в движение электромотором.

Методика измерения заключалась в регистрации интенсивности излучения за движущимся образцом древесины, пересекающим линию источник — детектор. Интенсивность излучения изменялась в зависимости от ослабляющей способности участка, находящегося на этой линии. Полученные диаграммы позволяют судить об ослаблении излучения различными участками древесины по диаметру ствола, то есть о распределении влажности.

На рис. 2 приведена диаграмма ослабления излучения для пихты сибирской (образец 1 в табл. 1). Выделенный справа на диаграммной сетке вертикальный отрезок соответствовал изменению поверхностной плотности на 1 г/см^2 ; его устанавливали по просвечиванию воды в тонкостенном пластмассовом сосуде. Увеличению влажности соответствовало уменьшение показаний прибора. Ориентировочный расчет колебаний влажности между заболонью и спелой древесиной, проведенный по поверхностной плотности без учета усушки и различий в плотности скелета, показал, что разность содержания влаги в данном случае составляет около 100%.

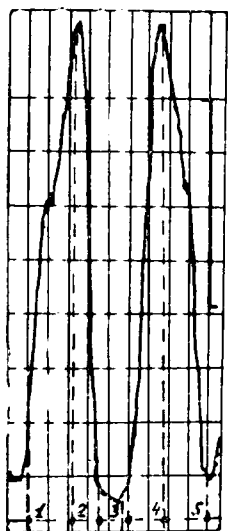


Рис. 2.

1, 5 — участки заболони сечения ствола; 2, 4 — спелой древесины; 3 — участок сердцевины.

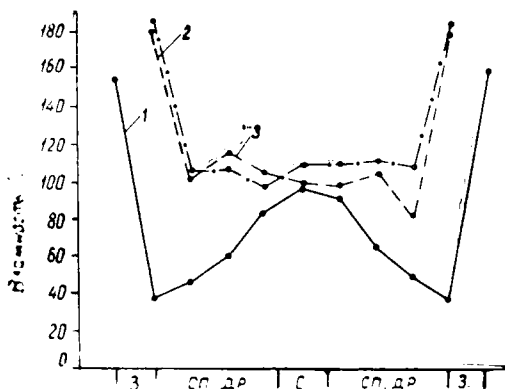


Рис. 3.

з. — заболонь; сп. др. — спелая древесина; с. — сердцевина; 1 — основание ствола; 2 — половина высоты; 3 — район кроны.



Рис. 4.

1, 5 — участки заболони; 2, 4 — спелой древесины; 3 — участок сердцевины.

Этот результат мы сопоставили со среднестатистическими данными для пихты (рис. 3), полученными весовым методом [3].

Можно отметить хорошее согласие результатов для заболони и спелой древесины и увеличенное по сравнению со среднестатистическими показателями содержание влаги в сердцевине. Для индивидуального объекта такое отклонение от среднестатистических данных вполне вероятно, в среднестатистических результатах такие отклонения сглаживаются.

На рис. 4 показана диаграмма ослабления излучения древесиной ели (образец 2 в табл. 1). В соответствии с известными закономерностями для ели диаграмма обнаруживает значительно меньшее содержание влаги в спелой древесине по сравнению с заболонью. Разница составляет примерно 150%. Некоторое увеличение ослабления в центральной части образца (область 3 диаграммы) объясняется наличием гнили в первой стадии, которая, как видно, приводит к возрастанию влажности.

Следует подчеркнуть особую эффективность использования гамма-метода для исследований распределения влажности и плотности в участках древесины, пораженных гнилями конечных стадий.

Результаты просвечивания образцов осины также достаточно хорошо согласуются с известными данными о распределении влажности.

Таким образом, гамма-метод эффективен при изучении распределения или изменения влажности по сечению и высоте стволов древесины. Результаты достигаются при неразрушающих испытаниях образца и благодаря непрерывным измерениям более представительны. Лабораторные испытания показали достаточную согласованность результатов гамма-метода и весового.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. А. Баженов, В. Е. Вихров. О влажности древесины в свежесрубленном состоянии. Труды Института леса АН СССР. т. 4, 1949. [2]. Древесина. Показатели физико-механических свойств. Руководящие технические материалы. Изд-во стандартов, М., 1962. [3]. Л. Н. Исаева. Особенности распределения влаги в различных частях древесины стволов кедра сибирского. Труды Института древесины СО АН СССР, т. XV, 1963. [4]. Л. Р. Кимель, В. П. Машкович. Защита от ионизирующих излучений. Справочник, Атомиздат, М., 1966.

Поступила 27 мая 1969 г.

УДК 674.815-41

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В. В. ГАМОВ

(Брянский технологический институт)

В данной работе на примере определения предела прочности при статическом растяжении вдоль плоскости древесностружечных плит плоского прессования рассматривается новый метод расчета, учитывающий структурно-механические свойства плит.

В расчетах приняты следующие допущения: 1) древесные частицы рассматриваем как прямоугольные призмы одинаковых размеров (средние размеры структурных элементов); 2) влиянием торцовых поверхностей обычных древесных частиц (кроме опилок и мелких частиц кубической формы) на прочность склеивания пренебрегаем, учитывая, что адгезия к этим поверхностям слабая, а площадь их в сравнении с площадью боковых поверхностей частиц очень мала; 3) пласти частиц параллельны плоскости плиты.

Принятые допущения учтены в формулах путем соответствующих поправок. Расчеты даны для условий преодоления сил, обуславливающих прочность склеивания древесных частиц и прочность самих частиц.

При выборе структурной модели, на основе которой устанавливали формулы для определения предела прочности при статическом растяжении обычных древесностружечных плит вдоль плоскости, в качестве вспомогательного объекта использовали плиты плоского прессования с ориентированными частицами (рис. 1). На этом рисунке обозначено: a — вид сбоку; b — вид в плане (для семи верхних частиц); l , b , s — соответственно длина, ширина и толщина частиц. При растяжении плит (рис. 1) вдоль плоскости по направлению волокон частиц (в направлении стрелок) их прочность определяется прочностью склеивания частиц между собой, которая может быть настолько значительной, что разрыв произойдет по самим частицам. Следует учитывать, что в готовой плите значительно меньше пустот «мостиков», чем в пакете, а пласти частиц почти параллельны плоскости плиты.

Прочность склеивания ориентированных древесных частиц (или прочность плит с ориентированными частицами) можно определить по элементарной плите (структурной модели рис. 2), состоящей всего лишь из двух контактируемых между собой элементов, например, из частиц 3 и 4 (рис. 1). С целью точного экспериментального определения длины контакта частиц l_k модель рис. 2 заменим аналогичной моделью рис. 3, что позволяет исключить изгибающий момент при растяжении образца в направлении стрелок. На основании модели рис. 3

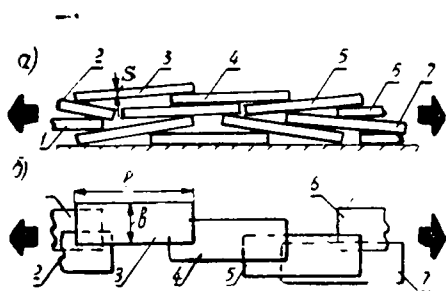


Рис. 1. Схема расположения ориентированных древесных частиц в плите до прессования пакета.

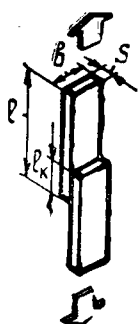


Рис. 2. Схема элементарной плиты (структурная модель).

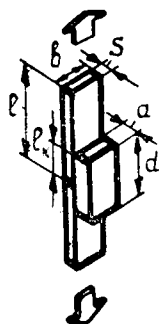


Рис. 3. Структурная модель образца ($a/d = 0,5$; $d = 2l_k$).

получены формулы для случаев разрушения многофазной системы по поверхностям склеивания (1) и по структурным элементам (2)

$$\sigma = z\sigma_{ск} \frac{li}{s}; \quad (1)$$

$$\sigma'' = \sigma_{др}'' \quad (2)$$

В этих формулах

σ'' — предел прочности при статическом растяжении древесностружечных плит плоского прессования с ориентированными частицами вдоль плоскости по направлению волокон частиц, $\kappa\Gamma/\text{см}^2$;

$\sigma_{ск}$ — предел прочности склеивания частиц при скалывании, $\kappa\Gamma/\text{см}^2$ (для терморезактивных смол $\sigma_{ск}$ уменьшается при увеличении l_k);

σ_1^p — предел прочности при статическом растяжении древесных частиц вдоль волокон, $\kappa\Gamma/\text{см}^2$;

z — эмпирический коэффициент;

i — степень укладки древесных частиц (безразмерный коэффициент).

Значение z устанавливали путем сравнения экспериментальных данных прочности склеивания образцов, выполненных по схеме рис. 3, и прочности плит с ориентированными частицами при растяжении их вдоль плоскости по направлению волокон частиц. Коэффициент z многофакторный, он учитывает эффективную длину контакта древесных частиц ($l_k (l_k = z \cdot l)$); отклонение продольных осей частиц от направления ориентации, а также взаимное смещение частиц; влияние пустот «мостиков» на прочность плиты; степень взаимосвязи частиц по кромкам.

Для наиболее распространенных размеров древесных частиц $z = 0,176$, в связи с чем формулу (1) можно представить в следующем виде:

$$\sigma'' = 0,176\sigma_{ск} \frac{li}{s}. \quad (3)$$

Величину i вводят в целях учета толщины частиц s при их уплотнении для любых объемных весов плит

$$i = \frac{(1 + p) \gamma_{пл} - p \gamma_k}{\gamma_ч}, \quad (4)$$

где p — содержание клея в стружке в пересчете на сухие продукты (в относительных единицах);

$\gamma_{пл}$ — объемный вес плит при влажности 8%, г/см³;

γ_k — плотность клеевой пленки при влажности 8%, г/см³;

$\gamma_ч$ — объемный вес натуральной древесины частиц при влажности 8%, г/см³.

Выражение i , из формулы (4) при $i \geq 1$ представляет собой объемный вес частиц, находящихся в плите. Предел прочности при статическом растяжении плит плоского прессования с дезориентированными частицами $\sigma_{пл}''$ определяли по формуле

$$\sigma_{пл}'' = \eta \sigma'' \quad (5)$$

Величину η устанавливали экспериментально путем сравнения значений σ'' и $\sigma_{пл}''$ ($\eta = \sigma_{пл}'' : \sigma'' = 0,54$). Подставив величины σ'' и η в формулу (5) из выражений (2) и (3), соответственно получим

$$\sigma_{пл}'' = 0,54 \sigma_{др}'' \quad (6)$$

и

$$\sigma_{пл}'' = 0,54 \cdot 0,176 \sigma_{ск} \frac{l i}{s}$$

или

$$\sigma_{пл}'' = 0,095 \cdot \sigma_{ск} \cdot \frac{l \cdot i}{s} \quad (7)$$

С целью определения граничных условий уравнение (3) решим относительно l , предварительно заменив σ'' на $\sigma_{др}''$,

$$l = \frac{5,7 \cdot \sigma_{др}'' s}{\sigma_{ск} i} \quad (8)$$

Следовательно, в тех случаях, когда будет происходить разрушение системы по поверхности склеивания, необходимо соблюдать условие

$$l \leq \frac{5,7 \cdot \sigma_{др}'' s}{\sigma_{ск} i}, \quad (9)$$

при этом нужно пользоваться формулой (3) или (7).

Для случаев разрушения системы по древесным частицам следует выполнять условие

$$l > \frac{5,7 \sigma_{др}'' s}{\sigma_{ск} i}, \quad (10)$$

которое требует применения формул (2) или (6).

Понятия «разрушение системы по поверхности склеивания или по древесным частицам» относятся прежде всего к плитам с ориентированными частицами. На основании этих понятий были выведены формулы (6) и (7) для расчета прочности обычных плит.

При выводе приведенных выше формул мы использовали плиты, имеющие следующую характеристику: толщина 7 мм; объемный вес 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 г/см³; размеры частиц 22,3 · 3,7 · 0,25; 24 · 2,2 · 0,2; 15 · 2,2 · 0,2 и 10 · 1,5 · 0,12 мм; применяли смолу марки М-19—62, концентрация ее 50%; содержание клея в стружке 8%; порода древесины — сосна; класс чистоты поверхности древесных частиц $\nabla \sigma_2$ — $\nabla \sigma_8$;

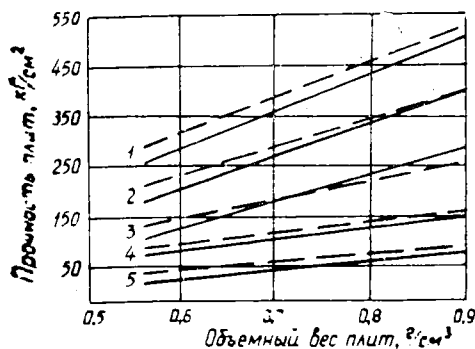


Рис. 4. Зависимость предела прочности при статическом растяжении древесностружечных плит вдоль плоскости от объемного веса.

Кривая 1 — размеры частиц $40 \cdot 3 \cdot 0,18$ мм; 2 — $20 \cdot 3 \cdot 0,18$ мм; 3 — $10 \cdot 3 \cdot 0,18$ мм; 4 — $10 \cdot 3 \cdot 0,25$ мм; 5 — $8,4 \cdot 2,7 \cdot 0,43$ мм; 1, 2, 3, 4 — спецстружка ($\gamma d_3 - \gamma d_3$); 5 — стружка-отходы ($\gamma d_3 - \gamma d_3$).

влажность стружки перед осмолением 4—5%; температура прессования плит 150° ; продолжительность прессования 0,65 мин/мм.

Значения $\sigma_{др}$ определяли на специальных образцах, разрывные сечения которых (ширина и толщина) соответствовали разрывным сечениям стружки, используемой в исследуемых плитах. Влажность образцов во время испытаний составляла 8%, скорость нагружения — 3,5 мм/мин, то есть соответствовала скорости нагружения плит. Значения $\sigma_{ск}$ определяли на образцах (типа рис. 3), режимы склеивания которых соответствовали режимам прессования плит, а скорость нагружения — 3,5 мм/мин.

Формулы (6) и (7), как и выражения (2) и (3), не устанавливают зависимости прочности плит от их толщины. Эти формулы можно применять для плит толщиной $H = 20s$, то есть для всех плит плоского прессования, выпускаемых нашей промышленностью.

Чтобы определить степень соответствия экспериментальных данных $\sigma_{пл}^II$ значениям, вычисленным по формулам (6) и (7), построен график зависимости $\sigma_{пл}^II$ от $\gamma_{пл}$ (рис. 4). При построении кривой 1 мы использовали формулу (6), а кривых 2, 3, 4 и 5 выражение (7). Для плит из стружки-отходов (кривая 5) наблюдается наибольшее отклонение (около 17%) экспериментальных значений $\sigma_{пл}^II$ от расчетных; для плит из специально нарезанной стружки это отклонение не превышает 8—10%, что указывает на относительно высокую точность результатов, полученных на основе использования выведенных формул.

Выводы

1. Полученные формулы дают возможность учитывать все основные факторы, влияющие на прочность плит: размеры, форму, породу, прочность, чистоту поверхности частиц, объемный вес плит, содержание и объемный вес связующего и его клеящую способность. Кроме того, они позволяют учитывать влияние каждого фактора в отдельности, а также дают возможность установить экономически целесообразные размеры частиц и оптимальное содержание связующего для любых случаев.

2. При выборе размеров частиц, обеспечивающих наивысшую прочность плит $\sigma_{пл}^II$, нужно учитывать все компоненты, входящие в неравенство (10), руководствуясь которым, для любой породы частиц можно получить смешанный тип разрушения системы, характеризующий наиболее благоприятное сочетание свойств фаз — адгезива и субстрата.

3. Исследования, проведенные для случаев растяжения плит вдоль плоскости, имеют прямое отношение к изучению их прочности

при статическом изгибе. При изгибе возникают деформации растяжения, сжатия и сдвига. Сопротивление склеенной массы частиц сжимающим силам тем выше, чем больше величина $\sigma_{ск}$, зависящая от i и p , и чем прочнее частицы. Сопротивление склеенных частиц на сдвиг повышается с увеличением $\sigma_{ск}$ и прочности частиц на сдвиг, то есть зависит от прочности склеивания и прочности частиц. Практика показывает, что с возрастанием прочности плит при статическом растяжении вдоль плоскости увеличивается их прочность на изгиб.

Поступила 20 октября 1969 г.

УДК 674.053

О ВЛИЯНИИ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ НА ИЗНОС И ЗАТУПЛЯЕМОСТЬ ЗУБЬЕВ ПИЛ В РАБОТЕ

С. М. ТИМОНЕН

(Львовский лесотехнический институт)

Производительность, силовые и качественные показатели распила существенно зависят от степени износа и затупленности зубьев пил в работе. Мы экспериментально изучали влияние скорости резания на износ и затупляемость зубьев пил применительно к продольному распилу буковой древесины круглой пилой. Работу выполняли в станочной лаборатории кафедры станков и инструментов Львовского лесотехнического института.

Распил производили на прирезном станке с гусеничной подачей и верхним расположением пильного вала; были использованы устройства, позволившие иметь скорости резания и подачи в нужных переменных значениях.

Постоянные в опытах: распиливаемый материал — буковые доски, высушенные до влажности 10—12% и простроганные на толщину 22 мм; пила круглая плоская по ГОСТу 980—53 из стали 85ХФ, толщиной 1,8 мм, диаметром (с учетом уменьшения в переточках) 287—283 мм; зубья высотой 10 мм с прямолинейными задними гранями и передним углом $\gamma = 15^\circ$, задним $\alpha = 25^\circ$, углом заострения $\beta = 50^\circ$; зубьям придавали развод в 0,5 мм; подача на зуб пилы находилась в пределах 0,54—0,55 мм. Переменной в опытах являлась скорость резания 8,1; 19,8; 52,5; 71,2; 84,1 м/сек. При любой из указанных скоростей резания погонаж распила, проходящий на каждый зуб пилы, составлял 30 м, площадь распила 66 дм², путь резания 2,91—2,96 км.

Износ и затупленность зубьев определяли по зарисовкам профилей вершин зубьев в 120-кратном увеличении с использованием микроскопа МИС-11.

За показатели износа принимали (рис. 1) площадь износа F , косвенно характеризующую объемный износ зубьев в работе; линейный износ Δ , определяющий минимально потребное уменьшение размера пилы по радиусу в одноразовой ее переточке, с образованием вершин зубьев по биссектрисам углов заострения (знать эту величину необходимо для расчетов срока службы пил по допустимому общему уменьшению их диаметра в переточках); длину l и глубину h лунки износа на передней грани зуба. За показатель затупленности зуба пилы принимали величину кривизны контура вершины зуба ρ .

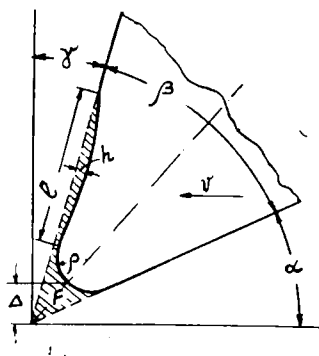


Рис. 1. Показатели износа и затупляемости.

Для оценки влияния скорости резания на износ и затупляемость зубьев пилы принимали усредненные значения F , ρ , Δ , l и h из их замеров по всем зубьям. В опытах с последовательно переменными скоростями резания величины средних квадратических отклонений находились в пределах $\pm 5-6$ мк, средняя ошибка $+1,36-1,68$ мк при показателе точности 4,8—5,1%. Были учтены не только абсолютные величины показателей износа и затупленности, но и их относительные значения, рассчитываемые на единицу площади распила.

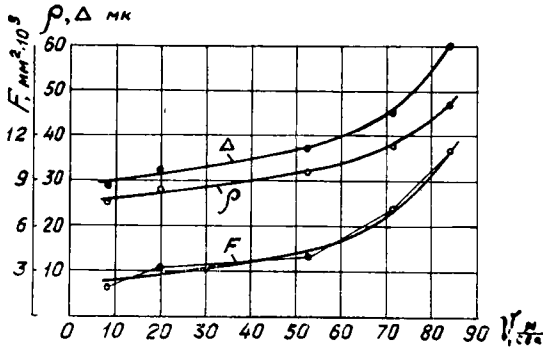


Рис. 2. Влияние скорости резания на показатели износа и затупляемости.

Опыты показали (рис. 2), что при неизменных других условиях распила величины износа и затупленности зубьев пил, характеризующихся значениями F , ρ и Δ , возрастают с увеличением скорости резания V ; при этом с повышением скорости до 50—55 м/сек эти величины растут относительно замедленно. Дальнейшее же увеличение скорости резания приводит к интенсивному возрастанию износа и затупленности зубьев пилы. Так, при повышении скорости резания от 19,8 до 52,5 м/сек износ увеличился в 1,25 раза; при дальнейшем возрастании скорости от 52,5 до 84,1 м/сек — в 2,86 раза.

Для условий опытов наблюдалось, что при всех скоростях резания износ зубьев происходит в их вершинах и по передним граням. На этих гранях образуются лунки износа и их размеры тем больше, чем выше скорость резания. В качестве примера на рис. 3 показан вид лунки износа, образовавшейся на передней грани зуба пилы при распиле со скоростью резания 84,1 м/сек.

Подобный характер износа зубьев огражается на взаимоотношениях показателей F , Δ и ρ . В табл. 1 представлена зависимость этих

Таблица 1

Показатели	Численные значения показателей при V , м/сек				
	8,1	19,8	52,5	71,2	84,1
$\frac{\Delta}{F}$, мк/мм ² · 10 ⁸	128	90	83	53	42
$\frac{\rho}{F}$, мк/мм ² · 10 ⁸	148	103	95	63	54
l , мк	298	328	364	475	616
h , мк	6	9	11	18	26

показателей, а также размеров лунок износа по длине l и глубине h от величины скорости резания.

Как следует из табл. 1, величины отношений $\frac{\rho}{F}$ и $\frac{\Delta}{F}$ уменьшаются с повышением скорости резания в связи с тем, что показатели ρ и Δ зависят, в основном, от износа зубьев в части их вершин. С увеличением же скорости резания зубья, кроме их износа в части вершин, все в большей степени изнашиваются со стороны передних граней. В итоге с ростом скорости величины ρ и Δ возрастают медленнее, чем общая площадь износа зуба пилы.

Преимущественный износ зубьев пилы по передним граням с образованием на них лунок износа косвенно отражает тот факт, что наибольшее силовое воздействие материала

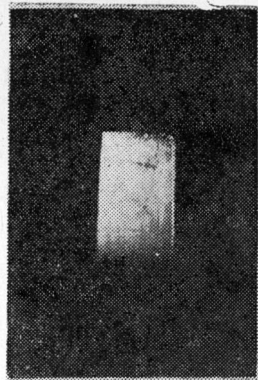


Рис. 3.

распиловки зубья испытывали по передним граням. При этом воздействие было неравномерным и наибольшим в середине длины участка передней грани, контактировавшего с материалом распиловки.

Возрастание силового воздействия на зубья пилы объясняется тем, что с увеличением скорости резания уменьшается распространенность упругопластических деформаций в распиливаемом материале и повышается его плотность в части непосредственного контакта с зубом пилы.

Изменение распространенности деформаций с изменением скорости резания отражается и на виде срезанных стружек. Стружки, полученные при высокой скорости резания, менее деформированы (рис. 4).

Для условий, в которых мы производили опытные распиловки, за-

висимость показателей износа и затупленности зубьев от скорости резания имеет вид

$$F = \frac{0,00268}{104,32 - V} \cdot S^{1,06} \text{ мм}^2; \quad \rho = \left(2,63 + \frac{66,25}{104,32 - V} \right) \cdot S^{0,5} \text{ мк},$$

где V — скорость резания, м/сек;

S — площадь распила, образуемая каждым зубом пилы, дм^2 .

Положение о том, что величины износа и затупляемости зубьев пилы возрастают с увеличением скорости резания, еще недостаточно для суждений о рациональной ее величине. Вопрос об износе и затупляемости зубьев следует рассматривать связанно с возможной при этом производительностью работы по распилу. Степень затупленности зубьев пилы не должна превосходить определенно допустимую вели-

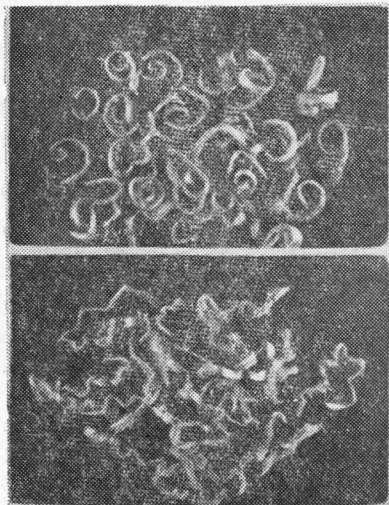


Рис. 4. Вид стружки в зависимости от скорости резания.

а — при $V = 19,8$ м/сек;
б — при $V = 84,1$ м/сек.

чину, по достижении которой пилу необходимо перезатачивать или заменять ее другой, заранее подготовленной к работе. Поэтому практически важно знать, как изменение скорости резания отразится на производительности работы по распилу в условиях ограниченно допустимой затупленности зубьев пилы с учетом затрат времени на замену затупившейся пилы

$$П = \frac{\rho_d a V Z}{\rho_d + t_n \rho_s a V},$$

где $П$ — производительность распила как образуемая площадь распила, $\text{дм}^2/\text{сек}$;

ρ_d — допустимая затупленность зубьев, мк ;

t_n — время, затраченное на одноразовую замену пилы при достижении зубьями допустимой степени затупленности, сек ;

Z — число зубьев пилы;

V — скорость резания, м/сек ;

ρ_s — интенсивность затупляемости зубьев в работе, мк на 1 дм^2 площади распила, образуемой зубом пилы;

a — сомножитель при величине V в выражении секундообразуемой площади распила одним зубом пилы ($S_c = aV$).

Применительно к распилу круглой пилой

$$a = \frac{U_z h}{31,4D},$$

где U_z — подача на зуб пилы, мм ;

h — высота пропила, мм ;

D — диаметр пилы, мм .

Зависимость производительности распила от скорости резания, с учетом ограниченно допускаемой затупленности зубьев пилы в работе и затрат времени на замену затупившейся пилы, представлена на

рис. 5. Графики построены для следующих условий: $\rho_d = 25 \text{ мк}$; $D = 285 \text{ мм}$; $h = 22 \text{ мм}$; $U_z = 0,55 \text{ мм}$; $t_n = 2, 4, 8 \text{ мин}$; ρ_s — по результатам наших опытов в функции от скорости резания и площади распила. Производительность распила отражена в расчете на один зуб пилы.

Как следует из рис. 5, в условиях ограниченно допускаемой затупленности зубьев пилы зависимость производительности распила от скорости резания носит экстремальный характер. Иначе говоря, имеются такие частные (оптимальные) значения величин скорости резания, при которых производительность

распила будет наибольшей. Установление любой другой скорости резания, исходя из учета затупляемости зубьев в работе, приведет к снижению производительности распила. Это положение нужно учитывать при установлении рациональных режимов производства распила.

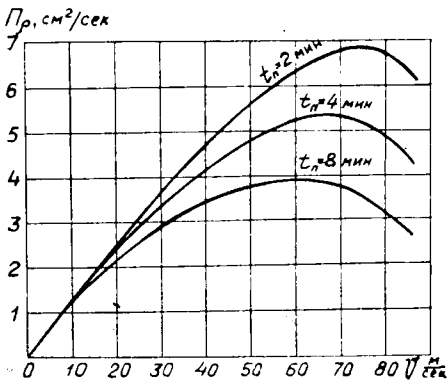


Рис. 5.

УДК 674-416

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОТЕНЦИАЛОПРОВОДНОСТИ ШПОНА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

В. А. КНЫШ

(Львовский лесотехнический институт)

Скорость развития поля влажности внутри материала при определенных гидротермических условиях характеризуется коэффициентом потенциалопроводности переноса влаги. Значительные исследования коэффициента потенциалопроводности (вагопроводности) древесины в процессе конвективной сушки проведены П. С. Серговским [3] и его учениками [1].

В данной статье приведены результаты экспериментального исследования коэффициента потенциалопроводности переноса влаги в процессе конвективной и радиационно-конвективной сушки шпона. Использован метод проведения опытных сушек шпона разной толщины при определенных постоянных режимах. Этот метод позволяет получить средние значения коэффициента потенциалопроводности непосредственно из опыта, который полностью отражает производственную обстановку, и, следовательно, полученные зависимости могут иметь большое практическое применение.

Для нахождения цифровых значений коэффициента потенциалопроводности использованы два способа обработки экспериментальных данных. Первый основан на графоаналитическом методе решения теоретического уравнения периода падающей скорости сушки [2], [4]

$$B = \frac{W - W_p}{\frac{dW}{d\tau} R} = \frac{1}{3a'R} + \frac{1}{\alpha'_w}, \quad (1)$$

где $\frac{dW}{d\tau}$ — скорость сушки для рассматриваемой текущей влажности шпона (принятая по опытным кривым скорости сушки), %/сек;

a' — коэффициент потенциалопроводности переноса влаги, см²/сек;

α'_w — коэффициент влагоотдачи, отнесенный к разности влагосодержаний ($U - U_p$), см/сек;

R — характерный размер материала (для шпона он равен половине толщины), см;

W и W_p — текущая и равновесная влажность шпона, %.

При построении зависимости $B = f(R)$ для разной текущей влажности (рис. 1) получается семейство прямых, которые согласно уравнению (1) отсекают на оси ординат отрезок, численно равный $\frac{1}{\alpha'_w}$, а тангенс угла наклона этих прямых равен $\frac{1}{3a'R}$,

$$\alpha'_w = \frac{1}{OA} \text{ и } a' = \frac{1}{3 \operatorname{tg} \psi}. \quad (2)$$

Второй способ обработки данных основан на графоаналитическом решении зависимости первой критической влажности $W_{кр}$ от

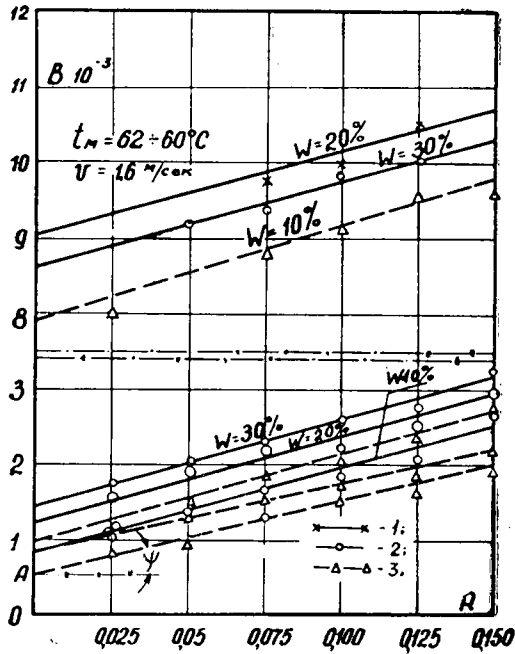


Рис. 1. Зависимость $B = f(R)$ для разных режимов конвективной сушки букового шпона.

1 - $t_c = 90^\circ\text{C}$; 2 - 170°C ; 3 - 200°C .

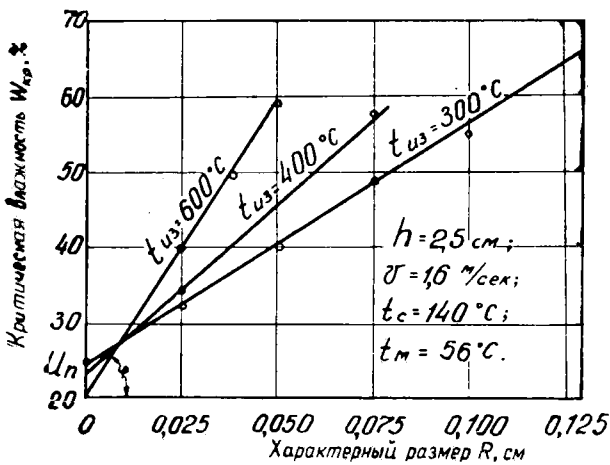


Рис. 2.

характерного размера R в процессе радиационно-конвективной сушки букового шпона при постоянном расстоянии h от инфракрасного излучения до высушиваемого шпона и постоянном конвективном режиме (рис. 2). Из рис. 2 видно, что экспериментальные токи хорошо укладываются на прямые. Поэтому коэффициент потенциалопроводности определяли из соотношения [2]

$$a' = \frac{\left(\frac{dW}{d\tau}\right)_n \cdot R}{3 \operatorname{tg} \varphi}, \quad (3)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ — тангенс угла наклона прямой для зависимости $W_{\text{кр}} = f(R)$;
 $\left(\frac{dW}{d\tau}\right)_n$ — скорость сушки в первом периоде (принятая по кривым скорости сушки), %/сек.

В результате исследования установлено, что коэффициент потенциалопроводности зависит только от температуры шпона, которую он приобретает в периоде постоянной скорости сушки. Из рис. 1 видно, что для разной температуры воздуха ($t_c = 90, 170$ и 200°C) при постоянной температуре мокрого термометра ($t_m = 60^\circ\text{C}$) и, следовательно, для одной и той же температуры шпона в первом периоде конвективной сушки прямые зависимости $B = f(R)$ имеют практически постоянный угол наклона прямых. При одинаковой температуре шпона в первом периоде сушки постоянство угла наклона сохраняется и для разной текущей влажности материала.

Следовательно, коэффициент потенциалопроводности не зависит от режима сушки, а однозначно определяется температурой шпона периода постоянной скорости сушки. Постоянство коэффициента в периоде падающей скорости сушки шпона, по-видимому, можно объяснить суммарным влиянием температуры и влажности материала.

Известно [3], что с повышением температуры древесины коэффициент потенциалопроводности увеличивается, а с уменьшением влажности снижается. Так как в периоде падающей скорости сушки температура шпона непрерывно повышается, а влажность уменьшается, то практически коэффициент остается постоянным.

На основе значительного экспериментального материала мы получили уравнение для определения коэффициента потенциалопроводности переноса влаги в шпоне (a , $\text{см}^2/\text{сек}$) при конвективной и радиационно-конвективной сушке

$$a' = 0,925 \cdot 10^{-13} \left(\frac{T_{\text{нм}}}{100}\right)^{14} \left(1 + \frac{2L}{100}\right) \gamma_y^{-3,9}, \quad (4)$$

где $T_{\text{нм}}$ — абсолютная температура шпона в периоде постоянной скорости конвективной и радиационно-конвективной сушки, $^\circ\text{K}$;
 L — объем сердцевинных лучей в общей массе древесины (дуб 25%, береза 11, бук 35, клен 15, ясень 12, ольха 5%);
 γ_y — условная плотность древесины, $\text{г}/\text{см}^3$.

Сравнение уравнения (4) с уравнением П. С. Сергеевского [3], показывает, что они различаются только показателем степени для определяющей температуры и свободным членом. Это различие можно объяснить лишь разным выбором температуры. П. С. Сергеевский принял абсолютную температуру воздуха в качестве определяющей при конвективной сушке массивной древесины, когда периоду сушки предшествует период прогрева материала. При прогреве принимают более высокую температуру воздуха и относительную упругость пара. Поэтому практически температура материала в начале сушки равна температуре агента сушки. В процессе сушки массивной древесины по мере уменьшения ее влажности снижают относительную упругость пара и повышают температуру среды, что приводит к возрастанию температуры материала. Поэтому последняя практически равна температуре среды; температуру среды можно принять в качестве определяющей для коэффициента потенциалопроводности.

В периоде постоянной скорости при конвективной сушке шпона температуры материала и среды значительно различаются, причем

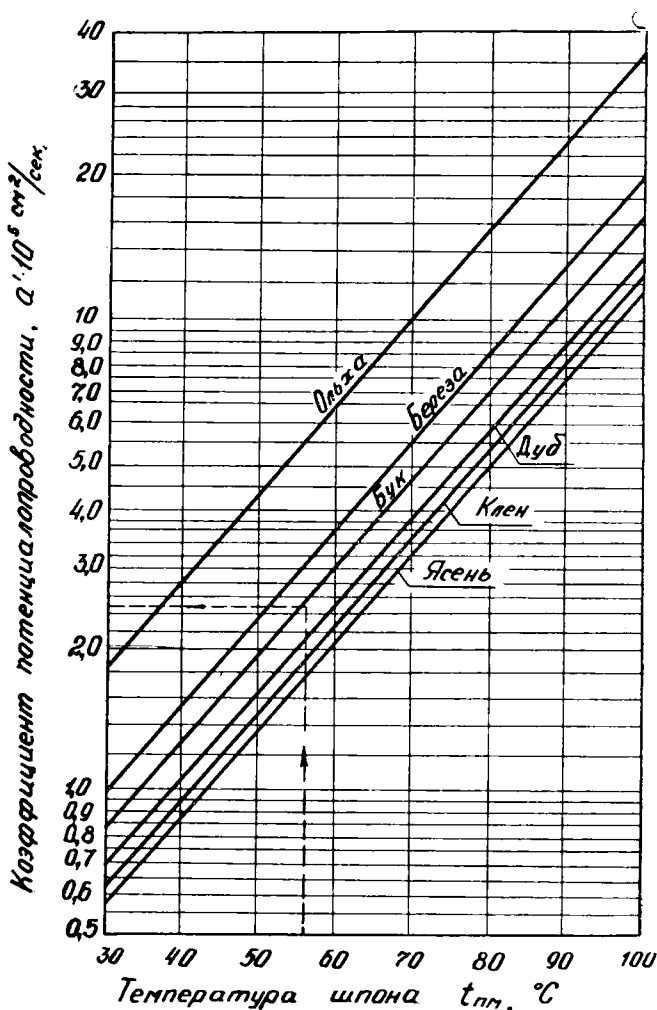


Рис. 3.

температура материала равна температуре мокрого термометра, а при радиационно-конвективной сушке всегда выше ее. Так как коэффициент потенциалопроводности не зависит от режима сушки, а однозначно определяется температурой шпона, то температура среды не может служить определяющим параметром для этого коэффициента.

Для практических расчетов коэффициент потенциалопроводности шпона разных пород древесины можно определить по номограмме, приведенной на рис. 3.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. П. Алпаткина. О влагопроводности древесины главнейших отечественных пород. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 9, 1967.
- [2]. А. В. Лыков. Тепло- и массообмен в процессе сушки. Госэнергоиздат, 1956.
- [3]. П. С. Серговский. Исследование влагопроводности и разработка методов расчета процесса сушки и увлажнения древесины (докторская диссертация). Московский лесотехнический институт, 1953.
- [4]. Г. С. Шубин. Исследование высокотемпературной конвективной сушки тонких древесных материалов (кандидатская диссертация). Московский лесотехнический институт, 1964.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.817-41

ОБ ИЗМЕНЕНИИ УГЛЕВОДНОГО КОМПЛЕКСА
И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

В. И. БРОВКИНА, А. А. ЛЕОНОВИЧ, Н. Я. СОЛЕЧНИК

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для правильной эксплуатации древесноволокнистых плит в различных условиях необходимо знать степень их долговечности, которая, в первую очередь, определяется состоянием «армирующего» компонента древесного волокна — целлюлозы. Особенно важно знать изменение полидисперсности углеводного комплекса при разработке новых видов плит, когда модифицирующие добавки могут способствовать деструкции полисахаридов.

В настоящей статье сообщается об изучении долговечности путем ускоренных испытаний огнезащитных [1], [4] древесноволокнистых плит и плит, не содержащих огнезащитных добавок, а также приводятся данные об изменении растворимости холоцеллюлозы при фракционировании в ортофосфорной кислоте образцов, отобранных на различных стадиях технологического процесса.

Исследования были проведены нами на сосновом дефибраторном волокне одноступенчатой пропарки, которое обрабатывали водным раствором ортофосфорной кислоты, мочевины и дициандиамида соответственно 9,5; 17,4; 12,2 вес. частей. Полученные воздушным формованием ковры прессовали при 180° в течение 4,5 мин с последующей двухчасовой закалкой при 170°. Плиты изготовляли без введения гидрофобных добавок; холоцеллюлозу выделяли с перуксусной кислотой. Анализы были произведены по стандартным методикам [3].

При данном фракционировании зависимость между концентрацией ортофосфорной кислоты и степенью полимеризации (СП) макромолекул холоцеллюлозы, строго говоря, может не соблюдаться в том виде, как было предложено Экенштамом для целлюлозы. Однако для большей наглядности вместо величины концентрации кислоты на рис. 1 по оси абсцисс отложены значения СП, соответствующие растворимости целлюлозы. Это справедливо до СП = 1200. Фракция, не растворившаяся в 83,0%-ной кислоте, что соответствует целлюлозе с СП > 1200, на графике (рис. 1) показана условно. Относительное значение полученных данных очевидно, поскольку они позволяют судить об изменении полидисперсности углеводного комплекса древесного волокна, СП которого определяет собственную его прочность. Одновременно представляется возможным проследить влияние огнезащитного состава.

Существенное влияние на долговечность плит оказывает кислотность среды. Для выяснения влияния активной кислотности наносимого состава мы провели фракционирование по СП образцов, огнезащитных составом различной степени нейтрализации. Из данных, приведенных на рис. 1, видно, что при прессовании и закалке вследствие термодеструкции и гидролитических процессов степень полимеризации контрольных* плит (кривая 5) по сравнению с исходным во-

* Под контрольными подразумеваются древесноволокнистые плиты, не содержащие огнезащитного состава и полученные при тех же условиях, что и огнезащитные древесноволокнистые плиты.

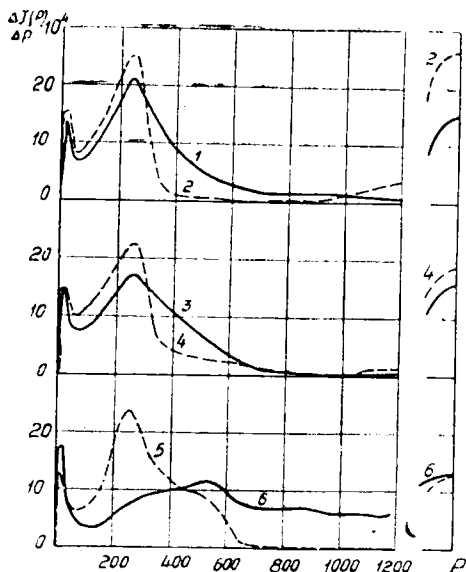


Рис. 1. Дифференциальные кривые распределения при фракционировании холоцеллюлозы.

1 — для образца, огнезащитного составом рН = 5 до закалки; 2 — то же после закалки; 3 — для образца, огнезащитного составом рН = 7 до закалки; 4 — то же после закалки; 5 — для контрольной плиты; 6 — для соснового дефибраторного волокна.

локном (кривая 6) снижается до 200—500. Изменяется и растворимость холоцеллюлозы огнезащитных древесноволокнистых плит (О-ДВП); при этом заметное влияние оказывает степень нейтрализации огнезащитного состава перед нанесением. Так, нейтральная среда вводимого огнезащитного состава в процессе изготовления О-ДВП в меньшей степени приводит к перераспределению полидисперсности холоцеллюлозы, особенно в случае незакаленных плит (кривая 3). Последующая закалка приводит к снижению СП, одновременно увеличивается нерастворившийся остаток (кривая 4).

При нанесении огнезащитного состава, нейтрализованного до рН = 5 (что соответствует рН водных вытяжек из древесноволокнистых плит промышленного изготовления), наметившаяся тенденция в перераспределении полидисперсности усиливается, нерастворившийся остаток для закаленных образцов (кривая 2) достигает 26,5%.

Как известно, метод фракционного растворения дает результаты, зависящие как от СП макромолекул, так и от прочности боковых связей. В данном случае, рассматривая увеличение нерастворившегося остатка, можно говорить об образовании поперечных сшивок, благодаря взаимодействию огнезащитного состава с макромолекулами углеводного комплекса. Это взаимодействие закономерно происходит обратно пропорционально рН состава, то есть в зависимости от количества оставшихся свободных гидроксильных групп ортофосфорной кислоты, и зависит от продолжительности теплового воздействия.

Образование огнезащитного комплекса, содержащего связанный фосфор, обеспечивает стабильность огнезащиты плит при их эксплуатации, как это было показано нами при испытании образцов, выдержанных длительное время в проточной воде [2].

В целом видно, что полидисперсность О-ДВП отличается от полидисперсности стандартных плит, не содержащих огнезащитного состава, отсутствием макромолекул с СП = 400—600, вследствие чего прочность О-ДВП может со временем понизиться; однако нерастворившийся остаток у них в два раза выше, что, в свою очередь, должно гарантировать древесному волокну большую долговечность. Поэтому

результаты фракционирования не дают еще достаточно оснований, чтобы однозначно судить о долговечности плит. Это тем более затруднительно в условиях, когда огнезащитный состав может оказать влияние на эту характеристику. Ответ на вопрос о долговечности О-ДВП был получен при прямом эксперименте по методике старения бумаг ($T=453m-48$) с увеличением продолжительности опыта с 72 до 120 час, температура 105°; одновременно здесь можно проследить влияние рН огнезащитного состава. Данные об изменении свойств древесноволокнистых плит вследствие старения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Огнезащитный состав	Предел прочности при изгибе, кг/см ² , для образцов		Водопоглощение за 24 часа, %, для образцов		Набухание за 24 часа, %, для образцов	
	до закалки	после закалки	до закалки	после закалки	до закалки	после закалки
Слабокислый	500	480	49,6	34,9	52,0	21,7
	480	495	69,9	36,0	60,5	22,1
Нейтральный	375	450	60,1	40,1	56,6	24,2
	425	465	75,3	39,6	68,0	25,2
Без введения состава (контрольный)	—	405	—	20,2	—	15,3
	—	440	—	25,9	—	18,7

Примечание. В числителе данные до старения; в знаменателе — после старения.

Нейтральная среда состава препятствует гидролитическим процессам на стадии прессования, не успевает также завершиться переход огнезащитного состава в водорастворимое состояние. Как следствие этого, плиты обладают более высоким водопоглощением. (Можно отметить, что высокие показатели по водопоглощению закаленных О-ДВП определяются, главным образом, отсутствием гидрофобных добавок; при введении добавок водопоглощение понижается до требований стандарта.) При старении плит, особенно незакаленных, происходят процессы, приводящие к понижению водостойкости. Набухание плит повышается, причем более существенно для контрольных образцов.

Наиболее целесообразна, по-видимому, нейтрализация ортофосфорной кислоты органическими основаниями до $pH \approx 5$ с тем, чтобы к моменту прессования кислотность среды была такая же, как и в контрольных плитах. В процессе прессования вследствие взаимодействия разных видов огнезащитного состава между собой и огнезащитного состава с древесным волокном активная кислотность снижается до нейтральной, что предопределяет устойчивость О-ДВП к старению.

В целом плиты, изготовленные с введением как нейтрального, так и слабокислого огнезащитного состава, достаточно устойчивы к процессу ускоренного старения, однако абсолютные показатели по прочности и водостойкости выше у плит, полученных с применением огнезащитного состава, нейтрализованного до $pH = 5$.

Изучение О-ДВП показало допустимость применения их в конструкциях, предназначенных для длительной эксплуатации. Этот вывод был подтвержден годовыми натурными испытаниями таких плит, установленных на плавающем судне в качестве конструкционно-отделочного материала.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. А. Леонович, Н. Я. Солечник. Материалы научно-технической конференции ЛТА, вып. V, 1966, стр. 64—67. [2]. А. А. Леонович, Н. Я. Солечник. Химическая переработка древесины и целлюлозы, 24, 1966, стр. 3—4 [3]. А. В. Оболенская и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. Изд. Леспром, М., 1965, стр. 308—312. [4]. Н. Я. Солечник, А. А. Леонович. Авторское свидетельство 195626 «Способ изготовления твердых древесноволокнистых плит», Бюллетень № 10, 1967.

Поступила 11 ноября 1969 г.

УДК 54

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУРФУРОЛА С НИТРОПРОИЗВОДНЫМИ ФЕНОЛА В МОНОХЛОРУКСУСНОЙ КИСЛОТЕ

И. М. БОХОВКИН, Б. К. СЕМЕНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Фурфурол приобретает все большее значение для народного хозяйства. Он используется не только как селективный растворитель в нефтеперерабатывающей промышленности, но и как ценное сырье для промышленности органического синтеза.

В одной из работ [1] было изучено взаимодействие фурфурола с уксусной кислотой и ее хлорпроизводными. Установлено, что с увеличением количества хлора в радикале уксусной кислоты процесс взаимодействия между компонентами увеличивается. Это результат все более усиливающегося процесса диссоциации кислот с отщеплением иона водорода, который, по-видимому, и играет главную роль при взаимодействии компонентов.

Данные физико-химических исследований взаимодействия фурфурола с фенолом и его нитропроизводными приведены в нашей работе [3], данные взаимодействия фурфурола и фенола в присутствии уксусной и монохлоруксусной кислот — в одной из статей [2], а взаимодействие фурфурола с нитропроизводными фенола в уксусной кислоте — в нашей статье [4]. При этом было показано, что склонность к взаимодействию с фурфуролом в уксусной кислоте возрастает в направлении о-нитрофенол, фенол, м- и п-нитрофенол. Представляло интерес проследить характер химического взаимодействия фурфурола с нитропроизводными фенола в монохлоруксусной кислоте.

С этой целью были изучены три тройные системы: фурфурол — монохлоруксусная кислота — о-нитрофенол, фурфурол — монохлоруксусная кислота — м-нитрофенол и фурфурол — монохлоруксусная кислота — п-нитрофенол. Исследование проводили визуально-политермическим методом путем определения температур, при которых исчезали последние кристаллы. Взятые для исследования вещества дополнительно очищали: фурфурол — путем перегонки с дефлегматором в вакууме (т. пл. — 36,5°), монохлоруксусную кислоту — путем перегонки в вакууме с последующим высушиванием в вакуумном эксикаторе (т. пл. — 61°). О-, м- и п-нитрофенол брали марки ХЧ, температуры плавления соответственно 45, 96 и 114° близки к температурам по литературным данным [5]. Растворы готовили весовым методом, концентрацию пересчитывали на молекулярные проценты.

Двойные системы

1. Система фурфурол—моноклоруксусная кислота была исследована ранее [1]. В системе установлено инконгруэнтно плавящееся соединение состава $\text{CH}_2\text{ClCOOH} \cdot \text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$. Эвтектическая точка соответствует 8 мол. % CH_2ClCOOH и температуре -38° , переходная точка — 35 мол. % фурфурола и температуре -5° .

2. Система фурфурол—о-нитрофенол [3]. Диаграмма плавкости указывает на отсутствие взаимодействия между компонентами в твердой фазе. Эвтектическая точка находится при 11 мол. % о-нитрофенола и -39° .

3. Система фурфурол—м-нитрофенол характеризуется инконгруэнтно плавящимся соединением $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$ —м- $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_3$ [3]. Эвтектическая точка соответствует 6 мол. % м-нитрофенола и -41° , переходная точка соответствует 38 мол. % м-нитрофенола и 10° .

4. Система фурфурол—п-нитрофенол. Диаграмма плавкости свидетельствует об образовании двух инконгруэнтно плавящихся соединений состава $2\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2 \cdot \text{п-}\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_3$ и $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2 \cdot \text{п-}\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_3$ [3]. Эвтектическая точка соответствует 2 мол. % п-нитрофенола при -41° , переходные точки — 31 и 53 мол. % п-нитрофенола при температурах плавления 29 и 53° соответственно.

5. Система моноклоруксусная кислота—о-нитрофенол была исследована нами впервые (рис. 1). Диаграмма плавкости характеризуется простой эвтектикой. Ветви кривой плавкости пересекаются в эвтектической точке при 60 мол. % о-нитрофенола и 30° .

6. Система моноклоруксусная кислота—м-нитрофенол характеризуется отсутствием взаимодействия между компонентами (рис. 1). Эвтектическая точка соответствует 26 мол. % м-нитрофенола и 46° .

7. Система моноклоруксусная кислота—п-нитрофенол также характеризуется отсутствием взаимодействия между компонентами.

Ветви кривой пересекаются в эвтектической точке при 24 мол. % п-нитрофенола и 49° (рис. 1).

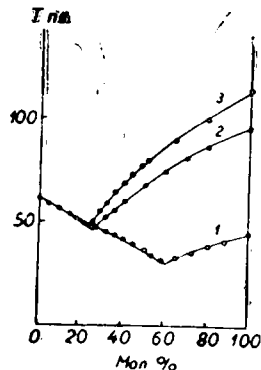


Рис. 1. Бинарные системы моноклоруксусная кислота—нитрофенолы.

1 — моноклоруксусная кислота — о-нитрофенол; 2 — то же м-нитрофенол; 3 — то же п-нитрофенол.

Разрезы через тройные системы

Поверхность кристаллизации тройной системы фурфурол—моноклоруксусная кислота—о-нитрофенол была исследована путем изучения одиннадцати сечений в направлениях, указанных на рис. 2. Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 5. По этим данным построена диаграмма плавкости тройной системы и нанесены изотермы через каждые 10° (рис. 2). Полученная диаграмма включает в себя четыре поля кристаллизации: три поля чистых компонентов и поле, приходящееся на соединение $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ClCOOH}$. Наибольшее поле (54% от общей площади плоской диаграммы) принадлежит о-нитрофенолу. Поле кристаллизации моноклоруксусной кислоты занимает 38,5%, поле бинарного соединения $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ClCOOH}$ — 6,1% и поле фурфурола — 1,4%. В системе имеются две тройные точки: E_1 — 84 мол. % фурфурола, 9 мол. % моноклоруксусной кислоты

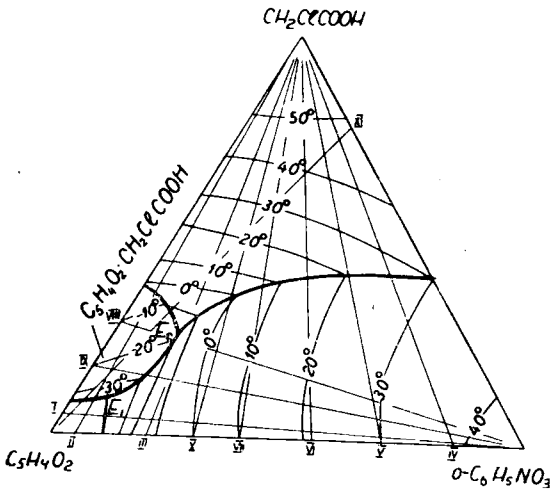


Рис. 2. Диаграмма состояния тройной системы фурфурол — монохлоруксусная кислота — о-нитрофенол.

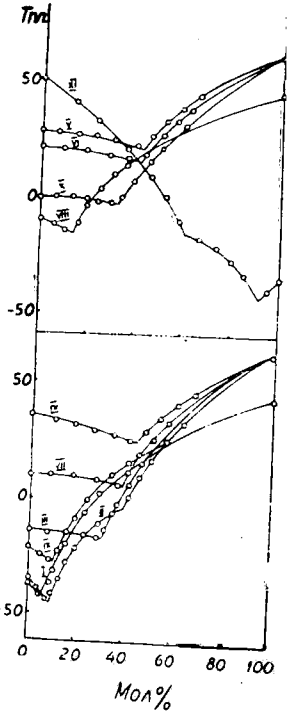


Рис. 5. Кривые кристаллизации по разрезам I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, и XI тройной системы фурфурол — монохлоруксусная кислота — о-нитрофенол.

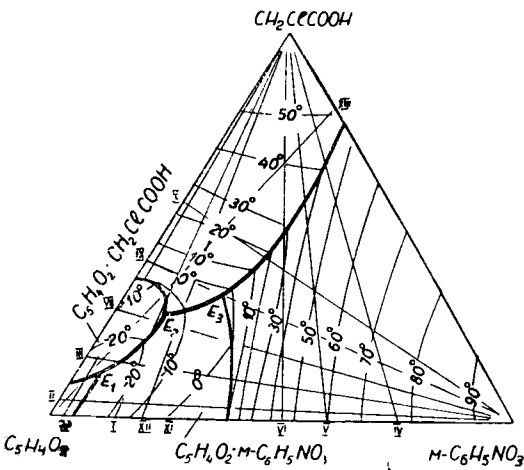


Рис. 3. Диаграмма состояния тройной системы фурфурол — монохлоруксусная кислота — м-нитрофенол.

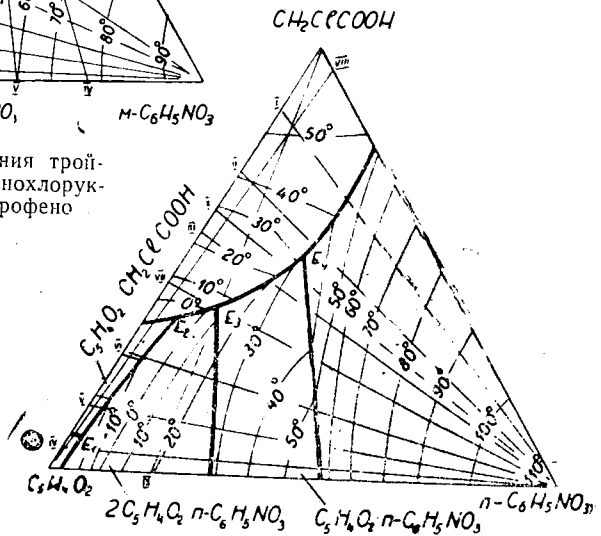


Рис. 4. Диаграмма состояния тройной системы фурфурол — монохлоруксусная кислота — п-нитрофенол.

и 7 мол. % о-нитрофенола при температуре — 48°; E_2 — 60 мол. % фурфурола, 26 мол. % монохлоруксусной кислоты и 14 мол. % о-нитрофенола при температуре — 16°.

Для исследования тройной системы фурфурол — монохлоруксусная кислота — м-нитрофенол проведено 13 сечений в направлениях, указанных на рис. 3. Диаграмма плавкости включает пять полей кристаллизации: три поля чистых компонентов и два поля, принадлежащих на соединения $C_5H_4O_2 \cdot CH_2ClCOOH$ и $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_3$. Поле м-нитрофенола занимает площадь 53,4% от общей площади плоской диаграммы, поле монохлоруксусной кислоты — 27,5%, поле соединения $C_5H_4O_2 \cdot CH_2ClCOOH$ — 4,8%, поле соединения $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_3$ — 13,2% и поле фурфурола — 1,1%.

В системе имеются три тройные точки: E_1 — 84 мол. % фурфурола, 10 мол. % монохлоруксусной кислоты и 6 мол. % м-нитрофенола при температуре — 44°; E_2 — 57 мол. % м-нитрофенола, 32 мол. % монохлоруксусной кислоты и 11% м-нитрофенола при температуре — 16°; E_3 — 47 мол. % фурфурола, 31 мол. % монохлоруксусной кислоты и 22 мол. % м-нитрофенола при температуре — 1°.

В тройной системе фурфурол — монохлоруксусная кислота — п-нитрофенол для выявления поверхности кристаллизации исследовано 10 разрезов (рис. 4). В этой тройной системе выявлено шесть полей кристаллизации: три поля чистых компонентов, поле соединения $C_5H_4O_2 \cdot CH_2ClCOOH$, поле соединения $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ и поле соединения $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$. Поле кристаллизации п-нитрофенола составляет 43,2% от общей площади плоской диаграммы, поле монохлоруксусной кислоты — 21,8%, поле соединения $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ — 17,8%, поле соединения $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ — 14,7%, поле соединения $C_2H_4O \cdot CH_2ClCOOH$ — 2% и поле фурфурола — 0,5%.

Система фурфурол — монохлоруксусная кислота — п-нитрофенол характеризуется четырьмя тройными точками: E_1 — 90 мол. % фурфурола, 8 мол. % монохлоруксусной кислоты и 2 мол. % п-нитрофенола при температуре — 40°; E_2 — 59 мол. % фурфурола, 36 мол. % монохлоруксусной кислоты и 5 мол. % п-нитрофенола при — 9°; E_3 — 49 мол. % фурфурола, 39 мол. % монохлоруксусной кислоты и 12 мол. % п-нитрофенола при 4°; E_4 — 26 мол. % фурфурола, 51 мол. % монохлоруксусной кислоты и 23 мол. % п-нитрофенола при 32°.

При сопоставлении изученных тройных систем можно было отметить некоторые закономерности: соединение фурфурола с монохлоруксусной кислотой образует большее поле кристаллизации в системе, где третьим компонентом является малоактивный о-нитрофенол, и занимает площадь 6,1%; если третий компонент — м-нитрофенол, то площадь составляет 4,8%; в случае п-нитрофенола — 2%. В такой же последовательности уменьшаются поля кристаллизации чистых компонентов фурфурола и монохлоруксусной кислоты, а поля кристаллизации увеличиваются в направлении соединений $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_3$ — 13,2%, $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ — 14,7%, $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ — 17,8%. Это указывает на различную активность изомеров нитрофенолов: она возрастает в ряду о-, м- и п-нитрофенол.

Из сопоставления тройных систем, образованных фурфуролом с нитропроизводными фенола в монохлоруксусной кислоте, с тройными соединениями, образованными фурфуролом с нитропроизводными фенола в уксусной кислоте [4], вытекает, что при замене в радикале уксусной кислоты одного водорода на хлор более явно проявляются поля кристаллизации соединения $C_5H_4O_2 \cdot CH_2ClCOOH$.

Отмечается, что в системе фурфурол — м-нитрофенол — монохлоруксусная кислота и фурфурол — п-нитрофенол — монохлоруксусная кис-

лота поля кристаллизации бинарных соединений $C_5H_4O_2 \cdot m-C_6H_5NO_3$, $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ и $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ несколько меньше, чем поля кристаллизации данных соединений в уксусной кислоте, тогда как поля кристаллизации чистого компонента монохлоруксусной кислоты увеличиваются.

Выводы

1. Проведено физико-химическое исследование тройных систем фурфурол — монохлоруксусная кислота — о-нитрофенол, фурфурол — монохлоруксусная кислота — м-нитрофенол и фурфурол — монохлоруксусная кислота — п-нитрофенол визуально-политермическим методом.

2. Отмечено, что активность изомеров нитрофенолов по отношению к фурфуролу различна. Увеличение активности происходит в направлении о-, м- и п-нитрофенол.

3. Сделано сопоставление тройных систем: фурфурол—нитропроизводные фенола в уксусной кислоте. Во всех этих системах отсутствуют тройные соединения.

4. Визуально-политермическим методом исследованы бинарные системы монохлоруксусная кислота — о-нитрофенол, монохлоруксусная кислота — м-нитрофенол и монохлоруксусная кислота — п-нитрофенол. Установлено, что диаграмма плавкости данных соединений характеризуется простой эвтектикой.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960, 159. [2]. И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ЖОХ, 36, 1966, 573. [3]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1969. [4]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1970. [5]. Справочник химика, т. 2, ГХИ, 1963.

Поступила 3 декабря 1969 г.

УДК 634.0.813.13

ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ПЕРГАМЕНТА

И. С. ГЕЛЕС, М. А. КОШАРОВСКИЙ

(Уральский лесотехнический институт)

Сущность процессов, происходящих при кратковременном воздействии концентрированных растворов серной кислоты на целлюлозные волокна (производство пергамента), и в настоящее время остается спорной. Одни исследователи, в частности Бухер [5], Рути [7], Ф. И. Корчемкин [1], считают, что при этом часть углеводов растворяется; при последующей коагуляции их образуется так называемый амилоид, заполняющий пространство между волокнами, связывающий их и придающий листу новые свойства, которые отличают пергамент от бумаги-основы. Другие авторы, например, Н. Я. Солечник и Н. А. Русина [3], указывают, что «образование декстринов при пергаментировании следует считать не положительным, а отрицательным явлением».

Целью данной работы было электронномикроскопическое исследование поверхности пергаментов заводского производства.

Объектами исследования служили: 1) образец жиронепроницаемой бумаги финского производства из беленой целлюлозы ФБ; 2) финский пергамент из небеленой целлюлозы ФНБ; 3) пергамент Сухоложской бумажной фабрики из 100%-ной сульфитной беленой целлюлозы для бумаг СФИ; 4) пергамент Сухоложской фабрики, полученный из бумаги-основы 4К; 5) бумага-основа, состоящая из еловой сульфитной целлюлозы Камского ЦЕК (18%), сосновой сульфатной беленой целлюлозы завода «Питкяранта» (37%), сосновой сульфатной беленой целлюлозы финского производства (33%); «пушенки» (полубеленой еловой целлюлозы 12%). Разрывная длина каждого образца пергамента превышала 5000 м, повышенной жиропроницаемостью обладал только образец СФИ (марки «Г» по ГОСТу 1341—60).

Мы исследовали только поверхность образцов, с которой получали двухступенчатые полистирол-углеродные реплики. После растворения слоя полистирола оставалась позитивная углеродная реплика, которую оттеняли металлом на установке ЭВП-2, а затем изучали с помощью электронного микроскопа TESLA BS 242.

Известно, что волокна беленой целлюлозы сохраняют ряд признаков, благодаря которым мы можем определить происхождение волокон: длина и ширина их, соотношение между толщиной стенки и шириной канала, его форма, отсутствие или наличие пор разной формы и величины и т. д. С помощью электронного микроскопа можно наблюдать такие структурные элементы, размеры которых лежат гораздо ниже разрешающей способности оптического микроскопа, но которые имеют большое значение для понимания строения волокон и их изменений при различных обработках.

При исследовании образца бумаги-основы было установлено, что значительная часть волокон не подвергалась воздействию размалывающей аппаратуры, так как во многих случаях сохранялась структура окаймленных пор и наружные слои трахеид имели слабо выраженное строение. Наряду с этим встречались волокна, у которых были сорваны поверхностные слои и обнажен центральный слой вторичной стенки, характеризуемый параллельным расположением микрофибрилл. На рис. 1 видны остатки торуса. Из рис. 1 и 2 видно, что происходит уплотнение деформированных слоев волокон и образование вторичных структур, имеющих вид жгутов, лент, пленок и т. д. Часть трахеид при размоле подвергается расщеплению на фибриллы (рис. 2).

При степени размола 26—30° ШР (размол бумаги-основы для пергамента) наблюдаются следующие структуры: первая — когда волокна не испытывают значительных механических воздействий; вторая — фибриллярная; третья — вторичная, возникшая при размоле и отличающаяся повышенной плотностью.

Электронномикроскопическое исследование пергамента, полученного из указанной бумаги-основы, показало, что поверхностные волокна подверглись коренному изменению, так как нельзя было найти тех элементов морфологической структуры, которой обладали клетки исходного полотна бумаги: исчезли структура окаймленных пор и фибриллярность, возникающая при размоле; нельзя было обнаружить и вторичную стенку клетки. Поверхность пергаментированных волокон имеет вид однородной массы, похожей на губку (рис. 3 и 4). Гомогенность нарушается в местах первоначальной концентрации вещества, что говорит о неравномерности процессов набухания, растворения и коагуляции. В редких случаях строение вновь возникших фибрилл выражено четко, обычно они сразу переходят в аморфную массу (рис. 3). Рис. 4 показывает, что образования, имеющие высокую плотность, в некотором количестве сохраняются и после пергаментации. По-видимому, сгустки, появившиеся при размоле, способствуют возникновению локальной микрофибриллярной или пленочной структуры.

При исследовании пергамента СФИ было установлено, что изменения не носят столь глубокого характера, как в предыдущем случае. Часто наблюдалась структура вторичной стенки. При коагуляции рас-

творенной части образовывалась более четкая фибриллярная структура, причем расположение фибрилл совершенно беспорядочно, а участки, на которых можно проследить их протяженность, очень малы (рис. 5). Наблюдения показали также, что на поверхности пергамента присутствуют многочисленные пятна круглой формы неуглеводного происхождения. Скорее всего это частицы смолы, так как при производстве этой партии целлюлозы имели место смоляные затруднения. Данный образец значительно уступает другим по жиропроницаемости.

Изучение пергамента ФНБ показало, что здесь морфологическая структура изменилась больше, чем у образца из 100%-ной беленой сульфитной целлюлозы, но меньше, чем у образца 4К. Наблюдавшиеся картины весьма разнообразны. Это можно объяснить отчасти присутствием лигнина, что выразилось, например, в сохранении некото-

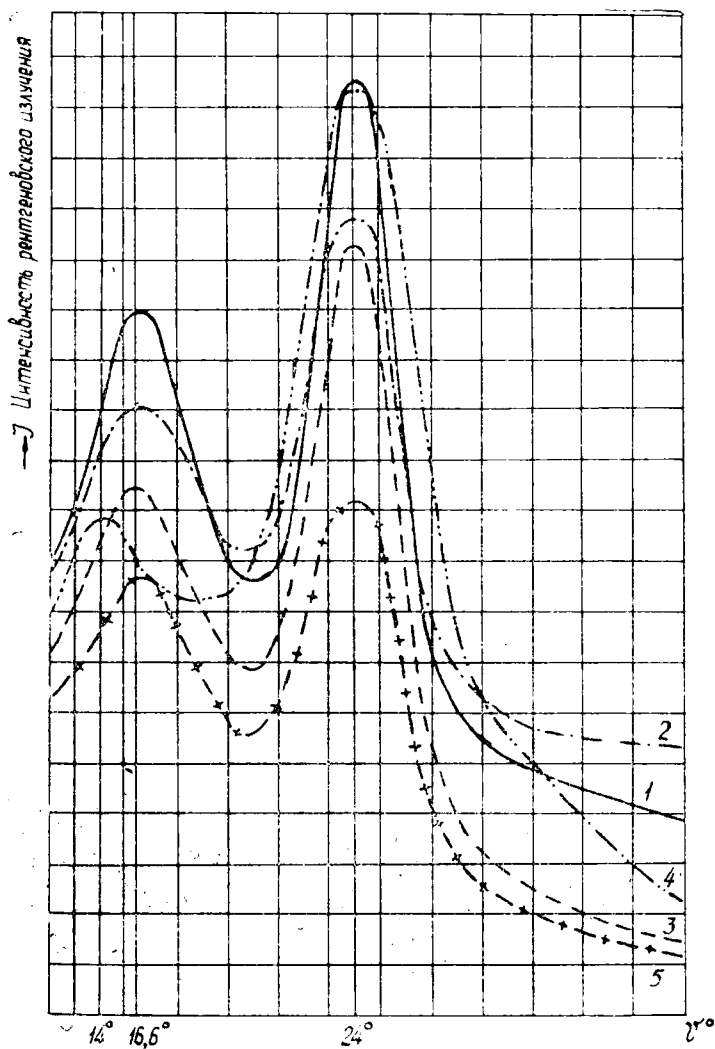


Рис. 7. Кривые микрофотометрирования рентгенограмм
1 — ЦИ; 2 — пергамент СС И; 3 — ФНБ; 4 — ЦИ; 5 — 4К.

рого количества торусов и их обрывков, пленок, жгутов и т. д. Из рис. 6 видно, что торус сохранился хорошо, а окаймление полностью потеряло фибриллярную структуру. В этом образце наиболее часто встречалась «облачность» (участки повышенной плотности), связанная, вероятно, с присутствием значительного количества лигносульфоновых кислот и низкомолекулярных гемицеллюлоз в небеленой целлюлозе.

При исследовании образца ФБ обращала на себя внимание интенсивная фибрилляция, вызванная размолом. Однако здесь не было обнаружено отмеченных выше вторичных структур. Отсутствовала также губчатая поверхность, столь характерная для изученных образцов растительного пергамента.

Явления растворения и последующей коагуляции некоторой части волокон можно подтвердить, если сравнить поверхность пергамента и вискозных волокон, снимки наружных слоев которых приведены в ряде работ [6]. Сходство особенно заметно при получении вискозы без применения модификаторов и при относительно низком содержании сернокислого цинка в ванне.

Полученные результаты не дают представления о глубине протекания процессов ограниченного и неограниченного набухания. Между тем в случае растворения значительной части целлюлозных волокон следовало ожидать изменений в рентгенограмме, так как известно, что при переосаждении целлюлозы из концентрированных кислот (серной, фосфорной и др.) возникает новая структурная модификация, называемая гидратцеллюлозой или целлюлозой II. Чехословацкие исследователи Скалику и Вондракова [4] рентгенографически установили существование в пергаменте двух структурных модификаций — целлюлозы I и II.

Мы также применили рентгенографический метод для выявления возможного перехода целлюлозы из одной формы в другую. Рентгенограммы беленого хлопка до (CI) и после мерсеризации (CII), а также пергаментов снимали на установке УРС-70 К1 в камере типа РКД. На рис. 7 приведены результаты микрофотометрирования участка с наиболее интенсивными интерференционными линиями, позволяющие судить о том, что в пергаментах наблюдается уменьшение степени упорядоченности. Обычно она характеризуется интенсивностью рефлексов от определенных плоскостей решетки той и другой модификации целлюлозы [2].

Из рис. 7 следует, что у СФИ наибольшая степень упорядоченности, у 4К наименьшая. Это соответствует приведенным выше результатам электронномикроскопических исследований. Ввиду того, что расстояния между рефлексами одинаковы у всех исследованных образцов пергамента и соответствуют целлюлозе I, можно сделать вывод, что перехода в CII не произошло, так как в этой части модификации другое расстояние между интерференционными линиями.

Выводы

1. Поверхность истинного пергамента существенно отличается от поверхности исходной бумаги-основы. Наблюдаемые изменения морфологической структуры волокон зависят от вида целлюлозы, концентрации серной кислоты, ее температуры и т. д.

2. Между электронномикроскопическими наблюдениями и рентгенографическими данными имеется соответствие в величине степени воздействия на волокна.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ф. И. Корчемкин, М. И. Витовтова. «Бумажная промышленность» № 1, 1963, 17—18. [2]. Основные представления о волокнах, применяемых в бумажной промышленности. Пер. с англ., 1962, стр. 71—76. [3]. Н. Я. Солечник, Н. А. Русина. Труды ЛТИ ЦБП, вып. 5, 157—163, 1958. [4]. Цитируется по [7], стр. 183. [5]. H. Bucher. «Papier», 11, N. 7/8, 1957, 125—133. [6]. H. Klare, A. Gröbe. «Osterreichische Chemiker Zeitung», 65, N. 7, 1964. [7]. N. Ryti, R. Skogman. «Papperi ja Puh» № 4a, 1963, 181—190.

Поступила 15 апреля 1968 г.

УДК 674

О ВЕЛИЧИНЕ КОЭФФИЦИЕНТА КОНВЕКЦИИ ПРИ СЛОВЕМО ПИРОЛИЗЕ ДИСПЕРСНОЙ КОРЫ

Э. Д. ЛЕВИН, В. С. ПЕТРОВ

(Сибирский технологический институт)

Процессы теплопередачи при пиролизе древесных материалов изучены недостаточно. Необходимость подобных исследований очевидна, так как результаты позволяют полнее представить существо процесса пиролиза и дают возможность более гибко управлять им. Большое влияние на скорость пиролиза оказывает крупность частиц исходного материала. Было показано, что для полимеров недревесного происхождения теплопередача через объем пор пиролизуемого сырья осуществляется как теплопроводностью, так и конвекцией и лучеиспусканием [3]. Размерами пор определяется степень влияния конвекции. При пиролизе древесных материалов в парогазы переходит до 70% от веса сухого вещества. Очевидно, и здесь конвекция влияет на ход процесса. При экспериментальном изучении влияния пор на теплопроводность обычно определяют отношение эквивалентного коэффициента теплопроводности $\lambda_{\text{экв}}$ к коэффициенту теплопроводности самой массы твердого вещества $\lambda_{\text{т}}$, называемое коэффициентом конвекции $\epsilon_{\text{к}}$.

Нами были поставлены опыты, которые позволили получить представление о величине коэффициента конвекции при пиролизе древесных материалов различной крупности. Опыты проводили на видоизмененной экспериментальной установке (рис. 1)

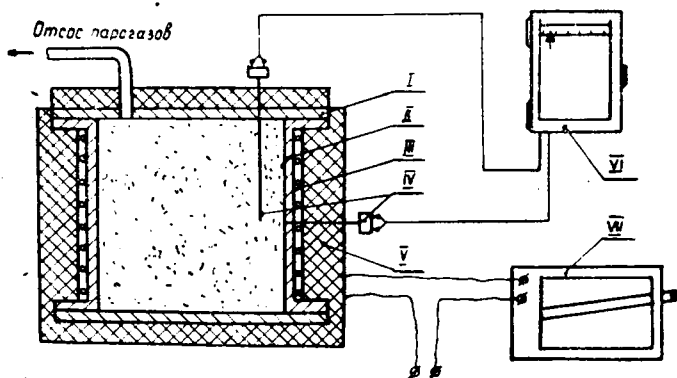


Рис. 1.

I — крышка; II — корпус; III — греющая спираль; IV — терморпары;
V — теплоизоляция; VI — потенциометр; VII — реостат.

для изучения скоростей пиролиза природных полимеров, сконструированной в СТИ [4]. Установка представляет собой реторту с наружным электрообогревом, оснащенную щитком управления. В крышку вварен патрубок, через который отсасывается образующаяся парогазовая смесь. Отсос осуществляется при помощи ротационной воздуходувки. В течение пиролиза в реторте поддерживается разрежение 1—3 мм H_2O . В крышке закреплен чехол для платина—платинородиевой термпары, установленной на расстоянии 30 мм от стенки. Температуру замеряли на уровне середины рабочего объема реторты.

Объектом исследования была кора лиственницы сибирской, дробленая на промышленной молотковой дробилке ДМ-431 и разделенная на фракции с крупностью частиц 0—2; 2—5; 5—10; 10—25; 25—40; 40—80 мм. Помимо этого из целых кусков коры по размеру реторты вырезали цилиндры высотой 50—70 мм, которые укладывали в реторте плотно друг на друга и в них просверливали отверстия для чехла с термпарой. Во всех опытах брали кору с исходной влажностью 25%. плотность теплового потока была постоянной.

Мы рассматривали пиролиз коры, начиная с прогрева (290°K) и до образования полукочка (1000°K). Процесс характеризовался следующими величинами: M — масса, кг; γ — плотность загрузки, $кг/м^3$; Θ — температура, °K; W — тепловой поток, $вт$.

Характеристика условий пиролиза дана в табл. 1. По результатам определений составлены кривые средних для нескольких опытов

Таблица 1

Показатели	Значения показателей при крупности частиц, мм						
	0—2	2—5	5—10	10—25	25—40	40—80	цилиндры
Масса M , кг	1,90	1,89	1,83	1,8	1,79	1,96	3,05
Плотность загрузки γ , $кг/м^3$	194	193	187	184	183	200	312

Примечание. Плотность теплового потока была постоянной и равной $2,96 \gamma \cdot 10^3$ вт.

значений температур в слое пиролизуемого материала (рис. 2). Анализ кривых показывает, что с увеличением крупности частиц до определенного предела 25—40 мм процесс пиролиза ускоряется. При дальнейшем возрастании крупности скорость прококсовывания сни-

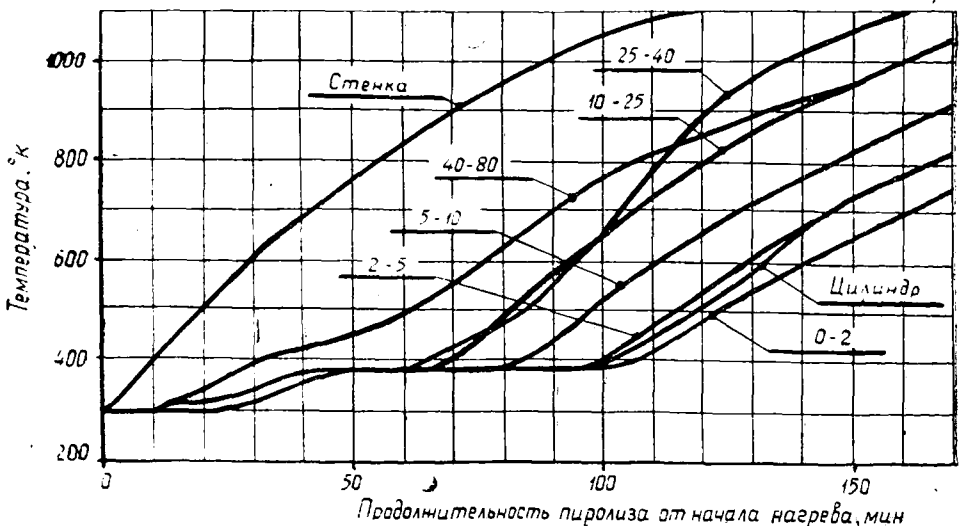


Рис. 2. Динамика подъема температуры в слое частиц коры различной крупности.

жается. Для фракции 40—80 мм сушка проходит очень быстро, так как здесь из-за большой величины отдельных пустот заметную роль играет и лучистый тепловой поток.

Чтобы установить степень влияния конвективного теплообмена в сумме передаваемого тепла, мы определяли коэффициент конвекции для различных отрезков времени в интервале от 100 до 140 мин от начала опыта. Для расчетов использовали известные формулы [2]

$$\lambda = \frac{W}{(\theta_2 - \theta_1) \cdot \Phi}, \quad (1)$$

где W — тепловой поток;
 θ_1 и θ_2 — соответственно температура начала и конца процесса, °К;
 Φ — формфактор.

Для цилиндра формфактор определяли по выражению [1]

$$\Phi = \frac{2\pi L}{\ln \frac{R_2}{R_1}}, \quad (2)$$

где L — длина цилиндра, м;
 R_1 и R_2 — соответственно радиусы наружной и внутренней цилиндрической поверхности, м.

Коэффициент конвекции рассчитывали по формуле [2]

$$\epsilon_k = \frac{\lambda_{\text{жкв}}}{\lambda_T}, \quad (3)$$

где λ_T — находили по результатам экспериментов для целых кусков.

Таблица 2

Время, мин	Значения коэффициента конвекции ϵ_k в ходе пиролиза при крупности частиц коры, мм					
	0—2	2—5	5—10	10—25	25—40	40—80
100	1,110	1,000	0,426	0,281	0,262	0,212
110	1,150	0,886	0,508	0,360	0,310	0,301
120	1,140	0,860	0,590	0,426	0,362	0,388
130	1,140	0,890	0,672	0,514	0,432	0,480
140	1,220	0,920	0,730	0,615	0,483	0,552

Результаты расчетов сведены в табл. 2. При рассмотрении данных табл. 2 и кривых рис. 2 можно заметить, что с увеличением крупности частиц коэффициент конвекции уменьшается, что свидетельствует о возрастающей роли конвективного теплообмена, так как между значениями ϵ_k и конвекцией существует обратно пропорциональная связь. Эта тенденция изменяется для коры крупностью 40—80 мм; ϵ_k становится больше, чем для фракции 25—40 мм. Объяснить это можно, очевидно, более плотной загрузкой коры крупностью 40—80 мм, что видно из величины γ в табл. 1. При этом снижаются размеры пустот, а следовательно, и доля конвекции в общем количестве передаваемого тепла. Как видно из рис. 2, температурные кривые располагаются тем ниже, чем меньше крупность частиц. Для крупности частиц 0—2 мм кривая температур лежит ниже, чем для целых кусков. В этом случае $\epsilon > 1$. Это можно объяснить, по-видимому, двумя причинами: во-первых, величина пор в таком материале меньше, чем размер трещин и пор в целых кусках; во-вторых, из-за высокой дисперсности материала большинство пор оказываются тупиковыми, что также снижает газопроницаемость слоя.

Для каждой из фракций 5—10; 10—25; 25—40; 40—80 мм значение ϵ_k монотонно возрастает в ходе процесса, что свидетельствует о снижении передачи тепла вследствие конвекции. Для фракции 0—2 мм в интервале 100—110 мин величина ϵ_k сначала возрастает, затем снижается до 1,14 и сохраняет это значение до 130 мин от начала пиролиза; в последнем интервале 130—140 мин величина ϵ_k вновь возрастает. Для фракции 2—5 мм значение ϵ_k проходит через минимум при 120 мин. Это можно объяснить следующим образом. Установлено, что лигнин, входящий в состав коры, в процессе термической деструкции дает пластическую массу, температурная зона существования которой лежит в пределах 430—490°K [5]. Обильное газовыделение начинается сразу после прохождения стадии пластичности, что резко интенсифицирует передачу тепла вследствие конвекции. В рассматриваемый промежуток времени крупные фракции, начиная с 5 мм, находятся в зонах более высоких температур, чем фракции 0—2 и 2—5 мм и цилиндры. При этом зона интенсивного газовыделения оказывается уже пройденной. Здесь количество газов, выделяющихся в единицу времени, уменьшается, конвекция падает и значение ϵ_k растет. В случае фракции 0—2 мм материал прогревается несколько медленнее цилиндров. По прохождении зоны пластичности (120 мин от начала опыта) наступает зона интенсивного газовыделения. В это время значение коэффициента конвекции снижается, а сама конвекция растет. Постоянство значений ϵ_k при 130 и 140 мин объясняется тем, что здесь имеет место стадия максимального газовыделения и сходство протекания процесса в цилиндрах и в засыпи фракции 0—2 мм. Дальнейшее возрастание величины ϵ_k связано с тем, что фракция 0—2 мм проокисляется менее интенсивно, чем цилиндры. Для фракции 2—5 мм минимальное значение ϵ_k отмечается одной точкой, так как процесс пиролиза протекает быстрее.

По средним данным табл. 2 с использованием метода наименьших квадратов нами выведено следующее уравнение зависимости коэффициента конвекции от крупности пиролизуемой коры

$$\epsilon_k = 4,9 \cdot 10^{-2} K^2 - 3,9 \cdot 10^{-2} K + 1,039, \quad (4)$$

где K — крупность частиц коры, мм.

Оптимизируя эту функцию, находим, что наилучшие условия конвективного теплообмена имеют место при пиролизе коры крупностью 40,7 мм. Практически это будет класс 35—45 мм. Как было показано нами ранее, этот класс крупности требует наименьшего расхода энергии на сушку и пиролиз [6].

Выводы

1. Изучено влияние крупности коры на значение коэффициента конвекции при пиролизе ее в слое. Показано, что наилучшие условия конвективного теплопереноса имеют место при пиролизе коры крупностью 35—45 мм [2].

2. Показано, что интенсивность конвективного теплообмена меняется в течение пиролиза (для коры любой крупности), что связано с различиями скорости газовыделения на разных стадиях термической деструкции.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. А. Агроскин. Тепловые и электрические свойства углей. Изд-во черной и цветной металлургии, М., 1959, стр. 8—9, 15. [2]. А. А. Агроскин. Физика угля.

Изд-во «Недра», М., 1965, стр. 149. [3]. О. Кришер. Научные основы техники сушки. ИЛ, М., 1961, стр. 149—152. [4]. Э. Д. Левин, В. А. Корнилов. «Химическая переработка древесины» № 20, 1964, стр. 6—7. [5]. Э. Д. Левин, З. П. Беликова ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1968. [6]. Э. Д. Левин, В. С. Петров. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 3, 1969, стр. 10—11.

Поступила 20 января 1970 г.

УДК 634.0.114.2

МИГРАЦИЯ ЖЕЛЕЗА И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПО ПРОФИЛЮ ПОЧВ В ПОДЗОНЕ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

Л. Н. ФРОЛОВА

(Архангельский лесотехнический институт)

При разработке лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение продуктивности таежных лесов, необходимы данные о направлении развития почвообразовательного процесса под ними.

Миграция соединений железа по профилю почв — один из показателей современных процессов почвообразования. Ранее [3], [4], [5] было установлено, что в условиях подзоны средней тайги на подзолистых почвах под пологом ельником-зеленомошников идет интенсивная миграция соединений железа из подзолистого горизонта, свидетельствующая о развитии подзолообразовательного процесса. Для сравнительного изучения степени миграции соединений железа в подзоне северной тайги, в соответствии с принятой методикой, были заложены лизиметрические хроматографические колонки; адсорбент — окись алюминия для хроматографии [2].

Исследования проводили в Печорском районе Коми АССР на следующих почвах: 1) глеево-подзолистой под сосняком-черничником (7С2Л1Б+Е, возраст 90—100 лет, IV класс бонитета; по механическому составу почва среднесуглинистая, частицы размером 0,01 мм (физическая глина) составляют по горизонтам A_{2g} — 33, B_1 — 44, B_2 — 78, С — 82%; 2) глеево-подзолистой под ельником-черничником (9Е1Б+С, возраст 130 лет, V класс бонитета), по механическому составу горизонт A_{2g} — супесь, ниже по профилю — суглинок (частиц < 0,01 мм содержится 30—32% в горизонтах B_1 и B_2); 3) торфянисто-подзолисто-глееватой под ельником-черничником (9Е1Б+С, возраст 190 лет, Va класс бонитета). Почва супесчаная, с глубины 76 см подстилается суглинком.

Все исследуемые почвы характеризуются кислой реакцией среды на протяжении всего почвенного профиля (рН=4,1—4,3), высокой гидролитической кислотностью (70—80 мг-экв в горизонте A_0 , 5—15 мг-экв на 100 г почвы в минеральных горизонтах), малым содержанием поглощенных оснований (20—25 мг-экв в горизонте A_0 , 0,4—0,9 — в A_2 и 10—20 — в В).

Общее содержание железа и углерода, задержанное адсорбентами хроматографических колонок при фильтрации почвенного раствора в течение года (август 1966 — август 1967 г.), приведено в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают общую меньшую миграцию железа и воднорастворимого органического вещества по профилю изучаемых почв подзоны северной тайги в отличие от сильноподзолистых почв под ельником средней тайги [4], [5].

В современных условиях для всех исследуемых почв процесс почвообразования развивается по подзолистому типу с различной степенью и глубиной охвата. В глеево-подзолистой почве ельника из подзолистого горизонта соединения железа не выносятся, тогда как из горизонта B_2 перемещается довольно большое количество железа. Можно предположить, что подзолообразовательный процесс здесь охватывает значительную глубину.

Таблица 1

Почва	Горизонт, из-под которого взята колонка	Глубина установки колонки, см	Общее количество углерода, г/м ²	Количество Fe ⁺⁺⁺ (по методу С. С. С.)		
				общее, мг/м ²	связанного с органическим веществом	
					мг/м ²	%
Глеево-подзолистая (сосняк)	A ₀	5	11,5	295	80	27,1
	A _{2g}	10	10,0	395	60	19,7
	B ₁	30	9,5	535	155	29,1
Глеево-подзолистая (ельник)	A ₁	10	10,0	765	210	28,7
	A _{2g}	20	9,0	720	240	33,3
	B ₁	50	8,0	670	185	27,6
	B ₂	90	8,0	1345	415	30,8
Торфянисто-подзолисто-глееватая (ельник)	A ₀ ^T	15	6,4	335	100	29,8
	A ₂	25	7,5	690	180	26,0
	B ₁	50	4,5	440	150	34,0
	B ₂	90	7,0	380	55	14,4

Торфянисто-подзолистая глееватая почва характеризуется интенсивной миграцией соединений железа из подзолистого горизонта. Это согласуется с данными по подзоне средней тайги. В почве под сосняком наибольшая степень миграции соединений железа относится к горизонту B₁, возможно, что процесс разрушения минералов идет и в иллювиальном горизонте.

Привлекает внимание тот факт, что из подстилки ельника на глеево-подзолистой почве поступает большее количество железа, чем из подстилки торфянисто-подзолисто-глееватой почвы.

Очевидно, видовой состав опада подстилки и гидротермические условия более благоприятны для разложения на глеево-подзолистой почве.

Если сравнивать миграцию железа по профилю глеево-подзолистых почв под ельником и сосняком, то в почве ельника перемещаются значительно большие количества.

Как видно из табл. 1, 20—30% железа от общего прочно связано с органическим веществом, следовательно, одна из форм перемещения железа по профилю почв — железоорганические соединения.

Содержание сорбированного воднорастворимого органического вещества по горизонтам изучаемых почв находится в пределах 4,5—11,5 г/м² в пересчете на углерод. Небольшое изменение содержания по профилю почвы связано с общей высокой подвижностью органического вещества. Высокая влажность почв, нисходящие токи обуславливают миграцию органического вещества, которая в наибольшей степени выражена в глеево-подзолистой почве сосняка. Количественные данные по органическому веществу увязываются с данными поступающей органической массы. С июня по сентябрь в сосняке поступило 80 г/м² древесного опада, в ельниках — 17—21 г/м². Масса напочвенного покрова, частично также уходящего в опад, в сосняке составляет 241 г/м², в ельнике на глеево-подзолистой почве — 750 г/м². Напочвенный покров на 80% представлен зелеными мхами.

Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что в почве сосняка органические вещества образуются, в основном, из-за разложения древесного опада, а в почве ельника наряду с древесным опадом большое участие принимают мхи.

О качественном составе воднорастворимого органического вещества можно судить по данным потенциометрического титрования лизи-

Таблица 2

Срок	Горизонт	рН	Б _к	Б _ш		
				общая	при рН от до 6,5	при рН от 6,5 до 10
20 июля	A ₀	4,0	12,0	21,0	8,0	13,0
		<u>4,6</u>	<u>14,0</u>	<u>8,0</u>	<u>2,0</u>	<u>6,0</u>
		5,4	12,0	11,0	2,0	9,0
	A _{2g}	4,8	18,0	18,0	4,0	14,0
		<u>6,0</u>	<u>14,0</u>	<u>7,0</u>	<u>0,8</u>	<u>6,2</u>
		—	—	—	—	—
10 августа	A ₀	3,9	14,0	19,0	8,0	11,0
		<u>4,5</u>	<u>13,0</u>	<u>9,7</u>	<u>2,0</u>	<u>7,7</u>
		5,9	14,0	11,0	4,0	7,0
	A _{2g}	6,3	16,0	11,0	0,5	10,5
		<u>6,1</u>	<u>14,0</u>	<u>10,0</u>	<u>1,0</u>	<u>9,0</u>
		—	—	—	—	—
20 августа	A ₀	3,8	16,5	26,7	10,0	16,7
		<u>4,1</u>	<u>15</u>	<u>16,5</u>	<u>5,5</u>	<u>11,0</u>
		6,3	19,8	13,2	0,5	12,7
	A _{2g}	5,3	16,5	8,3	1,0	7,3
		<u>5,2</u>	<u>16,0</u>	<u>10,0</u>	<u>0,5</u>	<u>9,5</u>
		5,1	16,5	10,2	0,5	9,7
16 сентября	A ₀	4,0	8,0	12,0	5,0	7,0
		<u>4,3</u>	<u>6,0</u>	<u>8,8</u>	<u>2,0</u>	<u>6,8</u>
		5,7	7,0	6,0	1,0	5,0
	A _{2g}	5,7	8,0	6,4	1,0	5,4
		<u>5,4</u>	<u>12,0</u>	<u>10,0</u>	<u>2,0</u>	<u>8,0</u>
		0,5	8,5	4,5	0,0	4,5

Примечание. В числителе данные для глеево-подзолистой почвы (сосняк); в знаменателе — для глеево-подзолистой (ельник); Б_к и Б_ш — буферность, выраженная в миллилитрах соответственно 0,01 н. HCl и 0,01 н. NaOH, пошедших на титрование 100 мл лизиметрических вод.

метрических вод из-под подстилки и минеральных горизонтов в различные сроки (табл. 2). Данные этой таблицы показывают постоянное присутствие в водах не только солей сильных оснований и слабых кислот (буферность кислого плеча), но и свободных кислых продуктов (буферность щелочного плеча). Разделение буферности щелочного плеча на два интервала указывает на наличие веществ индивидуаль-

Таблица 3

Горизонт	Восстановительная способность лизиметрических вод, %, по срокам			
	20 июля	10 августа	20 августа	16 сентября
A ₀	1,2	1,5	0,30	Менее 0,01
	Не определяли 0,15	1,60 0,15	0,40 0,01	0,00 Менее 0,01
A _{2g}	Не определяли 0,20	0,35 0,20	0,01 0,01	Менее 0,01 Менее 0,01
	Не определяли	0,01	0,01	Менее 0,01

Примечание. В числителе данные для глеево-подзолистой почвы (сосняк); в знаменателе — для глеево-подзолистой почвы (ельник); определение ввели по методике Лоссе-на, время взаимодействия 2 часа [1].

ной природы в составе воднорастворимого органического вещества. При рН от исходной до 6,5 оттитровываются низкомолекулярные кислоты, а от 6,5 до 10 — соединения типа полифенолов и их производных. Эти вещества индивидуальной природы принимают активное участие в миграции соединений железа [3], [6].

Данные по восстановительной способности природных лизиметрических вод (табл. 3) также говорят о влиянии воднорастворимого органического вещества на процессы восстановления и перемещения соединений железа в почвах.

Проведенные исследования свидетельствуют о миграции соединений железа и органического вещества по профилю почв подзоны северной тайги. Одна из форм перемещения железа — железоорганические соединения. В составе органического вещества этих почв присутствуют вещества индивидуальной природы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Зонн, Л. О. Карпачевский, В. В. Стефин. Лесные почвы Камчатки, 1963. [2]. И. С. Кауричев, Е. М. Ноздрунова. Учет миграции некоторых соединений в почве с помощью лизиметрических хроматографических колонок. «Почвоведение», 12, 1960. [3]. И. С. Кауричев, Е. М. Ноздрунова. Общие черты генезиса почв временного избыточного увлажнения. Новое в теории оподзоливания и осолодения почв. Изд-во «Наука», 1964. [4]. Л. Н. Фролова. Особенности почвообразования на вырубках еловых лесов Коми АССР. «Лес и почва», Красноярск, 1968. [5]. А. Н. Цыпанова, Л. Н. Фролова. К вопросу динамики подвижных форм железа и воднорастворимого органического вещества в типичных сильноподзолистых почвах. Труды Коми филиала АН СССР, вып. 11, 1961. [6]. С. Bloomfield. A study of podzolization. Parts I—II, J. Soil Sci., v. 4, 1953. Parts III—IV—V, I. Soil. Sci., v. 5, 1954.

УДК 547. 992.3

ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ РАСТВОРОВ ЛИГНИНА

В. В. НЕКРАСОВ, З. Т. ИВАЩЕНКО, Н. А. ДУТЫШЕВА, И. М. БОХОВКИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Сульфатный щелочной лигнин широко применяется в промышленности. Его используют в качестве связующего при производстве пластических масс, пульвербакелита, стружечных плит, в качестве наполнителя синтетических каучуков и др. [2], [4].

Чтобы выяснить поведение макромолекул лигнина в сложных системах, необходимо экспериментально исследовать их физико-химические свойства. В данной работе приводятся результаты исследования коэффициентов объемного расширения и поверхностного натяжения растворов сульфатного щелочного лигнина опытно-промышленной партии (ПП-67) и некоторых его фракций в диоксане, который является хорошим растворителем лигнина.

Как известно, растворимость вещества определяется характером взаимодействия молекул в растворе. В свою очередь, взаимодействие можно представить кривой потенциальная энергия — межмолекулярное расстояние, характер которой оценивается глубиной потенциальной ямы и ангармоническим коэффициентом колебания молекул в узле решетки. Этот коэффициент определяет характер кривизны кривой $\Phi = f(a)$ [7] и связан с коэффициентом теплового расширения в твердых телах соотношением [6]

$$\alpha = \frac{k^2 g}{2fa^2}, \quad (1)$$

где k — постоянная Больцмана;
 β — сжимаемость;
 g — ангармонический коэффициент;
 f — гармонический коэффициент;
 a — межатомное расстояние.

Уравнение (1) применим для жидкостей, это позволит нам оценить ангармонический коэффициент в данной жидкости. В первом приближении можно принять

$$f = \text{const} \text{ и } a \approx \rho^{-1/3},$$

где ρ — плотность жидкости.

Учтем, что адиабатическая сжимаемость β связана со скоростью распространения звука V соотношением [1]

$$V = (\rho\beta)^{-1/2}. \quad (2)$$

Решая уравнения (1) и (2) совместно, получим выражение для ангармонического коэффициента

$$g = \text{const} \cdot \alpha V^2 \rho^{1/3}. \quad (3)$$

Следовательно, чтобы оценить изменение этого коэффициента в жидкости, необходимо знать помимо α скорость распространения звука и плотность жидкости (последние величины взяты из нашей работы [3]).

Известно [6], что по характеру изменения только одного ангармонического коэффициента в жидкости нельзя проследить за изменением вида кривой $\Phi = f(a)$. Этот вопрос можно решить на основании уравнения, предложенного А. Эйкенем [8],

$$\Phi = \frac{2N_A^{1/3} \sigma}{M^{1/3} \rho^{2/3}}, \quad (4)$$

где Φ — энергия взаимодействия молекул;
 σ — коэффициент поверхностного натяжения;
 M — молекулярный вес жидкости;
 N_A — число Авогадро.

Очевидно, для растворов величину M следует брать как средний молекулярный вес.

Следовательно, для выяснения динамики кривой $\Phi = f(a)$ в растворах необходимо дополнительно знать коэффициент поверхностного натяжения и молекулярный вес лигнина и его фракций.

Данные о распределении лигнина и его фракций по молекулярным весам взяты из работы О. М. Соколова и Б. Д. Богомоллова [5].

Коэффициент поверхностного натяжения растворов определяли двумя методами — Ребиндера и компенсации добавочного давления в капилляре. Все измерения проводили при 20°C. Коэффициент объемного расширения определяли на приборе Дюлонга и Пти с нагреванием в интервале температур 20—80°C.

Показатели состава растворов сульфатного щелочного лигнина опытно-промышленной партии марки ПП-67 и его фракций приведены в табл. 1. Цифры I и II указывают на порядок фракционирования. Например, ЭФ I — эфирорастворимая фракция, полученная фракционированием лигнина ПП-67 эфиром; остаток лигнина фракционировали спиртом, что дало спирторастворимую фракцию СП I. Нерастворимая фракция (нер.) получена как остаток после фракциониро-

Таблица 1

№ п/п	Марка лигнина и его фракций	% лигнина	$g, \text{г/см}^3$	$V \cdot 10^{-5}, \text{см}^3/\text{сек}$	$\sigma, \text{дн/см}$	$\alpha \cdot 10^3, \text{град}^{-1}$	$\Phi M^{1/3} \cdot 10^9$	$\alpha V^2 \rho^{1/3} \cdot 10^{-7}$
1	ПП-67	1,95	1,037	1,38	37,2	1,43	6,10	2,74
2	"	6,63	1,048	1,40	37,2	1,20	6,07	2,40
3	"	10,0	1,060	1,41	—	—	6,03	—
4	ЭФ I	2,07	1,042	1,40	35,4	1,375	5,81	2,74
5	"	4,57	1,044	1,39	35,4	1,31	5,80	2,58
6	"	9,0	1,056	1,41	35,4	1,21	5,76	2,44
7	ЭФ II	1,7	1,039	1,40	37,2	1,32	5,78	2,62
8	"	5,2	1,041	1,39	35,4	1,317	5,78	2,58
9	"	10,0	1,047	1,40	35,4	1,24	5,77	2,47
10	СП I	3,26	1,039	1,38	35,4	1,26	6,09	2,42
11	"	5,34	1,040	1,39	37,2	1,35	6,09	2,64
12	"	9,0	1,046	1,40	37,2	1,30	6,08	2,54
13	СП II	4,53	1,046	1,41	37,2	1,14	6,08	2,30
14	"	10,0	1,062	1,43	37,2	1,24	6,01	2,60
15	Нер.	2,78	1,042	1,40	37,2	1,22	6,09	2,43
16	"	4,77	1,043	1,38	37,2	1,30	6,08	2,50
17	"	10,0	1,057	1,41	37,2	1,18	6,03	2,38
18	Диоксан	—	1,032	1,39	38,9	1,38	6,44	2,68

вания. Из данных табл. 1 видно, что с повышением концентрации раствора величина α незначительно убывает для всех фракций и исходного лигнина. Для всех исследованных растворов, концентрации которых равны 2—10%, величина σ практически не зависит от концентрации. Однако по численному значению σ все растворы делятся на две группы. К первой относятся растворы приблизительно с одинаковым значением σ — исходный лигнин, нерастворимая и спирторастворимая фракции; ко второй — эфирорастворимые фракции, для которых γ несколько меньше.

Энергию взаимодействия молекул растворов можно определить на основании уравнения (4), из которого найдем произведение $M \cdot \Phi$. Из данных табл. 1 также видно, что с увеличением концентрации раствора произведение $M^{1/3} \Phi$ убывает незначительно. По численному значению этого параметра растворы можно разделить на две группы. К первой относятся эфирорастворимые фракции I и II, имеющие меньшее значение произведения $M^{1/3} \Phi$, ко второй — остальные фракции и лигнин.

Величину Φ для отдельных растворов одной концентрации можно оценить количественно на основании следующих соображений. Так как при малых концентрациях средний молекулярный вес растворов различных фракций мало отличается друг от друга, то, очевидно, эфирорастворимые фракции имеют меньшее значение Φ . Однако средний молекулярный вес ЭФ II больше, чем ЭФ I, поэтому раствор ЭФ II имеет наименьшее значение Φ .

В другой группе растворов с большим значением $M^{1/3} \Phi$ фракция СП I имеет меньший молекулярный вес и, следовательно, наибольшую величину Φ . Все растворы можно поставить в следующий ряд по убыванию величины Φ : СП I, СП II, ПП-67, Нер., ЭФ I, ЭФ II. Из этого ряда видно, что для растворов спирторастворимых фракций значение Φ максимальное, а для эфирорастворимых — минимальное.

Перейдем к оценке g — ангармонического коэффициента растворов. В табл. 1 приведены значения $(\alpha V^2 \rho^{1/3})$, прямо пропорциональные величине g . Почти для всех растворов с повышением concentra-

ции ангармонический коэффициент уменьшается. Величина g несколько возрастает для эфирорастворимых фракций и исходного лигнина при концентрациях 2%, а для нерастворимых фракций, наоборот, понижается при концентрации около 3%. Для спирторастворимых фракций значение g несколько уменьшается в области концентрации 3—5%, при концентрациях 9—10% оно приближается к ангармоническому коэффициенту чистого диоксиана.

Сопоставляя результаты анализа величин Φ и g , можно проследить за динамикой кривой $\Phi = f(a)$ в растворах. Для спирторастворимых фракций значение Φ наибольшее, а величина g при концентрациях около 3—5% наименьшая, следовательно, для этих растворов наибольшая глубина потенциальной ямы и наиболее крутые ее края. Для эфирорастворимых фракций характерна наименьшая глубина потенциальной ямы и наибольшее значение g при концентрации 2%, то есть кривая $\Phi = f(a)$ более пологая, чем для растворов нерастворимых фракций. Аналогично можно рассмотреть и другие растворы. Для исходного лигнина и эфирорастворимых фракций коэффициент объемного расширения незначительно уменьшается с увеличением концентрации раствора, для спирторастворимых фракций в интервале концентраций 3—10% коэффициент слабо растет. В растворах нерастворимых фракций тенденции к изменению α не наблюдается.

Выводы

1. Фракционирование лигнина ПП-67 эфиром приводит к вытягиванию молекул, дающих в растворе диоксиана наименьшую глубину потенциальной ямы с пологим ее краем; при фракционировании спиртом вытягиваются молекулы, которые в растворе диоксиана дают наибольшую глубину потенциальной ямы с относительно круглым краем.

2. Энергия взаимодействия молекул чистого диоксиана значительно выше, чем растворов, то есть примеси лигнина и его фракций, как и следовало ожидать, уменьшают эту энергию.

3. Из измерения коэффициента поверхностного натяжения растворов следует, что наиболее резко энергия взаимодействия молекул меняется с изменением концентрации при малых концентрациях.

4. Коэффициент объемного расширения с изменением концентрации раствора меняется незначительно, для растворов эфирорастворимых фракций он растет, а для растворов спирторастворимых—убывает.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. Бергман. Ультразвук. ИЛ, М., 1957. [2]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, М., 1962. [3]. В. В. Некрасов, Л. Ф. Тренина, А. П. Иващенко. Тезисы докладов на конференции АЛТИ, Архангельск, 1969. [4]. В. М. Никитин. Лигнин. Госбумиздат, М.—Л., 1961. [5]. О. М. Соколов, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1967, 140. [6]. Я. И. Френкуль. Введение в теорию металлов. Л.—М., Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948. [7]. С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. Курс общей физики, т. 1, Государственное издательство технико-теоретической литературы, Л.—М., 1949. [8]. А. Эйкен. Основы начала физической химии, вып. 1. Изд. АН СССР, М.—Л., 1945.

Поступила 30 декабря 1969 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 65.011.54

ПИЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ КАК ОБЪЕКТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Н. Г. ШТОЛЬЦЕР

(Ленинградская лесотехническая академия)

Автоматическое регулирование, получив широкое распространение, находит применение, в частности, для стабилизации скорости подачи пильных механизмов. В связи с этим назрела необходимость разработки методики анализа этих систем и математического описания пильных механизмов как объектов регулирования.

На рис. 1 представлены функциональные схемы систем авторегулирования (САР) с обратными связями, нашедшие применение в устройствах подачи: *а* — схема регулирования скорости подачи, поддерживающая постоянным ток нагрузки двигателя резания; *б* — схема следящей САР с регулированием скорости в функции текущего изменения диаметра распиливаемого бревна (при продольном пилении); эта же схема, но без элемента ВЭ, указанного пунктиром, соответствует САР стабилизации скорости.

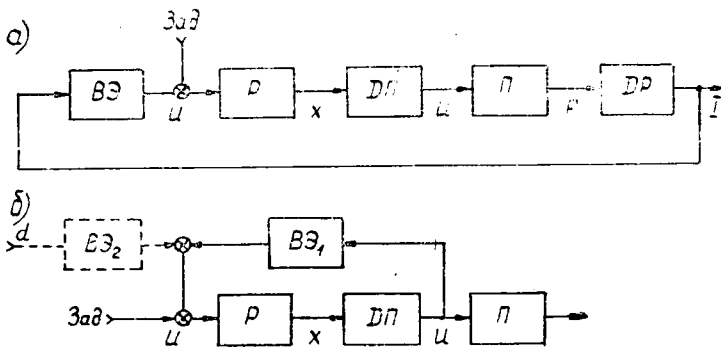


Рис. 1.

На обеих схемах пильный механизм обозначен звеном П, он преобразует скорость подачи u в силу резания F ; двигатель резания изображен звеном ДР, его выходным параметром является сила тока I ; двигатель подачи ДП (любого типа) представлен звеном, скорость которого управляется входным параметром x (напряжением, током возбуждения, расходом масла). Все регулирующие элементы объединены в звено P , управляемое входным напряжением U ; воспринимающий элемент ВЭ выполняет функцию преобразования регулируемого (или задающего) параметра в электрический сигнал.

Известно, что структурные схемы состояются из звеньев, которые не влияют на предыдущие. В пильных устройствах некоторые элементы системы связаны друг с другом внутренними обратными свя-

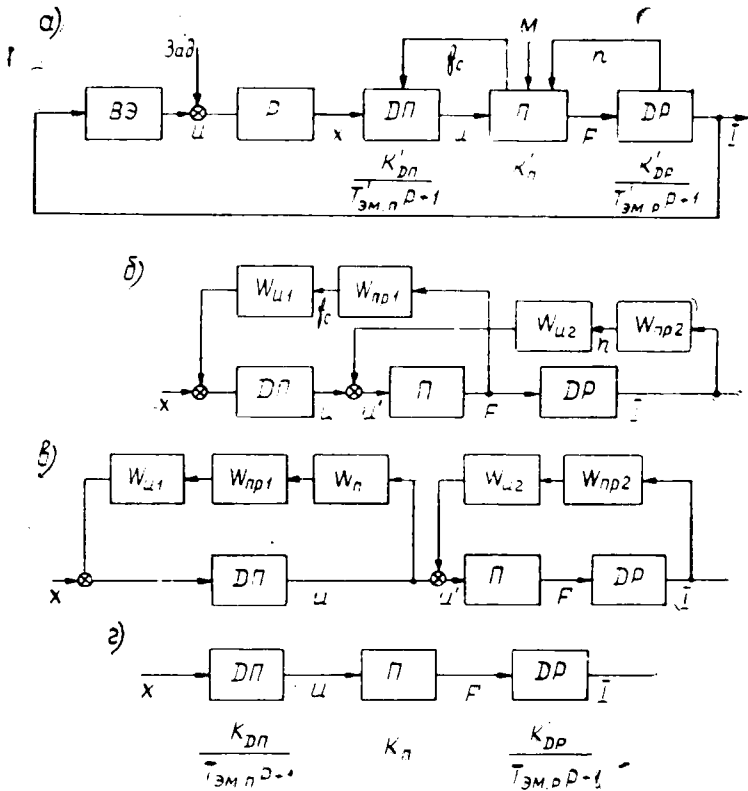


Рис. 2.

зьями: изменение скорости подачи u меняет силу резания F ; последняя, в свою очередь, вызывает изменение сопротивления подаче, а отсюда меняется и скорость. Обратная связь имеет место и при изменении возмущений M , влияющих на процесс пиления (высот пропила h , остроты пил и т. п.).

На рис. 2, а представлена структурная схема САП с обратной связью по нагрузке. В этой схеме внутренняя обратная связь пары двигатель подачи — пила отражена в виде эквивалентной ей внешней обратной связи с параметром f_c — силой сопротивления движению.

Имеется внутренняя обратная связь и у пары пила — двигатель резания. В формулу силы сопротивления резанию

$$F = k_2 b h_2 \frac{u}{v} \quad (1)$$

входит величина скорости резания v , пропорциональная скорости вращения двигателя резания n ; последняя, в свою очередь, зависит от нагрузки двигателя, иначе от F , которая является выходным параметром для пилы. Эта связь представлена на рис. 2, а в виде эквивалентной внешней связи с параметром n .

Для получения передаточной функции системы необходимо привести внешние связи к виду, представленному на рис. 2, б, с воздействием на звено по его входному параметру. Каждая обратная связь

состоит из двух звеньев: W_{np} — преобразующее выходной параметр звена в параметр, действующий на предыдущее звено в виде возмущения; W_u — преобразующее возмущающее воздействие звена f_c в управляющее (x).

Для пилы

$$W_{np1}(p) = \frac{f_c(p)}{F(p)} = k_{np1},$$

где передаточный коэффициент k_{np1} — величина нестабильная, зависящая от затупления пил и величины угла резания.

Передаточная функция W_{u1} может быть найдена по принципу инвариантности из уравнений

$$u'(p) = W_{M1}(p) f_c(p)$$

и

$$u''(p) = W_{u1}(p) W'_{дп}(p) f_c(p).$$

Для большинства приводов передаточную функцию двигателя подачи по управляющему воздействию можно представить без учета обратной связи в виде

$$W'_{дп}(p) = \frac{u(p)}{x(p)} = \frac{k'_{дп}}{T'_{эм.п} p + 1},$$

а передаточную функцию по возмущению

$$W_{M1}(p) = \frac{u(p)}{f_c(p)} = \frac{k_{M1}}{T'_{эм.п} p + 1}.$$

Из условия инвариантности

$$u'(p) = -u''(p)$$

вытекает, что вводимое для обеспечения инвариантности звено должно иметь следующую передаточную функцию:

$$W_{u1}(p) = \frac{x(p)}{f_c(p)} = -\frac{W_{M1}(p)}{W'_{дп}(p)}.$$

Аналогично для двигателя резания

$$W_{np2}(p) = \frac{n(p)}{I(p)} = \frac{\Delta n}{\Delta I} = -k_{np2}.$$

Коэффициент преобразования k_{np2} можно принять (пренебрегая колебаниями питающего напряжения) постоянным. Передаточная функция $W_{u2}(p)$ определяется по условию инвариантности как соотношение

$$W_{u2}(p) = \frac{u(p)}{n(p)} = \frac{W_{M2}(p)}{W'_n(p)}.$$

Передаточная функция пилы по возмущению n

$$W_{M2}(p) = \frac{F(p)}{n(p)}.$$

Ее можно найти через полный дифференциал силы F

$$dF \approx \left(k_2 b h_2 \frac{1}{v} \right) du - \left(k_2 b h_2 \frac{u}{v^2} \right) dv \dots \quad (2)$$

Переходя к линейному значению скорости по соотношению

$$v = k_n n,$$

получаем

$$W'_{M2}(p) = \frac{\Delta F}{\Delta n} = - \left(\frac{k_2 b h_2 u}{k_n^2 n^2} \right)_{n_0} = - k_{M2}.$$

Значение частной производной вычисляем для точки O , характеризующейся параметрами u_0, n_0 . Для этой же точки из уравнения (2) определяем и передаточную функцию пилы

$$W'_{M2}(p) = \frac{F(p)}{u(p)} = \left(\frac{k_2 b h_2}{v} \right)_{n_0}.$$

Величины полученных передаточных коэффициентов зависят, как это видно из формул, от многих факторов.

Структурная схема рис. 2, б имеет перекрещивающиеся обратные связи. Чтобы устранить перекрещивание, эту схему приводим к эквивалентной (рис. 2, в), в которой обратными связями охвачены участки цепи. Пользуясь отдельными соотношениями, эти участки можно заменить эквивалентными им звеньями (рис. 2, г).

Для двигателя подачи эквивалентная передаточная функция

$$W_{ДП} = \frac{W'_{ДП}}{1 + W'_{ДП} W_{u1} W_{np1} W_n} =$$

$$= \frac{k'_{ДП}}{(T'_{эм.п} p + 1) + k_{M1} k_{np1} k'_n} = \frac{k_{ДП}}{T'_{эм.п} p + 1},$$

$$\text{где } k_{ДП} = \frac{k'_{ДП}}{1 + k_{M1} k_{np1} k'_n}; \quad T'_{эм.п} = \frac{T'_{эм.п}}{1 + k_{M1} k_{np1} k'_n}.$$

Наличие обратной связи у всех приводов с мягкой механической характеристикой значительно изменяет передаточный коэффициент и электромеханическую постоянную. Для привода постоянного тока влияние обратной связи невелико в режиме (мы будем называть его режимом А), характеризующимся большей скоростью подачи, малой высотой пропила и острыми пилами. В этом режиме значения коэффициентов k'_n, k_{np1} и особенно k_{M1} малы; последний зависит от механической характеристики привода, которая при высокой скорости является жесткой. В режиме Б, который имеет место при низшей скорости, работе с тупыми пилами и максимальной высоте пропила, все перечисленные коэффициенты принимают такие значения, пренебрежение которыми привело бы к значительной ошибке.

Для участка пила—двигатель резания обратная связь является положительной, соответственно этому эквивалентная передаточная функция определяется соотношением

$$W_n W_{ДР} = \frac{W'_n W'_{ДР}}{1 - W'_n W'_{ДР} W_{u2} W_{np2}} = \frac{k'_{ДР} W'_n}{(T'_{эм.п} p + 1) \left[1 - \frac{k'_{ДР} k_{M2} k_{np2}}{(T'_{эм.п} p + 1)} \right]}$$

$$= \frac{k'_{ДР} W'_n}{(T'_{эм.п} p + 1) - k'_{ДР} k_{M2} k_{np2}} = \frac{k'_{ДР}}{(T'_{эм.п} p + 1)} W_n.$$

$$\text{где } W_n = \frac{k_n'}{1 - k_{\text{др}}' k_{M2} k_{\text{пр2}}} = k_n; \quad T_{\text{эм.р}} = \frac{T_{\text{эм.р}}'}{1 - k_{\text{др}}' k_{M2} k_{\text{пр2}}}.$$

Из приведенных выражений следует, что при наличии обратной связи изменяются и передаточный коэффициент пилы, и постоянная времени двигателя резания.

При продольном пилении обычно применяют мощные двигатели резания, имеющие малое номинальное скольжение (2—2,5%), колебания нагрузки лежат в пределах 0—1,7 M_n , изменение скольжения не превышает 4%; примерно на столько же меняются передаточный коэффициент пилы и постоянная времени двигателя, поэтому таким изменением можно пренебречь и принять

$$W_n W_{\text{др}} \approx W_n' W_{\text{др}}'$$

При поперечном пилении употребляют менее мощные двигатели с номинальным скольжением до 4% и изменением нагрузки от 0 до 2 M_n ; в связи с нелинейностью характеристики величина скольжения может доходить до 15%. Пренебрежение влиянием обратной связи в такой системе может дать ошибку, достигающую 15%.

Поступила 27 февраля 1970 г.

УДК 65.011.56

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКИХ ОБЪЕМОВ ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕСОПОТОКАХ

Г. А. ЖОДЗИШСКИЙ

(Ленинградский институт текстильной промышленности)

Наряду с методами табличного учета, предусматриваемыми государственными стандартами, для определения кубатуры древесины на лесопотоках широко используют устройства измерения, основанные на методах оценки так называемого фактического объема. При подобных методах предполагается, что форма круглых лесоматериалов, например, бревен, имеет вид правильных геометрических тел — усеченного конуса или цилиндра. Это значительно упрощает задачу ведения учета, поскольку для оценки объема требуется измерять лишь несколько параметров сортимента. Если лесоматериалы представить в виде усеченного конуса, то нужно определить длину и диаметры нижнего и верхнего сечений.

Задача нахождения объемов тел цилиндрической формы обычно сводится к определению длины и диаметра одного из круговых сечений — вершинного, комлевого или срединного; при этом в измеряемые длины вводят эмпирические поправочные коэффициенты, чтобы учесть различные формы реальных объектов и цилиндра. Работа другой группы устройств для фактического учета сводится к непрерывному измерению текущих диаметров, определению площадей поперечных сечений и непрерывному их интегрированию по длине каждого объекта [1].

Достоверные результаты учета объема лесоматериалов, очевидно, получаются только при условиях правильной оценки геометрических параметров сортиментов — длин и диаметров поперечных сечений. Однако такой оценке мешают многочисленные случайные факторы—

появляющиеся на поверхности объекта местные наплавы и утолщения, задиры коры, плохо спиленные сучья, сечения с большой эллипсностью; погрешность в оценке параметров может вызвать также кривизна сортиментов.

В настоящей работе поставлена задача интерполяционного нахождения в ряду дискретно замеренных «диаметров» поперечных сечений по длине бревна такого правильного конуса, осевое сечение которого наименее отличалось бы от измеренного с точки зрения выбранного критерия сравнения.

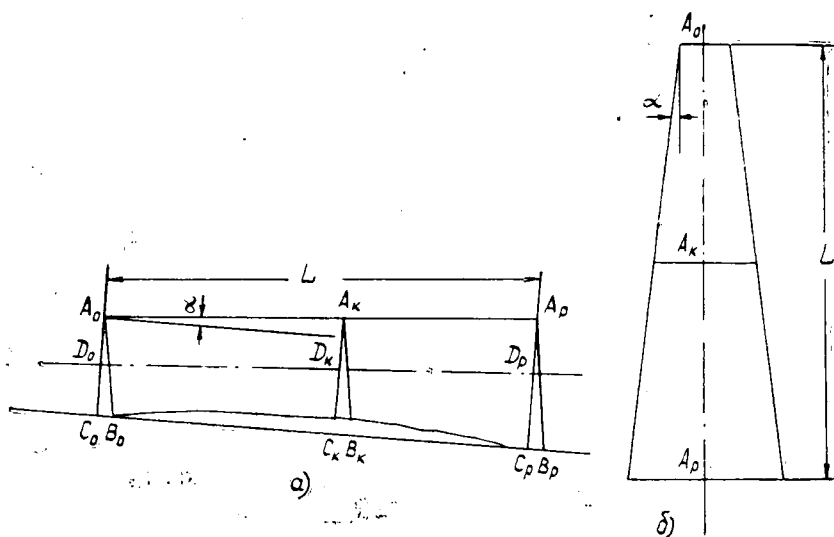


Рис. 1.

Пусть осевое сечение бревна имеет вид, представленный на рис. 1, α . Здесь $A_k B_k$ ($k = 1, 2, \dots, p$) — проекции диаметральных сечений; $A_k C_k$ — проекции сечений — диаметры, получаемые при измерении в плоскостях, перпендикулярных основанию, то есть в плоскости конвейера. Вследствие малых значений углов наклона поверхности к оси бревна угол α можно считать малым. В этом случае в любом из треугольников $C_k A_k B_k$ с достаточной степенью точности $A_k B_k \approx A_k C_k$. В реальных условиях измеряются диаметры $A_k C_k$. Для простоты будем считать, что диаметры определены через равные промежутки длины $\Delta l = \Delta l k$ (где $k = 0, 1, 2, \dots, p$). Реальный объект заменим правильным конусом (рис. 1, б). Здесь A_k — диаметры конуса в k -х сечениях; D_k — диаметры реального объекта в k -х сечениях.

В качестве критерия сравнения реального объекта и конуса примем наименьшее значение величины

$$I = \sum_{k=0}^n (A_k - D_k)^2. \quad (1)$$

физический смысл которой очевиден.

Предположим, что каким-либо образом определены диаметры верхнего и нижнего сечений конуса A_0 и A_p . Тогда диаметр любого из сечений A_k можно выразить через диаметры A_0 и A_p .

$$A_k = A_0 + \frac{2Lk}{p} \operatorname{tg} \alpha, \quad (2)$$

однако

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{A_p - A_0}{2L}, \quad (3)$$

следовательно,

$$A_k = A_0 \left(1 - \frac{k}{p}\right) + A_p \frac{k}{p}. \quad (4)$$

После подстановки уравнения (4) в выражение (1) получим

$$I = \sum_{k=0}^p \left[A_p \frac{k}{p} + A_0 \left(1 - \frac{k}{p}\right) - D_k \right]^2. \quad (5)$$

На основании равенства (5) поставленную задачу можно формулировать по-иному: по измеренным значениям D_k найти такой правильный конус с диаметрами A_0 и A_p , минимизирующими функционал (5).

Для минимизации выражения (5) определим частные производные $\frac{\partial I}{\partial A_0}$ и $\frac{\partial I}{\partial A_p}$ и приравняем их нулю. Тогда получим

$$\left. \begin{aligned} \sum_{k=0}^p \left[\frac{k}{p} \left(1 - \frac{k}{p}\right) A_p + \left(1 - \frac{k}{p}\right)^2 A_0 - D_k \left(1 - \frac{k}{p}\right) \right] &= 0 \\ \sum_{k=0}^p \left[\left(\frac{k}{p}\right)^2 A_p + \frac{k}{p} \left(1 - \frac{k}{p}\right) A_0 - \frac{k}{p} D_k \right] &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Решая полученную систему уравнений относительно искомых величин A_0 и A_p , найдем

$$A_0 = \frac{\sum_{k=0}^p \frac{k}{p} D_k \sum_{k=0}^p \frac{k}{p} \left(1 - \frac{k}{p}\right) - \sum_{k=0}^p D_k \left(1 - \frac{k}{p}\right) \sum_{k=0}^p \left(\frac{k}{p}\right)^2}{\sum_{k=0}^p \frac{k}{p} \left(1 - \frac{k}{p}\right) \sum_{k=0}^p \frac{k}{p} \left(1 - \frac{k}{p}\right) - \sum_{k=0}^p \left(1 - \frac{k}{p}\right)^2 \sum_{k=0}^p \left(\frac{k}{p}\right)^2}; \quad (7)$$

$$A_p = \frac{\sum_{k=0}^p D_k \left(1 - \frac{k}{p}\right) \sum_{k=0}^p \frac{k}{p} \left(1 - \frac{k}{p}\right) - \sum_{k=0}^p D_k \frac{k}{p} \sum_{k=0}^p \left(1 - \frac{k}{p}\right)^2}{\left[\sum_{k=0}^p \frac{k}{p} \left(1 - \frac{k}{p}\right) \right]^2 - \sum_{k=0}^p \left(1 - \frac{k}{p}\right)^2 \sum_{k=0}^p \left(\frac{k}{p}\right)^2}. \quad (8)$$

Вычислим вторые производные

$$\frac{\partial^2 I}{\partial A_i^2} = \frac{\partial^2 I}{\partial A_p^2} - \sum_{i=0}^p \frac{k}{p} \left(1 - \frac{k}{p}\right) > 0. \quad (9)$$

Кроме того, функция $I(A_0, A_p)$ — выпуклая по A_0 и A_p , следовательно, имеем минимум.

Алгоритмы вычисления диаметров верхнего и нижнего оснований интерполируемого конуса можно заложить в программу работы вы-

числителя для оценки фактического объема, что приведет к уменьшению погрешности при оценке технико-экономических показателей лесопотоков.

Эту же задачу можно решить, если в качестве критерия выбран Чебышевский критерий наилучшего равномерного приближения.

Обозначим через z максимальную величину из совокупности абсолютных значений конечных разностей $\left| A_0 \left(1 - \frac{k}{p} \right) + A_p \frac{k}{p} - D_k \right|$

$$z = \max_k \left| A_0 \left(1 - \frac{k}{p} \right) + A_p \frac{k}{p} - D_k \right|, \quad (10)$$

где $k = 0, 1, \dots, p$.

Тогда задачу нахождения усеченного правильного конуса, наименее уклоняющегося от объекта с диаметрами D_k , можно сформулировать следующим образом: минимизировать величину

$$z^* = \min_{A_0, A_p} z \quad (11)$$

при условиях

$$A_p \frac{k}{p} + A_0 \left(1 - \frac{k}{p} \right) - D_k \leq z^*, \quad (12)$$

$$A_p \geq 0; \quad A_0 \geq 0,$$

где $k = 0, 1, \dots, p$.

Отсюда следует, что искомые значения диаметров A_0 и A_p являются оптимальным планом, то есть решением задачи линейного программирования. Алгоритмы программ для решения задачи можно легко составить и ввести в память вычислительного устройства.

Пример. Определить диаметры A_0 и A_p оснований интерполируемого конуса по измеренным значениям D_k бревна (рис. 2): $D_0=37$; $D_1=33$; $D_2=36$; $D_3=38$ см. Из приведенных данных следует, что значение D_0 завышено. Воспользуемся формулами (7) и (8). Получим $A_0=35$ и $A_p=37$ см.

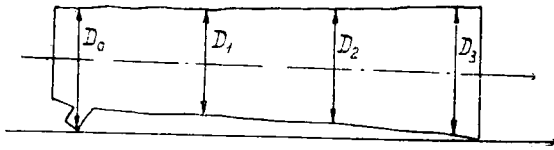


Рис. 2.

Значения объема, вычисленные по формуле усеченного конуса: по исходным данным $V_1=0,325$ м³, а по интерполированным данным $V_2=0,304$ м³. В данном примере расстояние Δl приняты равными 1 м. Предложенный метод позволил уменьшить погрешность в определении фактического объема на 7%.

Пусть действительное значение $D_0=32$ см, тогда $V_d=0,289$ м³. При определении объема по исходным данным ошибка составит 12,5%, а по формулам интерполяции — примерно 6%.

Рассмотрим вычислительные процедуры, связанные с реализацией предложенного метода на лесопотоках.

Случай 1. Неориентированная продольная подача. Бревна, перемещаясь продольным транспортером, имеют небольшие межторцовые разрывы и проходят по одному через измерительное устройство. Это устройство состоит из датчика диаметра, сигналы которого прямо пропорциональны текущим значениям A_k C_k (рис. 2). Значения диаметров снимаются через равные интервалы времени при

равномерном движении, то есть через одинаковые отрезки длины Δl . Дискретные коды величин диаметров D_k последовательно поступают на вход вычислительного устройства, где они подвергаются переработке по алгоритмам формул (6) и (7) либо по программам симплекс-метода линейного программирования, реализующим соотношения (11) и (12). После того, как одним из приведенных выше способов получены A_0 и A_p , объем сортимента вычисляют по формуле усеченного конуса.

Случай 2. Неориентированная поперечная подача. Бревна в поперечном движении поштучно проходят через измерительное устройство прижатыми к одной плоскости. Датчик D_0 расположен у этой плоскости. Остальные датчики D_k — размещены в направлении, перпендикулярном движению, в точках, соответствующих измеряемым градациям длины. Информация, поступающая от датчиков, — коды диаметров поперечных сечений бревна одновременно поступают на вход измерительного устройства, где подвергаются переработке для получения значений объемов.

Если датчики позволяют измерять хорды поперечных сечений, то можно поставить задачу вычисления диаметров интерполируемых круговых сечений [2] с последующим определением параметров правильного конуса и его объема.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. А. Вильке. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий, ч. II, «Лесная промышленность», 1964.
[2]. С. И. Зуховицкий, Л. И. Авдеева. Линейное и выпуклое программирование. Изд-во «Наука», М., 1967.

Поступила 23 марта 1970 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.824

О НЕКОТОРЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ
УЛУЧШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Я. М. КАЧАНОВ

(Балабаново)

Необходимость улучшения использования заготовленной древесины требует обеспечения правильного распределения ее по производствам и видам переработки, использования древесины лиственных пород, тонкомера, дров, отходов, рациональное потребление которых пока еще не организовано, увеличения доли древесины, перерабатываемой по химической технологии. И все это при ограниченном росте объема лесозаготовок. Важное направление полного использования древесины — ее переработка на специально сооружаемых комплексных предприятиях (ЛПК). Но это не единственный путь, и, кроме того, он приемлем, в основном, только в районах Сибири и Севера, где сосредоточены богатые лесные массивы и есть возможности обеспечения этих предприятий дешевым топливом, электроэнергией, водой.

В других районах страны комплексные предприятия с меньшим объемом производства можно создавать на базе действующих целлюлозно-бумажных или деревообрабатывающих комбинатов. Существование таких групп предприятий возможно, например, на Севере и Северо-Западе европейской части страны. Так, Сегежский ЦБК — крупнейший производитель бумажной тары — в настоящее время получает технологическую щепу с ближайших лесозаводов, а дрова — из леспрохозов КАССР. Почему бы на базе комбината не организовать комплекс? Расширение комбината будет продолжаться, и в дальнейшем ему потребуется еще больше сырья. Нахождение в составе комплекса целлюлозно-бумажного комбината и лесозаводов, подчиненных одной дирекции, дало бы возможность более четко организовать снабжение целлюлозного производства щепой необходимого качества, поднять культуру производства и эксплуатации оборудования на лесозаводах, улучшить здесь качество продукции и использование основных фондов, поднять рентабельность. В то же время дирекция комплекса могла бы взять на себя все заботы по строительству и реконструкции производства, коммуникаций, поселков и т. д. Улучшение дорог, по которым древесина доставляется на целлюлозно-бумажные комбинаты, дало бы возможность все перевозки осуществлять автотранспортом, что значительно выгоднее, чем по железной дороге. По данным зарубежной практики, перевозка щепы выгодна на расстояние до 500—600 км. Максимальное расстояние от лесозаводов до Сегежского комбината составляет 200 км. Дело за хорошими дорогами. Нельзя не учитывать, что перевозка щепы автомашинами значительно менее трудоемка, чем по железной дороге. Большегрузные автощеповозы могут всю щепу сваливать прямо на ленту транспортера без промежуточного складирования и перевалки.

Основой комплекса мог бы стать целлюлозно-бумажный комбинат, гидролизный завод, деревообрабатывающий комбинат, расположенные

на одной площадке, завод лесохимических продуктов и комбинат подсобных предприятий (КПП), выделяемый из состава ЦБК и других предприятий, входящих в комплекс. КПП включает в себя ремонтно-механический завод, ТЭЦ, транспорт, паропроводы, энергосети, связь, дороги, строительную базу. Эффективность концентрации этих служб в едином комбинате выразится в том, что поднимется их технический уровень, улучшится обслуживание производства, снизятся себестоимость услуг. От этого в первую очередь выиграют лесозаводы, так как капитальный и текущий ремонт их оборудования, подготовка запасных частей и деталей для модернизации будут осуществляться базовыми предприятиями комплекса, а единое проектно-конструкторское бюро обеспечит их необходимой документацией и окажет помощь в проведении этих работ. Ничего не потеряют и другие предприятия, улучшатся показатели комплекса в целом.

Хорошие условия для организации лесопромышленного комплекса полного состава, то есть с производствами по механической и химической переработке древесины, существуют в Архангельске (на базе Архангельского и Соломбальского целлюлозно-бумажных комбинатов и лесозаводов Архангельской группы), в Вологодской области (на базе Сокольского и Сухонского ЦБК и близлежащих лесозаводов и деревообрабатывающих предприятий) и в ряде других мест.

На некоторых целлюлозно-бумажных комбинатах, входящих в состав комплексов, основным видом сырья, например, при получении полуцеллюлозы могла бы стать лиственная древесина. В США и ряде других стран выработка полуцеллюлозы, получаемой главным образом из лиственной древесины, растет в несколько раз быстрее, чем других видов полуфабрикатов бумажного производства. В СССР из лиственной древесины получают только 3% целлюлозы и полуцеллюлозы. На ЛПК гораздо большее количество лиственной древесины может быть использовано в строительстве и ремонте, при изготовлении тары. Как показала практика, в составе ЛПК рентабельна организация выколки балансов из осинового дров. Использование лиственной древесины позволяет значительно увеличить сырьевую базу лесоперерабатывающей промышленности, что особенно важно в европейской части страны, где имеются как лесозаготовительные организации, так и потребители этой древесины.

В малолесных районах и в местах, где нет условий для организации целлюлозно-бумажного производства (например, в случае ограниченности сырьевой и топливно-энергетической базы), полное использование древесины можно обеспечить, создавая здесь при лесопильном заводе или другом деревообрабатывающем предприятии производство продукции из отходов. При этом очень важно добиться такого положения, при котором вся или хотя бы подавляющая часть деревообработки была бы сосредоточена на крупных предприятиях Минлеспрома, что создало бы возможность резкого улучшения использования всех видов отходов и повышения эффективности лесозаготовительного и лесоперерабатывающего производства, а также и значительного улучшения использования всей заготовленной древесины. Предприятия подобного типа будут сравнительно небольшими по объему производства, но, обеспечивая комплексное развитие района, они, при рациональной организации и специализации, могут быть высокорентабельными. Поэтому целесообразность их существования не вызывает сомнений. Концентрация производства, обеспечивая улучшение использования сырья, повышение уровня механизации и автоматизации, фондоотдачи, научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, дает возможность снижать долю условно постоянных расходов и вы-

пускать гораздо более дешевую продукцию, чем на небольших, отдельно работающих предприятиях. В районах с недостаточными трудовыми ресурсами целесообразно организовывать менее трудоемкие производства, оснащая их современной техникой, там же, где трудовых ресурсов достаточно или имеется их избыток — выпуск продукции наиболее трудоемких, специальных видов, требующих большой обработки. Кроме решения проблемы занятости населения, создание таких предприятий в небольших городах облегчает организацию строительства, снабжения, культурно-бытового обслуживания, создает более здоровые условия жизни для трудящихся.

Объем производства, структура и эффективность таких комплексов не могут быть одинаковыми, однако во всех случаях, когда создание комплекса обосновывается серьезными экономическими соображениями и расчетами, результаты его деятельности будут гораздо лучше, чем если бы входящие в комплекс предприятия работали отдельно. Передавая некоторые функции по управлению и организации производства дирекции комплекса, министерство сможет сосредоточиться на решении узловых вопросов развития отрасли, отчего выиграют как отдельные предприятия (в том числе и комплексные), так и отрасль в целом.

Одним из достоинств таких комплексов является то, что они могут быть созданы в гораздо более короткие сроки и с меньшими затратами, чем новые предприятия. Это обстоятельство нельзя не учитывать, так как коэффициент эффективности капиталовложений (или норматив окупаемости) в среднем составляет 20%, то есть затраченные на создание новых мощностей средства должны окупаться не более, чем за 5 лет.

Вместе с тем к составу предприятий комплекса нужно подходить осторожно. В частности, спорно, по нашему мнению, предложение о широком распространении опыта организации лесных комплексов в составе лесхозов, леспромхозов и лесоперерабатывающих предприятий, как это сделано в трестах «Закарпатлес» и «Прикарпатлес», где объединенные с лесхозами леспромхозы включаются в состав лесокомбинатов, которые организуют полное использование древесины. Этот опыт требует дополнительного изучения. Эффективные в условиях горных лесов со сравнительно небольшими объемами лесозаготовок и развитой лесоперерабатывающей промышленностью, такие объединения вряд ли оправдают себя в других условиях. Кстати, ни на одном из этих лесокомбинатов нет химической переработки древесины, которая, как известно, является самым прогрессивным способом ее использования. Нам представляется, что главной задачей объединения лесхозов с леспромхозами, если оно в определенных условиях окажется целесообразным, должно быть получение с 1 га наибольшего количества древесины. Для этого оно осуществляет лесопосадки, мелиорацию и реконструкцию лесов, систему промежуточных рубок и т. д.

Проблема целесообразной организации и специализации ЛПК требует решения многих вопросов, часто специфичных для той или иной местности. Но если вопросы развития и повышения экономичности предприятий в отдельных производствах лесной промышленности изучают отраслевые институты (ВНИИБ, ВНИИФ, ЦНИИМЭ, ЦНИИМОД и др.), то вопросами организации комплексного развития лесной промышленности и комплексного использования древесины, которые находятся на стыке отраслей, ни один институт специально не занимается, хотя это, как показывает практика, было бы крайне полезно. Так, совместными работами Гипробума, Гипродрева, Гипролестранса и ЛТА установлено, что при сооружении условного ЛПК на эд-

ной площадке капиталовложения сокращаются примерно на 3% по сравнению с вариантом, когда его предприятия размещаются на разных площадках. При этом доказано, что объем переработки древесины здесь не должен превышать 4—5 млн. м³. Никаких сообщений о других совместных проработках этой проблемы в печати не появлялось. Но решение этих вопросов представляет в настоящее время наибольший интерес. Если они не будут в ближайшее время решены, то в нашей самой богатой лесом стране может возникнуть дефицит многих видов разнообразной продукции из древесины. Поэтому нам представляется совершенно необходимым наличие специального института комплексного использования древесины по типу института транспортных проблем, который занимался бы разработкой вопросов организации использования древесины на комплексных предприятиях, их структуры, оптимальных объемов производства и переработки сырья, очередности строительства, наилучших расстояний вывозки сырья и удаленности потребителей, специализации комплекса в зависимости от состава древесины, организации внутрипроизводственных связей и т. д. Задачей этого института должно быть постоянное повышение уровня использования всей заготовленной древесины с получением из нее наибольшего количества необходимой стране продукции.

Один из важных путей улучшения использования отходов деревообработки, низкосортной древесины, отходов лесозаготовок — более полная их переработка с получением полноценных заменителей. Такое направление в использовании древесины соответствует принятому в планах народного хозяйства. Например, в 1970 г. вывозка древесины должна увеличиться на 5,6%, а производство пиломатериалов — на 7,4%. В то же время выработка древесностружечных и древесноволокнистых плит из отходов и дров повышается соответственно на 10,3 и 16,3%, производство технологической щепы — на 46,3%, колотых балансов из дров — на 27,3%. Будет продолжаться значительный рост производства мебели, бумаги и картона, столярно-строительных изделий. Различные виды низкосортной древесины станут использовать для получения кормовых дрожжей и спирта, фурфурола и древесной муки, мелких изделий широкого потребления и домашнего обихода и т. д.

Возможность вести производство с практически полной переработкой древесины дает основание отказаться от установившегося деления древесины на деловую и дрова, доброкачественную и отходы. При нынешнем уровне науки и техники надо всю древесину считать пригодной для получения из нее различной необходимой стране продукции. При этом целесообразно для каждого вида продукции определить норму расхода основного сырья на единицу выпуска, а для всех других видов сырья установить повышающие или понижающие коэффициенты. Например, если для получения 1 т жесткой сульфатной целлюлозы расходуется 4,6 м³ балансовой древесины, то при ее замене 5,5 м³ щепы коэффициент составит 1,2, при замене балансов 6,3 м³ дров он будет равен 1,37.

УДК 634.0.791

О ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ТАКС ПОПЕННОЙ ПЛАТЫ ПО РАЗРЯДАМ

А. С. ЛАЗАРЕВ

(ВНИИЛМ)

Известно, что на результаты хозяйственной деятельности лесозаготовительных предприятий существенное влияние оказывают условия и расстояния транспортировки древесины: с удлинением расстояния транспортировки древесины себестоимость вывозки повышается; в предприятиях же, вывозящих древесину на относительно короткое расстояние, образуется дополнительный доход (дифференциальный доход по положению). Вследствие этого рентабельность предприятий при равенстве оптовых цен становится различной.

В целях выравнивания условий работы предприятий (изъятия у них дифференциального дохода по положению) лесные таксы дифференцированы по разрядам в зависимости от удаленности лесосек от линий железных и шоссейных дорог республиканского значения. С увеличением расстояния вывозки древесины лесные таксы понижаются.

Лесные таксы установлены в определенном соотношении по разрядам (табл. 1).

Порода	Разряд такс для V пояса	Деловая древесина				
		крупная			средняя	
		такса, руб.—коп.	коэффициент	снижены таксы, руб.—коп.	такса, руб.—коп.	коэффициент
Сосна	1	2—30	1	0	1—90	1
	2	1—20	0,52	1—10	1—00	0,53
	3	0—85	0,37	1—45	0—70	0,37
	4	0—25	0,11	2—05	0—20	0,11
Ель	1	1—70	1	0	1—50	1
	2	0—90	0,53	0—80	0—80	0,53
	3	0—60	0,35	1—10	0—55	0,37
	4	0—18	0,11	1—52	0—16	0,11
Береза	1	1—50	1	0	1—30	1
	2	0—80	0,53	0—70	0—70	0,54
	3	0—55	0,37	0—95	0—50	0,38
	4	0—11	0,17	1—39	0—14	0,11
Осин	1	1—10	1	0	0—95	1
	2	0—60	0,55	0—50	0—50	0,53
	3	0—45	0,41	0—65	0—40	0,42
	4	0—12	0,11	0—98	0—10	0,11

Разница в таксах по разрядам составляет величину дифференциального дохода по положению. Для его определения применительно к Карельской АССР (V пояс такс) рассмотрим сортиментный состав

ликвидного запаса спелых и перестойных лесов по состоянию на 1/1-1961 г. по данным Генсхемы КАССР (табл. 2).

Оценим сортиментный состав лесосечного фонда по таксам всех разрядов, найдем средневзвешенную таксу обезличенного 1 м³ древесины для каждого разряда и сопоставим с фактическими расходами на транспортировку древесины (табл. 3, данные по 38 предприятиям Кареллеспрома по плану на 1969 г.). Такса 4-го разряда не содержит дифференциального дохода по положению и составляет (по данным табл. 3) 15 коп. От 4-го разряда к 1-му таксы повышаются на величину дифференциального дохода по положению.

Поскольку объем вывозки древесины распределяется по группам расстойный (разрядам такс) неравномерно, то для определения величины дифференциального дохода в таксе за 1 м³ обезличенной древесины следует взять средневзвешенную таксу и таксу 4-го разряда. Разница между ними составляет величину дифференциального дохода по положению $D_{п}$

$$D_{п} = 56 \text{ коп.} - 15 \text{ коп.} = 41 \text{ коп.}$$

Выразим ее в процентах к попенной плате

$$D_{п} = \frac{41 \cdot 100}{56} = 73,2\%$$

Из приведенных расчетов следует, что в лесных таксах 1967 г. дифференциальный доход по положению составляет 73% попенной платы, или 41 коп. из 56 коп. Посредством этой части лесных такс предусмотрено выравнять рентабельность предприятий в зависимости от расстояний.

Фактическую средневзвешенную величину дифференциального дохода можно определить, если из средней стоимости транспортировки

Таблица 1

снижение таксы, руб.—коп.	мелкая			Дрова		
	такса, руб.—коп.	коэффициент	снижение таксы, руб.—коп.	такса, руб.—коп.	коэффициент	снижение таксы, руб.—коп.
0	1—50	1	0	0—25	1	0
0—90	0—80	0,53	0—70	0—15	0,6	0—10
1—20	0—55	0,37	0—95	0—07	0,28	0—18
1—70	0—16	0,11	1—34	0—03	0,12	0—22
0	1—10	1	0	0—25	1	0
0—70	0—60	0,55	0—50	0—15	0,6	0—10
0—95	0—45	0,41	0—65	0—07	0,28	0—18
1—34	0—12	0,11	0—98	0—03	0,12	0—22
0	0—95	1	0	0—40	1	0
0—60	0—50	0,53	0—45	0—25	0,63	0—15
0—80	0—40	0,42	0—50	0—10	0,25	0—30
1—16	0—10	0,11	0—85	0—05	0,1	0—35
0	0—75	1	0	0—25	1	0
0—45	0—40	0,53	0—35	0—15	0,6	0—10
0—50	0—30	0,40	0—45	0—07	0,28	0—18
0—85	0—08	0,11	0—67	0—03	0,12	0—22

1 м³ древесины вычесть стоимость транспортировки 1 м³ древесины на расстояния 1-го разряда.

$$2 \text{ р. } 10 \text{ к.} - 1 \text{ р. } 37 \text{ к.} = 73 \text{ коп.}$$

Таблица 2

Порода	Деловая древесина, %				Дрова, %	Всего, %
	крупная	средняя	мелкая	итого		
Сосна	10,5	25,3	10,2	46,0	8,7	54,7
Ель	5,0	17,0	10,1	32,1	5,0	37,1
Береза	—	0,3	0,5	0,8	6,6	7,4
Осина	—	0,1	—	0,1	0,7	0,8
Итого	15,5	42,7	20,8	79,0	21,0	100

Таблица

Разряд такс	Расстояние вывозки, км	Объем вывозки древесины по группам расстояний		Средневзвешенная такса за 1 м ³ обезличенной древесины, руб.—коп.	Соотношение такс по разрядам (коэффициенты)	Снижение, руб.—коп.	Расходы ЛЭП по транспортировке древесины*		
		тыс. м ³	%				на 1 м ³ , руб.—коп.	коэффициенты	повышение расходов, руб.—коп.
1	0—10	676,5	4,7	1—40	1		1—37	1	
2	10,1—25	5828,3	40,8	0—75	0,54	0—65	1—74	1,27	0—37
3	25,1—40	4245,4	29,7	0—51	0,36	0—89	2—15	1,57	0—78
4	40,1 и более	3547,8	24,8	0—15	0,11	1—25	2—78	2,03	1—41
Итого		14298	100	0—56			2—10		

* Основная и дополнительная заработная плата рабочих и стоимость машино-смен на подвозке, погрузке и вывозке древесины всеми видами транспорта по дачным техпромфинпланам предприятий.

Следовательно, в лесных таксах вместо 73 коп. учтена лишь 41 коп., или 56,2% фактической величины дифференциального дохода по положению.

Это отклонение среднее и относится к обезличенной таксе. Применительно к определенным разрядам такс обнаруживается еще большее несоответствие лесных такс задаче учета дифференциального дохода по положению. Это видно из сравнения расходов леспромхозов на транспортировку древесины с величиной дифференциального дохода, заложенного в таксах (табл. 3).

Таксы 2-го разряда снижаются по отношению к таксе 1-го разряда на большую сумму, чем повышаются расходы на транспортировку древесины. Иное соотношение наблюдается применительно к 3-му и 4-му разрядам такс. Уменьшение такс для этих разрядов не компенсирует повышения транспортных расходов. Так, снижение таксы между 3-м и 4-м разрядами составляет 36 коп., а расходы на транспортировку увеличились на 63 коп. и соответственно между 1-м и 4-м разрядами 1 р. 25 к. и 1 р. 41 к. В целом снижение такс по первым трем разрядам перекрывает повышение расходов на транспортировку древесины. Поэтому предприятиям выгоднее получать лесосечный фонд на удалении, не превышающем расстояния 3-го разряда такс. С переходом лесосек к 4-му разряду такс предприятия несут убыток. Это вызвано тем, что в пределах расстояний 3-го и 4-го разрядов такс значительная часть древесины вывозится паровозами по ужд, стоимость вывозки которой повышается по сравнению с вывозкой древесины автомобилями (табл. 4).

Кроме того, данные табл. 1 показывают, что абсолютные отклонения в таксах по разрядам изменяются в зависимости от породы, сорта и категории его крупности.

Таблица 4

Показатели	Расстояние вывозки, км				итого
	0—10	10,1—25	25,1—40	40,1 и более	
Объем вывозки, тыс. м ³					
тракторами	452	—	—	—	452
автомобилями . . .	351,5	5999,3	3218,4	1800,3	11369,5
паровозами . . .	—	—	853	1623,5	2476,5
Итого	803,5	5999,3	4071,4	3423,8	14298,0
Себестоимость 1 м ³ , руб.—коп., при вывозке					
тракторами	1—21	—	—	—	—
автомобилями	0—53	0—76	1—11	1—77	—
паровозами	—	—	1—40	1—82	—
Итого	0—91	0—76	1—18	1—79	—

Примечание. Данные на 1969 г. (без подвозки).

Такое разнообразие отклонений в таксах объясняется методическим их построением. В формуле построения лесных такс значится такое выражение:

$$(\dots + l_{\text{т}} + l_{\text{д}}) \frac{K_{\text{сорт}}}{K},$$

где $l_{\text{т}}$ — расходы по транспортировке древесины на максимальное расстояние;

$l_{\text{д}}$ — расходы по транспортировке древесины на данное расстояние;

$K_{\text{сорт}}$ — ценностное значение данного сортимента;

K — средневзвешенный ценностный коэффициент.

Согласно этой формуле, величина дифференциального дохода по положению $l_{\text{т}} - l_{\text{д}}$ будет изменяться с изменением ценностного значения (коэффициента) $K_{\text{сорт}}$, так как ценностные коэффициенты различны для сортиментов разных категорий крупности и древесных пород.

Такое положение нельзя признать правильным. Ведь расходы на транспортировку древесины изменяются только по группам пород (хвойные, твердолиственные), а не по отдельным породам и сортиментам. При вывозке древесины хлыстами они одинаковы для всех сортиментов хвойных пород. По Кареллеспрому вывозка древесины хлыстами занимает (по плану на 1969 г.) в общем объеме вывозки 98,3%. Доля мягколиственных пород в лесосечном фонде КАССР незначительна (табл. 2). Во многих случаях они остаются на корню на лесосеках условно сплошных рубок. Поэтому расходы на транспортировку по Кареллеспрому можно считать независимыми от сортиментного состава и пород.

Таксы для сортиментов крупной и средней деловой сосны и крупной деловой ели снижаются по разрядам в большей степени (табл. 1), чем повышаются расходы на транспортировку древесины с удлинением расстояний вывозки (табл. 3). По другим сортиментам хвойных пород и по всем сортиментам мягколиственных пород снижение такс по разрядам не компенсирует повышения расходов на транспортировку древесины. Таким образом, вывозка древесины мягколиственных пород с дальних расстояний снижает эффективность предприятий, что не способствует рациональному использованию лесосечного фонда.

Из всего изложенного можно сделать вывод, что изменение лесных такс по разрядам не соответствует фактическим изменениям затрат на транспортировку древесины в зависимости от расстояний.

В целях устранения выявленных в лесных таксах недостатков разницы между крайними разрядами лесных такс для Карельской АССР следует увеличить в среднем на 32 коп. за 1 м³ обезличенной древесины. Разрыв между крайними разрядами такс должен быть увеличен путем дифференцированного повышения такс 3-го, 2-го и 1-го разрядов.

Дифференциальный доход по положению следует рассчитывать по каждой зоне (поясу) лесных такс отдельно, поскольку условия транспортировки и применяемые транспортные средства при вывозке древесины по зонам различны. Найденную величину дифференциального дохода по положению следует прибавить к таксе сортамента независимо от его ценностного значения. Тогда соответствующая часть формулы лесных такс примет следующий вид:

$$\left[\dots \frac{K_{\text{сорт}}}{K} + (I_{\text{т}} - I_{\text{л}}) \right]$$

вместо

$$(\dots + I_{\text{т}} - I_{\text{л}}) \frac{K_{\text{сорт}}}{K}.$$

В этом случае величина дифференциального дохода по положению не будет зависеть от сортиментного состава древесины.

Введя в эту формулу показатель себестоимости выращивания поступающего в рубку леса (на корню), получим полную таксу сортамента T_c

$$T_c = \frac{C - a + b + v}{y} \cdot \frac{K_{\text{сорт}}}{K} + (I_{\text{м}} - I_{\text{л}}),$$

где C — расходы на лесное хозяйство, за минусом затрат на восстановление леса вне площади текущих рубок леса;

a — сумма мобилизации собственных средств;

b — расходы на восстановление леса вне площади текущих рубок леса. Взятые по всем зонам, они распределяются на весь объем древесины, заготовленной в целом по СССР;

v — величина накоплений;

y — объем лесозаготовок.

Поступила 18 декабря 1969 г.

УДК 634.0.78

К ВОПРОСУ ОБ АМОРТИЗАЦИИ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

С. В. ПОЧИНКОВ
(ЦНИИМЭ)

Научное планирование невозможно без правильного и точного учета затрат на производство, без надежной экономической информации о функционировании основных и оборотных фондов. В этой связи особенно актуальна проблема правильного расчета и точного определения норм амортизационных отчислений. Между тем, как не-

однократно отмечалось в печати, действующие нормы амортизации занижены и не всегда обеспечивают даже простое воспроизводство. В результате часть затрат по возмещению физического износа основных фондов осуществляется за счет прибавочного продукта. Это означает, что в отдельных отраслях и предприятиях искусственно занижается себестоимость продукции и, как следствие, завышается рентабельность. Создается, таким образом, неправильное представление об эффективности отдельных отраслей и производств. Кроме того, нарушается нормальная структура баланса капитальных вложений, так как возмещение выбывающих мощностей не обеспечивается финансированием из соответствующих фондов реновации. Особенно важна эта проблема для добывающих отраслей промышленности, в частности, лесозаготовительной, где велика доля простого воспроизводства основных фондов.

В настоящее время амортизация лесовозных дорог на полное восстановление исчисляется на 1 м³ запаса древесины в сырьевой базе. Норма амортизации определяется ежегодно путем отнесения остаточной стоимости лесовозных дорог на 1 м³ оставшегося в сырьевой базе запаса древесины. Зависимость ежегодной амортизации на полное восстановление лесовозной дороги от срока действия сырьевой базы в этом случае может быть выражена следующим образом.

Для первого года эксплуатации

$$a_r^1 = \frac{sl \cdot 100}{Q} \cdot \frac{1}{n},$$

где a_r^1 — амортизационные отчисления на реновацию лесовозных дорог, коп./м³;

s — средняя стоимость 1 км дороги, тыс. руб.;

l — средний объем ежегодного строительства лесовозных дорог для поддержания мощности предприятия, км;

Q — годовой грузооборот лесовозной дороги, тыс. м³;

n — срок эксплуатации сырьевой базы, лет.

При расчете амортизационных отчислений второго года эксплуатации сырьевой базы необходимо из общей стоимости дороги (с учетом введенного в этом году участка дороги) вычесть амортизацию предыдущего года. Поэтому

$$a_r^2 = \frac{sl \cdot 100}{Q} \left(2 - \frac{1}{n} \right) \frac{1}{n-1} = \frac{sl \cdot 100}{Q} \cdot \frac{2n-1}{n(n-1)}.$$

Аналогично для третьего года

$$a_r^3 = \frac{sl \cdot 100}{Q} \left[3 - \frac{1}{n} - \frac{2n-1}{n(n-1)} \right] \frac{1}{n-2} = \frac{sl \cdot 100}{Q} \cdot \frac{3n^2 - 3n - 1}{n(n-1)(n-2)}$$

и т. д.

Полученная зависимость хорошо аппроксимируется формулой

$$a_r^t = \frac{sl \cdot 100}{Q} \left[\frac{t}{(n-t+1)!} - \frac{t-1}{(n-t+2)!} - \dots \right] (n-t)!$$

(где t — расчетный год),

в чем легко убедиться, проделав соответствующие вычисления для $t = 1, 2, 3, 4$ и т. д.

Нетрудно видеть, что величина амортизации лесовозных дорог, определенная по данной формуле, ежегодно меняется. В первые годы эксплуатации сырьевой базы при лесовозной дороге размер амортизационных отчислений на реновацию во много раз меньше потребности капиталовложений в строительство дорог на поддержание мощности

Таблица 1

Наименование леспромхоза	Тип лесовозного транспорта	Протяженность дорог, необходимых для поддержания мощности. км	Потребность в капиталовложениях, тыс. руб.	Начисление амортизации на полное восстановление, тыс. руб.	Фонд капиталовложений в строительство лесовозных дорог, тыс. руб.
Митинский	Автомобильный	4,5	112,5	61,8	11,0
	Узкоколейный	4,0	70,0	73,5	2,2
Тотемский	Автомобильный	14,5	217,5	155,3	31,5
	Узкоколейный	10,0	112,0	58,7	70,0
Вельский	Автомобильный	16,5	99,0	26,9	—
	Узкоколейный	2,4	26,0	33,8	—

предприятия. В течение последних 5—10 лет работы лесозаготовительного предприятия амортизационные отчисления, напротив, значительно превосходят размер необходимых капитальных затрат. Этот вывод легко подтверждается фактическими материалами. В табл. 1 приведены данные (за 1968 г.) о начислении амортизации на реновацию лесовозных дорог, потребности в строительстве дорог на поддержание мощности, фонде капиталовложений на строительство лесовозных дорог по трем леспромхозам комбинатов «Вологдолес» и «Вельсклес». Из таблицы следует, что в одних случаях потребность в капитальных затратах на строительство дорог, необходимых для поддержания мощностей леспромхозов, значительно превышает начисленный реновационный фонд, в других, напротив, в несколько раз меньше. Финансирование строительства лесовозных дорог в действующих лесозаготовительных предприятиях совершенно не соответствует размерам начисляемой амортизации. Выделяемые предприятиям капиталовложения на строительство лесовозных дорог в отдельных случаях не превышают 1—3% фонда амортизации. Подобная практика расчета амортизации лесовозных дорог на реновацию и финансирование строительства дорог совершенно не соответствует экономической сущности «снашивания» лесовозных дорог.

Рассмотрим в общих чертах экономический смысл амортизации основных фондов. П. Бунич дает следующие определения: «Амортизация представляет собой процесс перенесения стоимости основных фондов на новый продукт. Это перенесение осуществляется конкретным человеческим трудом одновременно с созданием новой стоимости с помощью абстрактного труда». И еще: «Амортизация есть процесс образования фонда возмещения, процесс самовосстановления основных фондов» [1, стр. 28]. На наш взгляд, такое определение отражает только внешнюю сторону процесса возмещения, затушевывая его содержание. Оно не дает ответа на вопрос, на каком основании затраченный ранее труд включается в стоимость продукта, производимого в данное время.

К. Маркс писал, что «постоянная часть капитала, входящая в производственный процесс как условие производства, представляла собой в этом процессе заранее данную стоимость, которая должна снова появиться в стоимости продукта... он (постоянный капитал — С. П.) фигурирует здесь как определенное количество *прошлого, овеществленного* труда, которое переходит в стоимость продукта как один из определяющих ее факторов» [3, стр. 77]. Однако К. Маркс вместе с тем отмечал, что «вопрос здесь в том, кто именно работает, чтобы возместить эквивалент постоянного, уже затраченного в производстве, капитала?» [3, тр. 76]. Отвечая на этот вопрос, К. Маркс указывал, что

«постоянный капитал в действительности возмещается тем путем, что он постоянно вновь производится и частью воспроизводит себя сам» [3, стр. 116].

Отсюда, как мы полагаем, следует, что определение амортизации как процесса перенесения стоимости, процесса накопления финансовых средств и т. д., базируется на упрощенном представлении о воспроизводстве основных фондов, точнее, в нем игнорируется процесс воспроизводства в натуре. Если же рассматривать возмещение основных фондов как материальный процесс, а именно, что материально-вещественный аспект является определяющим в формировании оптимальных пропорций общественного производства, то под амортизацией следует понимать процесс создания основных средств (машин, механизмов и т. д.), потребляемых при производстве данного продукта и производимых одновременно с этим продуктом в масштабе, обеспечивающем его непрерывное простое воспроизводство. Такая интерпретация амортизации основных фондов позволяет, как нам представляется, найти правильные методы расчета размеров амортизационных отчислений на реновацию лесовозных дорог.

Предварительно, однако, рассмотрим некоторые особенности возмещения в добывающих отраслях. «Специфика возмещения в добывающих отраслях, — отмечают Я. Б. Кваша и В. П. Красовский, — заключается в том, что здесь исключено непрерывное восстановление преобладающей части производственных фондов путем ремонта, а выработанные рабочие пространства на шахтах, карьерах, лесоразработках и т. п. не восстанавливаются на прежних участках, в результате чего происходит непрерывное перемещение добычи (или лесозаготовок) в пространстве. Это означает, по существу, непрерывное выбытие и восстановление отработанных горных или лесных ресурсов» [2, стр. 13]. Вместе с «выбытием и восстановлением» ресурсов, естественно, «выбывают и восстанавливаются» производственные сооружения, необходимые для эксплуатации этих ресурсов. Следовательно, при перебазирвке лесоразработок в новые, более отдаленные участки лесосырьевой базы ранее построенная лесовозная дорога «выбывает», «снашивается». При этом нет ничего противоречивого в том, что, экономически снашиваясь, отдельные участки лесовозной дороги остаются «условием производства» в течение длительного времени.

При «восстановлении» лесовозной дороги ранее построенные участки дороги не переносятся на новое место. В пределах вновь осваиваемого участка лесосырьевой базы лесовозная дорога сооружается заново. Таким образом, параллельно с разработкой лесных ресурсов одновременно должны производиться элементы конструкции лесовозных дорог (например, железобетонные плиты), дорожно-строительные машины и т. д. в таких размерах, чтобы обеспечить непрерывность воспроизводства лесоразработок. Отсюда легко видеть, что восстановление лесовозной дороги происходит не за счет перенесения стоимости произведенных ранее средств, а в результате воспроизводства стоимости. В условиях хозрасчетных отношений с целью создания источника финансирования непрерывного строительства лесовозных дорог для поддержания мощности действующих лесозаготовительных предприятий эта воспроизводимая стоимость в качестве амортизационных отчислений должна включаться в затраты на производство лесопродукции. Реновационный фонд лесовозных дорог должен поэтому образовываться не пропорционально стоимости действующих лесовозных дорог, а в соответствии с потребностью в дорогах. На наш взгляд, амортизационные отчисления на реновацию лесовозных дорог, включаемые в себестоимость лесозаготовительного производства, должны определяться,

исходя из удельной протяженности лесовозных дорог на единицу годовой программы производства, скажем, в расчете на 100 тыс. м³ вывозки леса.

Удельная потребность в строительстве лесовозных дорог для поддержания мощности, а следовательно, и амортизационные ставки могут быть дифференцированы по лесозаготовительным районам (комбинатам, объединениям) с учетом особенностей сырьевых баз, структуры и размещения запасов древесины и т. д.

Рассмотренный порядок расчета амортизационных отчислений на реновацию лесовозных дорог позволит, во-первых, правильно отразить затраты на лесозаготовительное производство и, во-вторых, создать источник финансирования строительства лесовозных дорог в действующих предприятиях в необходимых для нормальной деятельности лесопромхозов объемах, что будет важным фактором дальнейшего повышения эффективности лесозаготовительного производства.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. Бунич. Амортизация основных фондов в промышленности. Госполитиздат, М., 1957. [2]. Я. Б. Кваша, В. П. Красовский. Капитальное строительство и проблема возмещения. Журн. «Вопросы экономики» № 11, 1964. [3]. К. Маркс. Теории прибавочной стоимости. Капитал, т. IV, ч. I, Госполитиздат, М., 1954.

Поступила 24 ноября 1969 г.

УДК 634.0.78

К ВОПРОСУ О ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ УХОДОВ И ТЕКУЩИХ РЕМОНТОВ ТРЕЛЕВОЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Г. П. МАЛЬЦЕВ

(ЦНИИМЭ)

Для поддержания разнообразной лесозаготовительной техники в технически исправном состоянии в процессе эксплуатации расходуются громадные материальные и денежные средства. В сфере производства технических уходов и текущих ремонтов лесозаготовительного оборудования занята многотысячная армия ремонтных рабочих.

Затраты на технические уходы и текущие ремонты трелевочных тракторов, существенно зависящие от форм организации ремонтно-профилактической службы и применяемых технических средств, изменяются [4] в очень больших пределах (от 15 до 60% стоимости содержания машино-смены).

Выявление возможностей снижения этих затрат на основе анализа форм организации ремонтно-профилактического производства, в частности, его централизации, — весьма важная для лесной промышленности задача.

Централизация технического обслуживания тракторов способствует снижению затрат на ТУ и ТР и повышению коэффициента технической готовности машин, а также позволяет резко улучшить условия и поднять производительность труда ремонтных рабочих.

На автотранспорте общего назначения и в сельском хозяйстве вопрос централизованного производства ТУ и ТР машин в последнее время получает положительное решение [1], [3], [5]. Фактические данные централизованного производства некоторых видов технического

обслуживания тракторов в Мостовском, Саткинском и других ЛПХ свидетельствуют об экономической его эффективности. Централизация производства ТУ и ТР машин экономически оправдывается в случае, если затраты на транспортировку машины от места ее постоянной стоянки до РММ не превышают экономии, получаемой как разность между стоимостью производства соответствующего вида технического обслуживания при децентрализованном и централизованном методах его выполнения.

Транспортировка трактора из лесосеки в РММ леспромхоза на трейлере автопоезда, платформе ужд или с помощью вертолета может производиться непосредственно от места постоянной стоянки или от места, куда трактор перегоняется своим ходом.

Полная стоимость машино-смены M трелевочного трактора может быть представлена зависимостью

$$M = m\gamma_1 + m_0, \quad (1)$$

где m — стоимость содержания машино-смены без учета расходов на ТУ и ТР, руб./машино-смена;

γ_1 — коэффициент, учитывающий затраты на производство ТУ и ТР при базовом варианте организации ремонтно-профилактического обслуживания машин;

m_0 — стоимость машино-смены, включающая все расходы, кроме стоимости содержания машино-смены ($m\gamma_1$), руб./машино-смена.

Статьи затрат и порядок калькулирования стоимости содержания машино-смены ($m\gamma_1$) определяются инструкцией [2].

Обозначая через γ_2 коэффициент учета затрат на ТУ и ТР при организации централизованного ремонтно-профилактического производства, можно записать для смешанного случая доставки тракторов в РММ леспромхоза (часть пути трактор перегоняется своим ходом, другую — транспортируется)

$$m\gamma_1 + m_0 = m\gamma_2 + m_0 + T + T_a$$

или

$$m\gamma_1 = m\gamma_2 + T + T_a, \quad (2)$$

где T — дополнительные затраты, возникающие при перегоне трактора в РММ своим ходом, руб./машино-смена;

T_a — дополнительные затраты, возникающие при транспортировке трактора в РММ вспомогательными транспортирующими средствами, руб./машино-смена.

Дополнительные затраты, возникающие при перегоне трактора в РММ своим ходом,

$$T = (m\gamma_2 + m_0) \frac{tk}{t_c C}, \quad (3)$$

где t — время, необходимое для перегона трактора своим ходом в РММ и обратно, час;

t_c — продолжительность рабочей смены, час;

C — количество рабочих смен трактора в году;

k — общее количество ремонтных и технических обслуживаний трактора в течение года в РММ леспромхоза;

$$k = k_c - k_i,$$

где k_c — полное годовое количество технических воздействий, которым подвергается трактор в РММ и на лесосеке;

k_i — годовое количество технических воздействий, которым трактор подвергается на лесосеке.

Если среднюю скорость движения трелевочного трактора обозначить через v (км/час), а расстояние перегона трактора в РММ через l (км), то

$$t = \frac{2l}{v}. \quad (4)$$

Дополнительные затраты, возникающие при транспортировке трактора в РММ вспомогательными транспортирующими средствами,

$$T_a = M_a \frac{t_a k}{t_c C_{ан}}, \quad (5)$$

где t_a — время транспортировки трактора в РММ и обратно с помощью транспортирующего средства, час;

M_a — полная стоимость машино-смены транспортирующего средства, руб./машино-смена;

α — коэффициент сменности работы транспортирующего средства;

n — количество тракторов, одновременно перевозимых транспортирующим средством.

Время транспортировки трактора в РММ и обратно с помощью транспортирующего средства, не совершающего холостых пробегов,

$$t_a = 2 \left(t_{н.р} + \frac{l_a}{v_a} \right), \quad (6)$$

где $t_{н.р}$ — суммарное время погрузки и разгрузки трактора на транспортирующее средство, час;

l_a — расстояние транспортировки трактора в РММ, км;

v_a — техническая скорость движения транспортирующего средства, км/час.

Если обозначить через коэффициент φ изменение расходов в связи с централизацией производства ТУ и ТР, то

$$\varphi = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}. \quad (7)$$

Введем следующие обозначения:

$$\zeta = \frac{M}{m\gamma_1}; \quad (8)$$

$$\zeta_a = \frac{M_a}{m\gamma_1}. \quad (9)$$

Решая совместно уравнения (2) — (8), получим для случая смешанной доставки тракторов в РММ леспромхоза

$$\varphi = \frac{1 + \frac{2lk}{vt_c C}}{1 - \frac{2k}{t_c C} \left[\frac{l}{v} (\zeta - 1) + \zeta_a \frac{t_{н.р} + \frac{l_a}{v_a}}{an} \right]}. \quad (10)$$

Количество ремонтных и технических обслуживаний трактора в течение года в РММ и на лесосеке

$$k_c = k_{ЕУ} + k_1 + k_2 + k_{ТР} + k_k. \quad (11)$$

где k со значками «ЕУ», «1», «2», «ТР», «К» — соответственно годовое количество ЕУ, ТУ-1, ТУ-2, ТР и капитальных ремонтов, которым подвергается трактор.

Годовое количество текущих ремонтов

$$k_{\text{ТР}} = 12\beta, \quad (12)$$

где β — среднее количество текущих ремонтов, проведенных между очередными ТУ в течение одного месяца.

Способ определения годового количества ЕУ, ТУ-1, ТУ-2 и КР общеизвестен. Выполнение двух сезонных уходов приурочивается к очередным техническим уходам (ТУ-1 или ТУ-2).

Полученные уравнения позволяют определить экономически допустимое расстояние транспортировки трактора из лесосеки в РММ леспромхоза. Ниже приводятся результаты расчета.

По данным ЦНИИМЭ, $\beta = 1,3$, $v_a = 17$ км/час, $t_{\text{п.р}} = 0,3$ час, $C = 275$ смен, $m = 8$ руб./машино-смена (для трактора), $m\gamma_1 = 22$ руб./машино-смена (для автопоезда), $m_0 = 13,64$ руб./машино-смена.

На рис. 1 показана графическая зависимость коэффициента φ от l и γ_2 при транспортировке трелевочного трактора на трейлере автопоезда из лесосеки в РММ леспромхоза. График зависимости $\varphi = f(l)$ показан для различных значений коэффициента γ_1 .

Затраты φ_2 (%) на производство ТУ и ТР при новом варианте, отнесенные к стоимости содержания машино-смены при базовом варианте организации ремонтно-профилактического обслуживания, могут быть определены по формуле

$$\varphi_2 = \frac{\gamma_2 - 1}{\gamma_1} \cdot 100. \quad (13)$$

Эти затраты показаны в левой части графика пунктирными линиями для различных значений коэффициента γ_1 .

Возможность централизации ремонтно-профилактического производства обуславливается неравенством

$$\gamma_2 < \gamma_1.$$

В общем случае коэффициент γ_2 может изменяться в пределах

$$1 \leq \gamma_2 \leq \gamma_1.$$

Анализ графика показывает, что в случае снижения затрат на ТУ и ТР при переходе на централизованное производство с 60% ($\gamma_1 = 2,5$) до 20% ($\gamma_2 = 1,4$) становится экономически выгодной перевозка тракторов из лесосеки на расстояние до 70 км (стрелки $a-a_1-a_3-a_7-a_8$) в РММ для выполнения там всех видов технических воздействий, за исключением ЕУ. Если на лесосеке выполняется еще и ТУ-1, это расстояние возрастает до 154 км (стрелки $a-a_1-a_3-a_{11}-a_{12}$). В том случае, когда затраты на производство ТУ и ТР снижаются с 50% ($\gamma_1 = 2$) до 20%, эти расстояния соответственно составляют 40 и 93 км (стрелки $a-a_2-a_4-a_5-a_6$ и $a-a_2-a_4-a_{11}-a_{12}$). Перевозка трактора, очевидно, должна быть организована так, чтобы величина внутрисменных простоев не превышала нормативных на техническое обслуживание.

По мере освоения лесного массива расстояние от лесосеки до РММ леспромхоза систематически возрастает. Экономия от введения централизации производства ТУ и ТР может быть оценена разностью $\varphi - \varphi_{\text{ср}}$. Коэффициент $\varphi_{\text{ср}}$ — средняя постоянная величина коэффициента φ при изменении расстояния транспортировки в определенных пределах. Он может быть найден по уравнению

$$\varphi_{\text{ср}} = - \frac{v_a t_c \ln a n}{2k\gamma_2 (l_a - l_1)} \cdot \ln \frac{1 - \frac{2k\gamma_2}{t_c C a n} \left(t_{\text{п.р}} + \frac{l_2}{v_a} \right)}{1 - \frac{2k\gamma_2}{t_c C a n} \left(t_{\text{п.р}} + \frac{l_1}{v_a} \right)}. \quad (14)$$

где l_a, l — соответственно верхний и нижний предел изменения расстояния перевозки тракторов из лесосеки в РММ леспромхоза.

На рис. 1 зависимость $\varphi_{\text{ср}} - f(l)$ представлена для случая $\gamma_1 = 2$. Наличие совмещенной на одном графике зависимости для коэффициентов φ и $\varphi_{\text{ср}}$ позволяет быстро определять экономический эффект при централизации производства ТУ и ТР. Например, в результате централизации производства ТУ и ТР произошло снижение затрат с 50% ($\gamma_1 = 2$) до 20% ($\gamma_2 = 1,4$). Если расстояние перевозки тракторов из лесосеки в РММ изменяется от 0 до 40 км, то значение коэффициента $\varphi_{\text{ср}}$ будет равно 1,15, а для этого достаточно снижение затрат на ТУ и ТР с 50 до 35% (стрелка $a-a_2-a_4-a_5-\theta-\theta_1-\theta_2-\theta_3$).

При возрастании расстояния перевозки трактора до 75 км стоимость содержания тракторо-смены при обоих вариантах технического обслуживания будет одинаковой (стрелки $a-a_2-a_4-\theta_4-\theta_5$); это расстояние является максимальным. Перевозить трактор из лесосеки в РММ на расстояние свыше 75 км для данного случая экономически невыгодно. Если на лесосеке производить не только ЕУ, но и ТУ-1, максимально возможное расстояние перевозки возрастет до 164 км (стрелки $a-a_2-a_4-\theta_6-\theta_7$).

Выводы

1. Выведенные аналитические зависимости позволяют определять расстояние, при котором экономически выгодно осуществлять централизацию производства ТУ и ТР машин в ЛПХ.

2. В действующих лесозаготовительных предприятиях с децентрализованным производством технических уходов и текущих ремонтов тракторов целесообразно, при наличии развитых дорожных связей, централизовать это производство; ЕУ и мелкий ТР следует выполнять на месте постоянной стоянки машин.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. ВИНТИ. Экспресс-информация № 43, 1966. Опыт организации ремонтных работ машино-тракторного парка в сельском хозяйстве ГДР. [2]. Инструкция о планировании, учете и калькулировании себестоимости товарной продукции лесозаготовки и стоимости сплавных и лесоперевалочных работ. Министерство лесной промышленности СССР, Госстатиздат, М., 1956. [3]. П. М. Мурашко. Станция технического обслуживания автомобилей. Журн. «Техника в сельском хозяйстве» № 3, 1967. [4]. А. В. Серов. Организация и механизация технического обслуживания автотракторного парка. Гослесбуиздат, 1963. [5]. Т. Смирнов, А. Гуревич. Автомобильному транспорту — высокую техническую готовность. Журн. «Техника в сельском хозяйстве» № 1, 1967.

Поступила 25 ноября 1968 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.114

**ВЛИЯНИЕ МИКРОРЕЛЬЕФА
НА ПРОЦЕССЫ ПУЧЕНИЯ ПОЧВЫ ПРИ ЗАМОРОЗКАХ**

А. П. МОСКАЕВ

(Биолого-почвенный институт ДВ филиала СО АН СССР)

В лесохозяйственной практике Приморского края отмечаются случаи гибели лесных культур [5] от выжимания морозом. Это явление описывали еще основоположники русского лесоведения [6], [12]. В дальнейшем этот вопрос был изучен рядом исследователей, преимущественно на севере европейской части СССР [1]—[4], [7]—[11], [13].

Однако механизм выжимания освещен еще недостаточно полно. В связи с этим мы осенью 1960 г. в Супутинском заповеднике ДВ филиала СО АН СССР изучали влияние микрорельефа на процессы пучения почвы. Наблюдения проводили в течение одних суток (с 19 часов 2 ноября до 18 часов 3 ноября). Место наблюдения — вырубка площадью 5 га в широколиственно-кедровом древостое в долине р. Супутинки. Почва дерново-иллювиальная среднеглинистая на песчано-галечниковых отложениях. Вырубка используется под огороды. Экспериментальная площадка от стены леса удалена на 120—130 м.

Пучение почвы регистрировали самописцами на двух микроповышениях, на ровной площадке и в микропонижении. Высота микроповышения и глубина микропонижения относительно ровной площадки 12—13 см. Рядом на других микроповышении и микропонижении измеряли температуры: воздуха — на расстоянии 1 см от поверхности почвы — по сухому и смоченному термометрам аспирационного психрометра, почвы — на поверхности и на глубине 2, 3 и 5 см — термометрами Савинова. Показания всех приборов снимали через каждый час.

Вечером 4 ноября была проведена нивелировка поверхности талой почвы на микроуглублении и микроповышении (где до этого проводились температурные наблюдения), а утром на следующий день — мерзлой почвы. Для этого перед микроповышением и за микропонижением в метровые скважины забивали деревянные колья, между верхушками которых натягивали ленту стальной рулетки. Расстояние между поверх-

Таблица 1

Место установки термометров	Температура, °С				
	сумма	средняя	максимальная	минимальная	разность
На расстоянии 1 см над поверхностью почвы	—44,4	—1,9	5,2	—6,2	11,4
	—29,4	—1,2	5,0	—5,4	10,4
сухой	—47,6	—2,0	4,2	—6,0	10,2
	—37,4	—1,6	3,4	—5,4	8,8
смоченный	—6,8	—0,3	7,1	—4,2	11,3
	—4,4	—0,2	4,6	—3,2	7,8
На поверхности почвы	13,1	0,5	8,3	—2,7	11,0
На глубине 2 см	38,9	1,6	5,0	—0,5	4,5
	26,5	1,1	8,0	—0,9	8,9
• 3 см	47,2	1,9	5,6	0,9	4,7
• 5 см	38,4	1,7	7,1	0,2	6,9
	54,8	2,3	5,2	1,2	4,0

Примечание. В числителе данные для микроповышения; в знаменателе — для микропонижения.

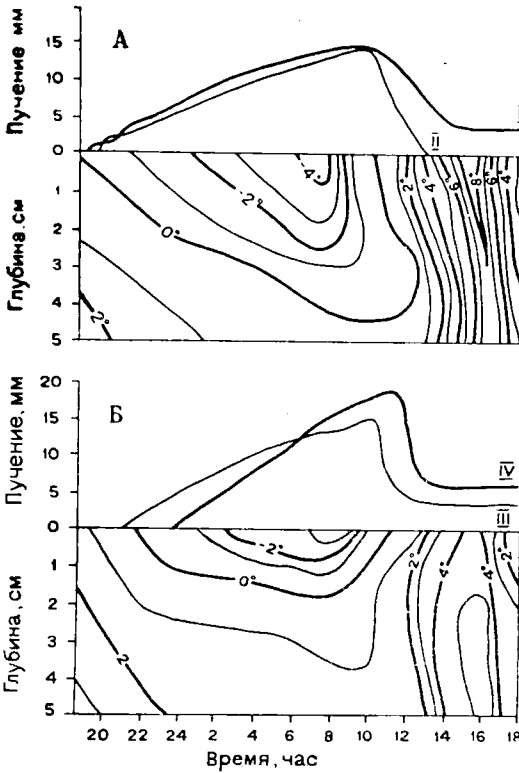


Рис. 1. Температурный режим и пучение почвы в зависимости от микрорельефа в период осенних заморозков.

А — распределение температур на микроповышении; I, II — пучение поверхности микроповышения; Б — распределение температур в микропонижении; III — пучение поверхности ровной площадки; IV — пучение поверхности микроповышения.

ностью почвы и лентой измеряли линейкой через 1 см. После нивелировки определяли толщину мерзлого слоя через 5 см и влажность мерзлой и талой почвы, взятой непосредственно под мерзлой в пяти повторностях.

Очевидно, холодный воздух действует на поверхность почвы равномерно широким фронтом. При этом в первую очередь охлаждаются и затем промерзают выступающие неровности почвы, вследствие большого излучения тепла в пространство и теплообмена с атмосферой. Затем процесс распространяется на склоны бугорков и на днище различных понижений. Сказанное подтверждается наблюдениями (рис. 1, табл. 1).

Различия в температурах воздуха у поверхности микроповышения и микропонижения довольно существенны. На поверхности микроповышения первая отрицательная температура была отмечена в 20 часов ($-0,4^{\circ}$), а на поверхности микропонижения только в 24 часа ($-0,2^{\circ}$).

Поднятие поверхности почвы прежде всего началось на микроповышениях, затем на ровной площадке и позже всего в микропонижении (табл. 2). Процесс подъема

Таблица 2

Место наблюдений	Время наступления фаз пучения			Продолжительность пучения, час-мин		Величина пучения, мм	Скорость, мм/мин	
	начала	максимума	конца	подъема	опускания		подъема	опускания
Микроповышение I	19 ч. 20 м	9 ч. 45 м.	13 ч. 15 м	14—25	3—30	15,0	0,017	0,071
Микроповышение II	19—15	9—40	13—40	14—30	4—00	15,0	0,017	0,046
Ровная площадка	20—25	10—25	13—50	14—00	1—35	15,5	0,018	0,126
Микропонижение	0—20	11—15	12—20	10—53	0—25	19,0	0,029	0,520

(а также опускания) был наиболее длительным на микроповышениях. Поверхность почвы после прекращения опускания достигла своего первоначального уровня только на одном из микроповышений, на другом она оказалась ниже на 4,0 мм, на ровной площадке на 3,5 мм и в микропонижениях на 6,0 мм.

В целом возвышающиеся неровности почвы испытывают наиболее сильные и глубокие температурные изменения, и, как следствие этого, здесь раньше, но слабее проявляются мерзлотные явления. В этом, очевидно, и заключается положительная роль повышений и гребней при возобновлении древесных пород.

При охлаждении поверхностного слоя почвы образуются кристаллы льда из воды, содержащейся в почве, а также поднимающейся из нижних слоев. Влажность талой почвы составляет 32,9% (среднее из пяти определений), мерзлой — 60,1%.

В западинках этот процесс проходит иначе. В то время, когда вершинки повышений уже промерзнут на некоторую глубину, в понижениях поверхностные слои почвы еще талые, благодаря излучению тепла стенками и днищами, а также компенсации заморозка теплом воды, которой здесь несколько больше, чем на вершинках повышений. С усилением заморозка в западинках, как правило, начинают образовываться кристаллы льда, при этом выделяется теплота кристаллизации, которая помогает поверхности почвы сохранить талое состояние.

Образование кристаллов на днищах западинок мы наблюдали при температурах поверхности почвы от $-0,5^{\circ}$ до $-7,0^{\circ}\text{C}$. При более сильном морозе почва промерзает, что вызывает прерывание капиллярных путей, и ледяные кристаллы на поверхности почвы уже не образуются.

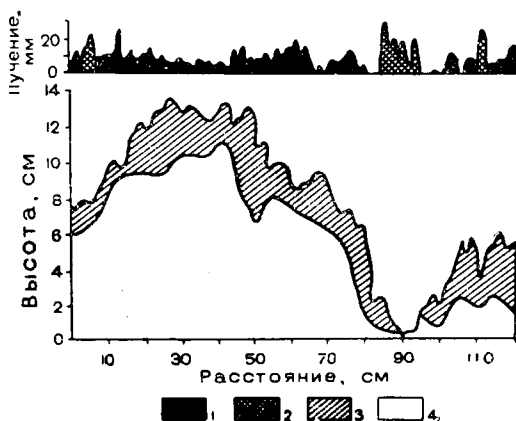


Рис. 2. Промерзание и пучение почвы по профилю микроповышение — микропонижение в период осенних заморозков.

1 — пучение почвы; 2 — ледяные кристаллы; 3 — мерзлая почва; 4 — талая почва.

На рис. 2 показаны результаты нивелировки по профилю микроповышение — микропонижение по поверхности талой почвы и после заморозка в $-5,1^{\circ}\text{C}$. Максимальное промерзание наблюдалось на склоне бугорка — 5,2 см; на дне ямки почва не промерзла совсем. Поднятие поверхности почвы на бугорке составило 2—8 мм, на склонах 15—18 мм. В западинке не происходило повышения поверхности самой почвы, здесь образовались ледяные кристаллы высотой до 29 мм.

Таким образом, проведенные наблюдения объясняют механизм выжимания всходов морозом и показывают губительную роль микропонижений на процессы возобновления древесных пород. Основная масса лесных культур, на наш взгляд, выжимается именно в период заморозков как осенних, так и весенних. Особенно вредны длительные заморозки, когда поверхность почвы испытывает многократные медленные подъемы при замерзании ночью и быстрые спады при оттаивании днем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Алексеев. Некоторые результаты выращивания сосны гнездовым способом. Сб. «Возобновление леса при концентрированных рубках на Севере», Архангельск, 1954. [2]. Н. Е. Декатов. Влияние микрорельефа на возобновление ели. Сб. «Исследования по лесоводству», Л., 1931. [3]. Н. Е. Декатов. Простейшие мероприятия по возобновлению леса на концентрированных вырубках. Л., 1936. [4]. Д. В. Евдокимов. О борьбе с выжиманием семян на культурах. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1938. [5]. А. Ф. Журавков. Из опыта лесных культур в пригородных лесах города Владивостока. Сб. «Лесоводственные исследования на Дальнем Востоке», Владивосток, 1965. [6]. Г. Ф. Морозов. Учение о лесе. Изд. 4.

М.—Л., 1928. [7]. Ф. Б. Орлов. Интенсивность выжимания всходов и влияние некоторых факторов на нее в условиях Севера. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1958. [8]. Ф. Б. Орлов, И. Ф. Совершаев. Влияние некоторых факторов на выжимание семян. Труды АЛТИ, сб. XIX, 1959. [9]. Ф. Б. Орлов, П. Ф. Совершаев. Сезонные изменения влажности почвы и влияние их на приживаемость лесных культур на Севере. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1962. [10]. А. В. Преображенский. Вековой опыт ведения хозяйства в Лисинском и Охтинском лесхозе. Гослесбумиздат, 1955. [11]. А. И. Стратонович. Лесные культуры таежной зоны. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [12]. М. К. Турский. Лесоводство. Госиздат сельскохозяйственной литературы, изд. 6, М., 1954. [13]. В. И. Шубин, Л. В. Попов. Исследования по вопросу агротехники лесных культур на концентрированных вырубках в южной Карелии. Труды Кольского филиала АН СССР, вып. XVI, 1959.

УДК 634.0.8 : 634.0.221.4

СОРТИМЕНТНАЯ СТРУКТУРА ЛЕСОПРОДУКЦИИ ПРИ ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ

М. Д. НЕКРАСОВ

(КазНИИЛХ)

В 1965—1968 гг. в Суоярвском и Воломском леспромхозах Карелии мы изучали изменение сортиментной структуры лесопroduкции выборочных и постепенных рубок в отличие от сплошных.

Выборочные рубки равномерной интенсивности и одновременно с ними сплошные рубки проводили в разновозрастных ельниках-черничниках состава 6Е4С+Б, средний запас на 1 га — 150 м³ (Южная Карелия) и разновозрастных сосняках брусничных и черничных состава 8С2Е+Б, средний запас на 1 га — 185 м³ (Северо-Западная Карелия), в обоих типах — полнота 0,6—0,7, IV класс бонитета. Для первого приема рубок отводили спелые, перестойные и фаузные деревья в размере 30—35% запаса на корню в ельниках и 40, 60% в сосняках.

В 1964—1965 гг. в Суойокском лесопункте Суоярвского леспромхоза отведено для сплошных рубок в ельниках 61,4 тыс. м³ древесины, для выборочных — 64,1 тыс. м³, в 1966—1968 гг. в Воломском лесопункте Воломского леспромхоза (в сосняках) для сплошных — 160 тыс. м³, для выборочных — 390 тыс. м³.

При отводе лесосечного фонда для выборочных рубок изменился состав деловой древесины по категориям крупности (табл. 1).

Таблица 1

Категории крупности	Отведенный запас, %			
	в ельниках		в сосняках	
	для сплошной рубки	для выборочной рубки	для сплошной рубки	для выборочной рубки
Крупная . . .	25,6	72,7	34,2	40,3
Средняя . . .	58,2	26,8	54,6	54,0
Мелкая . . .	16,2	0,5	11,1	5,7

Удельный вес деловой древесины при отводе в ельниках для сплошных рубок составил 77,3%, для выборочных — 59,7%. Доля крупной деловой древесины для выборочных рубок увеличилась на 47,1%, средней — уменьшилась на 31,4%, а мелкой — на 15,7%.

В сосняках удельный вес деловой древесины для сплошной рубки составил 72,8%, для выборочной — 69,7%. Крупной деловой древесины отведено на 6,1% больше, а мелкой и средней — на 6,0% меньше.

Лесосечные работы при проведении первого приема выборочных и постепенных рубок осуществлялись по общепринятой технологии. В 1964—1965 гг. в ельниках Суойокского лесопункта было пройдено выборочными рубками 780 га и заготовлено 47,3 тыс. м³ древесины. Сплошными рубками заготовлено 96,6 тыс. м³. В сосняках Воломского лесопункта в 1966—1968 гг. от сплошных рубок учтено 173,7 тыс. м³ леса, выборочными рубками пройдено 3800 га, учтено древесины от рубок интенсивностью 40% (по массе) 202,4 тыс. м³, 60% — 140,6 тыс. м³.

В табл. 2 приведена характеристика сортиментной структуры древесины от разных рубок, полученной при раскряжке. Удельный вес деловой древесины при вы-

Таблица 2

Сортименты	Выход сортиментов, %				
	в ельниках		в сосняках		
	сплошная рубка	выборочная рубка	сплошная рубка	выборочная рубка интенсивностью, %	
40				60	
Пиловочник					
всего	61,8	65,0	44,9	38,2	40,1
в том числе I сорта	10,1	16,4	9,8	14,7	14,0
II	55,2	57,0	54,3	55,4	55,1
III	10,5	11,3	9,6	10,5	9,8
IV	24,2	15,3	26,3	19,4	21,1
Палубник	—	—	0,05	0,9	0,6
Стройлес и подтоварник	1,0	0,5	11,4	9,8	12,1
Судогидролес	—	—	5,3	3,9	2,4
Спецстолбы	—	—	8,0	8,0	7,8
Балансы	16,5	7,5	4,3	4,1	3,7
Рудстойка	0,03	0,16	6,1	6,7	7,6
Шпальник	—	—	0,9	0,7	0,9
Авиасосна	—	—	0,05	—	—
Тарный кряж	1,8	2,3	0,8	1,9	1,8
Клепочный кряж	—	—	—	0,2	0,2
Березовые кряжи пиловочные	0,9	1,2	0,2	0,25	0,3
Фанерный кряж	0,14	0,4	—	0,05	—
Лыжный кряж	0,03	0,14	—	—	—
Итого деловой	81,4	77,2	82,0	75,1	77,5
Дрова	18,6	22,8	18,0	24,9	22,5

борочных рубках по сравнению с выходом при сплошных сократился в ельниках на 4,2, в сосняках на 6,9 и 4,5%. При этом, чем выше интенсивность выборки по запасу, тем больше выход деловой древесины. Фактический выход деловых сортиментов как в еловых, так и сосновых древостоях при разных рубках оказался на 6—8% больше, чем по данным отвода.

Повышение среднего объема хлыста при выборочных рубках увеличило выход крупномерных сортиментов и их сортности. Так, удельный вес пиловочника (от итога деловой) при выборочных рубках в ельниках увеличился на 10%, в то же время выход балансов уменьшился с 20,2 до 9,7%. Эти результаты не расходятся с данными проф. Н. П. Анучина, согласно которым при выборочных и постепенных рубках количество мелкой древесины уменьшается в два раза, а выход бревен возрастает на 12%*.

В течение четырех месяцев исследовали степень использования сухостойных деревьев при рубке разными способами в ельниках. За это время при выборочных рубках было учтено хлыстов сырых 19723 шт., сухих — 1555, или 7,3% общего количества древесины; при сплошных рубках соответственно 6034 и 158, или 2,5%. Иначе говоря, при сплошных рубках почти весь сухостой остается на корню, а если его сваливают, то треляют неполностью. Если бы при сплошных рубках заготавливали весь сухостой, то разница в выходе деловой древесины от выборочных и сплошных рубок практически не превышала бы 1—2% (за счет вырубki тонкомерных фаутных деревьев).

Таким образом, приведенные данные показывают, что выход деловой древесины при первом приеме выборочных рубок по сравнению с выходом при сплошных рубках уменьшается на 4—6%. Соответственно увеличивается и выход дров, который в ельниках (характерных для южной Карелии) составит около 22,0%, в сосняках (северная Карелия) около 25,0%.

В Карелии по главному пользованию в ближайшие годы будет заготовлено выборочными и постепенными рубками по 3 млн. м³ древесины. В течение ряда лет суммарное количество дров и низкокачественной древесины в республике достигнет 6—8 млн. м³, а поскольку спрос на топливные дрова резко упал, необходимо расширить механическую и химическую переработку такой древесины.

В 1969 г. в Воломском леспромохе пущен в эксплуатацию цех по изготовлению технологической щепы в объеме 30 тыс. м³ в год. Сырьем для переработки служит низкокачественная древесина: сучья, вершинки, топливные дрова, отходы деревообработки диаметром от 3 до 20 см, длиной от 30 до 150 см. Такие цехи в Карелии будут

* Н. П. Анучин. Постепенные и выборочные рубки. Пушкино, 1962.

построены почти на всех прижелезнодорожных нижних складах. Кроме того, увеличивается использование топливных дров для производства целлюлозы на Сеgezжском ЦБК, выпуск древесных плит из отходов на Петрозаводском ДСК, Сеgezжском ДОКе и Кондопожском ЦБК и пр.

Следовательно, некоторое снижение выхода деловой древесины при первом приеме выборочных и постепенных рубок не может служить препятствием для их проведения в широких масштабах.

УДК 632.4

ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ ХВОИ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

И. В. СУХАНОВА

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Мы провели лесопатологическое обследование различных типов леса Мезенского лесхоза Архангельской области. Болезни ели — основной породы мезенских лесов — изучали в ельниках пойменном, кустарничково-сфагновом, зеленомошно-кустарничковом и черничнике свежем. Наблюдения проводили и в других типах леса, где ель встречалась в виде примеси к основной породе (сосняки, березняк, осинник-черничник и др.). В данной статье изложены материалы, касающиеся лишь заболеваний ассимилирующей поверхности ели.

При обследовании было отмечено три заболевания хвои ели. Их возбудителями были ржавчинный гриб *Chrysomyxa ledi* (Alb. et Schw.) De Bary и аскомицеты — *Lophodermium macrosporum* (Hart.) Rehm. и *Herpotrichia nigra* Hart.

При заражении грибом *Ch. ledi* на хвое ели образуются выпуклые золотистые пузырьки — эцидии. Образование их мы отмечали 12—15 июля, созревание и разлет эцидоспор — 20—25 августа. Особенно сильно поражались высокие деревья, в особенности опушечных рядов и отдельно стоящие. Так, вблизи от дер. Кимжа на опушке леса мы встречали старые ели золотисто-оранжевого цвета от покрывавших хвою эцидиев гриба. Поражение ассимилирующей поверхности у таких деревьев составляло 40—50%. Характерно, что ржавчиной поражалась, как правило, наиболее освещенная часть кроны. Так, у взрослых деревьев первого яруса страдали в основном вершина и верхняя треть кроны. Очень своеобразен характер заболевания подроста и взрослых деревьев, угнетенных и отставших в росте, находящихся под основным пологом древостоя. Сплошь и рядом вершины и верхние части крон таких деревьев оставались совершенно здоровыми, тогда как нижние ветви, распространяющиеся в освещенных промежутках между деревьями верхних ярусов, сильно поражались ржавчиной. На участках, где по какой-либо причине деревья верхнего яруса выпали, наблюдалось сплошное заболевание подроста и отставших в росте взрослых деревьев. Лучшее развитие гриба в условиях интенсивного освещения отмечал ранее И. С. Мелехов [1], [2].

Заболевание хвои носит ярко выраженный локальный характер, иногда поражается лишь часть хвоинки. Гриб *Chrysomyxa ledi* не вызывал деформации побегов в отличие от *Ch. woroninii* Tranz.

Второй хозяин гриба — багульник (*Ledum palustre* L.) в Мезенском лесхозе встречался во многих лесорастительных условиях и являлся одной из причин широкого распространения заболевания по всей территории лесхоза.

Ржавчина хвои особенно часто поражала ель в ельнике кустарничково-сфагновом (табл. 1). В ельнике зеленомошно-кустарничковом и березняке-черничнике заболевание имело меньшее распространение. В первых двух типах леса багульник входит в состав напочвенного покрова на самих участках, в березняке-черничнике багульник отсутствовал, но в массовых количествах (0,6—0,7 проективного покрытия) встречался в сосняке по болоту, непосредственно примыкавшему к березняку.

Большее распространение ржавчины хвои в ельнике кустарничково-сфагновом связано, возможно, с сильной изреженностью древостоя и в связи с этим — с интенсивным освещением крон.

Характерно, что единичные хвоинки с эцидиями гриба были отмечены нами и в ельнике-черничнике свежем. Этот участок расположен на расстоянии 350—400 м от сосняка по болоту — ближайшего местопроизрастания багульника. Ржавчины хвои не было отмечено в ельнике пойменном, где багульник в напочвенном покрове совершенно отсутствовал и в непосредственной близости от участка (на расстоянии 600—700 м) не встречался.

Таблица 1

Возбудитель заболевания	Тип леса				
	ельник поймаенный	ельник кустарничково-сфагновый	ельник зеленомошно-кустарничковый	ельник-черничник свежий	березняк-черничник
Число пораженных деревьев					
<i>Ch. ledi</i>	—	100 100	90 90	2 2	80 100
<i>L. macrosporum</i>	100 92	90 100	50 —	100 88	100 95
<i>H. nigra</i>	96 68	—	5 —	33 19	2 —
Средний процент поражения					
<i>Ch. ledi</i>	—	10,0 2,7	2,0 —	0,1 —	3,0 9,8
<i>L. macrosporum</i>	18,0 11,0 5,0	15,0 7,0	1,4 — 0,5	6,4 12,0 3,0	8,2 8,0 0,5
<i>H. nigra</i>	17,0	—	—	3,0	—
Пределы варьирования процента поражения					
<i>Ch. ledi</i>	—	2—20 0,5—20	0,5—12 —	0,1 —	0,5—10 0,5—20
<i>L. macrosporum</i>	5—20 0,5—60	5—40 5—13	0,5—12 —	0,5—15 0,5—30	3—20 0,5—5
<i>H. nigra</i>	0,5—10 5—60	—	0,5 —	0,5—5 0,5—4	0,5 —

Примечание В числителе данные для деревьев первого яруса; в знаменателе — нижних ярусов и подрост.

Заболевание хвой, вызванное сумчатым грибом *Lophodermium macrosporum* (Hart.) Rehm. (еловое шютте), по симптомам и биологии гриба-возбудителя очень сходно с обыкновенным шютте сосны и широко встречалось по всей обследованной территории Мезенского лесхоза. Это заболевание чаще поражало подрост, самосев и в особенности деревья старших возрастов — угнетенные, слабого роста. У деревьев верхнего яруса обычно слегка поражалась лишь нижняя часть кроны. Заболевание наиболее распространено было в ельнике пойменном, в условиях избыточного увлажнения и затенения. Нередко нам приходилось отмечать поражение хвой на дереве обоими возбудителями в комплексе. Гриб *Ch. ledi* в таких случаях поражал верхнюю часть и периферию кроны, *L. macrosporum* — нижнюю. Как показал проведенный нами анализ опада хвой в различных типах леса, еловое шютте встречается, по-видимому, ежегодно. Таким образом, в Мезенском лесхозе имеется постоянный очаг инфекции, что при массовом распространении гриба представляет угрозу для подроста и самосева ели.

В отличие от двух описанных выше заболеваний, бурая снежная плесень — болезнь, вызванная грибом *Herpotrichia nigra* Hart. — на территории Мезенского лесхоза была более локализована и встречалась значительно реже. Хвоя при этом очень характерном заболевании приобретает бурый оттенок, засыхает, но остается на дереве, закрепленная мицелием гриба, и производит впечатление склеенной бурым клеем. Мицелий гриба развивается при пониженной температуре, под снегом.

Особенно часто это заболевание мы встречали в ельнике пойменном — в понижениях, в условиях избыточного увлажнения и большой густоты древостоя, обеспечивающей затенение нижнего яруса и скапливание снега в кронах. Очень сильно страдали деревья старшего возраста, угнетенные и отставшие в росте, находящиеся под основным пологом древостоя. У таких деревьев было поражено до 60% хвой, что нередко служило причиной их гибели. В достаточной степени от бурой снежной плесени страдал и подрост. У деревьев верхнего яруса заболевание охватывало главным образом нижнюю часть кроны, однако в ельнике пойменном, где условия благоприятствовали скопленению снега в кронах, нам приходилось отмечать больную хвою на высоте до 3,5—4 м от поверхности почвы.

В ельнике-черничнике свежем и ельнике зеленомошно-кустарничковом, а также в березняке-черничнике на ели, входящей в состав древостоя, гриб был распространен гораздо меньше и особого вреда деревьям не причинял.

В ельнике кустарничково-сфагновом бурая снежная плесень не встречалась. Причиной этого была, по-видимому, сильная изреженность древостоя, а также отмирание нижней части кроны у многих деревьев, что препятствовало скоплению снега и создавало неблагоприятные условия для развития гриба. Возможно также, что некоторую роль здесь играли и условия освещения. По нашим предварительным данным, гриб развивается лучше в условиях затенения.

Все три заболевания при различной биологии грибов-возбудителей и различных симптомах болезни в конечном счете вызывают одинаковые последствия — отмирание пораженной хвои, потерю прироста, усыхание ветвей и вершины. Массовое распространение заболеваний в течение нескольких лет подряд может повлечь гибель целых лесных массивов.

В годы наблюдений за некоторым исключением (*Herpotrichia nigra* Hart. на угнетенных деревьях и отчасти подросте в ельнике пойменном) поражения хвои ели в Мезенском лесхозе были слабыми, единично — средними и последствий, губельных для деревьев, обычно не вызывали, однако есть опасность возникновения эпидемий этих заболеваний на севере Архангельской области. В связи с этим создается необходимость новых детальных лесопатологических обследований.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. С. Мелехов. О массовом повреждении ельников в бассейне р. Пинеги в 1944 г. ржавчинным грибом *Chrysomyxa ledi*. «Известия всесоюзного географического общества» № 4, 1945. [2]. И. С. Мелехов. О повреждении еловых лесов северной тайги ржавчинным грибом *Chrysomyxa ledi*. Сборник научно-исследовательских работ, Архангельск, 1946.

УДК 634.0.232

РОСТ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЕЛИ, СОСНЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ В СМЕШАННЫХ КУЛЬТУРАХ

В. А. БУЗУН

(Полесская опытная станция УкрНИИЛХА)

В тех районах нашей страны, где лес восстанавливают, в основном, искусственным путем, один из способов повышения продуктивности лесов — создание смешанных насаждений. Д. Д. Лавриненко [2], [3] обобщил многолетний опыт и изучил взаимодействие главнейших лесообразующих пород Полесья и лесостепи УССР. В центральном Полесье встречаются старые культуры, созданные совместной посадкой сосны, ели и лиственницы. Сосна — коренная на Украинском Полесье лесообразующая порода, а ель и лиственница растут здесь за пределами их естественного ареала.

В Новоград-Волыньском лесхозе Житомирской области нами изучен рост и продуктивность сосново-лиственнично-еловых культур X класса возраста, которые, по-видимому, созданы посадкой в борозды с первоначальным размещением семян 1×1 м. К моменту обследования на 1 га сохранилось 153 ели, 97 сосен и 77 лиственниц. Состав по запасу 5Е2,5С2,5Л. Все породы находятся в сомкнутом первом ярусе; второй ярус выражен слабо и представлен единичными деревьями дуба и березы. Буйно разросшийся густой подросток из рябины, бузины, крушины, лещины достигает 4—8 м высоты. Травяной покров средней густоты, в основном, из кислицы и единичных экземпляров папоротника женского, крапивы, ежевики. Почва на участке свежая супесчаная дерново-подзолистая. Тип условий местопроизрастания — свежий, переходный к влажному сугродку.

Сосна дает исключительно высокий прирост по высоте. В возрасте 50 лет она достигает высоты 26,8 м, что на 20% больше сомкнутых сосновых насаждений Ia класса бонитета (по А. В. Тюрину, [8]). Лиственница несколько опережает сосну по высоте во втором — четвертом десятилетиях жизни, затем отстает, удерживаясь все же в верхней половине первого яруса, а к 90 годам догоняет ее. Кривая роста лиственницы в высоту в общем соответствует таблице хода роста культур лиственницы европейской Ia класса бонитета (по К. Е. Никитину [5]), хотя располагается ниже последней.

Ход роста теневыносливой ели в смешанной культуре близок к ходу роста сомкнутых еловых насаждений Ia класса бонитета по данным таблиц А. В. Тюрина [8]. Уже в первые годы после посадки ель сильно отстает в росте от сосны и лиственницы. К 40—60 годам ель находится под угрозой полного перехода во второй ярус. Однако начавшееся снижение прироста светолюбивых пород и изреживание древостоя позво-

лило ели, сохранившей энергию роста, догнать их по высоте. В 93 года средняя высота ели равна 32,4 м, сосны — 32,8, лиственницы — 32,1.

В первые 50 лет жизни сосна превосходит другие породы и по диаметру. Но к 60 годам ее обгоняет лиственница, а к 70 годам — ель. Это сказывается и на росте по объему.

Запас стволовой древесины всего древостоя составил 825 м³ на 1 га, тогда как запас сомкнутых чистых сосновых насаждений Ia класса бонитета в этом возрасте равен 751 м³, или на 9% меньше. Если же учесть товарность древесины и запас выразить в условных кубометрах (по Е. Я. Судачкову [7]), то разрыв возрастает до 17% (3225 и 2669 усл. м³). Соответственно выше и таксовая стоимость 1 га сосново-лиственнично-еловых культур (2223 и 2137 руб.).

Другой характер носят взаимоотношения тех же пород в суборевых условиях. В Березовском лесхозе заложена пробная площадь в 61-летней культуре в свежей, переходной к влажной субори. В 1967 г. на 1 га здесь сохранилось 760 сосен, 710 елей и 20 лиственниц. Состав первого яруса 10С+Л. Ель угнетена сосной и образует второй ярус. Средняя высота первого яруса 27,9 м, второго — 13,5 м. В подлеске встречаются единичные экземпляры рябины, крушины. Травяной покров средней густоты, представлен кислицей, папоротниками, костянкой, земляникой, майником и брусникой. Почвы песчаные.

Ход роста сосны и лиственницы по высоте очень мало отличается на этом участке от роста тех же пород в сугрудке. В то же время прирост сосны и особенно лиственницы по диаметру намного ниже. Это вызвано главным образом разницей почвенных условий сравниваемых объектов. Оказало влияние и то обстоятельство, что интенсивность рубок ухода здесь была низкой и древостой несколько загущен. В этом насаждении ель с первых лет посадки отставала в росте, уже в молодом возрасте перешла во второй ярус и последние десятилетия, несмотря на свою теневыносливость, находилась в угнетении. Хотя ель и угнетается сосной, все же она повышает количественную производительность насаждения, уплотняя древостой. Сравнение продуктивности культуры и чистого соснового насаждения Ia класса бонитета также говорит в пользу смешанных культур. Запас стволовой древесины на 1 га в смешанной культуре составляет 670 м³, в чистых сосновых насаждениях — 538 м³, а таксовая стоимость соответственно 1677 и 1373 руб.

Преимущество смешанных культур становится понятным, если иметь в виду взаимодействие корневых систем пород-компонентов. По исследованиям К. Ф. Мирона [4], ризосфера корневой системы лиственницы залегает в 1,5 раза глубже корневой системы сосны и в 2,5 раза глубже ели. Это позволяет древостоем более полно использовать питательные вещества почвы. В пользу смешанных хвойных культур говорят и новейшие исследования биохимического взаимодействия древесных пород [1]. Высказывается также мысль, что культуры такого рода более устойчивы к корневой губке [6].

Таким образом, данные о росте и продуктивности сосново-лиственнично-еловых культур, полученные на основании изучения производственного опыта в центральном Полесье УССР, свидетельствуют о том, что в сугрудковых и суборевых типах леса при достаточном увлажнении введение ели и лиственницы в культуры сосны вполне целесообразно и оправдано экономически.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. В. Колесниченко, В. И. Тихонов. О биохимическом взаимодействии сосны и лиственницы. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1964. [2]. Д. Д. Лавриненко. Наукові основи підвищення продуктивності лісів Полісся УРСР. Изд. УАСГН, Киев, 1960. [3]. Д. Д. Лавриненко. Взаимодействие древесных пород в различных типах леса. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [4]. К. Ф. Мирон. Смешанные культуры лиственницы сибирской, сосны обыкновенной и ели обыкновенной в Некрашевской лесной даче Слуцкого лесхоза БССР. Сборник научных работ по лесовозобновлению. Изд. АН БССР, Минск, 1954. [5]. К. Е. Никитин. Лиственница на Украине. Изд-во «Урожай», Киев, 1966. [6]. В. К. Поджаров, О. Ф. Сидоренко, З. С. Поджарова. Обоснование некоторых положений ведения хозяйства в ельниках БССР. Сборник научных работ Института лесного хозяйства, вып. XIII. Изд. АСХН БССР, Минск, 1960. [7]. Е. Я. Судачков. Экономические показатели лесохозяйственного производства. «Лесное хозяйство» № 9, 1956. [8]. А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов. Лесная вспомогательная книжка. Гослесбумиздат, М.—Л., 1956.

УДК 634.0.24

К ВОПРОСУ О РУБКАХ УХОДА В ОСИННИКАХ КИСЛИЧНЫХ I КЛАССА БОНИТЕТА

А. В. ДАВЫДОВ, В. И. КРАВЧЕНКО

(ЛенНИИЛХ)

Многие авторы считают, что грибная инфекция проникает в осину через разрыв между сухими сучками и здоровой древесиной с помощью дождевой воды [2]. А. Т. Вакин показал, что болезнь легко развивается при некотором доступе воздуха, проникающего так же, как споры грибов. Затягивание и герметическое закупоривание указанного разрыва может произойти, благодаря усиленному приросту здоровой древесины.

Возникновение болезни, наибольшее ее развитие связано с возрастом. По данным А. С. Костылева, молодняки I—II классов возраста почти не поражены сердцевинной гнилью от гриба (*Fomes igniarius*). Повреждены на 5—96% древостой III—X классов возраста.

Наши исследования показали, что в осиннике кисличном I класса бонитета в возрасте 15 лет было поражено 5%, в возрасте 20 лет — 10%, а в 32 года — 17% деревьев.

Таксационная характеристика 32-летнего осинника кисличного I класса бонитета Ленинградской области: площадь объекта — 10 га; состав 10Ос + Б; густота — 1410 деревьев на 1 га; полнота — 0,73; диаметр осины — 12,2 см, березы — 14,0 см; высота осины — 16,0 м, березы — 17,0 м; запас — 141 м³ на 1 га.

Почва легкосуглинистая, слабоподзолистая, свежая; положение ровное. Подлесок редкий из рябины. Подрост 10Е, средней высотой 1,5 м, до 4 тыс. экземпляров на 1 га. Напочвенный покров из кислицы, костяники, майника двулистного и блестящих мхов.

Проследим за ходом очищения стволов осины от сучьев. Согласно классификации А. В. Давыдова, для рассматриваемого осинника установлено протяжение зон сучко-

Таблица 1

Возраст, лет	Прирост по диаметру в среднем за 1 год, см, на модельных деревьях у корневой шейки (числитель) и на 1,3 м (знаменатель)					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
0—5	$\frac{0,32}{—}$	$\frac{0,28}{—}$	$\frac{0,30}{—}$	$\frac{0,30}{—}$	$\frac{0,26}{—}$	$\frac{0,34}{—}$
6—10	$\frac{0,36}{0,34}$	$\frac{0,48}{0,22}$	$\frac{0,46}{0,42}$	$\frac{0,46}{0,46}$	$\frac{0,44}{0,44}$	$\frac{0,56}{0,56}$
	$\frac{0,30}{0,24}$	$\frac{0,46}{0,44}$	$\frac{0,46}{0,42}$	$\frac{0,44}{0,36}$	$\frac{0,52}{0,48}$	$\frac{0,56}{0,54}$
16—20	$\frac{0,28}{0,20}$	$\frac{0,44}{0,42}$	$\frac{0,46}{0,38}$	$\frac{0,34}{0,34}$	$\frac{0,58}{0,48}$	$\frac{0,56}{0,50}$
	$\frac{0,24}{0,12}$	$\frac{0,36}{0,36}$	$\frac{0,46}{0,38}$	$\frac{0,46}{0,38}$	$\frac{0,60}{0,44}$	$\frac{0,56}{0,44}$
26—30	$\frac{0,10}{0,10}$	$\frac{0,22}{0,20}$	$\frac{0,34}{0,26}$	$\frac{0,40}{0,36}$	$\frac{0,44}{0,36}$	$\frac{0,48}{0,37}$
	$\frac{0,10}{0,10}$	$\frac{0,15}{0,10}$	$\frac{0,30}{0,20}$	$\frac{0,30}{0,25}$	$\frac{0,35}{0,35}$	$\frac{0,35}{0,30}$

Примечание. Возраст модельного дерева № 1 — 31 год, остальных 32 года.

ватости деревьев: чистая (без сучков) — 13,7%; мертвая (с мертвыми сучками или их пеньками) — 73,3%; живая (крона) — 13,0%.

Чем толще ствол, тем больше сухих пеньков зарастает здоровой древесиной в такой мере, что полностью закрывается доступ внутрь ствола как для инфекции, так и для воздуха; в результате этого прекращается дальнейшее развитие сердцевинной гнили.

В табл. 1 приводим данные о ходе прироста по диаметру в возрасте от 0 до 32 лет. Из данных этой таблицы следует, что наиболее интенсивный прирост наблюдается до 15—20 лет.

Прирост по диаметру у крупных моделей, взятых в прогалинах, в 3—3,5 раза выше, чем у более тонких стволов, растущих в густом стоянии. Данные хода роста модельных деревьев осины по высоте (табл. 2) свидетельствуют об этом же.

Таблица 2

Но- мер мо- дели	Диаметр без коры, см	Высо- та, м	Возраст дерева, лет, при котором оно достигло высоты, м									
			0,65	1,3	2,3	4,3	6,3	8,3	10,3	12,3	14,3	16,3
1	6,1	12,2	2	3	4	8	11	13	20	—	—	—
2	9,5	16,3	2	3	4	8	11	14	18	19	23	—
3	11,2	17,1	1	2	3	7	9	13	15	18	22	—
4	11,4	17,2	1	2	3	5	9	14	15	18	22	—
5	12,5	18,5	1	2	3	6	9	11	14	18	20	25
6	13,7	19 0	1	2	3	4	8	11	13	18	20	24

Наиболее интенсивный рост осины наблюдается до 18-летнего возраста, а затем, в силу перегущенности и взаимного подавления деревьев, энергия роста их понижается. В то же время начинает усиленно развиваться сердцевинная гниль в связи с интенсивным отмиранием нижних сучьев, вызванным чрезмерным затенением.

Все это указывает на необходимость именно в этом возрасте провести сильное разреживание древостоя, с удалением не менее 50—60% по запасу и 70—75% по числу стволов. Примерно такие же сильные разовые разреживания в молодняках осины мы рекомендовали еще в 1935 г. [1].

Столь резкое разреживание необходимо, чтобы прекратить дальнейшее усыхание нижних сучков в уцелевшей части живой кроны, вызвать взрыв прироста по диаметру и тем самым достигнуть зарастания сухих пеньков, прекратить доступ воздуха внутрь ствола и развитие инфекции. Данные А. В. Давыдова показывают также, что из пяти исследованных им пород (ель, сосна, ольха, береза, осина) осина менее других реагирует на слабые осветления.

Разреживание проводят так. Отбирают на 1 га 600—700 лучших деревьев осины с наименьшим количеством сухих сучков, наиболее полнодревесных, более или менее равномерно размещенных по площади. Все деревья, заполняющие пространство между отобранными, удаляют независимо от породы и состояния.

Сухие сучья и их пеньки, расположенные на высоте до 5 м, желательно сбивать легкой гладкой тростью. Трудовые затраты при этом составят 1 чел.-день на 1 га. В дальнейшем до главной рубки в 40—50 лет не потребуется никакого дополнительного ухода за деревьями. Спливание сучков заподлицо мелкозубой ножовкой, насаженной на двухметровый шест, удвоило бы трудовые затраты, но зато на 2—3 года ускорило бы зарастание их здоровой древесиной и намного замедлило бы развитие гнили. Если затратить еще один рабочий день на смазывание мест опилов сучков дегтем или смолой, то будет гарантировано полное прекращение дальнейшего развития гнили. Можно уверенно сказать, что при такой организации работ в условиях осинника кислочного здоровая древесина в каждом стволе будет составлять 70—80%, а сердцевинная гниль останется в виде стержня в самом центре ствола и не будет иметь практического значения.

Хотелось бы, чтобы работники лесного хозяйства заложили у себя в лесничествах небольшие опытные участки в осинниках II (и выше) класса бонитета с целью уточнения технологического процесса, норм затрат рабочей силы и внесли рационализаторские предложения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. В. Давыдов. Рубки ухода за лесом (руководство для персонала леспромхоза). Гослестехиздат, Л., 1935. [2]. А. С. Костылев. О выращивании здоровой осины. Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству ЛенНИИЛХ, вып. VIII, изд-во «Лесная промышленность», М., 1964.

УДК 674.031.623.23

ТРАНСПИРАЦИЯ ТОПОЛЕЙ В ПЛАКОРНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ДОНА

Л. Д. МАКСАЕВА

(Донская лесная опытная станция)

В последние годы большое внимание уделяется выращиванию и оценке новых видов и сортов тополей. Тополя широко внедряют в защитное лесоразведение; в связи с чем важно знать особенности их водного режима в условиях засушливого климата. Интенсивность транспирации мы изучали в течение 2 лет в трехрядной ветроломной полосе нагорной части Дубровского совхоза Вешенского района Ростовской области. Полоса была заложена в 1962 г. по глубокой (40—50 см) плантажной вспашке на маломощных южных черноземах. Направление рядов с севера на юг, длина полосы 1 км. Размещение посадочных мест 3×2 м. Под наблюдение были взяты гибридный тополь осокорь × берлинский № 5, высаженный в крайнем ряду с запада (145 шт.), тополя душистый (256 шт.) и Пионер (331 шт.), посаженные в крайнем ряду с востока. Глубина грунтовых вод 18—20 м. Почва увлажнялась атмосферными осадками. Годовая сумма осадков 350—400 мм, из которых 250 мм выпадают за период активной вегетации.

Средняя интенсивность транспирации тополей с момента полного облиствения по 15—20 сентября была определена нами в 1964—1965 гг. методом быстрого взвешивания, предложенным Л. А. Ивановым. Исследования проводили с 6 до 19 часов. Побеги отбирали из средней части кроны только здоровые, нормально облиственные, независимо от степени их освещенности.

В табл. 1 и на рис. 1, 2, 3 приведены данные средней интенсивности транспирации тополей в условиях Среднего Дона. Результаты показали, что средняя интенсивность транспирации довольно значительна и зависит от сортовых особенностей.

Наиболее интенсивная транспирация наблюдается у гибридного тополя осокорь × берлинский № 5. Рост тополей также имеет свои особенности. В трехлетнем возрасте средняя высота тополей следующая: душистого 366 см, Пионера 322 см и осокорь ×

Таблица 1

Вид и сорт тополя	Средняя интенсивность транспирации, мг/г сырого веса листьев в час, по месяцам				
	июнь	июль	август	сентябрь	за вегетационный период
Душистый	436	372	272	221	325
Пионер	535	363	244	219	340
Осокорь × берлинский № 5	671	475	313	262	432

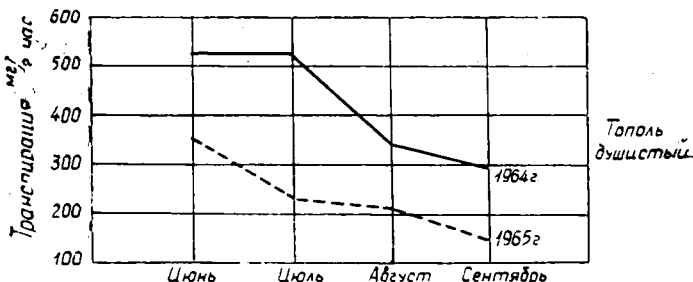


Рис. 1.

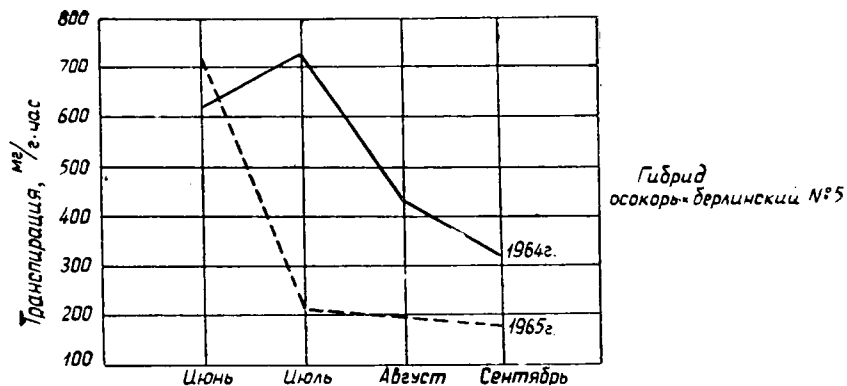


Рис. 2.

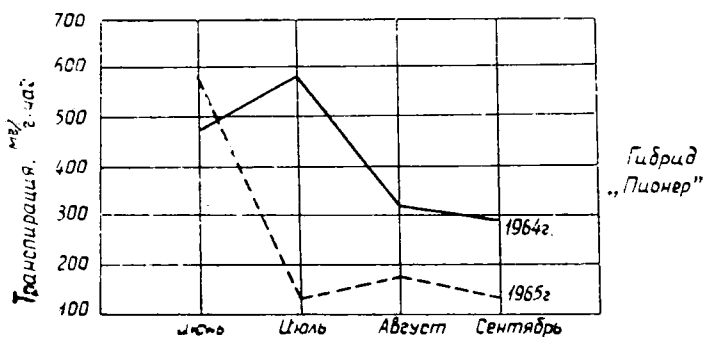


Рис. 3.

берлинский № 5 412 см. Тополя, транспирующие больше влаги, имеют лучшие показатели роста в высоту и толщину.

Данные о запасе доступной для растений влаги в корнеобитаемом слое почвы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Глубина, см	Запас доступной для растений влаги в корнеобитаемом слое почвы, мм, по месяцам			
	июнь	июль	август	сентябрь
0—100	66,4	81,7	47	21,3
	101,3	38,6	19,5	9,6
0—150	118,6	118	62,7	62,3
	137,9	73,3	46,1	21,8

Примечание. В числителе данные для 1964 г.; в знаменателе — для 1965 г.

А. В. Прилуцкий (1965 г.) считает оптимальными условиями для роста тополей такие, когда в корнеобитаемом слое почвы имеется 150—200 мм доступной влаги. В нашем случае достаточное количество влаги отмечено в июне и июле, в месяцы наиболее интенсивного роста тополей. В августе большинство тополей заканчивает свой рост. Следовательно, в плакорных условиях вполне возможна культура тополей при высоком уровне агротехники; при этом от посадки гибридного тополя осокорь X

берлинский № 5 следует отказаться, а Пионер и душистый следует ввести в ассортимент пород для защитного лесоразведения.

Расход воды тополями на транспирацию был определен для каждого вида и сорта. В пересчете на 1 га насчитывается 1600 стволиков тополей с массой транспирационного аппарата в весовом выражении: у гибрида осокорь × берлинский № 5 — 11 т, у Пионера — 4,1 т, у душистого — 7,4 т. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Год	Расход воды, мм, на транспирацию тополя		
	Пионер	осокорь × берлинский № 5	душистого
1964	226	387	245
1965	263	414	274

Из данных табл. 3 видно, что расход воды насаждением зависит от сортовых особенностей тополей. Так, осокорь × берлинский № 5 в 4-летнем возрасте расходует влаги больше, чем годовая сумма осадков. Следовательно, этот тополь непригоден для посадки в плакорных условиях. Вводя тополя душистый и Пионер в защитные посадки плато, мы создаем устойчивые и долговечные насаждения высокой продуктивности.

В результате исследований можно сделать вывод, что тополя душистый и Пионер следует ввести в ассортимент пород для защитного лесоразведения в условиях Среднего Дона.

УДК 634. 0.9

ЛЕСНАЯ ТИПОЛОГИЯ НА СЛУЖБЕ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ПОЧВ И ГРУНТОВ

А. М. БЕРЕЗИН, Е. И. ВАВИЛОВ, А. А. ГРИГОРЬЕВ

(Лаборатория аэрометодов МГ СССР)

Изучение лесных почв по аэроснимкам по существу сводится к дешифрированию типов леса, лесные сообщества которых, непосредственно изображающиеся на аэроснимках, вместе с рельефом являются индикаторами почвогрунтов.

Методика работ включала в себя три периода: камеральный предварительный, полевой и камеральный послеполевой. В наземных работах на профилях и маршрутах типы леса описывали с учетом методических указаний [3], а признаки, по которым производили дешифрирование, были приняты на основе литературных источников и многолетних наблюдений автора. В работах использовали черно-белые и спектрально-зональные аэроснимки масштабов 1 : 10 000, 1 : 17 000 и 1 : 25 000.

Участок исследования, площадью 200 км², расположен на территории Ленинградской области, к юго-востоку от Ладожского озера, в пределах плоской озерно-ледниковой равнины, частично на абрадированной моренной равнине, входит в подзону южной тайги с южно-таежными лесами. Исходным материалом для изучения взаимосвязей леса с почво-грунтами на участке послужили результаты обработки данных по 400 точкам полевых наблюдений геоморфолога, почвоведа и лесоведа, работавших совместно. В каждой точке производили описание растительности, рельефа, почв и грунтов (почвенные ямы углубляли бурением до 4—5 м). Многолетний опыт работы по изучению индикаторной роли древесной растительности при дешифрировании почв и грунтов показал целесообразность систематизации материала по четвертичным отложениям с учетом их мощности и по рельефу.

Озерно-ледниковые отложения. Пески мощностью до 1—2 м мелко- и тонкозернистые, пылеватые, кварцевые, хорошо отсортированные, однородные, подстилаются супесями и суглинками. Самыми распространенными на данных отложениях типами леса для плакорных условий являются сосняки-черничники, развитые на торфянисто-подзолисто-глеевых почвах в комплексе со средние и сильноподзолистыми иллювиально-железистыми песчаными почвами, подстилаемыми песками и суглинками. Уровень грунтовых вод колеблется от 0,8 до 1,5 м. Средний состав древостоев 7С1Е1В1Ос, полнота 0,8; III класс бонитета. Коэффициент участия сосны в составе колеблется от 4 до 10. Ель участвует в составе насаждений с коэффициентом 1—3, береза и осина — с коэффициентом 1—2.

Признаки дешифрирования: тон фотоизображения полога серый; однообразный рисунок, типичный для сосняков, нарушается примесью ели и лиственных пород и выглядит более пестрым на спектрональных аэроснимках, на зеленом фоне сосновых крон отчетливо заметны желто-оранжевые кроны березы и осины.

На песках мощностью свыше 2—3 м доминируют сосняки-брусничники, произрастающие на слабо- и среднеподзолистых почвах. Уровень грунтовых вод 1,5—3 м. Средний состав древостоев 8С1Б1Е; полнота 0,7; III класс бонитета. Коэффициент участия в составе сосны колеблется от 7 до 10, березы и ели — от 1 до 3.

По вершинам древнеозерных валов, сложенных мощными песками (до 10 м), в условиях глубокого залегания уровня грунтовых вод (свыше 3,0 м) встречаются сосняки лишайниковые, древостои которых представлены чистой сосной III класса бонитета с полнотой 0,6. Сосняки лишайниковые дешифрируются по приуроченности к вершинам древнеозерных валов и чистому разреженному сосновому древостою, сквозь полог которого на аэроснимках заметен лишайниковый покров.

На супесях мощностью до 2 м преобладают ельники-черничники, развивающиеся на сильноподзолистых глееватых супесчаных почвах, подстилаемых супесями и суглинками. Уровень грунтовых вод колеблется от 1,5 до 2,5 м. Средний состав древостоев 7Е1С1Б1Ос, причем коэффициент участия в составе ели колеблется от 6 до 10, примесь других пород равномерная. Эти насаждения дешифрируются по наиболее темному тону фотоизображения (по сравнению с соседними участками) и высокой сомкнутости (0,7) полога. Под стереоскопом заметна разновысотность деревьев в пологе и постоянная примесь осины с крупными кронами светлого тона, размещающимися в пологе группами.

Суглинки мощностью до 3 м и более являются богатым субстратом для произрастания наиболее производительных насаждений с преобладанием как хвойных, так и лиственных древесных пород. Самыми распространенными типами леса на суглинках являются ельники-кисличники, произрастающие в плакорных условиях на слабоподзолистых почвах в комплексе с дерново-слабо- и среднеподзолистыми почвами супесчаного и суглинистого состава, подстилаемыми суглинками. Уровень грунтовых вод около 2,0 м. Состав древостоев смешанный 6Е2Б2Ос; полнота 0,7, II класс бонитета. Коэффициент участия в составе ели варьирует от 4 до 10. Береза и осина присутствуют в составе с коэффициентом от 1 до 4. Признаки дешифрирования: темно-серый или темный тип рисунка фотоизображения с пятнами более светлого тона (береза и осина). Особенно это хорошо заметно на спектрональных аэроснимках. Полог насаждений разновысотный из-за разновозрастности ели и смешанного состава насаждений. На аэроснимках хорошо заметна примесь осины к ели по крупным, куртинно расположенным в пологе кронам. Границы между смежными участками отчетливые.

На суглинках мощностью 1—2 м на коренных породах (известняках, глинах) доминируют осинники злаково-разнотравные. Почвы дерново-слабо- и среднеподзолистые, суглинистые, подстилаемые суглинками.

Флювиогляциальные отложения представлены гравелистыми песками озов. К ним приурочены сосняки-брусничники, которые занимают вершины, верхние и реже средние части склонов озов. Почвы среднеподзолистые песчаные и супесчаные на песках. Уровень грунтовых вод находится у основания озов. Средний состав древостоев 7С1Е2Б; полнота 0,7; III класс бонитета. Коэффициент участия в составе сосны колеблется от 6 до 9.

Аллювиальные и пролювиально-аллювиальные отложения распространены по днищам ложбин и небольших долин, где они слагают пойменные террасы. Отложения представлены нерасчлененным комплексом супесей и суглинков, сильно заиленных, местами перекрытых небольшим слоем торфа. Уровень грунтовых вод 0,5—1,0 м. К этим отложениям приурочены преимущественно ольшаники травяно-таволговые, развивающиеся на дерново-аллювиально-глеевых супесчаных почвах на слоистых аллювиальных наносах. Насаждения представлены преимущественно молодняками ольхи серой с примесью березы, ивы, осины. Средний состав лесных сообществ (8—10)Ол.с1Б1Ос; полнота 0,6; II класс бонитета. Дешифрируются ольшаники травяно-таволговые по положению участков в рельефе, по светло-серому тону фотоизображения ольхи серой на черно-белых аэроснимках и по оранжевому цвету на спектрональных.

Органогенные (болотные) отложения имеют широкое распространение и приурочены к замкнутым котловинам водораздельных участков озерно-ледниковой равнины, древним проточным котловинам, днищам логов.

Сосняки сфагновые доминируют на торфяных почвах верхового типа различной мощности, подстилаемых песками. На торфяниках низинного типа различной мощности произрастают ельники травяно-таволговые. Почвы торфяные различной мощности низинного типа и торфяно-глеевые, подстилаемые озерно-ледниковыми суглинками. Состав древостоев смешанный — (4—7)Е(2—4)Б1С; полнота 0,7; III—IV класс бонитета. К торфяникам переходного типа приурочены березняки травяно-таволговые.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Белов. Аэрофотосъемка лесов. Изд. АН СССР, М.—Л., 1959.
 [2]. Г. Г. Самойловнч. Применение аэроснимков при изучении типов леса. Сб. «Применение аэрометодов в ландшафтных исследованиях». Изд. АН СССР, М.—Л., 1961. [3]. В. Н. Сукачев, С. В. Зонн. Методические указания по изучению типов леса. Изд. 2, АН СССР, М., 1961.

УДК 634.0.114

О НЕКОТОРЫХ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВ ПОД ДУБОВЫМИ ДРЕВОСТОЯМИ

А. Ф. ЧЕРКАСОВ

(Костромская ЛОС)

Мы исследовали водно-физические свойства светло-серых, серых и темно-серых супесчаных почв, наиболее распространенных в Правобережном лесничестве учебно-опытного лесхоза ВЛТИ.

Насаждения, произрастающие на них и явившиеся, наряду с почвой, объектом изучения, представлены в основном дубняками третьего — четвертого вегетативных поколений в возрасте от 22 до 55 лет. Древостой развивается в режиме слабоинтенсивных рубок ухода и имеют среднюю общую полноту 0,85 (основной ярус — 0,70, подчиненный — 0,15). В молодом возрасте к дубу в значительной мере примешаны осина, липа, клен, ясень (до 50%), в более старых насаждениях участие этих пород снижается до 15—20%. Второй ярус представлен дубом и его спутниками — липой и кленом. Доля участия их в составе уменьшается с возрастом. Подлесок обычно редкий и средней густоты и состоит из лещины, бересклета бородавчатого, липы и других пород. В травяном покрове чаще всего встречаются осока волосистая и сныть обыкновенная, режа — звездчатка ланцетолистная, копытень европейский, сочевичник весенний, фиалка удивительная и др.

Одна из характерных особенностей дубняков — развитие их по линии убывающей интенсивности роста, то есть снижения класса бонитета с возрастом.

Под насаждениями разного возраста и состава мы сделали 19 почвенных разрезов. Серые почвы по механическому составу средне- и тяжело-супесчаные.

Удельный вес твердой фазы супесчаных почв (истинный удельный вес) колеблется от 2,43 в аккумулятивном горизонте до 2,66 в горизонте В. Объемный вес или удельный вес скелета почвы повышается с увеличением глубины от 0,70 до 1,25 г/см³.

Сквозность или общая порозность в перегнойно-аккумулятивном горизонте достигает 58—65%. С глубиной она снижается до 52%. Общая сквозность почв (особенно верхнего горизонта), как правило, выше под старыми древостоями, что, по-видимому, объясняется увеличением с возрастом массы корней древесной и травянистой растительности, оказывающих разрыхляющее действие на почву, и постепенным накоплением перегноя за счет древесного и травяного опада.

Запасы почвенной влаги сильно варьируют в течение вегетационного периода. Весной они возрастают (благодаря осенним и зимним осадкам), летом резко уменьшаются (в результате повышения инсоляции, вызывающей сильное испарение влаги с поверхности почвы, и высокой энергии роста деревьев в середине периода вегетации, увеличивающей транспирацию воды растительностью), и снова повышаются к осени, когда усиливаются осадки, снижается инсоляция и падает энергия роста деревьев. Эти изменения закономерны для всей толщ почвы (до 200 см). Сезонные колебания запаса воды в условии принятом однометровом, корнеобитаемом слое почвы более резки. На глубине 100—150 см они менее значительны.

Под 22-летними и 55-летними насаждениями почва влажнее, чем под 40—45-летними. Этот факт хорошо согласуется с ходом текущего прироста по объему древесины в порослевых дубняках на супесках. В других работах* мы показали, что текущий прирост достигает своего максимума в 45 лет. К этому возрасту наблюдается наибольшее иссушение почвы.

На запасы воды в почве заметное влияние оказывает состав насаждений. В почвах под дубово-осиновыми древостоями запасы влаги меньше, чем под кленово-липовыми дубняками.

* А. Ф. Черкасов. Текущий прирост по объему в порослевых дубравах. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1967.

С водным режимом почвы тесно связан ее воздушный режим. В супесчаных почвах 38—65% пор заняты воздухом.

Аэрация почв — величина динамичная. Она понижается в начале и в конце вегетации и увеличивается в середине этого периода. Наибольшие колебания аэрации наблюдаются в верхнем 20-сантиметровом слое почвы. В нижележащих горизонтах она изменяется незначительно.

УДК 634.0.453

РОЛЬ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ИЗМЕНЕНИИ ЧИСЛЕННОСТИ ВОСТОЧНОГО МАЙСКОГО ХРУЩА

В. И. ОХОТНИКОВ

Марийская станция по борьбе с вредителями и болезнями растений (леса)

Восточный майский хрущ (*Melolontha hippocastani* Fabr.) — один из наиболее опасных и широко распространенных лесных вредителей. Он ежегодно наносит громадный ущерб лесному хозяйству.

Как известно, существенным фактором ограничения массового размножения вредных насекомых являются их болезни, вызываемые различными микроорганизмами. Однако вопрос о болезнях восточного майского хруща до настоящего времени изучен очень слабо [1].

Роль микроорганизмов в изменении численности хруща мы изучали путем почвенных раскопок (размеры ям 1×1 м, глубина от 0,5 до 1,2 м в зависимости от глубины залегания хруща). Полевые работы выполнялись в шести лесхозах и леспромхозах Марийской АССР. Всего за 3 года (1964—1966 гг.) нами исследовано 7510 почвенных ям. При раскопках производили учет здоровых, больных и мертвых личинок, куколок и имаго хруща. Результаты раскопок записывали в учетную карточку, куда вносили также дополнительные сведения: болезни хруща, мощность гумусового горизонта и др.

Болезни вредителя в полевых условиях устанавливали по внешним признакам (цвет и твердость тела, подвижность, наличие мицелия гриба и т. д.). Сбор и хранение больных и мертвых особей, а также лабораторное их исследование производили по способам, рекомендованным А. А. Евлаховой и О. И. Швецовой [2].

Результаты исследований по выявлению возбудителей болезней хруща в лесах Марийской АССР приведены в табл. 1.

Всего нами было исследовано 455 больных и мертвых особей хруща.

Таблица 1

Наименование возбудителя	Количество особей, при исследовании которых обнаружен возбудитель	Относительная встречаемость, % от общего количества больных особей
Грибы: <i>Beauveria tenella</i> (Del.) Siem.	219	48,2
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.	12	2,6
Бактерии: <i>Bacillus thuringiensis</i>	31	6,8
<i>Coccobacillus</i> sp.	18	4,0
Простейшие: <i>Nosema (Plistophora)</i>		
<i>melolonthae</i> (Krieg) Huger	22	4,8
<i>Thelohania</i> sp.	26	5,7
Два или более возбудителя (смешанные болезни) .	127	27,9

Наибольшее количество особей погибло от патогенного гриба *B. tenella*, значительно меньший процент падает на бактерии и простейшие, и совсем редко встречается патогенный гриб *B. bassiana*.

Большое распространение имеют смешанные болезни, вызываемые двумя или несколькими возбудителями. У майского хруща нами выявлены: мюскардиоз с бактериозом, мюскардиоз с протозоонозом, протозооноз с бактериозом (рис. 1).

Внешние симптомы заболеваний личинок майского хруща следующие.

Мюскардиоз, вызываемый патогенными грибами *B. tenella* и *B. bassiana*, — личинка розовеет, твердеет, мумифицируется, наружу прорастает мицелий с конидиальным налетом белого цвета (рис. 2).

Бактериоз — личинка становится малоподвижной, тело приобретает коричневую или черную окраску, кишечник распадается, характерен неприятный запах и быстрое

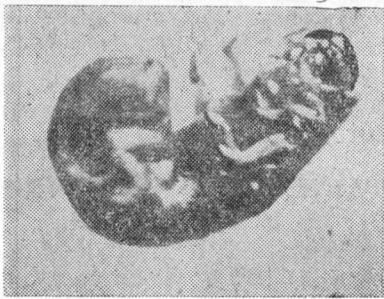


Рис. 1. Личинка майского хруща, погибшая от смешанного (бактериального и грибного) заболевания. Характерно наличие мицелия и темного пятна.

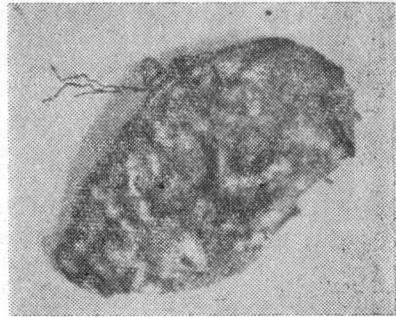


Рис. 2. Личинка майского хруща, погибшая от белой мюскардины. Тело покрыто чехлом из мицелия гриба *Beauveria tenella* и частиц почвы.

разложение тела после смерти (в июне при средней температуре 22°C и влажности почвы 7—8% наблюдались случаи полного разложения тела личинок за 6—7 дней).

Протозооноз — личинка отстаёт в росте, истощается, тело постепенно усыхает, появляются тёмные пятна, окраска тела становится коричнево-красной. Личинки, погибшие от протозойного заболевания, разлагаются более медленно, за 30—40 дней.

Личинки майского хруща, погибшие от патогенных микроорганизмов, разлагаются в почве довольно быстро, поэтому при однократном обследовании почвы часть их остаётся невыявленной [3]. Это обстоятельство необходимо иметь в виду при оценке роли микроорганизмов в уменьшении численности майского хруща в почве.

Данные учёта, проведенного нами при однократных раскопках в мае—октябре 1964—1966 гг., показали, что гибель майского хруща от патогенных микроорганизмов в общем незначительна и составила в среднем в 1964 г. лишь 1,7%, в 1965 г. — 2,1% и в 1966 г. — 2,3% от общего количества особей.

Нас, естественно, интересовал вопрос — сколько хруща погибает от патогенных микроорганизмов на определенных участках в течение нескольких весенне-летне-осенних сезонов. Для изучения этого вопроса мы исследовали постоянные участки леса, почвенные раскопки на которых производились ежемесячно в течение мая—октября 1964, 1965 и 1966 гг. Наблюдения вели на восьми постоянных пробных площадях, заложенных в разных типах леса в Куярском лесхозе и Волжском леспромхозе Марийской АССР.

Гибель майского хруща от патогенов на постоянных пробных площадях характеризуется данными табл. 2 (каждый год закладывали по 60 почвенных ям).

Таблица 2

№ пробной площади	Лесничество, № квартала	Процент гибели хруща по годам			
		1964	1965	1966	всего за три сезона
Сухой бор					
1	Красный Мост, 62	1,7	4,5	5,7	11,9
2	Визимьярское, 84	2,8	10,5	8,2	21,3
3	Куярское, 5	6,8	5,4	11,6	23,8
Свежий бор					
4	Визимьярское, 94	6,5	17,4	8,9	32,0
5	Красный Мост, 68	12,9	16,1	21,5	50,5
6	" " 69	5,7	7,2	9,5	22,4
7	Куярское, " 5	29,4	27,7	19,7	76,8
Влажный бор					
8	Куярское, 5	21,5	18,8	17,5	57,8

Приведенные в таблице данные свидетельствуют, что от патогенных микроорганизмов погибает довольно значительная часть особей хруща (в среднем 35,4% за три весенне-летне-осенних сезона).

Наивысшая смертность хруща от патогенных микроорганизмов была во влажном бору (57,8%), средняя — в свежем бору (45,6%), наименьшая — в сухом бору (22,3%). Особенно большая смертность выявлена на пробных площадях № 7 и 8 в квартале 5 Куярского лесничества, где за три сезона погибло 57,8—76,8% всех особей хруща. Эти пробы характеризуются наличием относительно богатых почв с мощным гумусовым горизонтом.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о существенном значении микроорганизмов в ограничении численности майского хруща. При этом необходимо иметь в виду, что даже при ежемесячных раскопках в мае — октябре полностью учесть гибель хруща затруднительно, в связи с быстрым разложением личинок в почве, особенно в летние месяцы при высокой температуре и влажности.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. С. Аверкиев. Основные проблемы и задачи микробиологической борьбы с майскими хрущами. Журн. «Микробиология» № 2, 1965. [2]. А. А. Евлахова, О. И. Швецова. Наставление по изучению болезней насекомых и применению микробиологического метода защиты растений. Изд. АН СССР, М.—Л., 1953. [3]. В. И. Охотников. Влияние экологических факторов на зараженность майского хруща патогенными микроорганизмами. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1966.

УДК 581.1 : 674.032.475.8

ЦВЕТЕНИЕ, ПЛОДОНОШЕНИЕ И КАЧЕСТВО СЕМЯН КЕДРА СИБИРСКОГО В ОКРЕСТНОСТЯХ ЛЕНИНГРАДА

М. М. ИГНАТЕНКО

(Трест лесопарковой зоны г. Ленинграда)

Кедр сибирский, или сосна сибирская — *Pinus sibirica* (Rupr.) Maug. — ценная древесная порода. За декоративность, ценные плоды, неприхотливость к почвенно-климатическим условиям эту породу издавна разводят в нашей стране и не только в естественном ареале, но и за его пределами.

Имеются литературные данные об искусственном разведении кедра сибирского л под Ленинградом [11], [1], [8], [13], [16].

По данным многих авторов, цветение кедра сибирского при свободном стоянии деревьев начинается с 20—25 лет [2], [10], [12]. Мы наблюдали более раннее семеношение *Pinus sibirica* под Ленинградом. Девятилетние саженцы в 1964 г. начали цветение, а в 10 лет у одного из них выросла шишка, которая достигла нормальной величины (рис. 1) и имела вполне доброкачественные семена. Семеношению саженцев в таком раннем возрасте способствовала их пересадка, стимулирующая образование генеративных органов [6]. В Глуховском лесном питомнике (Ломоносовский район, Ленинградской области) из 124 саженцев кедра, растущих в квартале № 11, у 18 особей в 12-летнем возрасте также образовались пыльниковые и семенные шишки. Этому способствовало, по нашему мнению, достаточное освещение саженцев, хороший уход за ними, плодородная (богатая известью) почва и неоднократная пересадка саженцев [4].

Важнейший показатель в акклиматизации интродуцируемых пород, в том числе и кедра сибирского — их цветение, плодоношение и качество семян в новых условиях. Для исследования этих показателей взяты плодоносящие деревья кедра сибирского, искусственно высаженные еще в прошлых столетиях в окрестностях Ленинграда — на южном и северном берегах Финского залива (в насаждениях Зеленогорска, Петродворца, Стрельны, Колтушей и т. д.).

Возраст исследуемых деревьев 70—250 лет. Почвы супесчаные, средняя годовая температура воздуха +3,6°C (максимальная +35,2°C, минимальная — 45°C). Осадков выпадает до 600 мм в год. Воздух повышенной влажности.

Исследуемые деревья выросли на свободе, вследствие чего все они характеризуются низкими штамбами и широкими густыми кронами [3], [4], [5]. Диаметр кроны достигает 7—9 м. Большинство деревьев многовершинны (4—6 и даже 8 вершин). На многовершинности кедров, даже в ареале их естественного произрастания, указывали и другие авторы ([7], [15], [9], [17] и др.). Некоторые деревья кедра в исследуемом районе достигают в высоту 18—19 м и 64—68 см в диаметре.

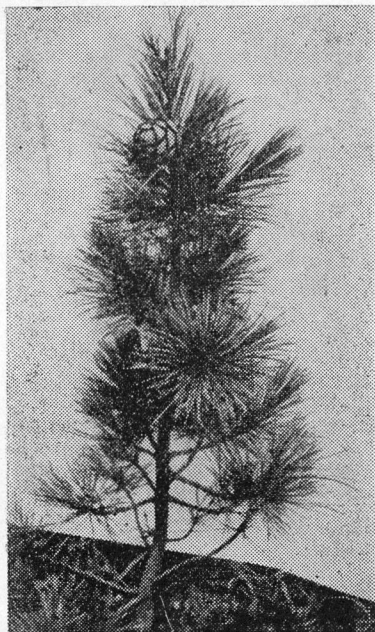


Рис. 1. Плодоносящий 10-летний кедр, высота 74 см.

Естественное возобновление кедрa встречается очень редко, так как шишки почти полностью собирают местные жители и уничтожают дятлы.

Согласно многолетним данным, рост побегов кедрa в исследуемом районе начинается во второй половине мая и продолжается 25—35 дней (наиболее интенсивен с 5 по 10 июня). Средне-суточный прирост 10-летних саженцев за вегетационный период составил 6,0 мм. В третьей декаде июня рост побегов заканчивается, хвоя же продолжает расти еще в течение месяца — до второй половины июля.

Цветет кедр в середине июня, то есть во время окончания роста побегов. В каждом мужском соцветии содержится от 3 до 28 микроспорофиллов (тычинок) разных по размеру: у основания соцветия они крупнее, чем у вершины. Пыльца вылетает в течение 5—6 дней. Пыльцеловуловителями, установленными 27 июня 1965 г. (во время полного цветения кедрa), пыльца *Pinus sibirica* обнаружена на расстоянии 230 м от цветущего дерева. Анализ качества пыльцы показывает, что жизнеспособность ее выше 80%.

Женские цветки — шишечки (малинового цвета с мягкими чешуйками) появляются на концах годичных побегов текущего года (когда последние заканчивают свой рост) рядом с конечными почками. Через 10—15 дней после опыления чешуйки женских шишечек становятся твердыми. Средняя длина шишечек в это время 8—10 мм, диаметр у основания — 6—8 мм. Постепенно они зеленеют, а к осени приобретают серый цвет. К концу августа шишечки достигают 1,2—1,4 см в длину и в таком состоянии зимуют. Весной рост шишек под Ленинградом

начинается во второй половине мая. Они быстро увеличиваются в размере и уже во второй половине (ко времени цветения кедров) достигают нормальных размеров.

Несмотря на однодомность кедрa, при наших исследованиях были выявлены плодоносящие деревья с мужским типом цветения и с женским, как это было отмечено для сосны Л. Ф. Правдиным [14] и при плодоношении кедрa в Западной Сибири — Т. П. Некрасовой [10].

Семена (орехи) *Pinus sibirica* созревают под Ленинградом в сентябре следующего после цветения года. Таким образом, от цветения до созревания семян в данной местности проходит около 15 месяцев.

Шишки кедрa с семенами начинают опадать с начала сентября и к концу октября полностью осыпаются с деревьев. Много незрелых шишек уничтожают дятлы.

Хорошие условия освещения способствовали образованию мощной густой кроны, что явно оказало влияние на плодоношение и урожайность кедрa. У некоторых деревьев шишки растут даже на нижних сучьях. На многих побегах в урожайные годы бывает по 3—4 и более шишек в пучке. Свободно растущие кедрy плодоносят через 2—1 год, а некоторые и ежегодно.

Обследования 169 плодоносящих деревьев кедрa, проведенные в 1963—1965 гг., показали, что максимальное количество шишек на одном дереве достигло 786 шт.

Шишки и семена, собранные под Ленинградом из урожая 1965 г., характеризуются следующими показателями: средняя длина шишек — 5,1 см; средний диаметр у основания — 4,8 см; средний вес одной шишки в воздушно сухом состоянии — 26,7 г; среднее число семенных чешуй, приходящихся на одну шишку, — 64 шт., в том числе: плодущих — 35 шт. (из них по 2 семени — 27 шт., по 1 семени — 8 шт.), неплодущих — 29 шт.; средний выход семян из одной шишки — 62 шт., в том числе: полных — 51 шт., пустых — 11 шт., полнозернистость — 82,2%, средний выход орехов — 56,5% от веса шишки; средний вес сухих семян из одной шишки — 15,1 г; средний вес 1 тыс. орехов — 243 г; длина орехов — 11,4 мм; диаметр у основания — 7,0 мм; выход ядра — 43,04% от веса орехов; содержание жира в ядре орехов — 61,77%; всхожесть семян — 68%; отношение веса сухих семян к весу шишек — 1 : 1,7.

Все эти данные свидетельствуют о нормальном плодоношении кедрa сибирского, что является важнейшим показателем его акклиматизации в данной местности.

Для обогащения видового состава, улучшения декоративных качеств насаждений лесопарковой зоны Ленинграда с 1963 г. по 1967 г. в лесах Стрельнинского и Всеволожского парков посажено более 20 тыс. сеянцев и 7,5 тыс. саженцев кедрa сибирского. Много саженцев выращивается в питомниках лесопарковой зоны. Куль-

туры кедр чувствуют себя хорошо, растут успешно, устойчивы к почвенно-климатическим условиям данной местности.

Приведенные нами данные о росте, цветении, плодоношении, урожайности и качестве семян кедр сибирского в исследуемом районе указывают на широкие возможности разведения его в окрестностях Ленинграда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Барышевцев. Кедровики — плодовые сады. «Лесной журнал», 1—2, 1917. [2]. А. И. Ванин. Дендрология, 1960. [3]. М. М. Игнатенко. Кедр вблизи Ленинграда. Журн. «Садоводство» № 10, 1964. [4]. М. М. Игнатенко. Кедр под Ленинградом. Журн. «Цветоводство» № 7, 1967. [5]. М. М. Игнатенко. Раннее цветение кедр сибирского. Журн. «Лесное хозяйство» № 2, 1967. [6]. М. М. Игнатенко. «Цветение» *Pinus sibirica* Мауг. в раннем возрасте. «Ботанический журнал» № 2, 1966. [7]. О. Г. Каппер. Хвойные экзоты. 1954. [8]. Ф. Кеппен. Дикорастущие древесные породы Европейской России. «Лесной журнал» № 12, 1880. [9]. Н. В. Кречетова, В. И. Штейникова. Плодоношение кедр корейского. 1963. [10]. Т. П. Некрасова. Плодоношение кедр в Западной Сибири. 1961. [11]. Об успехе посева шишек сибирского кедр в лесном и межвом институте и в Лисинском учебном лесничестве. «Лесной журнал», XI, 1840. [12]. М. Ф. Петров. Кедровые леса и их комплексное использование. 1961. [13]. М. Ф. Петров. Зеленый исполн. 1966. [14]. Л. Ф. Правдин. Половой деморфизм у сосны обыкновенной. Труды Института леса АН СССР, III, 1950. [15]. Л. Ф. Правдин. Селекция и семеноводство кедр сибирского. Труды Института леса и древесины АН СССР, т. LXII, 1963. [16]. Э. Регель. Русская дендрология, вып. 1, 1870. [17]. М. Н. Ширская. Культуры кедр сибирского в горных лесах Сибири. 1964.

УДК 634.0.232

О ПЕРСПЕКТИВАХ МЕХАНИЗАЦИИ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫХ РАБОТ НА ИЗБЫТОЧНО УВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВАХ ВЫРУБОК

И. А. ФАДИН, Л. Б. СМОЛЯНИЦКАЯ

(ЛенНИИЛХ)

Основную часть (50—60%) лесокультурного фонда в таежной зоне РСФСР представляют вырубки с избыточно увлажненными почвами. Производство культур на таких вырубках, в основном, осуществляется по двум схемам: 1) подготовка почвы одновальным плугом ПКЛ-70, ручная посадка сеянцев по пластам, ручной уход за культурами; 2) полосная расчистка вырубков от пней и валежника, подготовка почвы широкозахватными двухотвальными лесными плугами или лесными канавкопателями, ручная или машинная посадка сеянцев по пластам, ручной уход за культурами.

Первую схему применяют на свежих вырубках с количеством пней до 800 шт./га в черничниках влажных и частично долгомошниках, вторую — на свежих и старых вырубках во всех типах лесорастительных условий с избыточно увлажненными почвами.

Затраты денежных средств на выполнение немеханизированных операций от общей суммы затрат на производство культур составляют 66—76% в первой схеме (посадка культур и агротехнический уход за ними) и 27—43% во второй (агротехнический уход). Эти затраты будут еще больше, если учесть лесоводственный уход за культурами (осветления и прочистки). Механизация уходов упирается в разработку новой технологии и новых орудий для подготовки избыточно увлажненных почв под культуры.

На рис. 1 даны схемы расположения борозд и пластов, созданных различными плугами, с указанием местоположения гусениц (колес) тракторов при посадке культур и уходах за ними. Схемы 1 и 2 применяют в производстве, остальные схемы и соответствующие им плуги разрабатываются в ЛенНИИЛХе (3, 4, 5), ЛТА (6), ВНИИЛМе (7). При посадке культур и уходах за ними предполагается использовать трелевочный трактор ТДТ-55 или лесохозяйственный ЛХТ-55 в схемах 3, 4, 5, 7, узкогабаритный колесный Л-30 в схеме 6. В схемах 2, 4, 5, 6, 7 требуется предварительная полосная корчевка пней на вырубках. Схема 1 отличается от схемы 3 тем, что в первой плуг создает борозду между следами гусениц трактора, в третьей — по следу правой гусеницы. Предполагалось, что при таком расположении борозды корпус плуга меньше встречает препятствий на своем пути.

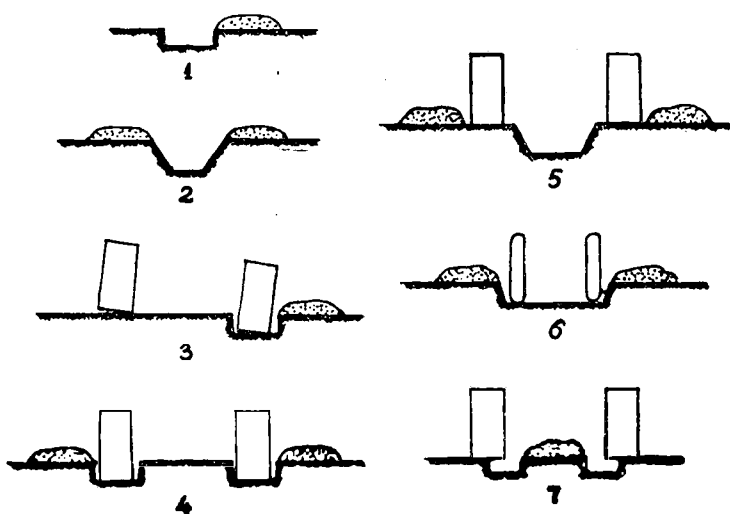


Рис. 1.

В 1965—1967 гг. ЛенНИИЛХом в Сиверском лесхозе (Ленинградская обл.) и Великолукском леспрохозе (Псковская обл.) на площади 34 га проведены испытания опытных образцов следующих плугов: однокорпусного одноотвального (работающего по схеме 3); двухкорпусного одноотвального с зеркальным расположением корпусов (схема 4); однокорпусного двухотвального с отодвиганием пластов от бровок борозды (схема 5) и свального СПН-140 (схема 7). Опытный образец плуга СПН-140 получен из ВНИИЛМа, остальные изготовлены в мастерских ЛенНИИЛХа. Испытания проводили на свежих вырубках в черничнике влажном: для схемы 3 — без полсной корчевки пней (среднее количество их 867 шт./га, состав в процентах 60Е30Б100с); для схем 4, 5 и 7 по предварительно раскорчеванным (расчищенным от пней и валежника) полосам.

При испытаниях однокорпусного одноотвального плуга, работающего по схеме 3, было установлено, что на 56% рабочего пути орудие создавало борозду со средней глубиной 23 см и пласт со средней шириной 43 см и толщиной 10 см и более; на 7% пути пласты находились в положении «на ребре», на 7% — завалились в борозду и на 3% — были тоньше 10 см (последние считались непригодными для механизированной посадки культур). Находящиеся на ребре пласты были, в основном, прижаты к пням, и завал их в борозду обусловлен упругостью корней древесных пород, пронизывающих пласты. На 27% рабочего пути орудие не работало: на 20% — из-за пней, на 7% вследствие забивания корпуса плуга мелкими порубочными остатками и корнями древесных пород. Размеры пластов, создаваемых работающими по схемам 4, 5 и 7 плугами, приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ схемы	Почва и ее влажность при проведении испытаний	Средняя глубина борозд, см	Рабочий путь плуга, %, на котором					
			нет пластов	име- ются пласты	толще 10 см и уже 40 см	из них		
						толщиной 10 см (и более) и шириной		
40 см и более	50 см и более	60 см и более						
4	Среднесуглинистая свежая	19	3	97	3	94	92	82
4	влажная	29	3	97	—	97	94	89
5	Легкосуглинистая свежая	34	7	93	20	73	42	17
5	Среднесуглинистая сырая	44	2	98	4	96	95	91
7	свежая	16	7	93	—	93	93	91

Из табл. 1 видно, что более устойчиво работали двухкорпусный одноотвалный плуг с зеркальным расположением корпусов (схема 4) и плуг СПН-140 (схема 7). Орудия не создавали пластов на месте ям от выкорчеванных пней, а в схеме 5 — также из-за потери почвы на бермах при отодвигании пластов от бровок борозды. Чем суше почва, тем больше такие потери.

Помимо пластов изучали проходимость трактора по бороздам и бермам при посадке культур и уходах за ними. Наибольшие опасения вызывала схема 4, но, как показали испытания, трактор ТДТ-55 не вязнул и не буксовал при проходе по бороздам во второй и третьей декадах октября 1967 г., когда выпало 236% осадков к среднему многолетнему количеству за данный период.

В целях установления сравнительной экономической эффективности новых технологий и плугов были определены затраты рабочей силы, прямые и частично косвенные (амортизация тракторов, машин и орудий) затраты денежных средств на производство 1 га культур по схемам, применяемым в производстве (1 и 2) и по вновь разрабатываемым (3—7). При проведении опытных работ были использованы: на полосной расчистке вырубок — корчевальная машина К-1А в агрегате с трактором Т-100МС; на подготовке почвы в схемах 1, 3, 7 соответствующие плуги в агрегате с трактором ТДТ-55, в схемах 2, 4, 5 — в агрегате с трактором Т-100МГС; на посадке семян в схемах 1, 3, 4, 7 — сажальный меч, в схемах 2, 5 — опытный образец машины СЛА-2М, разрабатываемой ЛенНИИЛХом; на уходе за культурами в схемах 1, 2 — обычная коса, в схемах 3, 4, 5, 7 — опытный образец опрыскивателя ТОЛ, разрабатываемого ЛенНИИЛХом, в агрегате с трактором ТДТ-55. При химическом уходе за культурами использовали самый эффективный гербицид — атразин. На всех механизированных операциях проводили фотохронометражные наблюдения.

Для получения сравнительных показателей затрат были приняты и в расчетах учтены: 1) ширина расчищенных от пней полос 3,5—4,0 м в схемах 2, 4, 5 и 2,8—3,0 м в схеме 7, длина полос на 1 га — 1,7 км в схемах 2, 4, 5 и 3,3 км в схеме 7, длина пластов на 1 га — 3,4 км в схемах 2, 4, 5 и 3,3 км в схемах 1, 3, 7, количество пней на вырубках до корчевки 1000 шт./га; 2) агротехнический уход за культурами — ручной (пятикратное окашивание травы вокруг посадочных мест) и механизированный химический (в среднем 2,5 раза); 3) для горюче-смазочных материалов расстояние подвозки на вырубку 35 км, для гербицида, семян, а также рабочих — 20 км; 4) охрана техники на вырубках — из расчета одной тарифной ставки первого разряда на две агрегатосмены.

Затраты рабочей силы и денежных средств на производство 1 га культур в схеме 6 определены расчетным путем, без проведения опытных работ. Таким же путем, с учетом показателей работы машины СЛА-2М, найдены затраты на механизированную посадку культур в схемах 3, 4, 7. Во всех схемах количество высаживаемых семян ели 4 тыс. шт./га.

В табл. 2 приведены данные о затратах рабочей силы и денежных средств на производство 1 га культур по различным схемам.

Т а б л и ц а 2

Группа вырубок	Характеристика вырубок	Номер схемы	Затраты на 1 га			
			рабочей силы		денежных средств	
			чел.-дней	%	руб.	%
I	Хорошо очищенные от порубочных остатков, количество пней до 800 шт./га (без полосной корчевки пней)	1	25	100	93	100
		3	8	32	133	143
II	Очищенные и не очищенные от порубочных остатков, количество пней более 400 шт./га (с полосной корчевкой пней) . . .	2	23	100	140	100
		4,5	7	30	136	97
		6	7	30	120	86
		7	11	48	196	140

Из данных табл. 2 видно, что для группы вырубок I наименьшие затраты рабочей силы в схеме 3, денежных средств — в схеме 1; для группы вырубок II наименьшие затраты рабочей силы в схемах 4, 5, 6, денежных средств — в схеме 6. Самые высокие затраты на производство культур были в схеме 7. Наиболее низкие затраты в схеме 6, в основном, объясняются тем, что при посадке культур и уходах за ними используют более дешевый трактор Л-30. Следует отметить, что из-за высокой стоимости гербицида атразина (3 руб./кг) затраты денежных средств на химический уход за культурами были такими же, как и на ручной уход.

Наиболее перспективны, на наш взгляд, схема 4 для временно избыточно увлажненных почв и схема 5 для постоянно избыточно увлажненных почв. Необходимо вести дальнейшие работы над усовершенствованием плугов для этих схем. В схеме 4 расстояние между бороздами поддается регулированию, поэтому при посадке культур и уходах за ними можно использовать тракторы с различной шириной хода и проходимость, в схеме 6 применяют только один трактор Л-30. Схемы 4 и 5 позволяют проводить не только агротехнический, но и лесоводственный уход за культурами, вести борьбу с пожарами, вредителями и болезнями леса. Комплексная механизация работ оправдывает затраты на полосную расчистку вырубок, необходимую в схемах 4 и 5.

УДК 634.0.332

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ЛЕСОСЕК НА СОХРАННОСТЬ И СТЕПЕНЬ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОДРОСТА

Н. Ф. ГУМЕНЮК

(Полесская АЛОС)

Способы очистки лесосек наряду со способами валки и особенно трелевки хлыстов оказывают большое влияние на сохранность подроста.

В условиях Полесья УССР способы очистки сводятся к сжиганию порубочных остатков в мелких кучах на месте обрубки сучьев со сваленных деревьев при трелевке хлыстами без кроны или в больших кучах возле эстакады при трелевке хлыстами с кронами. Во втором случае на местах падения деревьев остается значительное количество обломившихся сучьев, которые при зачистке лесосек собирают в небольшие кучи и сжигают.

Нами был произведен учет сохранности дубового подроста на шести лесосеках в лесхозагах Житомирского и Ровенского управлений лесного хозяйства и лесозаготовок. С целью изучения влияния различных способов очистки лесосек на сохранность подроста и степень его повреждения были разработаны две опытные лесосеки с наличием под пологом леса дубового подроста свыше 20 тыс. шт. на 1 га (опытные участки № 9 и 10). Участок № 9 площадью 6,0 га расположен в квартале 108 Дубровицкого лесничества. Посадка естественного происхождения; состав 10Д+С+Ос, возраст 100 лет, полнота 0,5, тип условий местопрорастания С₃. Опытный участок № 10 площадью 4,3 га находится в квартале 37 Сновидовичского лесничества. Посадка естественного происхождения; состав 8Д1С1Б, возраст 80—100 лет, полнота 0,6, тип условий местопрорастания С₂.

При разработке лесосек применяли два технологических варианта — метод узких лент с валкой деревьев на волок и трелевкой хлыстов без кроны вершинами вперед и широко распространенный в лесхозагах Полесья УССР способ с валкой деревьев в сторону от волока и трелевкой с кронами.

Очистку лесосек производили следующими способами.

I. Сжигание порубочных остатков в крупных кучах.

II. Оставление сучьев на перегнивание в мелких кучах.

III. Укладка сучьев на волок с примятием их гусеницами трактора при трелевке. Влияние разных способов очистки изучали на пасаках, разрабатываемых методом узких лент.

В табл. 1 приведены данные о сохранности подроста в зависимости от способов очистки лесосек. Самый высокий процент сохранности подроста оказался на пасаках, где сучья уложены в мелкие кучи и оставлены на перегнивание.

Таблица 1

Варианты разработки лесосек	Способы очистки лесосек	Сохранность подроста, % на опытном участке	
		№ 9	№ 10
Метод узких лент	I	77,0	—
	II	83,5	73,1
	III	78,8	69,9
Валка деревьев в сторону от волока и трелевка деревьев с кроной	Сжигание сучьев на верхнем складе	70,5	60,5

Несколько ниже процент сохранившегося подроста на пасаках, где сучья собирали и укладывали на волок. Сучья на волоках сжигали только на участке № 9.

Как показали исследования, некоторая часть сохранившегося подроста после рубки остается неповрежденной, другая часть — с повреждениями разной степени.

Согласно методике УкрНИИЛХА повреждения, нанесенные при лесоразработках, разделяются на слабые, средние и сильные. К слабым относятся при наклоне со следами повреждения коры стволика, к средним — при обломе вершины, небольших повреждениях корней, обдире коры менее чем с половины окружности стволика, к сильным — при наличии сломанных стволиков, обдире коры более чем с половины окружности стволика, обнажении большей части корней.

В табл. 2 помещены данные о степени повреждения подроста в зависимости от способа очистки лесосек на опытных участках.

Таблица 2

Степень повреждения	Повреждение подроста, %			
	при разработке пасаек методом узких лент с очисткой по способам			при разработке пасаек обычным методом
	I	II	III	
Слабая	10,7	18,0	12,2	25,2
	—	3,0	12,0	25,7
Средняя	12,7	5,2	18,2	23,7
	—	2,0	2,5	22,8
Сильная	9,1	4,4	8,7	8,6
	—	2,0	5,1	15,9
—	67,5	72,4	60,9	42,5
	—	93,0	80,4	35,6

Примечание. В числителе данные для участка № 9; в знаменателе — № 10.

Как видно из таблицы, поврежденность подроста на участках с разработкой лесосек методом узких лент сравнительно небольшая. Меньше всего поврежден подрост на пасаках, где очистку проводили путем укладки сучьев в мелкие кучи с оставлением их на перегнивание. Несколько меньше неповрежденного подроста осталось на пасаках с очисткой лесосек методом укладки сучьев на волок и на пасаках со сжиганием сучьев в больших кучах.

Результаты исследований показали, что лучше всего подрост сохранился на производственных лесосеках с обрубкой и сжиганием сучьев в мелких кучах на пасаках; на опытных участках при разработке лесосек по методу узких лент лучшим способом очистки можно считать укладку сучьев в мелкие кучи на местах обрубки их с оставлением на перегнивание.

УДК 634.0.524 : 674.032.475.4

ТАБЛИЦА ОБЪЕМОВ СТВОЛОВ СОСНЫ ЭЛЬДАРСКОЙ

А. М. ГУСЕЙНОВ

(АзербНИИЛХ)

Сосна эльдарская (*Pinus eldarica* Medw.) — ценнейший реликт третичного периода: в естественном виде она произрастает только в Азербайджане, на труднодоступных участках хребта Элляр оуги.

Благодаря исключительной засухоустойчивости, солевыносливости, газоустойчивости, декоративности и быстроте роста, сосна эльдарская получила широкое распространение в лесных культурах и зеленом строительстве республик Закавказья и Средней Азии.

С целью более точного учета запасов и приростов насаждений этого ценного вида сосны составлена таблица объемов стволов на основании данных 306 модельных деревьев, обмеренных на 16 пробных площадях, заложенных в условиях Центрального Азербайджана в лесных культурах 3—35-летнего возраста. Насаждения созданы по лесному типу с размещением 2×2 ; $2,5 \times 2,5$; $2,5 \times 2,0$ м и в виде аллей с расстоянием между рядами 3—4 м и в ряду 1,5—2,0 м.

Все замеры высот и диаметров стволов производили на растущих деревьях при помощи складной переносной лестницы.

На пробе у каждого десятого дерева измеряли общую высоту и диаметры у основания, на высоте груди и на относительных высотах, равных 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 и 0,9 общей высоты ствола.

Для каждой модели находили коэффициент формы q_2 и видовое число f . Объем каждой модели определяли как сумму объемов десяти равных секций, объем которых вычисляли по формуле срединного сечения. Анализ изменения коэффициента формы показал, что при увеличении диаметров от 2 до 20 см он уменьшается от 0,990 до 0,550 и при возрастании высот от 2 до 12 м — от 0,991 до 0,552.

При высотах более 12 м и диаметрах выше 20 см строгой закономерности в изменениях значений коэффициентов формы не усматривается, и для высот 14—22 м он оказался равным $0,575 + 0,012$. Зависимость видовых чисел от высот носит в основном такой же характер.

Выявленная закономерная зависимость видовых чисел от размеров стволов исключила возможность использования для составления таблиц объемов одного видового числа, определяемого по единому уравнению связи с высотой.

Путем графического выравнивания фактических значений видовых высот нами было получено 10 уравнений, которые позволили определить видовые числа в зависимости от высот и диаметров (табл. 1).

Таблица 1

Диаметр, см	Уравнение	Диаметр, см	Уравнение
2	$f = 0,60 + \frac{1,80}{H}$	12	$f = 0,40 + \frac{1,00}{H}$
4	$f = 0,40 + \frac{1,80}{H}$	14	$f = 0,40 + \frac{0,80}{H}$
6	$f = 0,40 + \frac{1,60}{H}$	16	$f = 0,40 + \frac{0,60}{H}$
8	$f = 0,40 + \frac{1,40}{H}$	18	$f = 0,40 + \frac{0,40}{H}$
10	$f = 0,40 + \frac{1,20}{H}$	20	$f = 0,40 + \frac{0,20}{H}$

По формуле $V = g_{1,3} \cdot hf$ (где $g_{1,3}$ — площадь поперечного сечения ствола на высоте груди; h — высота ствола; f — видовое число) были определены объемы стволов сосны эльдарской (табл. 2). Сравнение составленной таблицы с таблицами для сосны обыкновенной [1], [2] показало, что последние дают уменьшение объемов тонкомерных (до 8 см) стволов сосны эльдарской и приувеличение — для более крупных. Разница составляет от —33 до +12%. Указанные различия — следствие биологических особенностей сосны эльдарской, которая имеет низкие относительные высоты деревьев, закономериста с раннего возраста и дает по высоте 3—5 приростов в год.

Составленные таблицы рекомендуем для использования в работах, связанных с учетом запаса и прироста сосны эльдарской в лесных культурах и озеленительных посадках.

ЛИТЕРАТУРА

[1] М. М. Орлов. Лесная вспомогательная книжка для таксации и технических расчетов. Изд. 8, М.—Л., 1931. [2] Н. Т. Смирнов. Особенности таксации искусственных сосновых молодняков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963.

УДК 631.3

О НЕКОТОРЫХ ТИПАХ ПОСАДОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ
ЛЕСОПОСАДОЧНЫХ МАШИН

И. И. ГУРОВ

(Воронежский лесотехнический институт)

В настоящее время в СССР и за рубежом в лесопосадочных машинах применяют несколько типов посадочных механизмов. При оценке каждого типа механизма основными показателями считают: 1) выполнение исполнительным звеном механизма заданной траектории относительного движения в соответствии с требованиями процесса посадки семян; 2) простоту конструкции механизма и его надежность в эксплуатации; 3) возможность автоматизации процесса работы механизма. Наиболее широкое применение нашли ротационные посадочные механизмы.

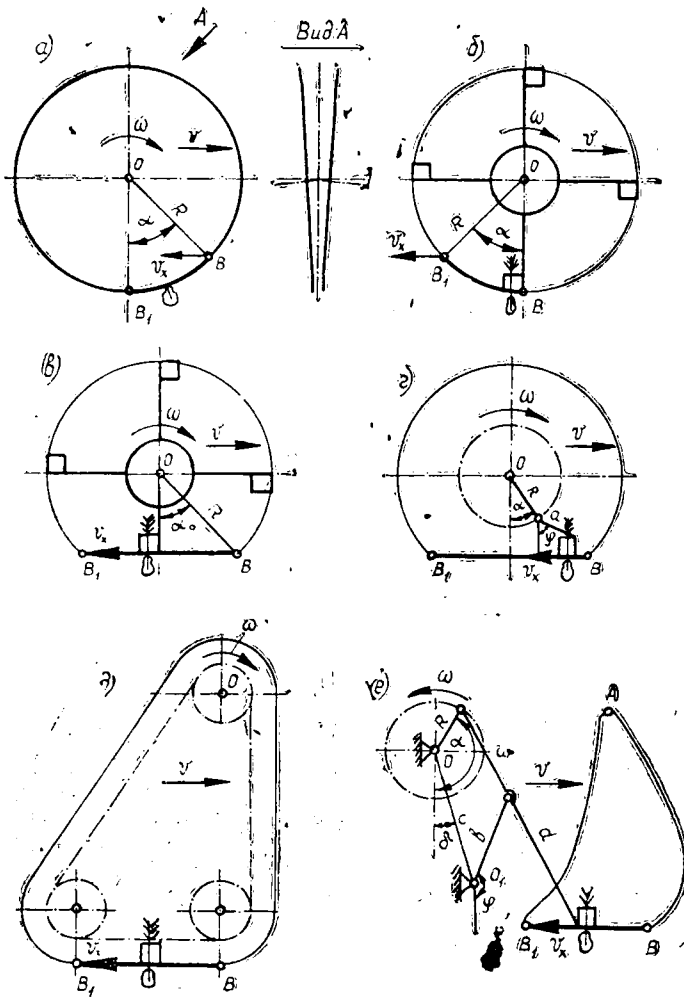


Рис. 1. Схемы посадочных механизмов.

а — ротационный дисковый; б — ротационный лучевой; в — ротационный с телескопическими лучами; г — ротационный с преломляющимися лучами; д — цепной; е — четырехзвенный шарнирный.

Ротационный дисковый механизм (рис. 1, а) самый простой, им при посадке в почву сеянец перемещается по дуге окружности BB_1 радиуса диска R . Вертикальные перемещения сеянца вызывают колебания глубины посадки

$$\Delta h = R(1 - \cos \alpha), \tag{1}$$

где α — угол поворота диска за время посадки сеянца.

Относительную горизонтальную скорость движения сеянца V_x определяют из выражения

$$V_x = \omega R \cos \alpha, \tag{2}$$

где ω — угловая скорость вращения диска, рад/сек.

Изменение скорости V_x в зависимости от угла поворота диска α представлено на рис. 2, а.

В момент захвата дисками и выпуска сеянец находится в неустойчивом положении (из-за различия диаметров стволиков сеянцев и др.), что приводит к неправильному положению между дисками и при посадке в почву и вызывает значительное отклонение шага посадки.

Ротационный лучевой механизм (рис. 1, б) исключает неправильное положение сеянцев и позволяет выдерживать заданный шаг посадки. Так как при посадке сеянец перемещается по дуге окружности BB_1 радиуса луча R , то отклонение глубины посадки определяют из выражения (1). Относительную горизонтальную скорость движения сеянца V_x находят из уравнения (2). Изменение скорости V_x в зависимости от угла поворота луча приведено на рис. 2, б.

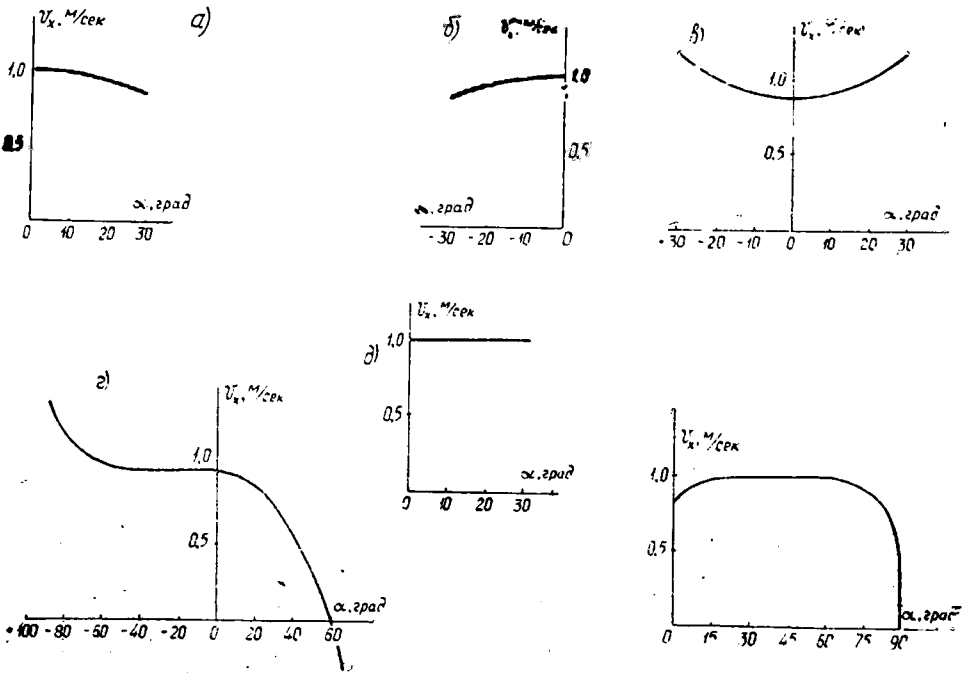


Рис. 2. Графики изменения относительной горизонтальной скорости движения сеянца при посадке для соответствующих механизмов.

а — ротационного дискового; б — ротационного лучевого; в — ротационного с телескопическими лучами; г — ротационного с преломляющимися лучами; д — цепного; е — четырехзвенного шарнирного.

Ротационный посадочный механизм с телескопическими лучами (рис. 1, в) исключает колебание глубины посадки. При посадке в почву сеянец перемещается по хорде BB_1 , параллельной поверхности земли. Относительную горизонтальную скорость движения сеянца при посадке определяют из уравнения

$$V_x = \omega R \frac{\cos \alpha_0}{\cos^2 \alpha}, \tag{3}$$

где α_0 — начальный угол прямолинейного движения сеянца.

Кривая зависимости скорости V_x от угла поворота α показана на рис. 2, в.

Ротационный посадочный механизм с преломляющимися лучами (лекальный механизм А. Н. Недашковского) исключает колебание глубины посадки (рис. 1, з). Относительную горизонтальную скорость движения сеянца на участке посадки определяют из уравнения

$$V_x = \omega R \left(\cos \alpha \cdot \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \varphi} \right), \quad (4)$$

где φ — угол наклона поводка a к вертикали.

Относительная горизонтальная скорость V_x на участке посадки близка к постоянному значению (рис. 2, з).

Цепной посадочный механизм (рис. 1, д) самый громоздкий. Основной недостаток его — провисание цепи на участке посадки BB_1 , что вызывает колебание глубины посадки. Относительная горизонтальная скорость движения сеянца V_x , равная скорости движения цепи, постоянна (рис. 2, д).

Четырехзвенный шарнирный посадочный механизм (рис. 1, е) позволяет перемещать сеянец при посадке по прямой BB_1 , параллельной поверхности земли. Относительную горизонтальную скорость движения сеянца на участке определяют из уравнения

$$V_x = \omega R \left[\frac{d}{a} \cos \alpha - \frac{(a+d)b}{aR} \cos \alpha \frac{\sin(\alpha - \varphi) + \frac{c}{b} \sin(\alpha - \delta)}{\sin(\alpha - \varphi) + \frac{c}{R} \sin(\varphi - \delta)} \right]. \quad (5)$$

где a, b, c, d — размеры звеньев механизма;

δ — угол между звеном c и вертикалью;

φ — угол между звеном b и вертикалью.

Изменение скорости V_x в зависимости от угла поворота ведущего звена для участка BB_1 приведено на рис. 2, е.

Основное преимущество четырехзвенного шарнирного механизма — наличие точки выстоя A у траектории относительного движения, необходимой для приема сеянцев. Это создает предпосылки для автоматизации процесса подачи сеянцев.

УДК 634.0.813

О НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ДИОКСАНЛИГНИНА ЕЛИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 140 и 180 °С

Г. Ф. ПОТУТКИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Изучению структуры лигнина с помощью инфракрасной спектроскопии посвящены многочисленные работы [2], [3], [5], [7], [8], [9], [10], [11], в которых приведены спектры поглощения лигнинов, выделенных различными способами, и обсуждено отнесение полос. Несмотря на некоторые различия, имеющиеся в спектрах, большинство полос в разных препаратах лигнина близки друг к другу по частоте и интенсивности. Это свидетельствует о том, что лигнин сохраняет, в основном, свою структуру при различных методах выделения.

Наши исследования показали, что при прессовании древесностружечных плит происходит химическое взаимодействие лигнина древесины с карбамидными связующими [4]. Известно, что по сравнению с нативным лигнином древесины один из наименее измененных лигнинов — диоксанлигнин. Поэтому мы решили использовать его для выяснения характера изменений, происходящих с лигнином древесины в условиях прессования древесностружечных плит. Диоксанлигнин нагревали при 140 и 180 °С — минимально и максимально допустимых температурах при изготовлении плит на карбамидных связующих.

Нами предприняты сравнительные спектральные исследования диоксанлигнина ели исходного и нагретого. Диоксанлигнин получали по методу Н. И. Никитина [1], трижды переосадили в эфир и сушили в вакуумном шкафу при 40—50 °С до по-

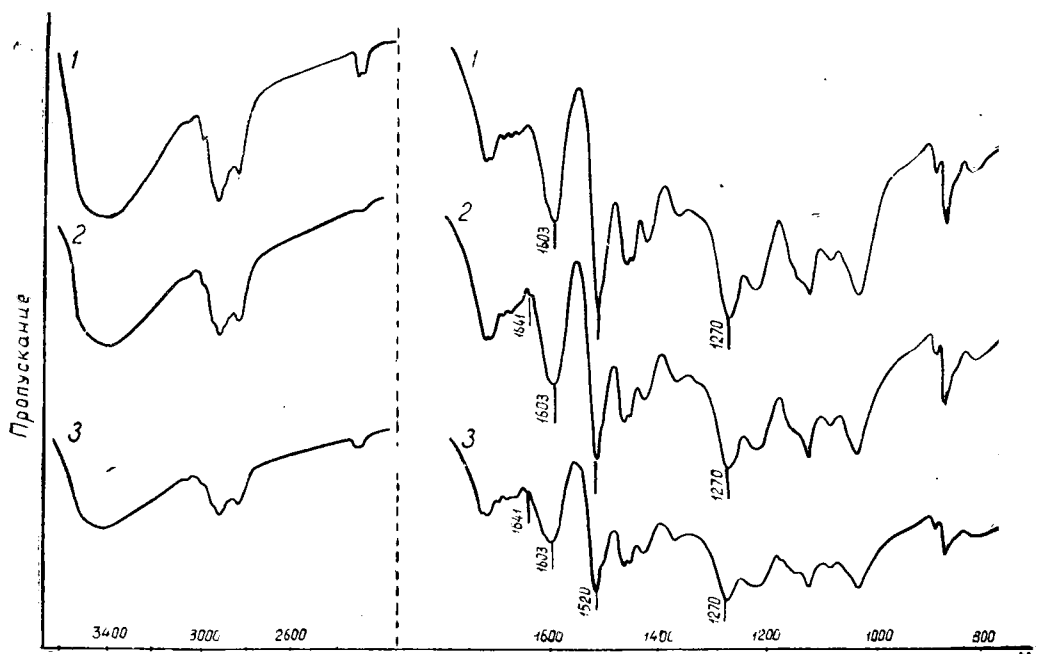


Рис. 1.

1 — для исходного диоксанлигнина; 2 — для нагретого при 140°C; 3 — для нагретого при 180°C.

стоянного веса. Полученный диоксанлигнин нагревали в запаянных стеклянных ампулах на парафиновой бане, температуру которой поддерживали в пределах 140 и 180°C (точность $\pm 1^\circ\text{C}$). Так как мы изучали вопросы изменения лигнина в условиях изготовления древесностружечных плит, то, исходя из этого, время нагрева было выбрано равным 12 мин.

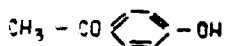
Инфракрасные спектры регистрировали на двухлучевом спектрофотометре ИКС-14. Для изучения была выбрана область спектра 800—1800 и 2200—3600 cm^{-1} с использованием призм из хлористого натрия и фтористого лития. Для изготовления образцов применяли бромистый калий марки «спектрально чистый». Таблетки прессовали при давлении пресса 5 т/см^2 . Концентрация лигнина — 8 мг на 2 г бромистого калия. Инфракрасные спектры лигнинов приведены на рис. 1.

При сравнении спектров исходного и нагретого диоксанлигнина можно отметить следующее. Спектры диоксанлигнинов, нагретых при 140 и, особенно, при 180°C, имеют несколько более диффузный характер. Ароматический характер нагретых диоксанлигнинов сохраняется, что подтверждается устойчивыми полосами при 1520 и 1603 cm^{-1} , относящимися к валентным колебаниям атомов углерода в бензольных ядрах [3], [5], [11].

В спектре исходного диоксанлигнина наблюдается интенсивная полоса с частотой 1270 cm^{-1} , приписываемая валентным колебаниям $\text{C}=\text{O}$ связей метоксильной группы, связанной с ароматическим кольцом [9]. В спектре лигнина, нагретого при 140 и, особенно, при 180°C, эта полоса менее интенсивна, что, по-видимому, свидетельствует об уменьшении количества метоксильных групп. Это находится в соответствии с данными химического анализа, проведенного нами. В исходном диоксанлигнине количество метоксильных групп, определенных по Цейзелю [6], — 13,99%, а в диоксанлигнине, нагретом при 140 и 180°C, соответственно 13,59 и 12,12%.

Интенсивность полос при 2950—2800 cm^{-1} , относящихся к валентным колебаниям $\text{C}=\text{H}$ связей [5], [9], [11], при нагревании диоксанлигнина уменьшается. Можно предположить, что при этом происходит конденсация лигнина, в результате чего молекулярные взаимодействия проявляются сильнее. На это указывает более диффузный характер спектра диоксанлигнина, подвергнутого нагреванию. Элементарный анализ исходного и нагретого диоксанлигнина подтверждает протекание процесса конденсации лигнина при нагревании. Так, в исходном диоксанлигнине содержится 65,90% углерода и 5,68% водорода, а в диоксанлигнине, нагретом при 140 и 180°C, — соответственно 66,34 и 67,06% углерода и 5,60 и 5,18% водорода.

В спектрах диоксанлигнина, нагретого при 140 и 180°C, появляется слабая полоса при 1641 см^{-1} , отсутствующая в спектре исходного диоксанлигнина. Фрейденберг [8] и Хергергт [9] эту частоту приписывают $\text{C}=\text{O}$ колебаниям карбонильной группы, сопряженной через бензольное кольцо с фенольным гидроксильным типа



Низкочастотная ветвь валентных колебаний гидроксильных групп на участке 3200—3600 см^{-1} при нагревании расширяется. Это свидетельствует о дальнейшей ассоциации лигнина и участии гидроксильных групп в водородной связи.

Из сказанного следует, что диоксанлигнин, нагретый при 140 и 180°C, не подвергается заметному разрушению, но различия, которые наблюдаются в спектрах, свидетельствуют о некоторых изменениях лигнина, вызванных нагреванием. Вероятно, при прессовании древесностружечных плит подобные изменения могут произойти и с лигнином древесины. Эти изменения могут быть осложнены взаимодействием лигнина древесины со связующим.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. И. Никитин, И. М. Орлова. ЖПХ, 9, № 12, 1936. [2]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1962 г., вып. 2. СТИ, Красноярск, 36—39, 1963. [3]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. Труды Сибирского технологического института, Сб. 38, 20—26, 1966. [4]. Г. Ф. Потуткин, Г. Л. Дранишников. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 119—124, 1965; № 6, 140—144, 1965. [5]. В. М. Резников, Г. Д. Пилипчук. ЖПХ, 36, 7, 1557, 1963. [6]. Т. И. Руднева, С. Д. Антоновский. Руководство к практическим занятиям по химии древесины и целлюлозы. Изд. ЛТА, 1952. [7]. Н. J. Bolker. «Nature» (Engl.) 197, 489, 1963. [8]. K. Freudenberg, H. Dietrich, W. Silbert. «Chem. Ber.», 84, 961. 1951. [9]. H. L. Hergert. «J. Org. Chem.» 25, 3, 405, 1960. [10]. E. J. Jones. «Tappi», 32, 167, 1949. [11]. A. J. Michell, A. J. Watson, H. G. Higgins. «Tappi», 48, № 9, 520—532, 1965.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 634.0.2 (075.5)

**О ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА «ЛЕСОВОДСТВО
И АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ»
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВУЗАХ,
РАСПОЛОЖЕННЫХ В СТЕПНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ
ПРИРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОНАХ СССР***

С. Н. АДРИАНОВ

(Ульяновский сельскохозяйственный институт)

Важное значение для повышения производительности сельскохозяйственного производства в степной и лесостепной зонах СССР имеет защитное лесоразведение: ветроломные поlezащитные лесные полосы, водорегулирующие, приовражно-балочные и другие виды защитных лесных насаждений. Комплекс агротехнических, организационных, землеустроительных, хозяйственных и других мероприятий на полях должен осуществляться в тесном сочетании с системой защитных лесных насаждений. Отдельные агротехнические приемы, как и весь их комплекс, должны применяться также с учетом действия защитных лесонасаждений. Под защитой лесных полос, в сфере их наибольшего агрометеорологического влияния, можно выращивать более требовательные к условиям произрастания, но зато и более урожайные культуры, которые в иных условиях себя не оправдывают. Нормы и виды удобрений, нормы высева семян, сроки сева и т. д. следует дифференцировать в зависимости от степени влияния ветроломных лесных полос. Все это уже хорошо доказано многочисленными научными данными и производственным опытом.

Планирование сельскохозяйственного производства как перспективное, так и текущее, учет эффективности материальных и денежных затрат, экономический анализ деятельности хозяйства, вопросы наиболее производительного использования сельскохозяйственных машин и орудий, рационального их агрегатирования, организации полевой эксплуатации машино-тракторного парка — все это теснейшим образом связано с точным учетом агрометеорологического влияния защитных лесных насаждений, их размещением на территории хозяйства, видами, назначением и состоянием.

Поэтому агроном, экономист, бухгалтер, механизатор, работающие в хозяйствах степной и лесостепной зон, должны уметь рационально применять средства производства, наиболее рационально планировать производство, анализировать его показатели с учетом эффективности защитных лесных насаждений, проявлять постоянную заботу о развитии защитного лесоразведения в отдельном хозяйстве, районе, области, природно-экономической зоне. Для этого специалисты сельского хозяйства должны обладать достаточными знаниями в деле защитного лесоразведения: как правильно разместить насаждения на территории, заложить их и вырастить на базе максимальной механизации производственных процессов, рассчитать затраты труда, денежных и материальных средств на закладку и выращивание лесных насаждений, рационально организовать лесомелиоративные работы, обеспечить правильное ведение лесоводственных мер ухода в насаждениях и т. д.

На полях колхозов и совхозов произрастают еще и естественные лесные насаждения, имеющие защитное, хозяйственное или общее значение (колковые, байрачные, а также хозяйственно-эксплуатационные). В них также нужно умело вести хозяйство, дифференцированно, в зависимости от вида, назначения и состояния леса.

В соответствии с постановлением Пленума ЦК КПСС (1966 г.) о неотложных мерах по борьбе с водной и ветровой эрозией почвы и недавно принятым законом о земле, намечены и уже начали осуществляться в степных и лесостепных природно-экономических зонах СССР крупные работы по защитному лесоразведению на сельскохозяйственных угодьях колхозов и совхозов. Агрономы, механизаторы, экономисты, бухгалтеры хозяйств и руководящих сельскохозяйственных органов должны быть вооружены соответствующими знаниями.

* Печатается в порядке обсуждения.

В связи с изложенным возникает актуальная необходимость рассмотрения вопроса о преподавании дисциплины «Лесоводство и агролесомелиорация» в высших сельскохозяйственных учебных заведениях.

В настоящее время она в небольшом объеме (40 часов) преподается на последнем курсе очных агрономических факультетов и включает в себя лекции и лабораторно-практические занятия. Ни учебной, ни производственной практики студенты не проходят. До 1969 г. курс «Лесоводство и агролесомелиорация» примерно в том же объеме был и на заочном агрономическом факультете (контрольная работа, лекции, лабораторно-практические занятия, зачет). Теперь курс лесоводства и агролесомелиорации на заочных агрономических факультетах сокращен до 8 часов в период сессии. Контрольные работы по лесоводству и агролесомелиорации исключены, зачет отменен.

В учебных планах факультетов механизации сельскохозяйственного производства и экономического рассматриваемой дисциплины нет так же, как и на постоянно действующих при вузах курсах повышения квалификации сельскохозяйственных специалистов и курсах подготовки руководящих кадров.

Таким образом, наши сельскохозяйственные кадры не вооружены знаниями по защитному лесоразведению, а те агрономы, которые оканчивают очный факультет, изучают лесоводство и агролесомелиорацию в отрыве от основных дисциплин своей специальности. Это серьезный методический просчет, наносящий ущерб качеству подготовки агрономов.

Из сказанного можно сделать вывод о том, что для сельскохозяйственных вузов, дислоцированных в степных и лесостепных природно-экономических зонах СССР и готовящих специалистов в основном для этих зон, необходимо положительно решить следующие вопросы.

1. На очных агрономических факультетах прохождение дисциплины «Лесоводство и агролесомелиорация» перенести с 5-го на 3-й курс (на первый семестр).

2. Восстановить на заочном агрономическом факультете полный курс «Лесоводство и агролесомелиорация» (лекции, лабораторно-практические занятия, контрольные работы).

3. Ввести этот курс на факультетах механизации, экономическом, бухгалтерского учета и постоянно действующих курсах повышения квалификации и подготовки руководящих кадров. Разработать для каждой из указанных специальностей программы, учитывающие особенности специальности.

4. Предусмотреть в курсе «Лесоводство и агролесомелиорация» на всех факультетах учебную практику по программам, отвечающим специфике каждой специальности.

5. В программах производственной практики иметь раздел по лесоводству и агролесомелиорации.

ФЕДОРУ ИВАНОВИЧУ КОПЕРИНУ — 60 ЛЕТ

Федору Ивановичу Коперину в 1970 г. исполнилось 60 лет. Он был командирован на учебу в Архангельский лесотехнический институт более 40 лет назад. С этого времени вся его дальнейшая работа связана с лесной промышленностью и с подготовкой инженерных кадров. В 1935 г. он поступает в аспирантуру к проф. В. И. Лебедеву, затем становится доцентом, профессором, заведующим кафедрой, деканом факультета, а с 1948 г. ректором АЛТИ.

За время работы в Архангельске Ф. И. Коперин неоднократно избирался членом Архангельского обкома КПСС, депутатом Областного и Городского Советов депутатов трудящихся.

Он выполнял многочисленные научные исследования в области сушки и хранения древесины, производства технологической щепы, а также совершенствования обучения инженеров лесной промышленности и лесного хозяйства. Вклад проф. Ф. И. Коперина в лесную науку высоко оценен Партией и Правительством. Он награжден орденами Ленина, «Знак почета» и медалями.

В 1966 г. Федор Иванович переходит на работу в ЦНИИМЭ, где избирается на должность начальника лаборатории.

С момента основания «Лесного журнала» и до 1966 г. Федор Иванович являлся его ответственным редактором.

Редакционная коллегия «Лесного журнала» сердечно поздравляет Ф. И. Коперина со славным юбилеем. Желаем юбиляру доброго здоровья, дальнейшей плодотворной работы и личного счастья.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

РАЗВЕДЕНИЕ БЕЛОЙ АКАЦИИ
В ВЕНГЕРСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

При лесоразведении в Венгрии наибольшее значение среди быстрорастущих пород имеют тополи и белая акация. Белоакациевые, преимущественно искусственные, насаждения составляют более 15% общей площади лесов страны.

В Венгрии акациевых насаждений больше, чем в остальных вместе взятых странах Европы. В течение последнего столетия эта порода была одной из главнейших при лесоразведении в стране.

Лесоводы Венгрии накопили большой опыт по созданию акациевых насаждений. Результаты научно-исследовательских работ и передового производственного опыта венгерских лесоводов, накопленного за последнее пятидесятилетие, обобщены в монографии «Разведение белой акации в Венгрии» (изд-во АН ВНР, под редакцией доктора Бела Керестеши). Книга написана коллективом авторов — работниками научно-исследовательского института лесного хозяйства, Университета лесного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности, а также Главного управления лесного хозяйства республики.

Она состоит из предисловия и 17 глав, хорошо иллюстрирована и оформлена, написана на современном научном уровне.

В книге освещаются все основные вопросы, связанные с выращиванием акации белой. Приводятся данные о распространении, современном состоянии и перспективах разведения акации белой в Венгрии, дается дендрологическое описание ее основных разновидностей.

Рассматриваются вопросы ее селекции, а также семеноводства и выращивания посадочного материала.

Сравнительно полно и последовательно излагаются вопросы взаимосвязи условий местопроизрастания и акации белой, ее требовательности к условиям местопроизрастания, естественного и искусственного возобновления.

В главе «Агротехника создания и возобновления белоакациевых насаждений» описывается история и современные методы разведения и возобновления акации белой, подготовка почвы, размещение посадочных мест, посадка и уход за культурами.

Кроме того, исследуются вопросы применения химикатов при возобновлении, реконструкции и уходе за белоакациевыми насаждениями.

Показана роль акации белой в лесной мелиорации; использование ее в полезном лесоразведении, в защитных полосах на пастбищах, при облесении рудничных отвалов, а также при создании снегозащитных полос на транспорте. Дается описание вредителей и болезней этой породы и мер борьбы с ними. В заключении работы излагаются вопросы промышленного использования древесины акации белой.

В конце книги дается резюме, список использованной литературы и таблицы.

Книга является не только ценным вкладом в науку, но имеет и большое практическое лесохозяйственное значение. Достижения науки и практический опыт, изложенные в этой работе, могут быть с успехом использованы не только широким кругом лесоводов Венгрии, но и других стран. Много интересного из этой работы могут узнать специалисты лесного и сельского хозяйства нашей страны. Поэтому было бы весьма полезным издать монографию на русском языке.

В. Николаенко.

(Москва)

ФЕДОР ТИМОФЕЕВИЧ СОЛОДКИЙ

31 января 1970 г. после тяжелой продолжительной болезни скончался руководитель Проблемной лаборатории по использованию живых элементов дерева Ленинградской лесотехнической академии, доктор технических наук Федор Тимофеевич Солодкий.

Всю свою творческую деятельность Ф. Т. Солодкий посвятил развитию науки в области подсоски леса и лесобиохимии, что нашло отражение в его многочисленных работах.

В 1960 г. при Ленинградской лесотехнической академии была создана первая в нашей стране и в мире Проблемная лаборатория по использованию живых элементов дерева, представлявшая подготовленное Ф. Т. Солодким новое направление в лесозэксплуатации. В лаборатории под руководством Ф. Т. Солодкого были разработаны и затем внедрены в производство технологические схемы использования лесного сырья для получения витаминов, антисклеротических средств, хвойной пасты и других лечебных препаратов. Последние годы ученый посвятил исследованию возможности комплексного использования продуктов жизнедеятельности живых клеток хвои и получения ценных лечебных препаратов на основе производных хлорофилла.

Неиссякаемая энергия, блестящая эрудиция, творческий порыв, научное предвидение и постоянный поиск новых путей в науке были присущи Ф. Т. Солодкому.

Федор Тимофеевич Солодкий — крупный ученый, новатор и смелый экспериментатор — оставил большое и интересное научное наследство, которое принесет неоценимую пользу нашей стране.

В. Б. Прохоров, А. К. Славянский,
Ф. А. Медников, Э. М. Цацка, А. Л. Агранат,
С. А. Черноморский, С. Я. Коротов, Ю. Н. Непенин.

(Ленинградская лесотехническая академия)

ПАМЯТИ С. Ф. БЕССАРАБОВА

После тяжелой и продолжительной болезни 2 декабря 1969 г. скончался замечательный ученый и педагог, один из старейших работников Новочеркасского инженерно-мелиоративного института Сергей Филиппович Бессарабов.

С. Ф. Бессарабов родился в 1907 г. в с. Первомайском Кашарского района Ростовской области. В 1930 г. он окончил лесомелиоративное отделение Донского института сельского хозяйства и мелиорации и был оставлен при кафедре лесомелиорации.

В 1937 г. Сергей Филиппович защитил диссертацию, и ему была присвоена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук, а в 1939 г. звание доцента. С 1942 г. до конца жизни С. Ф. Бессарабов заведовал кафедрой дендрологии НИМИ, которая с 1954 г. стала объединенной кафедрой лесоводства и дендрологии.

В течение 20 лет Сергей Филиппович был деканом лесохозяйственного факультета. За сорок лет работы в институте он воспитал тысячи инженеров лесного хозяйства и лесомелиораторов, работающих сейчас во многих областях Советского Союза. Перу Сергея Филипповича принадлежит свыше 80 научных работ, из них особенно крупные исследования посвящены изучению орехоплодных пород. Им впервые интродуцированы и изучены возможности массовой культуры в Ростовской области таких ценных видов орехоплодных, как пекан, миндаль, фисташка, лещина, фундук, каштан съедобный, и орехи маньчжурский, медвежий, скальный и черный. Его труды в этой области хорошо известны лесоведам Северного Кавказа, Украины, Средней Азии.

В 1963 г. за заслуги в области развития лесного хозяйства Президиум Верховного Совета РСФСР присвоил Бессарабову Сергею Филипповичу звание заслуженного лесовода РСФСР. За безупречную работу он был награжден орденом Трудового Красного Знамени и тремя медалями.

Светлая память об учителе, друге, товарище навсегда сохранится в наших сердцах.

Группа товарищей.

(Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт).

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

В. Е. Варфоломеев. Освещенность в дубравах под влиянием рубок ухода . . .	3
В. Е. Терещенко. Борьба с ивовой молю в пойме Нижнего Днепра	6
П. А. Соколов. Точность определения общих запасов липняков Северо-Приуральского лесорастительного района	9
Е. И. Енькова, В. К. Ширнин. Влияние возраста на технические свойства древесины дуба ранней и поздней форм	12
А. П. Сладнев. Влияние аммиачной и калийной селитры на рост сосны	17
А. Н. Баглай. Применение минеральных удобрений при выращивании культур сосны	22
А. М. Ильин. Динамика влажности древесины мужской и женской осины за вегетационный период	25
И. Э. Рихтер. Изменение содержания азота и зольных элементов в хвое ели обыкновенной в зависимости от условий произрастания	29

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

В. И. Котляр. Определение динамического прогиба цементогрунтового покрытия лесовозных автодорог	33
Б. В. Уваров, В. В. Щелкунов, В. И. Жабин. О воздействии автомобиля МАЗ-509 на колесопровод из железобетонных плит	35
В. А. Лаптев. Исследование деформации верхнего строения узкоколейного пути под воздействием силовых факторов	40
Л. П. Биричевский, Г. А. Калинин, В. В. Щелкунов. О плавности изменения ширины колеи при наличии местного сужения	46
З. Д. Втюрина. К вопросу о выгрузке бревен из грейфера ВМГ-5, подвешенного на крюк крана БКСМ-14ПМ2	49
В. Г. Таскаев. О расчете анкера анкерно-стенчатых опор	53
Б. В. Веселов. О природе шарообразных частиц, возникающих при гидратации силикатных вяжущих веществ	59

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

А. Э. Грубе, В. И. Санев, В. К. Пашков. О поперечной жесткости дисковых пил в покое и при вращении	64
К. И. Демьяновский. Исследования прочности режущей части дереворежущего инструмента	69
Л. С. Глухих, В. Н. Петри. Исследование зависимости внутренних напряжений в клеевом шве от состава рабочего раствора клея	74
В. Е. Василенко, А. Н. Исаева, А. Н. Кармадонов, Ю. И. Шегинин. Исследование распределения влажности в стволах растущих деревьев гамма-методом	77
В. В. Гамов. Структурно-механические свойства древесностружечных плит	81
С. М. Тимонен. О влиянии скорости резания на износ и затупляемость зубьев пил в работе	85
В. А. Кныш. Исследование коэффициента теплопроводности шпона в процессе сушки	89

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. И. Бровкина, А. А. Леонович, Н. Я. Солечник. Об изменении углеводного комплекса и долговечности древесноволокнистых плит	93
И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. Физико-химическое исследование взаимодействия фурфуурола с нитропроизводными фенола в монохлоруксусной кислоте	95
И. С. Гелес, М. А. Кошаровский. Электронномикроскопическое и рентгенографическое изучение образцов пергамента	100
Э. Д. Левин, В. С. Петров. О величине коэффициента конвекции при словом пиролизе дисперсной коры	104
Л. Н. Фролова. Миграция железа и органического вещества по профилю почв в подзоне северной тайги	103
В. В. Некрасов, З. Т. Иващенко, Н. А. Дутышева, И. М. Боховкин. Тепловое расширение растворов лигнина	111

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Н. Г. Штольцер. Пильные механизмы как объекты регулирования	115
Г. А. Жодышский. К вопросу автоматического определения фактических объемов древесины на лесопотоках	119

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Я. М. Качанов. О некоторых направлениях улучшения использования древесины	124
А. С. Лазарев. О дифференциации такс попенной платы по разрядам	123
С. В. Починков. К вопросу об амортизации лесовозных дорог	132
Г. П. Мальцев. К вопросу о централизации производства технических уходов и текущих ремонтов трелевочных тракторов	136

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

А. П. Москаев. Влияние микрорельефа на процессы пучения почвы при заморозках	141
М. Д. Некрасов. Сортиментная структура лесопроизводства при выборочных работах	144
И. В. Суханова. Грибные болезни хвои ели в условиях Севера Архангельской области	146
В. Л. Бузун. Рост и взаимодействие ели, сосны и лиственницы в смешанных культурах	148
Л. В. Давыдов, В. И. Кравченко. К вопросу о рубках ухода в осинниках кисличных I класса бонитета	150
Л. Д. Максеева. Транспирация тополей в плакорных условиях Среднего Дона	152
А. М. Березин, Е. И. Вавилов, А. А. Григорьев. Лесная типология на службе дешифрирования почв и грунтов	154
А. Ф. Черкасов. О некоторых водно-физических свойствах супесчаных почв под дубовыми древостоями	156
В. И. Охотников. Роль патогенных микроорганизмов в изменении численности восточного майского хруща	157
М. М. Игнатенко. Цветение, плодоношение и качество семян кедрового соснового леса в окрестностях Ленинграда	159
И. А. Фадин, Л. Б. Смоляницкая. О перспективах механизации лесокультурных работ на избыточно увлажненных почвах вырубках	161
И. Ф. Гуменюк. Влияние способов очистки лесосек на сохранность и степень повреждения подростов	164
А. М. Гусейнов. Таблица объемов стволов сосны эльдарской	165
И. И. Гуров. О некоторых типах посадочных механизмов лесопосадочных машин	167
Г. Ф. Потуткин. О некоторых изменениях диоксанлигнина ели при тем- пературах 140 и 180°C	169

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

С. Н. Адрианов. О преподавании курса «Лесоводство и агролесомелиорация» в сельскохозяйственных вузах, расположенных в степных и лесостепных природно-экономических зонах СССР	172
От редакции. Федору Ивановичу Коперину — 60 лет	173

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. Николаенко. Разведение белой акации в Венгерской Народной Республике	174
---	-----

НЕКРОЛОГИ

В. Б. Прохоров, А. К. Славянский, Ф. А. Медников, Э. М. Цацка, А. Л. Аг- ранат, С. А. Черноморский, С. Я. Коротов, Ю. Н. Непенин. Федор Тимофеевич Солодкий	175
Группа товарищей. Памяти С. Ф. Бессарабова	—

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

К каждой статье, присылаемой в редакцию, автор должен приложить 2 экземпляра автореферата, без них статьи не будут приниматься редакцией к рассмотрению.

Требования, предъявляемые к реферату

1. В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике проведения исследования и его основных результатах.

2. Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: название статьи, фамилия и инициалы автора, название журнала, где помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения существа работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.

3. Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, их следует обобщить и систематизировать.

4. Средний объем реферата 1,5--2 страницы машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге обычного формата (30 × 21) в двух экземплярах с полем 4 см с левой стороны.

5. Таблицы, схемы, графики и пр. могут быть включены в том случае, если они отражают основное содержание работы или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, илл. 10.

6. Формулы приводятся только в том случае, если они необходимы для понимания статьи. Громоздкие математические выражения помещать не следует. Формулу следует вписывать четко, не изменяя принятых в оригинале обозначений величин. Формулы и буквенные обозначения вписываются чернилами черными во второй экземпляр. Вписываются также исправление

т.е. называется
ом автор
в статье)
реферата
земплярах

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока

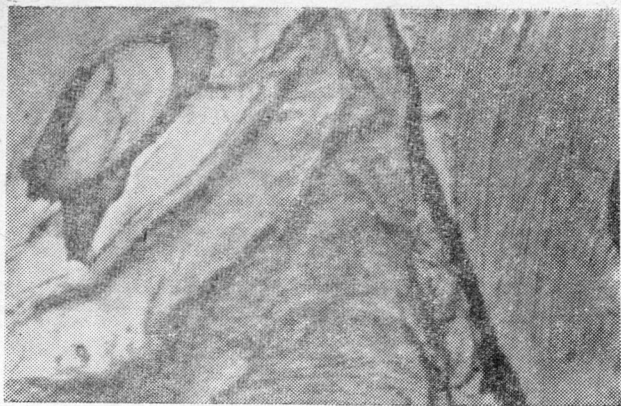


Рис. 1. Электронная микрофотография бумаги-основы 4К (увелич. в 5200 раз). Видны остатки торуса.

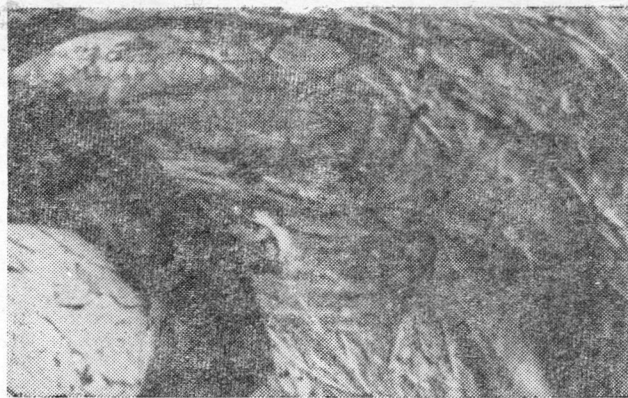


Рис. 2. Электронная микрофотография бумаги-основы 4К (увелич. в 5200 раз). Видны пленки и фибриллы, возникшие при размоле.

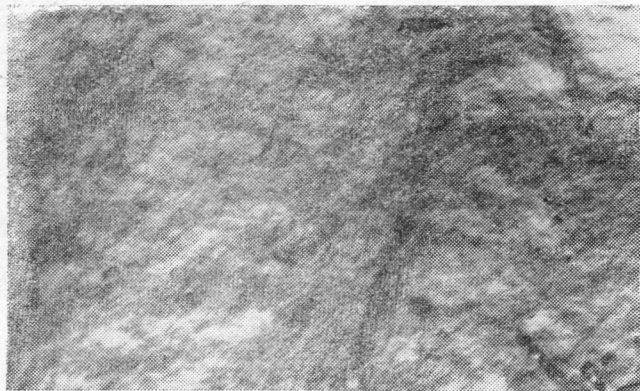


Рис. 3. Электронная микрофотография пергамента 4К (увелич. в 5200 раз). Губчатая поверхность с микрофибриллярной структурой.

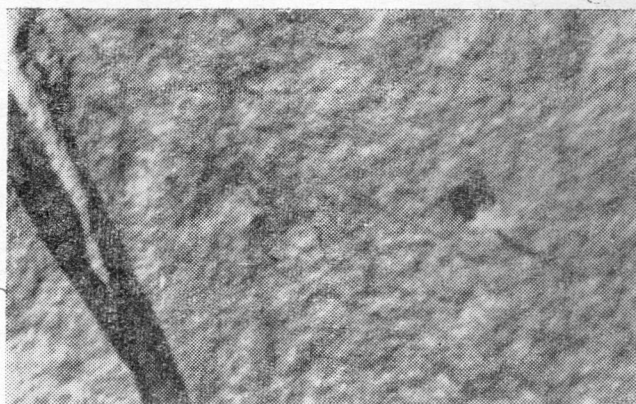


Рис. 4. Электронная микрофотография пергамента 4К (увелич. в 5200 раз). Губчатая поверхность, неполное растворение пленки.

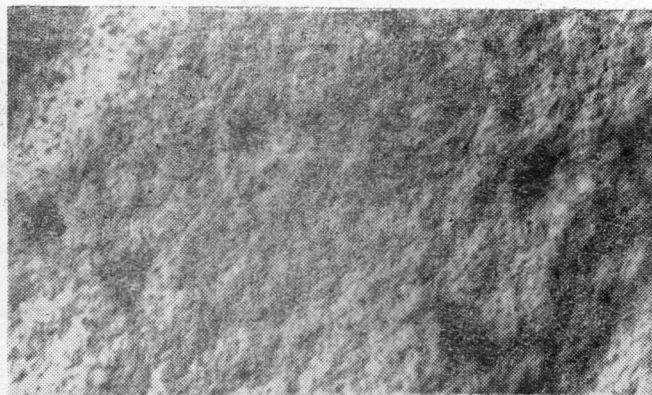


Рис. 5. Электронная микрофотография пергамента СФИ (увелич. в 5200 раз).

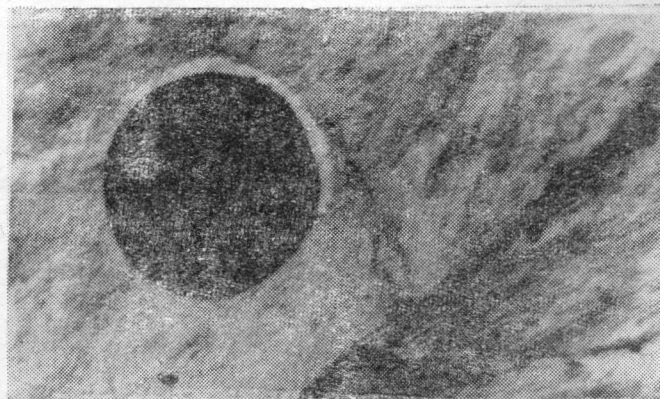


Рис. 6. Электронная микрофотография пергамента ФНБ (увелич. в 5200 раз).

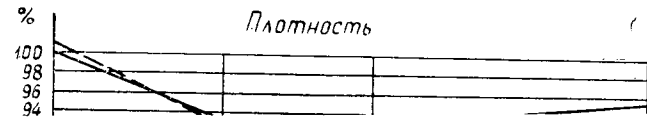


Таблица 1

Показатели	Фенологическая форма и возраст, лет																		количе- ство образцов
	рано распускающаяся									поздно распускающаяся									
	28		60		90		145		количе- ство образцов	28		60		90		145			
	<i>M</i> _{ср}	$\pm m$	<i>M</i> _{ср}	$\pm m$	<i>M</i> _{ср}	$\pm m$	<i>M</i> _{ср}	$\pm m$		<i>M</i> _{ср}	$\pm m$	<i>M</i> _{ср}	$\pm m$	<i>M</i> _{ср}	$\pm m$	<i>M</i> _{ср}	$\pm m$		
Номер пробной площади	52		31		25		21		—	53		32		26		22			
Средний диаметр, см	9,7		24,5		32,0		47,4			10,0		23,5		35,8		55,5			
Средняя высота, м	10,3		22,7		25,5		29,1		—	10,7		24,2		28,8		32,0			
Процент поздней древесины	73,6	0,62	—	—	71,1	0,68	59,0	0,72		227	78,1	0,88	—	—	74,7	0,62	64,9	0,66	217
Плотность, кг/м ³	794	6,0	727	4,6	725	8,1	705	8,8	238	783	3,7	731	2,3	728	8,0	743	6,6	240	
Предел прочности, кг/см ²	—		—		—		—		—	—		—		—		—			
при сжатии вдоль волокон	499	7,8	521	3,9	520	6,3	456	7,6		375	491	5,1	525	4,5	528	7,0	498	5,1	346
при растяжении вдоль волокон	—	—	1128	34,0	1019	42,5	949	43,7	100	—	—	1270	64,0	1235	47,5	1070	34,7	99	
при статическом изгибе	1065	20,4	946	19,8	903	28,2	783	33,6	96	1055	31,7	1046	22,0	1028	30,9	980	23,9	101	
при скалывании вдоль волокон в тангентальной плоскости	175	5,0	136	4,0	118	4,6	127	2,2	226	181	5,0	145	4,0	116	2,1	120	1,5	229	
при скалывании вдоль волокон в радиальной плоскости	134	3,3	125	2,3	—	—	113	1,4	185	137	3,3	115	2,6	110	1,9	112	1,4	276	
Удельная работа при ударном изгибе, кгм/см ³	—	—	—	—	0,39	0,018	0,41	0,015	73	—	—	—	—	0,48	0,027	0,45	0,014	85	
Статическая твердость, кг/см ²	—		—		—		—		—	—		—		—		—			
торцовая	—	—	660	8,7	585	11,6	634	13,8		165	—	—	696	5,2	620	12,6	640	14,1	181
тангентальная	—	—	512	6,2	442	9,5	449	13,9	165	—	—	530	8,0	469	10,0	490	11,2	181	
радиальная	—	—	461	6,7	439	11,8	427	12,4	165	—	—	507	7,4	465	10,4	490	10,8	181	
Сопротивление раскалыванию, кг/см	—		—		—		—		—	—		—		—		—			
в тангентальной плоскости	24,0	0,46	17,6	0,40	16,9	0,28	18,4	0,36		276	24,3	0,88	16,5	0,40	16,9	0,32	19,3	0,33	223
в радиальной плоскости	15,3	0,28	15,7	0,30	12,9	0,19	14,3	0,22	240	14,9	0,36	—	—	11,2	0,19	13,1	0,20	185	
Коэффициент качества древесины	—		—		—		—		—	—		—		—		—			
при сжатии	0,63	—	0,72	—	0,72	—	0,65	—		—	0,63	—	0,72	—	0,73	—	0,67	—	—
при статическом изгибе	1,34	—	1,30	—	1,24	—	1,07	—	—	1,35	—	1,43	—	1,41	—	1,31	—	—	
при растяжении	—	—	1,55	—	1,41	—	1,34	—	—	—	—	1,74	—	1,70	—	1,44	—	—	
Сумма коэффициентов качества при сжатии и статическом изгибе	1,97	—	2,02	—	1,96	—	1,72	—	—	1,98	—	2,15	—	2,14	—	1,98	—	—	

Таблица 2

<i>H, м</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2	0,0009	0,0011																			
4		0,0038	0,0043	0,0048	0,0053																
6		0,008	0,009	0,010	0,011																
8			0,015	0,017	0,019	0,012	0,013														
10				0,025	0,028	0,021	0,023	0,025													
12					0,038	0,031	0,034	0,038	0,042												
14					0,049	0,043	0,048	0,052	0,056	0,061	0,066										
16						0,055	0,062	0,069	0,074	0,080	0,086										
18						0,068	0,076	0,084	0,092	0,100	0,108	0,117	0,152								
20							0,091	0,102	0,112	0,122	0,132	0,142	0,182	0,195	0,207						
22							0,107	0,119	0,132	0,144	0,157	0,170	0,220	0,236	0,251	0,266					
24								0,144	0,160	0,175	0,190	0,205	0,262	0,280	0,298	0,316					
26								0,172	0,190	0,208	0,226	0,244	0,287	0,308	0,329	0,350	0,372				
28								0,202	0,223	0,244	0,266	0,287	0,308	0,329	0,350	0,372					
30									0,259	0,283	0,308	0,333	0,357	0,382	0,407	0,431	0,456				
32									0,297	0,325	0,354	0,382	0,410	0,438	0,467	0,495	0,523				
34										0,370	0,402	0,434	0,466	0,498	0,531	0,563	0,595				
36										0,418	0,454	0,490	0,527	0,563	0,599	0,636	0,672	0,708			
38										0,469	0,510	0,551	0,592	0,632	0,673	0,714	0,755	0,796			
40											0,565	0,610	0,655	0,701	0,746	0,791	0,836	0,881			
42											0,630	0,681	0,731	0,781	0,832	0,882	0,932	0,983			
44											0,690	0,745	0,800	0,856	0,911	0,966	1,021	1,076	1,132		
46											0,760	0,821	0,882	0,942	1,003	1,064	1,125	1,186	1,246		
48											0,830	0,896	0,963	1,029	1,096	1,162	1,228	1,295	1,361	1,428	
50												0,977	1,050	1,122	1,195	1,267	1,339	1,412	1,484	1,557	
52												1,058	1,137	1,215	1,294	1,372	1,450	1,529	1,607	1,686	
54												1,145	1,230	1,314	1,399	1,484	1,569	1,654	1,738	1,823	
56												1,237	1,328	1,420	1,511	1,603	1,695	1,786	1,878	1,969	2,061
58													1,427	1,525	1,624	1,722	1,820	1,919	2,017	2,116	2,214
60													1,531	1,637	1,742	1,848	1,954	2,059	2,165	2,270	2,376
62													1,641	1,755	1,868	1,981	2,094	2,207	2,321	2,434	2,547
64													1,752	1,872	1,993	2,114	2,235	2,356	2,476	2,597	2,718
66													1,868	1,996	2,125	2,254	2,383	2,512	2,640	2,769	2,898
68														2,120	2,257	2,394	2,531	2,668	2,804	2,941	3,078
														2,251	2,396	2,541	2,686	2,831	2,977	3,122	3,267

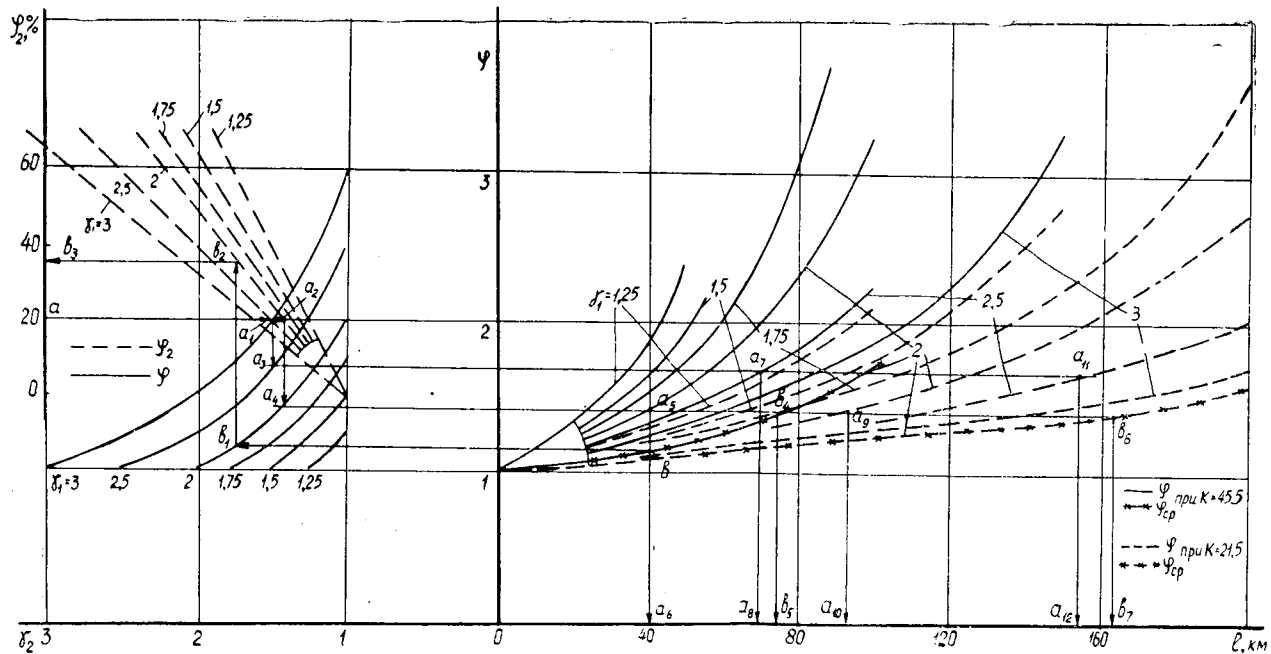


Рис. 1

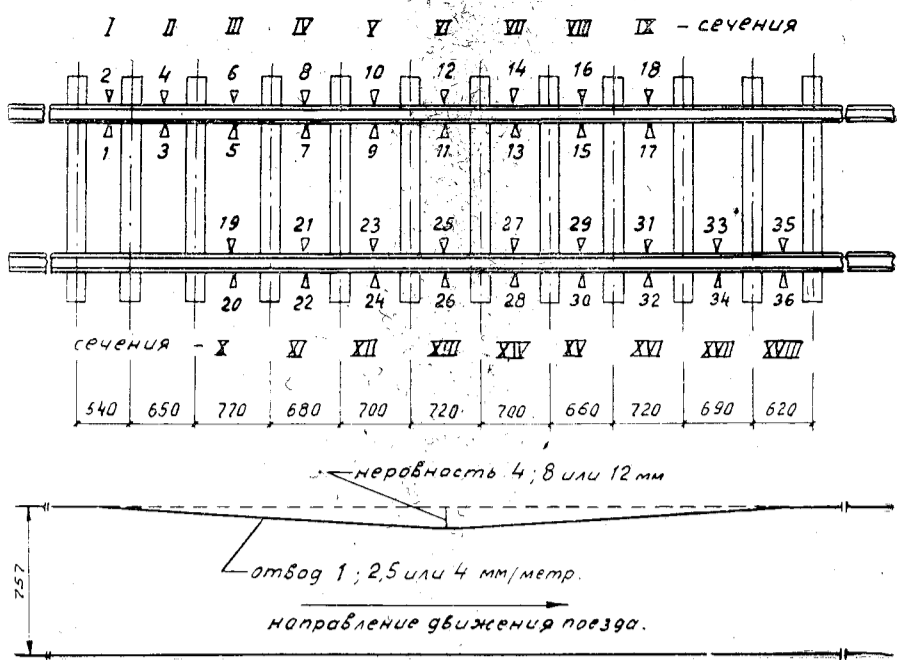


Рис. 1. Расположение датчиков по длине опытного звена.

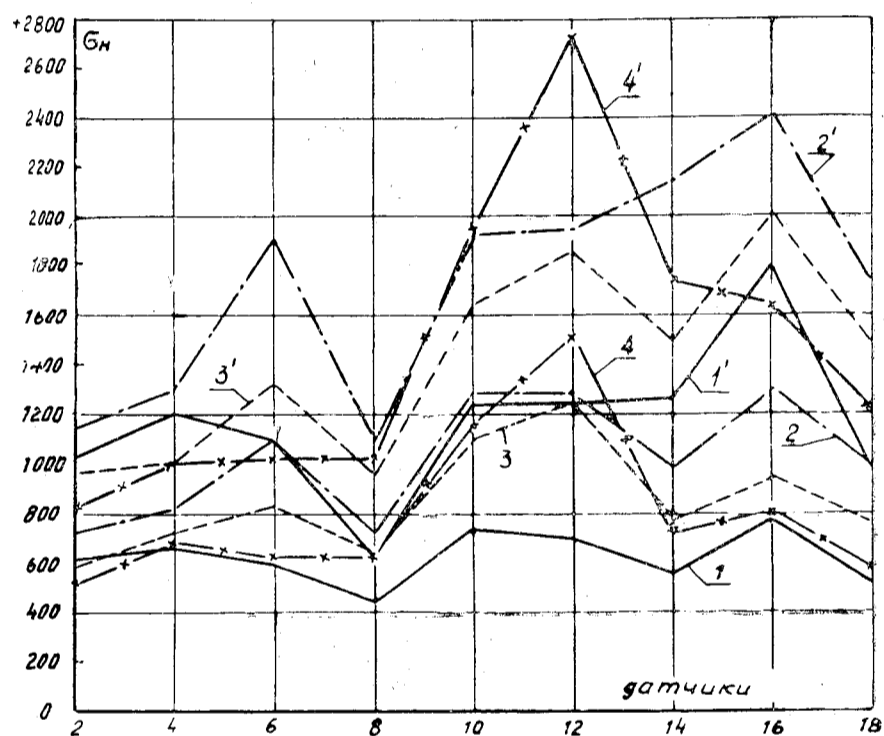
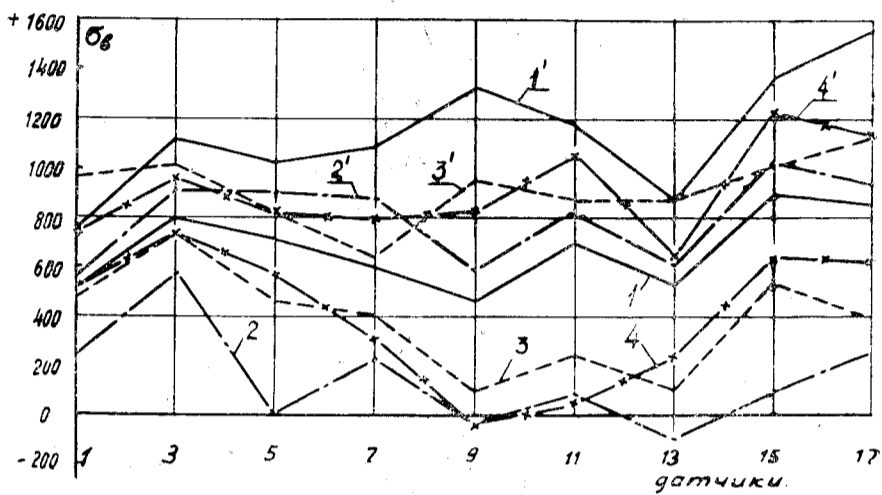


Рис. 2.

— средние арифметические значения напряжений, вычисленные по каждому датчику, в воздействиях всех осей тепловоза для прямолинейного пути; 2 — то же при отводе неровности 1 мм/м; 3 — 2,5 мм/м; 4 — 4 мм/м; 1', 2', 3', 4' — наибольшие вероятные значения напряжений.

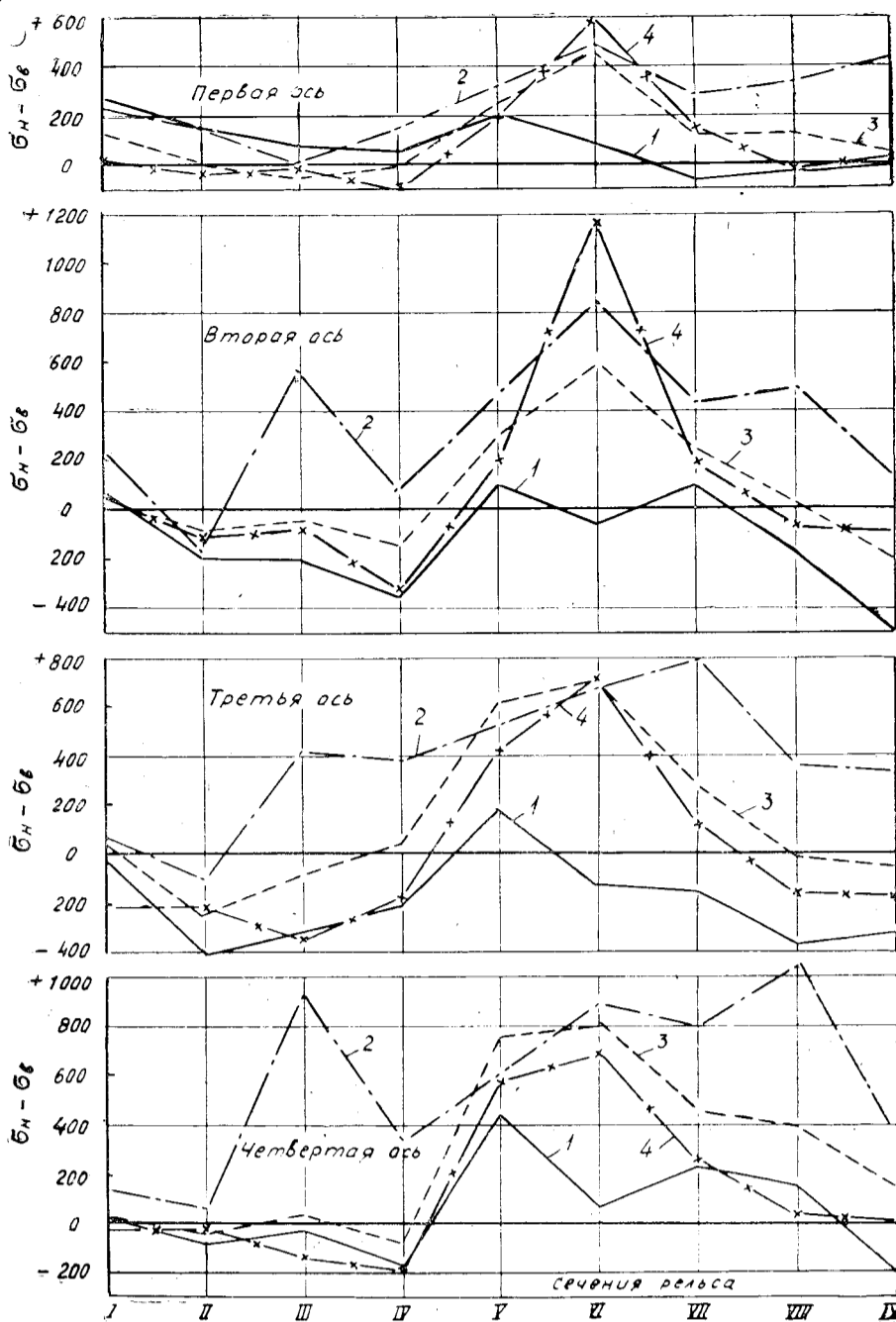


Рис. 3. Обозначения см. на рис. 2.

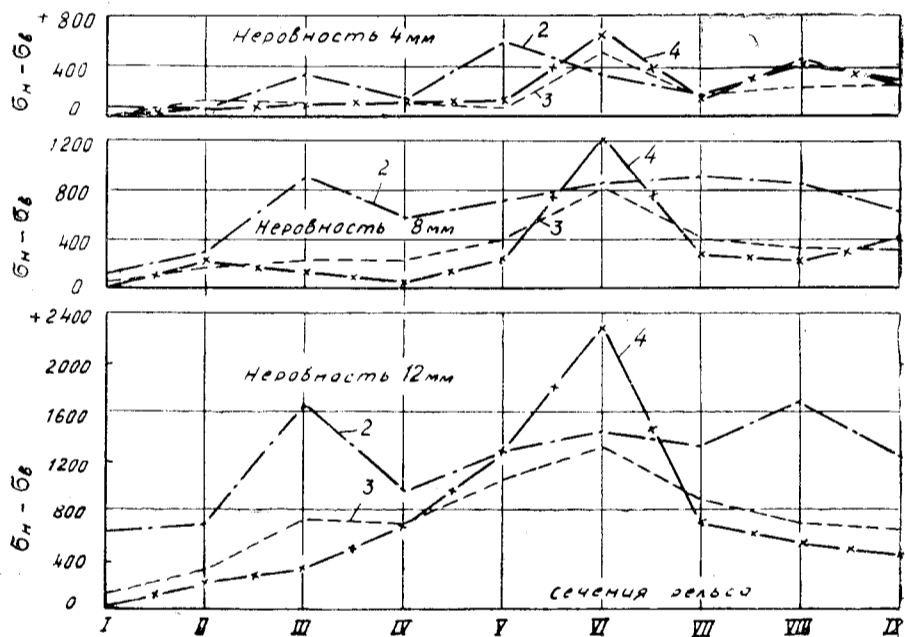


Рис. 4. Обозначения см. на рис. 2.

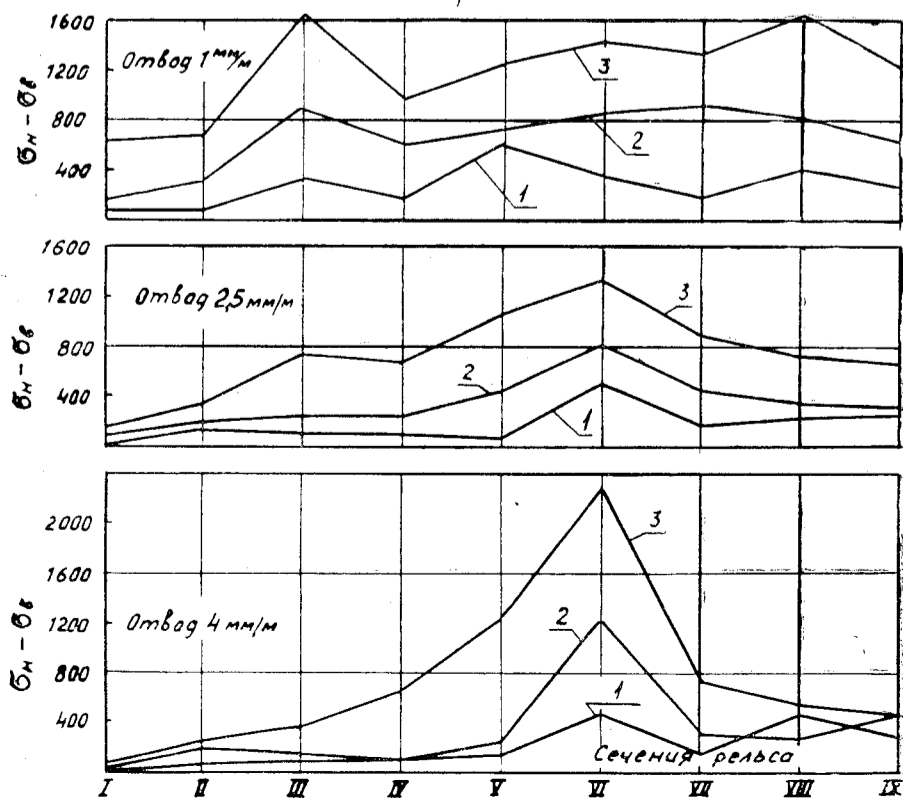


Рис. 5.

1 — неровность 4 мм; 2 — 8 мм; 3 — 12 мм.

05

11332

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ТОГ

ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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