

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ТРИНАДЦАТЫЙ

5

1970

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. ВАСХНИИЛ, проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Н. Песоцкий, проф. С. И. Рахманов, доц. В. О. Самуйлло, 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,
Архангельский лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5.
(Год издания тринадцатый)

Сдан в набор 2/IX-1970 г. Подписан к печати 19/XI-1970 г. Форм. бум. 70×108¹/₁₆.
Печ. л. 15,4+4 вкл. Физ. л. 11. Уч. изд. л. 15,86. Тираж 2220.
Сл 00106. Заказ № 2896. Цена 1 руб.

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.2

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
СМЕШАННЫХ МОЛОДНЯКОВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Н. А. КОНОВАЛОВ, В. А. ШАРГУНОВА

(Уральский лесотехнический институт)

Растительность восточного склона Среднего Урала характеризуется господством сосны с примесью березы и лиственницы Сукачева. Последняя обычно принимает незначительное участие в сложении спелых древостоев [3]. Одна из задач лесного хозяйства заключается в повышении примеси лиственницы, поскольку она не только превосходит сосну по производительности, но и, положительно влияя на почву [5], повышает продуктивность сосновых насаждений [2]. Для выполнения этой задачи необходимо изучить формирование смешанных сосново-лиственнично-березовых насаждений, начиная с молодняков, чтобы выработать соответствующие лесоводственные мероприятия. Смешанные сосново-лиственнично-березовые молодняки формируются чаще всего на почвах сосняка разнотравного и ягодникового, реже на почвах сосняка-брусничника.

Лиственница на Среднем Урале в первые годы жизни растет медленнее сосны [4], поэтому в III и IV классах возраста ее примесь в составе в среднем меньше 10% [6]. Лишь к 120—140 годам ее участие в составе древостоев оценивается примерно в 10%, доходя до 20%. Однако мы встречали древостои, где примесь лиственницы достигала 40 и даже 50%, а также небольшие участки ее чистых насаждений.

В. А. Шаргунова [7], изучая формирование смешанных сосново-лиственнично-березовых молодняков, установила, что они могут возникать как в результате предварительного, так и последующего возобновления хвойных пород. Молодняки сосняка ягодникового, где на долю сосны и лиственницы приходится 50—60%, формируются обычно из подроста предварительной генерации. Если же в их составе преобладает береза (60—80%), то такие молодняки большей частью формируются из последующего возобновления и только частично из предварительного.

В смешанных сосново-лиственнично-березовых молодняках дифференциация идет интенсивнее в сосняках разнотравных, приуроченных к более богатым и влажноватым почвам. Главное влияние на появление угнетенных хвойных деревьев оказывает береза. Если же хвойных пород больше в составе молодняков, то их угнетение выражено слабее. Береза в основном представлена деревьями I—III классов роста по Крафту, в V классе она практически отсутствует.

Анализируя ход роста средних моделей во II классе возраста сосняка разнотравного, мы выявили, что средний прирост по высоте у березы составляет 0,33—0,43 м, у сосны 0,21—0,31 м и у лиственницы 0,16—0,21 м. Наибольший прирост наблюдается при большем участии хвойных пород в составе древостоев. Максимальный текущий прирост по высоте у сосны отмечен в 15—20 лет, у лиственницы в возрасте, когда ее примесь составляет 20—40%. Если ее участие меньше 20%, то

максимум текущего прироста наступает в 10—15 лет, после чего он падает. У березы максимальный прирост приходится на 15 лет.

В молодняках сосняка разнотравного средний прирост лиственницы колеблется от 0,19 м, если хвойных пород в составе 20%, до 0,44 м при повышении примеси до 40%. Величина среднего прироста сосны в этом типе леса близка к приросту лиственницы, а у березы он составляет 0,45—0,59 м. Максимум текущего прироста падает у хвойных пород на 15—20 лет, у березы он сохраняется до 30 лет.

Средний прирост по диаметру в молодняках обоих типов леса наибольший у березы, затем у сосны и лиственницы. С уменьшением примеси хвойных пород средний прирост снижается. Максимальный текущий прирост по диаметру у лиственницы и сосны наступает в 10—15 лет, после чего он падает, у березы в сосняке ягодниковом он сохраняется до 20 лет, в сосняке разнотравном до 25 лет.

В. А. Шаргунова вычислила величины относительных высот по К. К. Высоцкому [1], которые позволяют судить о напряженности роста различных видов деревьев. Эти данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Типы сосняков	
	ягодниковый	разнотравный
Участие хвойных пород, %	$\frac{40}{40}$	$\frac{40}{40}$
В том числе лиственницы, %	$\frac{20}{20}$	$\frac{20}{20}$
Возраст, лет		
березы	$\frac{22 \pm 0,8}{21 \pm 0,55}$	$\frac{20 \pm 0,9}{19 \pm 0,75}$
лиственницы	$\frac{29 \pm 1,0}{22 \pm 0,4}$	$\frac{30 \pm 0,6}{20 \pm 0,5}$
сосны	$\frac{28 \pm 0,9}{22 \pm 0,51}$	$\frac{24 \pm 1,05}{18 \pm 0,29}$
Относительная высота		
березы	$\frac{151 \pm 0,04}{183 \pm 0,5}$	$\frac{175 \pm 0,05}{180 \pm 0,05}$
лиственницы	$\frac{154 \pm 0,13}{162 \pm 0,05}$	$\frac{161 \pm 0,2}{168 \pm 0,4}$
сосны	$\frac{124 \pm 0,05}{146 \pm 0,8}$	$\frac{161 \pm 0,06}{165 \pm 0,4}$

Примечание. В числителе данные для предварительного (подпологового) возобновления; в знаменателе — для одновременного с березой (после вырубки).

Таблица показывает, что в сосняке разнотравном напряженность роста выше, чем в сосняке ягодниковом. Показатель напряженности роста сосны ниже, чем у лиственницы, что говорит о ее более высокой «конкурентной способности».

Проведенный анализ формирования смешанных сосново-лиственнично-березовых молодняков Среднего Урала позволяет сделать некоторые обобщения.

1. Лиственница в первые годы растет медленнее сосны, затем ее участие в сложении древостоев постепенно увеличивается.

2. В смешанных сосново-лиственнично-березовых молодняках дифференциация по классам роста начинается в 6—9 лет; в этом возрасте

уже начинает сказываться угнетающее действие березы на хвойные породы.

3. Максимальный текущий прирост у сосны наблюдается в возрасте 15—20 лет, а у лиственницы, в зависимости от примеси хвойных пород, с 10 до 15—20 лет. Затем прирост начинает резко снижаться.

4. Напряженность роста хвойных пород уменьшается с увеличением их примеси в составе хвойно-лиственных древостоев; в свою очередь, у березы этот показатель повышается.

5. Состав смешанных молодняков можно регулировать путем проведения рубок ухода за лесом (с 10-летнего его возраста).

6. В первую очередь надлежит вырубать деревья березы. Интенсивность ее выборки должна достигать 50%, если хвойных пород в примеси около 20%.

7. В соответствии с данными хода роста, в сосняке разнотравном для осветлений срок повторяемости надо рекомендовать 5 лет, для прореживаний — 10 лет. В сосняке ягодниковом можно ограничиться однократной выборкой.

8. Учитывая угнетающее действие на лиственницу не только березы, но и сосны, следует вместе с березой вырубать экземпляры сосны, которые сдерживают рост лиственницы.

9. У лиственницы в первую очередь надо осветлять деревья III класса роста по Крафту и частично слабо угнетенные деревья IV класса.

10. Своевременное проведение рубок ухода с интенсивной выборкой березы и отчасти сосны позволит увеличить участие лиственницы в составе насаждений, что будет способствовать повышению общей продуктивности насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. К. К. Высоцкий. Закономерности строения смешанных древостоев. Гослесбумиздат, М., 1962. [2]. Н. А. Коновалов. Лиственница Сукачева на Среднем Урале. Труды Уральского лесотехнического института, вып. XVI, Свердловск, 1959. [3]. Н. А. Коновалов. Лиственница Сукачева в культуре на Среднем Урале. Сборник трудов по лесному хозяйству, вып. 3, Свердловское книжное изд-во, 1956. [4]. Н. А. Луганский. О возрастной структуре насаждений с участием лиственницы Сукачева в учебно-опытном лесхозе. Сборник работ по лесному хозяйству, вып. 5, Свердловское книжное изд-во, Свердловск, 1959. [5]. В. И. Тихонов. К характеристике влияния лиственницы на горноподзолистые почвы Урала. Журн. «Почвоведение» № 9, 1963. [6]. В. И. Тихонов. Формирование смешанных сосново-лиственных молодых в горной части Среднего Урала. Автореферат, Свердловск, 1964. [7]. В. А. Шаргунова. Формирование лиственнично-сосново-березовых молодых в горной части Среднего Урала. Автореферат, Свердловск, 1969.

Поступила 21 апреля 1970 г.

УДК 634.0.5

ТОЧНОСТЬ КАМЕРАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ТАКСАЦИИ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ДРЕВЕСИНЫ *

Г. С. РАЗИН, В. П. ШАРКО, А. Г. ИБАТУЛЛИН, А. В. ГРЕБНЕВ

(Марийский политехнический институт)

Суммарную величину текущего прироста древесины хозяйственной секции можно определять камерально по итоговым данным сложных таблиц классов возраста, используя таблицы текущих приростов

* Работа выполнена под руководством доктора сельскохозяйственных наук, проф. М. Л. Дворецкого.

или опытные таблицы хода роста (ТХР) и вспомогательные формулы корректирования на полноту, а также при помощи общих приростных коэффициентов с поправочными коэффициентами П. В. Воропанова. Пригодность различных способов и таблиц выявляли литовские исследователи В. В. Антанайтис, П. Якас и др. по данным 66 пробных площадей, заложенных в чистых 40—80-летних сосновых насаждениях I класса бонитета. Лучший результат (+16%) дало применение таблиц В. В. Загреева.

Для выявления степени пригодности существующих таблиц текущего прироста, опытных таблиц хода роста и общих приростных коэффициентов для камерального вычисления суммарной величины текущего прироста древесины ельников Пермской области мы использовали данные 446 пробных площадей, заложенных в 1926—1967 гг. в древостоях различных типов леса, классов бонитета, полноты и возраста: II класса бонитета — 138 проб (25—160 лет); III — 237 проб (51—160 лет); IV — 71 пробы (81—190 лет).

Относительные полноты древостоев всех классов бонитета колебались от 0,3—0,4 до 1,0. Средний состав большинства проб 7Е2П1Б. Класс бонитета древостоев определяли по общепониманной шкале М. М. Орлова, а относительную полноту — по опытной таблице сумм площадей сечения, составленной авторами для ельников Пермской области. Текущий прирост древесины на пробных площадях (размером от 0,25 до 4 га) устанавливали путем рубки 10—35 средних (для ступеней и групп толщин) модельных деревьев и обмера их по двухметровым (иногда однометровым) секциям. На моделях измеряли прирост по диаметру, высоте и объему за последние 10 лет, вычисляли средний периодический прирост. Текущий прирост древостоя пробной площади пересчитывали на 1 га.

Все пробные площади каждого класса бонитета были распределены по классам возраста и полнот. Суммарная величина текущего прироста, вычисленная сложением текущих приростов древостоев пробных площадей всех полнот и классов возраста, оказалась следующей: по II классу бонитета — 1009,7 м³, III — 1345,4 м³ и IV — 340,9 м³. Эти величины приняты за истинные (табл. 1).

Таблица 1

Авторы таблиц (и формул)	Общая сумма текущего прироста, м ³ , для совокупности древостоев по классам бонитета			Процент отклонения от истинного значения для совокупности древостоев по классам бонитета		
	II	III	IV	II	III	IV
И. М. Науменко**	1113,6	1544,5	426,6	+10,6	-14,7	+25,1
В. В. Загреев**	761,1	840,5	186,9	-24,3	-37,5	-45,2
А. В. Тюрин (и формулы Герхардта)	1122,5*	1284,3	227,4	+41,8	-4,5	-33,3
Б. В. Козловский (и формулы Герхардта)	—	1301,6	246,7	—	-3,3	-26,6
П. В. Воропанов (и ТХР Варгаса де Бедемара)	963,6	1097,8	191,5	-4,2	-18,5	-43,8
Варгас де Бедемар (и формулы Герхардта)	702,0	680,5	90,4	-30,2	-49,3	-73,4
Варгас де Бедемар (и формулы Ф. П. Моисеенко)	862,5	815,7	108,4	-14,3	-39,4	-68,0
П. Якас	707,7*	—	—	-10,4	—	—

* Общая сумма текущего прироста определена для 101 пробы, где истинное значение равно 790,6 м³. ** Значения полнот древостоев, определенных по стандартной таблице Н. В. Третьякова, отклоняются от данных, полученных по таблицам И. М. Науменко, на +10%, а по таблицам В. В. Загреева — на -10%.

Далее определяли значения суммарного текущего прироста совокупности древостоев этих же пробных площадей камеральными способами (7 вариантов), используя: таблицы текущего прироста, разработанные И. М. Науменко, В. В. Загреевым и П. Якасом; всеобщую таблицу хода роста, предложенную А. В. Тюриным, и формулы Г. Герхардта; таблицу хода роста ельников Ленинградской области (Варгаса де Бедемара) с применением формулы Герхардта и Ф. П. Моисеенко, а также приростных коэффициентов, вычисленных П. В. Воропановым; таблицы хода роста ельников-черничников Пермской области (В. Б. Козловского) с применением формулы Герхардта.

Суммарное значение абсолютной величины текущего прироста по указанным таблицам для всех пробных площадей в пределах классов бонитета определяли следующим образом:

1) по таблицам текущего прироста — путем умножения табличного значения текущего прироста соответствующего возраста и полноты на количество таких проб и суммирования полученных результатов;

2) по таблицам хода роста — нахождением значений текущего прироста для неполных (ненормальных) древостоев по известным формулам Г. Герхардта

$$Z_{\Phi}^{\downarrow} = Z_n(2,0 - \Pi) \Pi$$

и Ф. П. Монсеенко

$$Z_{\uparrow} = Z_n(3,0 - 2\Pi) \Pi,$$

где Z_{Φ} — текущий прирост неполных древостоев;

Z_n — текущий прирост всего древостоя (по ТХР полных древостоев);

Π — полнота,

а далее — умножением полученных значений текущего прироста соответствующего возраста и полноты на количество подобных проб и суммированием вычисленных данных;

3) по общим приростным коэффициентам (способ П. В. Воропанова) устанавливали сумму наличных запасов и средних накоплений запасов по данным пробных площадей (в пределах классов бонитета, возраста и полноты); находили отношения полного текущего прироста к неполному среднему приросту (среднему накоплению), используя опытные таблицы Варгаса де Бедемара для ельников Ленинградской области; вычисляли общие приростные коэффициенты для различных полнот; умножали величины накопления на общие приростные коэффициенты и суммировали получившиеся данные.

По всем использованным способам были вычислены проценты отклонений, сведенные в табл. 1.

Как видно из таблицы, суммарное значение текущего прироста, вычисленное по таблице И. М. Науменко, для совокупности древостоев отдельных классов бонитета оказывается завышенным на 11—25%. С повышением класса бонитета процент отклонения уменьшается. Применение же таблиц других авторов для совокупности древостоев всех классов бонитета привело к занижению суммарного текущего прироста: наименьшие отклонения наблюдаются для II класса бонитета и наибольшие — для IV. Исключение составляют ТХР А. В. Тюрина, которые дают завышение во II классе бонитета и занижение в III и IV классах.

В целом для совокупности древостоев II класса бонитета дают удовлетворительные результаты таблицы И. М. Науменко, П. Якаса и способ приростных коэффициентов, предложенный П. В. Воропановым; для III класса — таблицы А. В. Тюрина и В. Б. Козловского. Однако при нахождении текущего прироста для совокупности древостоев отдельных классов возраста и полнот во II и III классах бонитета по таблицам этих же авторов получаются большие отклонения (до ± 20 —50% и более).

На основе нашего исследования можно сделать следующие выводы.

1. Так как еловая хозсекция лесхозов Пермской области состоит из древостоев различных классов бонитета, то в целом ни одна из существующих таблиц не дает возможности вычислить величину суммарного текущего прироста объемов древесины с точностью, вполне удовлетворяющей практику. Поэтому целесообразно составить местные таблицы текущего прироста.

2. Наиболее надежны данные суммарного текущего прироста, полученные по таблицам И. М. Науменко и П. Якаса, а также по местным опытным ТХР В. Б. Козловского и формулам Герхардта.

3. При камеральном определении суммарного текущего прироста древесины хозсекций с использованием таблиц авторов, указанных в п. 2 (а также таблицы В. В. Загреева), необходимо вносить коррек-

тивы с учетом приведенных в табл. 1 систематических средних ошибок, исходя из средневзвешенного класса бонитета. Например, для всей еловой хозсекции Пермской области, имеющей средний класс бонитета III, 4, по таблицам В. В. Загреева суммарный текущий прирост будет вычислен с занижением на 40%; значит, полученный результат нужно разделить на 0,60 или умножить на 1,67 ($1,00 : 0,60 = 1,67$).

Указанные выводы можно распространить и на ельники, растущие в подзонах южной и средней тайги в областях, смежных с Пермской.

Поступила 14 августа 1968 г.

УДК 634.0.2

О ВЛИЯНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ РУБОК НА ПРОДУКЦИЮ ПОЧВЕННОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ

В. И. ВОХМИНЦЕВ

(Марийский политехнический институт)

В насаждениях, где на одной и той же площади встречаются деревья всех возрастов (от молодых до спелых и перестойных), необходимо проводить одновременно рубки главного и промежуточного пользования, то есть комплексные [4].

Мы исследовали влияние интенсивности рубки на продукцию почвенной углекислоты. Изучению выделения углекислоты из почвы посвящены работы ряда авторов ([7] — [12], [5] и др.), однако лишь О. Н. Щербакова [14] рассматривает вопрос об изменении выделения углекислоты из почвы в зависимости от изреживания древостоя.

Объекты наших исследований — разновозрастные листово-еловые древостой Советского, Новоторьяльского и Пригородного лесхозов в типах леса ельник липовый на дерново-сильнопodzолистой супесчаной на древнеаллювиальных песках почвы, ельник кисличный на дерново-сильнопodzолистой среднесуглинистой на пермских карбонатных глинах почве и ельник липняково-кисличный на дерново-сильнопodzолистой суглинистой на покровных суглинках почве. Пробные площади размером 1 га разбивали на четыре равные секции. Одну секцию (А) оставляли в качестве контрольной, а на остальных была проведена рубка с различной степенью изреживания: до 20% — секция Б, от 20,1 до 30% — секция В и свыше 30% — секция Г. Для сравнения изучали выделение углекислоты из почвы на открытых местах (поляна, поле и вырубка).

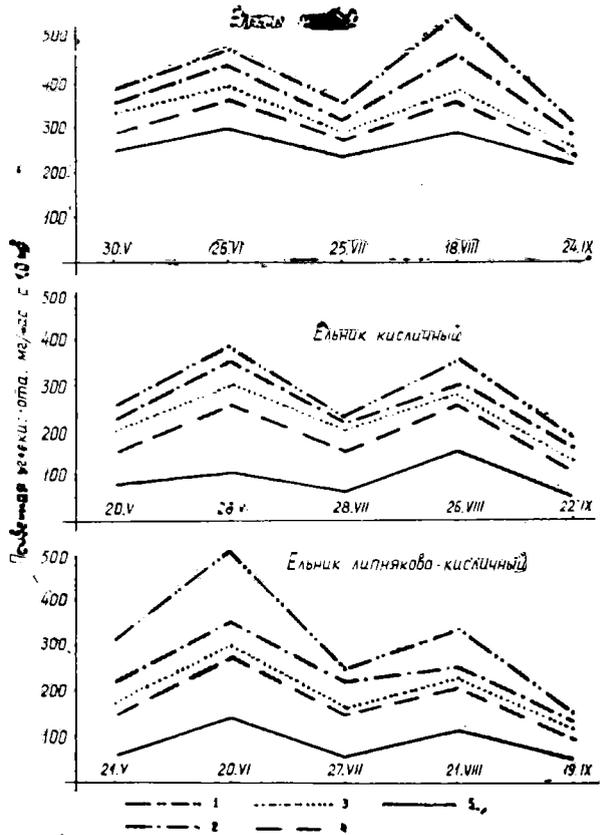
Учет выделяющейся из почвы углекислоты проводили по методу В. И. Штанова [13] с некоторыми изменениями, предложенными В. Н. Смирновым и Н. В. Ереминым. Повторность опытов трехкратная. Одновременно с определением CO_2 учитывали температуру воздуха и почвы (на глубине до 10 см), влажность и реакцию почвы. Наблюдения проводили в течение вегетационного периода 1968 г. в конце каждого месяца, спустя четыре года после рубки. Результаты опытов отражены на рис. 1.

На графиках видна тесная связь биологической активности с интенсивностью изреживания древостоя. В течение всего вегетационного периода с увеличением интенсивности изреживания возрастает и выделение почвенной углекислоты. Видимо, прогревание почвы, вызванное изреживанием древостоя, повышает биологическую деятельность почвенных микроорганизмов, а это, в свою очередь, вызывает увеличение продукции углекислоты. Возрастание количества углекислоты под пологом леса улучшает условия роста и развития древесной растительности, особенно подроста и нижних ярусов древостоя.

В наших опытах повышение интенсивности изреживания древостоя вызвало увеличение выделения углекислоты из почвы. Однако тесная зависимость не везде одинакова. Так, если в насаждении с первоначальной полнотой 1,0 и более выделение CO_2 возрастает значительно и при сильном изреживании достигает 172% от контроля, то при

Рис. 1. Выделение углекислоты из почвы при различной интенсивности изреживания древостоя в течение вегетационного периода 1968 г.

1 — секция Г; 2 — секция В;
3 — секция Б; 4 — секция А;
5 — вырубка, поле, поляна.



такой же интенсивности изреживания в насаждении с первоначальной полнотой 0,85—0,90 выделение углекислоты составило 152%, а при полноте 0,66 — только 130%. Причем, если в первых двух случаях с увеличением интенсивности рубки идет нарастание выделения CO₂, то в последнем, при сильной интенсивности нарастание меньше, чем при средней. Это дает основание полагать, что при дальнейшем снижении полноты наступит такой момент, когда биохимическая деятельность почвенных микроорганизмов будет сокращаться. Этот процесс, видимо, может наступить при полноте 0,4—0,3, ибо на не покрытых лесом площадях (поляна, поле, вырубка) выделение CO₂ из почвы значительно ниже, чем под пологом леса.

На всех пробных площадях, при любой интенсивности рубки наблюдаются два резко выраженных максимума в выделении почвенной углекислоты: в июне и в августе. В типе леса ельничек липняково-кисличный больший пик отмечается в июне, в ельничке липовом — в августе, а в ельничке кисличном продукция углекислоты в июне и августе примерно равна.

В июле на всех пробных площадях отмечается глубокая депрессия в интенсивности биологических процессов.

Увеличение выделения углекислоты из почвы в июне и августе и снижение в июле и сентябре подмечено рядом авторов и, в первую очередь, В. Н. Смирновым. Наши данные только подтверждают ранее сделанные выводы. Однако есть и некоторые отличия. Так, по данным В. Н. Смирнова, в ельничке сложном наибольший пик выделения CO₂

наблюдается в июле. В наших опытах, наоборот, в ельнике липовом (группа сложных ельников) в июле отмечается депрессия биологических процессов. Причиной падения микробиологической деятельности в июле, видимо, послужили погодные условия: в 1968 г. в течение почти всего июля стояла холодная и дождливая погода и лишь в конце месяца постепенно наступило потепление [6].

Безусловно, продукция почвенной углекислоты связана с температурой воздуха, почвы, ее влажностью и реакцией, ибо все эти факторы в той или иной мере влияют на деятельность почвенных микроорганизмов. Однако прямой зависимости выделения CO_2 от указанных факторов установить не удалось, хотя в отдельные периоды можно в какой-то мере проследить некоторую связь, особенно между температурой почвы и интенсивностью выделения углекислоты.

Резкие колебания в выделении углекислоты из почвы в течение вегетационного периода обусловлены, по-видимому, деятельностью почвенных микроорганизмов: микробов-активаторов, вызывающих усиленное выделение CO_2 , и микробов-ингибиторов, вызывающих токсикоз почвы [2], а также периодичностью роста корней [1], [3].

Продукция почвенной углекислоты в значительной мере зависит от состава растительности. В наших условиях наибольшее количество CO_2 выделялось под пологом древостоя в типе леса ельник липовый, несколько меньше в ельнике липняково-кисличном и меньше всего в ельнике кисличном. По-видимому, опад липы и березы лучше разлагается микроорганизмами и почвенными животными, чем опад ели и осины. Таким образом, на супесчаных и суглинистых почвах с увеличением липы и березы в составе хвойных насаждений улучшаются биохимические процессы.

По результатам исследований можно сделать некоторые выводы и дать практические рекомендации.

1. С повышением интенсивности изреживания древостоя увеличивается продукция почвенной углекислоты, что влечет за собой улучшение питания древесной растительности, а значит, и увеличение производительности древостоя.

2. Учитывая, что на производительность насаждений влияет не только биологическая активность почвы, но и ряд других факторов, не следует при комплексных рубках в разновозрастных лиственно-еловых древостоях снижать полноту более 0,7.

3. Для увеличения выделения из почвы CO_2 необходимо создавать смешанные древостои с участием березы, липы и других лиственных пород.

4. При проведении лесохозяйственных мероприятий нужно учитывать периодичность выделения почвенной углекислоты как чуткий показатель интенсивности биологических процессов, протекающих в почве.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Колесников. Строение и периоды роста корневой системы. Известия ТСХА, 1, 1952. [2]. Н. А. Красильников. Микроорганизмы почвы и высшие растения. Изд. АН СССР, 1958. [3]. Н. В. Лобанов. Микотрофность древесных растений, М., 1953. [4]. И. С. Мелехов. Рубки главного пользования. Изд-во «Лесная промышленность», 1966. [5]. В. Н. Мина. Биологическая активность лесных почв и ее зависимость от физико-географических условий и состава насаждений. Журн. «Почвоведение» № 10, 1957. [6]. Обзор агрометеорологических условий за 1967—68 сельскохозяйственный год по Марийской АССР. Горький, 1968. [7]. В. Н. Смирнов. Сравнительная характеристика биологической активности почв южной полосы лесной зоны. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1953. [8]. В. Н. Смирнов. К вопросу о биологической активности почв под лесами южной части таежной зоны. Труды Института леса АН СССР, т. XXIII, 1954. [9]. В. Н. Смирнов. К вопросу о взаимосвязи между продукцией почвенной углекислоты и производительностью лесных почв. Журн. «Почво-

ведение» № 1, 1955. [10]. В. Н. Смирнов. О почвообразовании на песках в условиях лесной зоны Среднего Поволжья. Сборник трудов ПЛТИ, № 58, вып. III, 1957. [11]. В. Н. Смирнов, Ю. И. Пономарев, Н. Д. Васильев. Биологическая активность дерново-подзолистых супесчаных почв в сосновом и березовом лесу и на клеверище. Сборник трудов ПЛТИ, № 55, 1961. [12]. В. Н. Смирнов. Почвы Марийской АССР, их генезис, эволюция и пути улучшения. Маркнигоиздат, Йошкар-Ола, 1968. [13]. В. И. Штатнов. К методике определения биологической активности почв. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 6, 1952. [14]. О. Н. Щербакова. Постепенные рубки и биологическая активность почвы. Сб. «Производственный лесной комплекс», изд-во «Карпаты», Ужгород, 1965.

Поступила 27 октября 1969 г.

УДК 634.0.453

О ТОКСИЧЕСКОМ ВЛИЯНИИ СОСНОВОГО ПОДКОРНОГО КЛОПА НА СОСНУ ОБЫКНОВЕННУЮ

М. Д. ДАНИЛОВ, А. А. КРАСНОВ

(Марийский политехнический институт)

Сосновый подкорный клоп (*Aradus cinnamomeus* Panz.) — широко распространенный вредитель сосновых молодняков. Наибольший вред он наносит сосновым молоднякам в сухих условиях местопроизрастания и в наиболее засушливые годы.

На стволах сосен подкорный клоп поселяется под отслаивающимися чешуйками корки и с помощью очень длинных и тонких колющих щетинок высасывает питательные соки из луба, камбия и поверхностных слоев заболонной древесины.

В исследованиях П. А. Положенцева и Д. И. Здрайковского [1] показано влияние этого вредителя на физиологическое состояние пораженных им деревьев сосны. В 1968 г. мы провели исследования физиологического состояния сосен, пораженных подкорным клопом, в условиях Марийской АССР. Данные наших опытов в основном подтвердили результаты исследований П. А. Положенцева и Д. И. Здрайковского.

По характеристике И. В. Тропина [3], в результате прокалывания коры и высасывания сока на живых тканях образуются серебристо-белые пятна, постепенно желтеющие в связи с образованием раневой паренхимы. На усыхающих деревьях пятна раневой паренхимы покрывают большую часть поверхности древесины и имеют коричневую окраску. На поперечном срезе раневая паренхима имеет вид коричневатых линий, расположенных в весенней древесине годичного кольца. При сильном повреждении на стволиках сосен под корой могут образовываться полости, наполненные смолой. Впоследствии в таких местах кора растрескивается, смола выступает наружу и стекает по поверхности ствола — начинается так называемый «смоляной плач» и появляются открытые смолоточащие язвы. В районе расположения язв древесина просмолается на различную глубину, нередко полностью по всему сечению ствола. Расположенная выше просмоленного участка часть ствола, как правило, усыхает в результате более или менее полного прекращения подачи к ней влаги.

Однако возникает сомнение, могут ли микроскопические поражения и даже высасывание сока из тканей сосны быть губительными и приводить к быстрому отмиранию всего дерева. Наряду с этим возникает предположение, не связано ли это с выделением клопами токсически или иначе действующих веществ.

Известно, например, что галлы (цецидии) — патологические новообразования на частях растений — возникают под влиянием галловых клещей, вызывающих изменение окраски и курчавость листьев, появление чернильных орешков, ненормальное ветвление побегов и т. п. Влияние галловых клещей на растение-хозяина, как теперь считают, обуславливается выделением ими каких-то токсических веществ.

Для выяснения губительного действия выделений подкорного клопа на сосну мы поставили специальный опыт в дендрологическом саду Марийского политехнического института в культурах 12 лет, совершенно не пораженных подкорным клопом.

Для проведения опыта в сосновых культурах Куярского лесничества Куярского лесхоза Марийской АССР были собраны клопы. Их растирали в фарфоровой ступке и приготавливали клоповые вытяжки в дистиллированной воде и в 5%-ных растворах спирта и ацетона. Клоповые вытяжки и контрольные растворы вводили в растущие осевые побеги текущего года. Инъекции производили 12 июня 1968 г. медицинским шприцем (4—5 уколов на побег и по одному уколу на центральную почку). В каждый побег вводили всего 1 см³ раствора. Повторность опытов во всех вариантах пятикратная. В момент закладки опыта обмеряли длину побегов у опытных и контрольных деревьев. Результаты опыта учтены 12 октября 1968 г. путем обмера побегов опытных и контрольных растений и тщательного осмотра их с целью обнаружения каких-либо особенностей на местах инъекций.

В лабораторных условиях производили тщательный анализ типичных побегов у опытных и контрольных сосен с выявлением изменений, возникающих у побегов опытных растений под влиянием клоповой вытяжки. Результаты опыта приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вариант опыта	Количество опытных растений	Длина побега, см		Средний прирост побегов после опыта, см
		до опыта	в конце вегетации	
Контроль	6	30,1	42,7	12,6
Инъекция воды	5	29,8	44,6	14,8
спирта (5%)	5	31,2	40,0	8,8
ацетона (5%)	5	28,0	34,0	6,0
Инъекция раствора клоповой вытяжки водного	5	31,4	36,5	5,1
спиртового	5	30,6	36,5	5,9
ацетонового	5	30,1	35,5	5,4

Как видно из таблицы, для опыта были взяты растения, обладавшие примерно равной энергией роста. До начала опыта средний прирост их верхушечных побегов во всех вариантах был более или менее одинаковым.

После введения клоповой вытяжки интенсивность роста побегов сильно изменилась в зависимости от варианта опыта. У контрольных растений и в опыте с инъекцией воды и 5%-ного раствора спирта побеги продолжали довольно энергично расти. Пятипроцентный раствор ацетона вызвал значительное понижение энергии роста побегов. Введение клоповой вытяжки во всех случаях способствовало резкому снижению прироста побегов. Эти данные убеждают в правильности предположения о выделении клопами каких-то веществ, токсически действующих на пораженные деревья.

Наблюдениями выявлено также влияние клоповой вытяжки на состояние закладываемых почек. У всех контрольных деревьев развились нормальные центральные почки, как в основном и у побегов, инъекционных контрольных (спиртовым и ацетоновым) растворами и водой. В вариантах с введением клоповой вытяжки у 20% побегов образовались мелкие, слегка искривленные (однобокие) центральные почки.

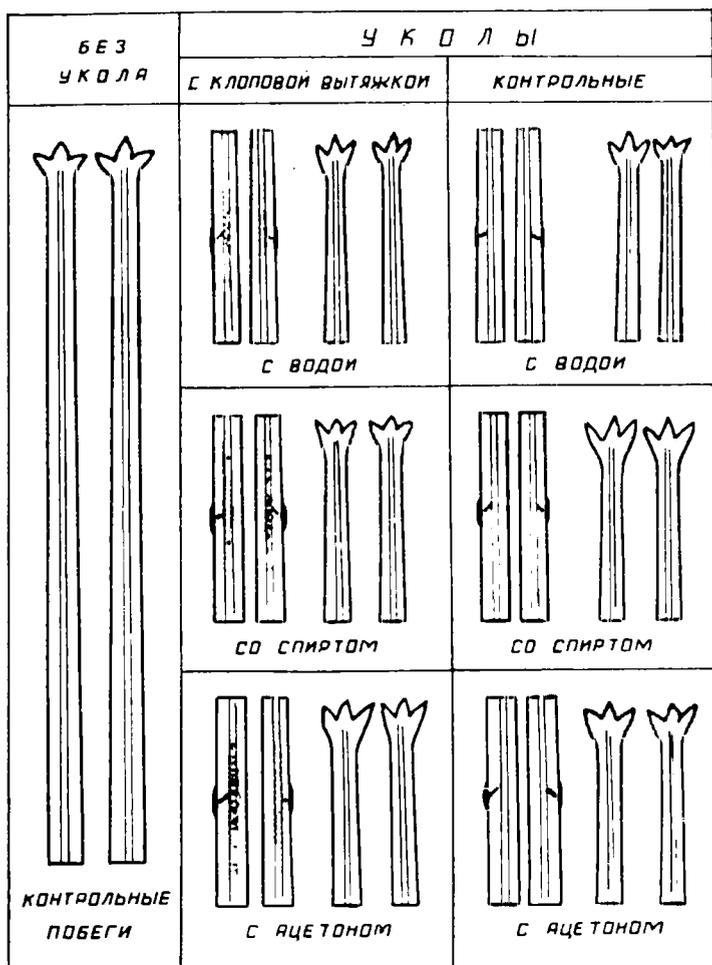


Рис. 1.

Анализ показал, что на местах укола в одних случаях заметных признаков изменений нет, в других образуются наплывы, утолщения (вздутия) или появляется трещиноватость. С учетом этого было произведено распределение побегов по нормальности состояния мест укола. К нормальным относили те побеги, у которых не было в местах укола заметных изменений. Выявилась следующая картина: у контрольных деревьев состояние побегов оказалось нормальным — 100%; у деревьев с введением воды — 60%; водного раствора клоповой вытяжки — 20%; 5%-ного спирта — 80%; спиртового раствора клоповой вытяжки — 0%; 5%-ного раствора ацетона — 60%; ацетонового раствора клоповой вытяжки — 0%.

Макроскопический анализ изменений в тканях побегов в связи с введением клоповой вытяжки произведен путем продольного взрезывания побегов, схематическое изображение которых дано на рис. 1. Оказалось, что под влиянием клоповой вытяжки во всех вариантах опыта сердцевина и древесина побега вместо светло-зеленой окраски приобрели светло- и даже темно-коричневую.

По исследованиям В. Ф. Разумовой [2], на местах поранений клопом трахеиды древесины превращаются в паренхиму и вместо рядов трахеид наблюдаются скопления неправильных клеток паренхимы — «раневой древесины», в большинстве случаев заполненных желтоватым или коричневым пигментом. Раневая ткань в той или иной степени прерывает водопроводящие слои трахеид и препятствует подаче воды вверх, слои раневой паренхимы затрудняют и даже прерывают как прямой ток влаги, так и по обходным путям, проходящим через радиальные стенки трахеид и по сердцевинным лучам. Затруднение водоснабжения сосен вызывает отмирание клеток паренхимы.

В нашем опыте на местах уколов и введения контрольных растворов изменения окраски древесины и сердцевины не наблюдалось, тогда как при введении в побеги клоповой вытяжки во всех случаях это явление выражено хорошо.

На основании наших исследований можно сделать следующий вывод: наряду с нанесением механических повреждений и высасыванием сока из живых тканей дерева, клопы выделяют, очевидно, токсические вещества, губительно действующие на сосну.

По сообщению П. А. Положенцева, в 1953 г. в Воронежском ЛТИ студентом А. И. Кузнецовым была выполнена дипломная работа «Подкорный сосновый клоп и меры борьбы с ним...». В этой работе по методике П. А. Положенцева впервые был поставлен опыт, направленный на выяснение ядовитости слюны клопа для дерева. Раствор растертых клопов из расчета 200 экземпляров (личинки или имаго) на 1 см³ воды вводили в камбий 6-летней сосны с помощью прибора, смонтированного из малого медицинского шприца. Опыт был поставлен в августе 1951 г. В этом же месяце на опытном деревце началось пожелтение хвои главного побега второго года, тогда как контрольное дерево оставалось в нормальном состоянии. В следующем году опытное дерево имело прирост в высоту 27 см, а контрольное 45 см. В местах введения клопового раствора у опытной сосны было обнаружено коричневатое пятно размером 2,3 × 0,7 см. Следовательно, в этом небольшом опыте было отмечено токсическое влияние подкорного клопа на сосну. По сообщению П. А. Положенцева, результаты этого опыта были подтверждены и в опытах последующих лет. К сожалению, они не были опубликованы, и нам были совершенно неизвестны. Мы с удовлетворением отмечаем идентичность результатов, полученных нами и ВЛТИ, свидетельствующую о достоверности отмечаемого явления, имеющего немаловажное научно-теоретическое и практическое значение.

В дальнейшем необходима проверка результатов нашего опыта путем проведения массовых опытов, в том числе в более ранние сроки. Подтверждение их может привести к разработке новых приемов борьбы с вредными последствиями действия этого опасного вредителя сосны обыкновенной.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. А. Положенцев, Д. И. Здрайковский. К характеристике деревьев сосны, пораженных подкорным клопом. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1958.
[2]. В. Ф. Разумова. Опыт летней химической борьбы с подкорным клопом в Бузлужском бору. Сборник работ по защите леса МЛТИ, вып. 1, М., 1957. [3]. И. В. Тропин. Химическая защита леса от насекомых. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968.

УДК 634.0.453

СОСНОВЫЙ ПОДКОРНЫЙ КЛОП *Aradus cinnamomeus* Panz. В КУЛЬТУРАХ ЛИСТВЕННОЙ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

О. Д. ЦЫПЛАКОВА, Р. И. ДЕРЮЖКИН

(Воронежский лесотехнический институт)

Сосновый подкорный клоп — один из серьезнейших вредителей сосновых культур. Вопросам изучения вредоносности клопа и мерам борьбы с ним в сосновых молодняках посвящены работы многих ученых ([8], [9], [10], [3], [1], [7], [1] и др.).

Среди кормовых растений соснового подкорного клопа *Aradus cinnamomeus* Panz. некоторые исследователи отмечают лиственницу [8], [10], [6], однако сообщений о поселении этого вредителя на деревьях различных видов лиственницы, о плотности поселения и его вредоносности мы не нашли.

Впервые на лиственнице сосновый подкорный клоп нами был обнаружен в 1967 г. Исследование было проведено нами в сентябре 1968 г. в опытных географических культурах лиственницы, созданных в квартале 54 Учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института весной 1955 г. На участке площадью 1 га произрастают следующие виды лиственницы: сибирская *Larix sibirica* Ldb., Сукачева — *L. sukaczewii* Djl., европейская — *L. decidua* Mill., даурская — *L. dahurica* Turcz., японская — *L. leptolepis* Cord. В 70—80 м от посадок лиственницы расположены культуры сосны посадки 1959 г. Рельеф территории ровный, почвы — серые лесные суглинки. Во время учета клопы находились в стадии личинок 3-го и 4-го возрастов.

Для изучения заселенности лиственницы клопом в культурах было взято 60 модельных деревьев (по 11—12 с участков каждого вида лиственницы и для контроля 4 — сосны обыкновенной из соседнего участка). Для каждого дерева отмечали класс роста, диаметр на высоте груди, высоту, прирост по высоте за последние 5 лет.

По характеру коры 16-летних деревьев лиственницу четко подразделяли на две группы: I — с гладкой поверхностью коры (даурская, европейская и японская); II — с шероховатой (сибирская и Сукачева).

По характеру трещиноватости, отшелушивания и величине отдельностей корки, начиная от комля, на стволах деревьев мы выделили шесть типов:

1 — отдельности крупные (2—4×8—20 см) и средние (1,5—2×6—7 см), отделяются от ствола с трудом. У лиственниц I группы трещиноватость неглубокая, отдельности однослойные; у лиственниц II группы — многослойные, трещиноватость глубокая, через все слои;

2 — отдельности крупные и средние (как и в предыдущем типе) размещены сплошь по всей поверхности, отслаиваются легко: у лиственниц I группы однослойные с отогнутыми наружу краями; у лиственниц II группы многослойные, легко продольно расслаиваются. Трещиноватость неглубокая, в пределах одного слоя;

3 — отдельности мелкие (1—1,4×2—3 см), размещены сплошь по стволу, многослойные, не расслаиваются, отделяются от ствола с трудом. Трещиноватость неглубокая. Аналогичное строение корки у обеих групп лиственниц;

4 — отдельности мелкие, размещены редко по всей поверхности ствола или возле сучьев, отслаиваются глубоко, до живых тканей, отделяются от ствола с трудом. Трещиноватость поверхностная. Тип коры характерен для лиственниц I группы.

5 — отдельности в виде тонких шелушащихся пленок. Трещиноватость поверхностная, редкая. Тип коры характерен для лиственницы II группы;

6 — поверхность ствола (ветвей) гладкая или гладко-бороздчатая. Встречается у деревьев обеих групп.

Учет подкорного клопа на модельных деревьях лиственницы проводили по методике И. В. Тропина [10] с той лишь разницей, что дерево расчленили не по мутовкам, как это принято для сосны, а на возрастные зоны по типу коры в соответствии с приведенной выше шкалой. Данные о плотности поселения клопа перечисляли на 1 дм² поверхности соответствующей зоны ствола.

Данные о плотности поселения клопа, характеризующие распределение его в целом по стволу и по зонам с различными типами коры

Таблица 1

Характеристика средних модельных деревьев			Наличие клопа на 1 дм ² в различных зонах ствола модельных деревьев (зоны указаны последовательно, снизу вверх по стволу)					
класс роста	$D_{1,3}$, см	H , м	1	2	3	4	5	6
Лиственница даурская								
I	6,8	8,90	0		1,55	1,55		0
II	5,2	8,25	0	4,13	—	4,90	—	0
III	4,5	6,59	0,47	—	2,03	2,30	—	0
IV	4,15	6,97	—	—	0	1,67	—	0
Лиственница европейская								
I	10,0	11,90	0	0,30	—	0,75	—	0
II	8,3	11,20	0	0,40	0,68	0,23	—	0
III	7,6	10,45	0	0,40	0	0,45	—	0
IV	5,7	9,24	—	—	0	0,15	—	0
Лиственница японская								
II	6,7	9,30	—	0	1,60	0,40	—	0
III	5,0	7,80	—	0	1,07	0,87	—	0
IV	4,6	7,30	—	—	0	0,01	—	0
Лиственница сибирская								
I	7,6	9,14	0,21	0	0,13	—	0,10	0
II	6,9	9,54	—	0	0	—	0	0
III	5,2	8,33	—	0	0	—	0	0
IV	3,4	6,67	—	—	0	—	0	0
Лиственница Сукачева								
I	7,7	8,60	0	0	0,10	—	0	0
II	6,7	7,90	0	—	0,05	—	0,04	0
III	5,05	6,72	0	—	0	—	0	0
V	3,87	6,15	—	—	0	—	0,13	0
Сосна сбыкновенная								
Возраст мутовок, лет			10—9	8	7	6	5	4—1
II	6,9	5,11	0	0,14	1,71	6,90	12,20	4,7—0

Примечание. Знаком тире отмечено отсутствие зоны на стволе; нулем -- отсутствие клопа в зоне ствола.

(табл. 1) свидетельствуют о том, что наибольшая плотность поселения этого вредителя наблюдается на деревьях лиственниц даурской, европейской, японской. На лиственнице сибирской и Сукачева клоп встречается единично. На деревьях сосны клопа в десятки раз больше, чем на лиственнице.

По данным И. В. Тропина [10], максимальная плотность поселения клопа на деревьях сосны наблюдается в зоне ствола с наиболее резко выраженной чешуйчатостью коры. Это положение, как и следовало ожидать, в полной мере относится и к лиственнице. Из данных табл. 1 видно, что максимальное количество личинок находится на наиболее

крупных деревьев (I—II классов роста) в зоне глубокого, до живых тканей, отслаивания отдельностей (тип коры 4, верхняя часть ствола) и в зоне, где отшелушивание происходит наиболее интенсивно (тип коры 2, средняя часть ствола). Вполне возможно, что поселение клопа содействует отслаиванию корки лиственницы.

В остальных зонах ствола лиственницы клоп был обнаружен в меньших количествах. На одних деревьях это были три — четыре зоны, на других — одна — две.

Зоны ствола, отличающиеся по типу коры, имеют различную протяженность у деревьев. Зона с типом коры 1 (комлевая часть ствола) составляет от 4,75 до 16,9% (чем крупнее дерево у данного вида лиственницы, тем больше эта зона). Зона с типом коры 6 (вершинная часть) занимает от 25,8 до 65,5% длины ствола. Эта зона тем больше, чем хуже развито дерево. Эти две зоны (1 и 6) клопом не заселяются, так как характер коры здесь неблагоприятен для обитания этого вредителя.

Протяженность зон, заселенных клопом, у деревьев разных видов неодинакова. Наибольшая зона заселения — 54,5% длины дерева — наблюдается на деревьях лиственницы даурской, лиственница японская заселена на 45,2% длины ствола; европейская — на 42,0%.

Из литературы известно, что на сосне видимые признаки ослабления появляются, когда плотность поселения подкорного клопа достигает нескольких десятков на 1 дм^2 поверхности ствола. Влияет ли обнаруженная нами численность клопа на общее состояние деревьев лиственниц?

Согласно П. А. Положенцеву [5], «...прирост дерева — это наиболее доступный показатель роста, характеризующий физиологическое состояние дерева... чем выше прирост, тем благоприятнее условия роста, тем жизнеспособнее дерево». В связи с этим, мы рассчитали приросты по высоте различных видов лиственницы за период, предшествовавший поражению (1964—1966 гг.), и после него (1966—1968 гг.). Оказалось, что у лиственниц, очень слабо пораженных клопом (сибирская, Сукачева), деревья I—II классов роста за последние три года увеличили прирост на 22—37% (в 1964—1966 гг. средний прирост лиственницы сибирской составлял $50 \pm 5,0$ см, Сукачева — $46 \pm 4,4$ см; в 1966—1968 гг. соответственно $61 \pm 6,6$ см и $63 \pm 6,9$ см), а деревья даурской и японской лиственниц, заселенные клопом в значительно большей степени, снизили прирост по высоте на 10—17% (в 1964—1966 гг. у лиственницы даурской он составлял $78 \pm 3,7$ см; у японской $66,4 \pm 8,2$ см; в 1966—1968 гг. соответственно $65 \pm 4,6$ см и $52,5 \pm 3,5$ см). На прирост европейской лиственницы поселение подкорного клопа влияния не оказало.

Однако мы не считаем значительное поражение даурской и японской лиственниц единственной причиной падения прироста по высоте. Ранее мы отмечали, что даурская лиственница под Воронежем растет медленнее, чем сибирская [4]. Возможно, что поселение клопа еще более усугубляет отставание в росте указанных видов лиственницы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. И. Андреева. Обоснование внутрирастительного способа борьбы с подкорным сосновым клопом. Сб. «Защита леса от вредителей и болезней». ВНИИЛМ, изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [2]. П. Г. Аничкова. Исследование причин, влияющих на изменение состава популяции соснового подкорного клопа (*Aradus cinnatomeus* Panz.) в условиях Савальского лесхоза Воронежской области. Труды ВИЗР, вып. 15, 1960. [3]. А. В. Давыдова. Вредоносность соснового подкорного клопа в Брянских лесах. Труды Брянского лесохозяйственного института, т. 8, 1957. [4]. Р. И. Дерюжкин. Некоторые особенности культивирования лиственницы

в лесостепи. Сб. «Внедрение лиственницы в лесные культуры», Минлесхоз РСФСР, изд. «Лесная промышленность», М., 1968. [5]. П. А. Положенцев. Энтомоинвазия ветровальной сосны. Научные записки Воронежского лесотехнического института, т. 12, 1953, стр. 126—194. [6]. А. С. Рожков, Л. М. Волкова. Отряд *Hemiptera* — полужесткокрылые. Сб. «Вредители лиственницы сибирской», СО АН СССР, Восточно-Сибирский биологический институт, изд-во «Наука», 1966. [7]. В. Ф. Разумова. Влияние повреждений подкорового соснового клопа (*Aradus cinnamomeus* Panz.) на сосну. «Зоологический журнал», т. 39, вып. 6, 1960. [8]. В. Н. Старк. Материалы к изучению клопов рода *Aradus* европейской тайги (*Hemiptera, Aradidae*). Энтомологическое обозрение, т. 25, № 1—2, 1933. [9]. И. В. Тропин. Кормовые растения и морфологическая характеристика соснового клопа *Aradus cinnamomeus* Panz. (*Hemiptera, Aradidae*). Энтомологическое обозрение, т. XXXI, вып. III—IV, 1951. [10]. И. В. Тропин. Сосновый клоп и борьба с ним. Гослесбумиздат, М.—Л., 1949.

Поступила 30 декабря 1969 г.

УДК 634.0.2

НЕКОТОРЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ, СОСНЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ ПРИТУНДРОВОЙ ПОДЗОНЫ

П. Н. ЛЬВОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

В литературе мы не нашли данных о характеристике древесины из лесов на северном пределе их распространения. В разные годы в процессе исследования типов леса притундровой подзоны мы брали образцы для изучения физико-механических свойств древесины* Отрезки ствола имели длину 30 см (на высоте от 1,0 до 1,3 м от шейки крня). Выпиливали их у деревьев, имевших средний диаметр древостоя, а также на $\frac{1}{4}$ больше и меньше среднего. Таким образом, в каждом типе леса брали образцы от трех деревьев. Таксационная характеристика древостоя приведена в табл. 1. Их типологическое описание дано в предыдущих наших работах [7], [8].

Таблица 1

Тип леса	Состав древостоя	Возраст по главной породе, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Число стволов на 1 га	Сомкнутость крон	Класс бонитета	Запас древесины на 1 га, м ³
Ельник лишайниковый	6ЕЗБ1С	180	21,9	10,2	190		Va	30
Ельник-черничник	6ЕЗБ1Ос+С	166	12,6	8,8	740	0,6	V6	92
Ельник-черничник влажный	5Е1С4Б+Ос	152	14,6	8,4	665	0,5	V6	57
Ельник-черничник редкостойно-островной	6Е1СЗБ	150	13,0	8,5	605	0,2	V6	40
Еловое редколесье	10Е+Б	192	20,0	8,5	204	0,2	V6	21
Листвяг долинный	9Лц1Б+Е	118	27,0	11,7	208	0,3	V6	82
Сосняк сфагновый	9С1Е+Б	101	11,0	6,8	368	0,4	V6	12

Ширина годичного слоя у ели, как и следовало ожидать, в разных типах леса оказалась неодинаковой (табл. 2). Наибольшая ширина годичного кольца в наших образцах наблюдается в ельнике лишайниковом и еловом редколесье. По своей величине годичный слой в этих

* Образцы древесины взяты из двух районов притундровой подзоны: в Мезенском лесхозе Архангельской области на широте 65°45'—66°30' и долготе 45°30' и в Печорском лесхозе Коми АССР на широте 67°05' и долготе 63°10'. Еловые редколесья и листвяг долинный изучали в Печорском лесхозе, остальные типы леса — в Мезенском. Разделку отрезков на образцы выполняли в мастерских АЛТИ по общепринятой методике. Испытания мезенских образцов проводили в 1957 г. по ГОСТу 6336—52, а печорских в 1968 и 1969 гг. по ГОСТам 1965 г.

Таблица 2

Статистики	Ельник ли- шайнико- вый (ель)	Ельник- черничник (ель)	Ельник-чер- ничник влаж- ный (ель)	Ельник-чер- ничник ред- костойно- островной (ель)	Еловое редко- лесье ельник- черничник (ель)	Листвяг до- линный (ли- ственница)	Сосняк сфаг- новый (сосна)
------------	-------------------------------------	-------------------------------	--	---	---	--	-------------------------------------

Ширина годичных слоев

<i>n</i>	88	88	77	33	74	64	68
<i>M, м.м</i>	0,84	0,64	0,59	0,37	0,73	1,35	0,92
$\pm\sigma$	0,272	0,176	0,192	0,184	0,260	0,490	0,226
$\pm m$	0,029	0,022	0,022	0,032	0,030	0,061	0,027
$\pm V$	32,3	27,5	32,5	49,7	35,6	36,3	24,5
$\pm P$	3,4	3,4	3,7	8,6	4,1	4,5	2,9

Процент поздней древесины

<i>n</i>	86	62	77	33	74	64	73
<i>M</i>	18,3	26,6	22,4	24,0	19,6	26,4	20,5
$\pm\sigma$	2,74	4,62	4,52	3,08	2,90	3,64	1,58
$\pm m$	0,29	0,58	0,51	0,53	0,33	0,46	0,18
$\pm V$	14,9	17,3	20,2	12,8	14,7	13,8	7,7
$\pm P$	1,5	2,2	2,2	2,2	1,7	1,7	0,9

Плотность древесины при 15%-ной влажности

<i>n</i>	88	62	77	33	15	13	73
<i>M</i>	0,47	0,47	0,49	0,48	0,40	0,57	0,48
$\pm\sigma$	0,026	0,038	0,039	0,019	0,043	0,046	0,042
$\pm m$	0,002	0,006	0,004	0,003	0,011	0,013	0,005
$\pm V$	5,5	10,2	8,0	3,9	10,7	8,1	8,8
$\pm P$	0,4	1,3	0,8	0,6	2,7	2,3	1,0

Коэффициент объемной усадки

<i>n</i>	88	62	77	33	15	13	73
<i>M</i>	0,40	0,43	0,42	0,42	0,34	0,48	0,43
$\pm\sigma$	0,038	0,040	0,040	0,053	0,045	0,045	0,037
$\pm m$	0,004	0,005	0,005	0,009	0,011	0,013	0,004
$\pm V$	9,5	9,2	9,3	12,6	13,2	9,4	8,5
$\pm P$	1,0	1,2	1,1	2,1	3,2	2,7	1,0

Предел прочности при сжатии вдоль волокон
(при 15%-ной влажности)

<i>n</i>	76	155	76	33	25	20	79
<i>M</i>	347	3666	381	345	284	462	342
$\pm\sigma$	42,4	33,4	29,8	27,4	29,8	50,4	48,6
$\pm m$	5,50	2,04	3,40	4,80	5,80	11,30	5,40
$\pm V$	12,2	9,1	7,8	7,9	10,5	11,3	14,1
$\pm P$	1,6	0,5	0,8	1,4	2,0	2,4	1,6

типах леса близок к слою ели из южной подзоны тайги (0,87 мм) *. По-
добную, казалось бы парадоксальную, картину пока трудно объяснить.
Возможно, это связано с резкой разреженностью древостоев и с доволь-
но высоким приростом в нижней части ствола (ствол резко конусовид-
ный). Самые узкие годичные слои в редкостойно-островном ельнике-
черничнике. В известной нам литературе не отмечалось таких мелких
гсдовых колец у ели. Близкая к установленной ширина годичного слоя
была отмечена нами [6] у подроста ели, который рос под материнским

* Наши данные.

пологом. Следует обратить внимание на большие колебания величины годичного кольца в разные годы в этом типе леса и еловом редколесье. В подобных типах леса деревья, видимо, особенно чутко реагируют на изменения погодных условий.

По сравнению с данными для других районов Архангельской области ([11], [12], [3], [4], [1] и др.) ширина годичного кольца в ельниках притундровой подзоны (кроме лишайникового и редколесья) оказалась значительно меньше.

У лиственницы годичный слой очень широк. Мы наблюдаем такое явление, когда отложение древесины на высоте 1,3 м у лиственницы, произрастающей глубоко в тундре, несколько больше, чем в средней подзоне тайги [5], [9].

То же самое отмечено и у сосны. Ширина годичного слоя в сосняке сфагновом притундровой подзоны оказалась на 30% больше, чем в том же типе леса средней подзоны тайги [3]. Это расхождение можно объяснить очень слабой изученностью сосняков сфагновых. В зависимости от характера болотообразовательного процесса, мощности и зольности торфа лесорастительные условия в этом типе леса неодинаковы. Вероятно, данное обстоятельство имеет место в сопоставляемых примерах.

По приведенным в табл. 2 данным затруднительно установить какую-либо строгую закономерность в проценте поздней древесины ели. В данном районе он оказался самым высоким в лучших условиях местопроизрастания (ельник-черничник). С ухудшением условий произрастания в лишайниковом, редколесном ельниках процент поздней древесины значительно ниже (18,3 и 19,6). Вычисленные нами показатели не имеют больших отклонений от данных для других районов [12], [3]. Некоторые различия могут быть объяснены субъективностью в установлении границ между ранней и поздней древесиной.

Процент поздней древесины у лиственницы в листвяге долинном значительно ниже (почти в 1,5 раза), чем в средней подзоне тайги [5], [9], [3]. Величина этого показателя для сосны близка к данным Ф. И. Коперина [7].

Плотность древесины ели в целом не имеет резких различий по типам леса (табл. 2). Исключение составляет редколесье — 0,40. Это обстоятельство является, видимо, следствием низкого процента поздней древесины при относительно большой ширине годичного кольца. Данный показатель в общем близок к цифрам Н. И. Стрекаловского (0,42—0,44) и Ф. И. Коперина (0,47—0,53).

У лиственницы плотность древесины оказалась несколько ниже, чем в средней подзоне тайги (0,66—0,73). Величина плотности древесины сосны очень близка к данным Ф. И. Коперина.

Коэффициент объемной усушки древесины ели и сосны находится в пределах 0,31—0,43 (табл. 2). У лиственницы он несколько выше (0,48). Приведенные данные ниже указанных для более южных районов.

Предел прочности при сжатии вдоль волокон оказался более высоким в ельнике-черничнике влажном и ельнике-черничнике притундровой подзоны (табл. 2). Эти данные близки к показателям прочности наших образцов из северной подзоны тайги (357 кг/см²). Примерно такие же цифры приводят А. А. Качалов и И. С. Мелехов [2] для северной подзоны. Н. И. Стрекаловский [11] получил близкие цифры для древесины средней подзоны тайги. Однако величина прочности при сжатии вдоль волокон у ели средней подзоны тайги по данным Ф. И. Коперина [3] и нашим значительно выше, чем в лучших условиях произрастания притундровой подзоны.

Для остальных типов еловых лесов притундровой подзоны прочность понижается с ухудшением условий произрастания. Особенно малая крепость древесины в еловом редколесье.

Также низка прочность древесины лиственницы (на 10—25% ниже, чем в средней подзоне тайги [3], [5], [9]) и сосны (342 кг/см^2 против 380 кг/см^2 в средней подзоне тайги [3]).

Приведенные усредненные показатели, характеризующие качество древесины притундровых лесов, не позволяют судить о прямой и тесной зависимости между шириной годичного слоя, процентом поздней древесины и плотностью, а также пределом прочности при сжатии вдоль волокон. Необходимо согласиться с выводами А. М. Перелыгина [10], что для древесины ели средняя величина коэффициента корреляции между объемным весом и механическими свойствами составляет всего 0,56 (от 0,30 до 0,80). Эта сторона вопроса качественной характеристики древесины, то есть взаимосвязь макроструктуры, физических и механических свойств, нуждается в более обстоятельном изучении.

Анализируя приведенные в табл. 2 цифры, можно сделать вывод о довольно заметных различиях физико-механических показателей древесины ели разных типов леса притундровой подзоны. Более высоким качеством обладает древесина в ельнике-черничнике и ельнике-черничнике влажном. В этих типах леса выше процент поздней древесины, плотность и прочность при сжатии вдоль волокон. Значительно уступает им древесина из ельника лишайникового и ельника-черничника редкостойно-островного. Но самые низкие показатели наблюдаются у ели в еловых редколесьях.

Общее сравнение результатов испытаний древесины ели, сосны и лиственницы притундровой подзоны свидетельствует о пониженных ее качествах по сравнению с другими подзонами тайги Европейского Севера.

Несмотря на высокую точность цифровых данных, приведенный материал мы склонны рассматривать как предварительный. Необходимо дальнейшее всестороннее и более глубокое изучение древесины в связи с различным характером лесов разных подзон тайги.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. И. Войчалъ. К вопросу об объемном весе и проценте поздней древесины внутривидовых форм ели. Труды АЛТИ, вып. XIX, Архангельское книжное изд-во, 1959. [2]. А. А. Качалов, И. С. Мелехов. Качество хвойной древесины Пинежско-Кулойского водораздела. Журн. «Лесное хозяйство и эксплуатация» № 8, 1936. [3]. Ф. И. Коперин. Зависимость строения и физико-механических свойств древесины хвойных пород от лесорастительных условий. Труды АЛТИ, вып. XVI, Архангельское книжное изд-во, 1955. [4]. Ф. И. Коперин. Сборник статей АЛТИ, вып. XV, Архангельск, 1955. [5]. Н. А. Курбатов. Лиственница Европейского Севера. Сб. «Физико-механические свойства древесины дуба, лиственницы, березы и сосны», 1934. [6]. П. Н. Львов. О качестве древесины ели в древостоях, формирующихся из молодняка, сохраненного при лесозаготовках. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1960. [7]. П. Н. Львов. Использование леса в защитных целях на Севере. Архангельское Северо-Западное книжное изд-во, 1966. [8]. П. Н. Львов. Ельник лишайниковый и его хозяйственная характеристика. Сб. «Вопросы лесоустройства и таксации лесов Европейского Севера», вып. II, Северо-Западное книжное изд-во, 1970. [9]. И. С. Мелехов, Н. И. Стрекаловский. К характеристике древесины сибирской лиственницы. Журн. «Механическая обработка древесины» № 9, 1934. [10]. Л. М. Перелыгин. Об оценке качества древесины. Журн. «Механическая обработка древесины» № 1—2, 1940. [11]. Н. И. Стрекаловский. О технических свойствах древесины северной ели. Сборник научно-исследовательских работ АЛТИ, вып. VIII, Архангельск, 1946. [12]. Н. И. Стрекаловский. Физико-механические свойства древесины северной ели. Труды Института леса АН СССР, т. IV, М., 1949.

УДК 634.0.232

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕНСИВНЫХ РУБОК УХОДА И РАСПАХИВАНИЯ МЕЖДУРЯДИЙ

И. А. НИКИТИН

(Боярская лесная опытная станция)

В связи с проблемой сокращения сроков выращивания ценной сосновой древесины представляет интерес опыт Моровского лесничества Остерского лесхоза по проведению ранних интенсивных рубок ухода и распахиывания междурядий в смешанных сосново-березовых молодняках в урочище «Полигон», где расположен массив культур сосны площадью 600 га, созданных в 1958—1963 гг. До закультуривания весь массив находился под полигоном, а ранее в течение длительного времени использовался под посевы сельскохозяйственных культур.

Рельеф относительно ровный, слегка волнистый. Почвы дерново-подзолистые свежие супеси. Тип лесорастительных условий свежая суборь. Культуры рядовые. Первоначальное размещение $2 \times (0,5-0,7)$ м. Посадку проводили однолетними сеянцами сосны обыкновенной и лиственных пород лесопосадочными машинами по сплошной подготовке почвы. Большая часть культур — чистые, примерно на $\frac{2}{5}$ площади смешанные с березой бородавчатой и кустарниками. Береза введена одним или тремя рядами между 7—12 рядами сосны. На опытных участках посадки проведены по схеме ББССССССССССББС...

Опыт заложен в 1965 г. в культурах 1959 г. на пяти секциях, различающихся между собой интенсивностью изреживания сосны в рядах и порядком посадки березы на пень. После сплошной вырубki (через ряд сосны) проводили рыхление почвы двух спаренных сосновых междурядий дисковыми культиваторами на глубину 7—8 см. Пни не корчевали. Они оставались на гребне шириной 25—40 см. Почву напахивали к остающимся рядам сосны и березы. В последующие годы рыхление междурядий предполагалось продолжить до полного смыкания культур. Интенсивность изреживания сосны в остающихся рядах по секциям I—IV равнялась 50; 33,7; 38,9 и 66,5%. Шестилетняя береза была посажена на пень во всех трех или только среднем втором ряду до начала сокодвижения весной 1965 г. В первый год после посадки березы на пень появилась обильная поросль от пней всех срубленных деревьев. В конце мая она была изрезана путем выщипывания и выламывания молодых травянистых побегов березы. При этом в каждом кусте было оставлено по 1—2 порослевника, которые в 3-летнем возрасте образовали нормально развитые деревца, почти не отличающиеся по форме стволика от семенных. Поросль 1965 г. частично пострадала первой же зимой от навала снега; на второй год появилось новое поколение, поросли, то есть поросль березы в культурах представлена трехлетками и в основном двухлетками.

Приведем краткое описание опытов и современного состояния культур по секциям.

Контроль. Работы по рубкам ухода и распахиыванию междурядий не вели. Сосна сомкнулась, вытянулась и образовала настоящую чашу. Береза почти в полтора раза переросла сосну по высоте. Охлестывания пока нет, но в примыкающих к березе сосновых рядах у деревьев начинают формироваться однобокие кроны. Высоты сосенок, подлежащих оставлению при рубках ухода, несколько больше, чем на секциях I и II. Суцья и ветви тонкие, отходят от стволиков под углом 30—60°. Кроны менее развиты. Охвоение реже, хвоя короче, хотя общее количество хвои на 1 га примерно такое же, как и в опытах. Однако уже сейчас, в 9-летнем возрасте она работает менее эффективно, так как продукты фотосинтеза распределяются на 7—8 тыс. сосенок вместо 1,2—2,2 тыс. в опытах, что, конечно, не благоприятствует сокращению сроков выращивания ценной сосновой древесины. На небольшом участке, где было проведено сильное равномерное изреживание сосны по всем рядам даже без распашки междурядий, культуры имели вполне удовлетворительный вид.

Секция I. Интенсивность рубки — 75%. Спаренные сосновые междурядья распаланы. Оставшиеся деревья сосны имеют хорошо развитые кроны, пышное охвоение и более сбежистые стволики. Береза после рубки дала удовлетворительную поросль (на 85 пнях учтена 231 порослевина, в том числе 48 трехлеток и 183 двухлетки). Среднее

количество порослевин в кусте 2,5 (от 1 до 7). Трехлетние порослевые березки по высоте догоняют 9-летнюю сосну.

Секции II и III. Изреживание среднее. Вырублено 67% и 70% сосны. Общее состояние сосны и поросли березы хорошее. Кроны широкопирамидальные густые. Нижние ветви слегка отогнуты вниз и сильно разрослись. Сосенки нуждаются в обрезке нижних ветвей и сучьев. Состояние поросли березы такое же, как и на I секции. Единичные сосенки имеют цветочные почки и даже шишки.

Секция IV. Изреживание очень сильное. Всего вырублено 83,2% деревьев сосны, в оставшихся рядах сохранилась $\frac{1}{2}$ от числа высаженных деревьев. Сосна отличается пышными кронами с густой длинной темно-зеленой хвоей. Нижние мутовки веток несколько отогнуты вниз, средние отходят от ствола под углом 60—90°, а верхние 50—60°. Спаренные сосновые междурядья распаханы. Данные о росте сосны и березы на контрольном участке и I—IV секциях приведены в табл. I.

Таблица 1

Показатели	Изменения роста по секциям опыта и породам				
	контроль	I	II	III	IV
Сосна					
Количество деревьев*	8700 <u>6840</u>	2170 <u>1710</u>	2880 <u>2270</u>	2610 <u>2060</u>	1470 <u>1150</u>
Высота, м					
средняя	3,85 ± 0,09	3,52 ± 0,07	3,76 ± 0,06	3,71 ± 0,10	3,78 ± 0,08
колебания	5,0—2,3	4,7—1,9	4,7—2,5	4,9—1,8	4,9—2,2
Диаметр у шейки корня, см					
средний	6,2 ± 0,16	8,4 ± 0,22	7,6 ± 0,19	7,8 ± 0,21	9,5 ± 0,27
колебания	10—2	12—3	11—3	12—3	13—4
Диаметр на 1,3 м, см					
средний	3,5 ± 0,09	5,7 ± 0,24	5,6 ± 0,12	5,5 ± 0,16	6,6 ± 0,17
колебания	7—1	9—1	8—1	10—2	10—2
Прирост по высоте за 1967 г., м					
средний	0,50 ± 0,02	0,42 ± 0,01	0,51 ± 0,02	0,45 ± 0,02	0,51 ± 0,02
колебания	0,9—0,1	0,8—0,1	0,9—0,2	0,9—0,2	0,9—0,2
Средний диаметр кроны по двум замерам, м	1,6 ± 0,05	2,69 ± 0,04	2,44 ± 0,06	2,57 ± 0,04	2,75 ± 0,05
Береза					
Количество деревьев** в расчете на листовенную кулису	5130	2830 <u>7700</u>	2690 <u>8360</u>	4050 <u>1050</u>	1920 <u>8600</u>
на всю площадь, шт./га	1100	610 <u>1650</u>	580 <u>1790</u>	860 <u>2230</u>	410 <u>1840</u>
Высота, м					
средняя***	4,87	3,29 <u>2,15</u>	3,52 <u>2,13</u>	3,18 <u>2,16</u>	3,45 <u>1,95</u>
колебания	5,7—5,0	4,1—1,8	4,3—1,3	3,6—1,5	3,9—1,8

* В числителе показано количество деревьев сосны в расчете на сосновую кулису, в знаменателе — на 1 га; ** по секциям I—IV в числителе дано количество кустов, в знаменателе — число порослевин; *** в числителе средняя высота трехлетней поросли березы, в знаменателе — двухлетней поросли.

Секция V представлена двумя участками, в которых средний ряд березы посажен на пень и также вырублены ряды сосны: на первом — смежные с березой и средний; на втором — два крайних (I-й и II-й), примыкающих к березе. Междурядья не распаханы. Оба участка нельзя считать удачными, так как не оправдались надежды на воспитание хорошей поросли в среднем ряду под защитой двух крайних рядов семенной березы. Береза в двух оставшихся рядах отличается хорошим ростом, в среднем ряду из-за недостатка света поросли появилось мало, к тому же она приняла стелющуюся форму. Сосна здесь также слабо реагировала на уход: при выборке только

крайних, а также крайних и среднего рядов в кулисе она росла примерно так же, как и на контроле. Почва в удвоенных нераспаханных междурядьях задернела и уплотнилась.

Из описаний опыта по секциям и данных табл. 1 видно, что при одновременной сплошной посадке на пень всех трех рядов березы появилась обильная поросль, которая уже в 3-летнем возрасте почти сравнялась с 9-летней сосной по высоте, сомкнулась в рядах и междурядьях и хорошо выполняет подгонную, почвозащитную и почвоулучшающую роль. Вырубка 6-летней сосны через ряд, изреживание сосенок в оставшихся рядах и последующее распахивание сдвоенных сосновых междурядий сопровождалось значительным усилением ее роста по диаметру у шейки корня и на высоте 1,3 м, а также формированием более мощных, густо охвоенных крон. В последующем такие культуры требуют ухода за стволом — обрезки сильно развитых нижних сучьев и ветвей.

На основании проведенных опытов можно сделать следующее заключение.

1. Посадка на пень 5—6-летней березы бородавчатой в условиях, где она значительно опережает сосну обыкновенную в росте по высоте — надежное средство сохранения сосны в составе насаждений, предотвращения вредного действия березы, а следовательно, и формирования более устойчивых, высокопродуктивных сосново-березовых насаждений.

2. Интенсивные изреживания сосновых культур молодого возраста с последующей распашкой междурядий создают благоприятные условия для формирования мощной корневой системы и хорошей кроны. Это в дальнейшем поведет к ускорению роста насаждений не только по диаметру, но и в высоту. Некоторое, временное ухудшение формы стволов и замедление очищения их от сучьев можно легко устранить путем обрезки сучьев.

3. Предлагаемый метод ухода (вырубка чистыми рядами с последующим интенсивным изреживанием деревьев в остающихся рядах) до некоторой степени приближает работников лесного хозяйства к плантационному воспитанию хвойных пород, так как позволяет улучшить условия механизации всех видов работ, начиная от вырубки рядов, обрезки сучьев и ветвей, распашки междурядий, внесения извести, минеральных удобрений, торфокомпостов и кончая мерами по борьбе с вредителями и болезнями.

Поступила 6 апреля 1970 г.

УДК 634.05

ИЗМЕНЕНИЕ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАВНОЙ ВЫСОТЕ

А. С. ЦАРЬКОВ

(Великолукский лесотехнический техникум)

В лесохозяйственной практике и при проведении исследовательских работ появилось стремление к познанию закономерных связей между таксационными признаками насаждений при равной высоте.

Исследованиями Варгаса де Бедемара [1] и А. В. Тюрина [13] установлено, что запас и сумма площадей сечений сосновых насаждений, имеющих равные средние высоты, уменьшаются с понижением класса бонитета. Из таблиц хода роста культур лиственницы Украины, составленных К. Е. Никитиным [8], можно сделать следующие выводы. Каждый вид этой породы в культурах имеет свойственное ей развитие; в лю-

бых условиях местопроизрастания и в любом возрасте существует прямая зависимость запаса насаждений от средней высоты; с понижением класса бонитета возникает стремление к увеличению запаса и площадей сечения.

Ход роста сосновых культур изучали В. И. Рубцов [10], В. К. Захаров и О. А. Трульв [5], И. М. Науменко [9], С. В. Волков [4], Ю. И. Савич [11] и др. Для установления закономерных связей в изменении таксационных показателей сосновых культур Псковской области были использованы материалы 35 пробных площадей, заложенных нами в сосновых культурах возраста 8—29 лет, с первоначальным количеством высаженных семян 8330 шт. на 1 га и с размещением $2,0 \times 0,6$ м. Дерново-подзолистые почвы в местах изучаемых сосновых культур сильной и средней кислотности ($pH=4,0-5,0$), степень насыщенности основаниями 50—70%, содержание $P_2O_5=9,0-14$ мг на 100 г почвы, подвижного калия в форме K_2O —от 6,1 до 15,4 мг на 100 г почвы, количество гумуса 0,8—2,4%. На основании собранных материалов был составлен эскиз таблиц хода роста сосновых культур по пятилетиям от 5 до 30 лет для Ia, I, II, III классов бонитета [14].

Таксационный материал пробных площадей обрабатывали графически и аналитически способом наименьших квадратов. Отклонения опытных данных от графических и аналитически выравненных по нашим данным не превышают допустимых ошибок, коэффициенты корреляции r колеблются в пределах 0,986—0,999, показатель достоверности $t > 3$.

По данным эскиза таблиц хода роста сосновых культур и при помощи графиков, на оси абсцисс которых откладывалась высота, а на оси ординат — средний диаметр, сумма площадей сечений, количество стволов, видовое число, запас, коэффициент формы, средний сбег, была составлена таблица изменения таксационных показателей сосновых культур в зависимости от высоты (табл. 1).

Таблица 1

Классы бонитета	Таксационные показатели								
	H, м	D, см	G, м ²	N, шт.	F ствола, 0,001	F по Шиффелю, 0,001	M, м ³	Q ₂₁ , 0,01	S _{ср} , см/пог. м
Ia	2	2,7	3,2	5355	1,040	0,968	7	1,08	1,35
	4	4,8	9,0	4990	0,710	0,748	26	0,91	1,20
	6	6,5	15,2	4620	0,609	0,643	56	0,82	1,08
	8	7,8	20,4	4250	0,555	0,576	91	0,76	0,97
	10	9,1	25,3	3885	0,525	0,532	133	0,72	0,91
	12	10,5	30,6	3515	0,498	0,507	183	0,70	0,88
I	2	2,6	3,2	5315	1,135	0,985	7	1,11	1,30
	4	4,8	8,9	4940	0,738	0,756	26	0,92	1,20
	6	6,5	15,1	4570	0,622	0,651	56	0,83	1,08
	8	7,8	20,1	4190	0,564	0,585	91	0,77	0,97
	10	9,2	25,2	3825	0,527	0,540	133	0,73	0,92
	12	10,5	30,1	3540	0,505	0,516	182	0,71	0,88
II	2	2,5	2,7	5300	1,250	1,011	7	1,14	1,25
	4	4,7	8,4	4915	0,775	0,772	26	0,94	1,18
	6	6,3	14,0	4530	0,640	0,667	54	0,85	1,05
	8	7,8	19,8	4130	0,574	0,602	91	0,79	0,98
	10	9,2	24,7	3740	0,535	0,557	132	0,75	0,92
	12	10,6	29,6	3360	0,513	0,524	182	0,72	0,89
III	2	2,3	2,1	5275	1,335	1,033	6	1,17	1,15
	4	4,3	7,3	4870	0,815	0,788	24	0,96	1,08
	6	6,1	13,0	4480	0,663	0,676	52	0,86	1,02
	8	7,8	19,5	4070	0,586	0,612	91	0,80	0,98
	10	9,2	24,2	3670	0,545	0,565	132	0,76	0,92
	12	10,7	29,5	3275	0,515	0,532	182	0,73	0,90

Изменение таксационных показателей сосновых культур при равной высоте происходит по следующим закономерностям. С понижением класса бонитета, до достижения сосновыми культурами средней высоты 6 м, средний диаметр и средний сбег уменьшаются, затем выравнива-

ются, после чего начинают увеличиваться. Подобную закономерность в изменении среднего диаметра для культур лиственницы ранее установил К. Е. Никитин [8], для сосновых культур Эстонии Н. Грязин [6]. В сосновых культурах при высоте 2 м с понижением класса бонитета количество деревьев уменьшается незначительно, а при высоте 8—12 м — на 3%. Такую же закономерность для сосновых культур установил В. И. Рубцов [10] и др.

Число деревьев в сосновых культурах различных классов бонитета при равной высоте неодинаково. В условиях более плодородных почв (в культурах Ia и I классов бонитета) деревьев несколько больше. Объясняется это тем, что по мере движения от III к Ia классу бонитета средний диаметр постепенно уменьшается, число деревьев повышается. На основании этого можно сказать, что при равных высотах в насаждениях высоких бонитетов, как это ранее установил П. В. Воропанов [3], мы имеем уменьшенную величину *Wachsgaum*. (По П. В. Воропанову, площадь, которая в среднем приходится в насаждении на одно древесное растение верхнего полога, называется *Wachsgaum* — жизненным пространством этого растения — и выражается в квадратных метрах.) На основании закономерностей, наблюдаемых при изменении среднего диаметра и количества деревьев по достижении культурами высоты 8 м, можно сделать вывод, что повышение среднего диаметра сосновых культур при равной высоте вызывает уменьшение количества деревьев и увеличение *Wachsgaum*.

С понижением класса бонитета при равной высоте сумма площадей сечения сосновых культур уменьшается. Из табл. 1 можно сделать вывод, что в изученных насаждениях суммы площадей сечения Ia и I классов бонитета близки между собой. В насаждениях со средней высотой 2—4 м сумма площадей сечения сосновых культур III класса бонитета составляет соответственно 65 и 81% от суммы площадей сечения Ia класса бонитета, а при большей высоте эта разница незначительна. В сосновых культурах, в пределах каждого класса бонитета, разница в сумме площадей сечения, вызванная разницей в высоте на 2 м, составляет в среднем 5,5 м².

Видовые числа при равной высоте насаждений с понижением класса бонитета увеличиваются, особенно в молодых насаждениях при высоте 2 м. По мере увеличения высоты эта зависимость ослабевает. При сравнении видовых чисел, полученных графическим путем, с видовыми числами, найденными по формуле А. Шиффеля $F = 0,896q_2 + \frac{0,34}{q_2^2}$ — 0,160, было установлено, что во всех случаях вторые выше.

Показатель роста насаждения — его средняя высота. Известны выводы Н. В. Третьякова [12] о прямолинейной связи высоты насаждения с запасом при равной сомкнутости. П. В. Воропанов [3], изучая существующие закономерности, установил, что если при высоте 10 м запасы насаждений Ia и III классов бонитета по всеобщим таблицам А. В. Тюрина очень близки, то с повышением высоты расхождения в исчислении запасов насаждений все более увеличиваются и при высоте 25 м достигают 20%. По нашим данным, в сосновых культурах до высоты 10—12 м, при равных высотах, независимо от условий местопроизрастания, образуются также почти равные запасы древесины.

Коэффициент формы при равной высоте с понижением класса бонитета увеличивается, особенно в сосновых культурах высотой 2 м, при высотах 6—12 м — на 0,01. Этот вывод согласуется с закономерностью, установленной А. А. Крюденером [7].

На основании проведенных исследований сделан вывод о том, что изменение таксационных показателей сосновых культур находится в за-

зависимости от условий местопроизрастания, происхождения древесных пород, образующих насаждения, и биологических свойств тех или иных древесных растений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В а р г а с д е Б е д е м а р. Исследование запаса и прироста лесонасаждений С.-Петербургской губернии». «Лесной журнал», 1850. [2]. П. В. В о р о п а н о в. Влияние внешней среды на анатомо-физиологические особенности дерева. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1955. [3]. П. В. В о р о п а н о в. Лекции по лесной таксации. Ч. II, Брянск, 1962. [4]. С. В. В о л к о в. Особенности роста сосновых культур в условиях Усманского бора. Научные записки ВЛТИ, т. XV, 1956. [5]. В. К. З а х а р о в, О. А. Т р у л ь. Ход роста и товарность молодняков сосны в типе леса сосняк-брусничник. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960. [6]. В. Б. К о з л о в с к и й, В. М. П а в л о в. Ход роста основных лесообразующих пород СССР. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [7]. А. А. К р ю д е н е р. Удельные массовые таблицы объема, сбегая для главнейших древесных пород. СПб., 1913. [8]. К. Е. Н и к и т и н. Таблицы хода роста культур лиственницы европейской в УССР. Киев, 1966. [9]. И. М. Н а у м е н к о. Об опытных таблицах хода роста насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 2, 1956. [10]. В. И. Р у б ц о в. Культуры сосны в лесостепи. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [11]. Ю. И. С а в и ч. Рост и продуктивность сосновых культур. Научные труды УкрСХА, т. XIII, вып. 7, 1960. [12]. Н. В. Т р е т ь я к о в. Закон единства в строении насаждений. Изд-во «Новая деревня», М.—Л., 1927. [13]. А. В. Т ю р и н. Исследования хода роста нормальных сосновых насаждений в Архангельской губернии. Труды по лесному опытному делу, вып. 4—5, 1913. [14]. А. С. Ц а р ь к о в. Строение сосновых молодняков. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967.

Поступила 10 марта 1970 г.

УДК 634.0.811.52

ЯДРООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС У ОСИНЫ В СВЯЗИ С ОЧИЩЕНИЕМ СТВОЛА ОТ СУЧЬЕВ

Г. Н. НЕКРАСОВА

(Ленинградская лесотехническая академия)

Развитие учения об образовании у деревьев ядра имеет длительную историю и привлекает внимание многих исследователей. Работы последних лет [1], [2], [3], [8], [9], [11], [12], [14] показали единую биологическую сущность ядрообразовательного процесса у всех древесных или, по крайней мере, лиственных пород. С этой точки зрения не существует принципиальной разницы между настоящим и ложным ядром.

Такой взгляд на ядрообразовательный процесс был принят нами во внимание при изучении ложного ядра осины. При этом было установлено, что для осины характерно образование различных, отличающихся друг от друга по ряду признаков типов ядровой древесины: бесцветного ядра (спелой древесины), красного, серого (водослойного), коричневого и ржавого ядер. В ранее опубликованных наших работах [4], [5], [6] приведено описание названных типов ядер по макроскопическим и некоторым другим признакам. Ниже приводим лишь краткую их характеристику.

Спелая древесина у осины имеет в комлевой части ствола желтовато-розовую окраску, которая постепенно исчезает по направлению к вершине. Красное ядро характеризуется однородной красно-бурой окраской. Серое (водослойное) ядро отличается серой с разными оттенками окраской древесины и исключительно высокой влажностью ее. У коричневого ядра участки древесины интенсивной коричневой окраски чередуются с более светлоокрашенными. Ржавое ядро имеет яркий ржавый цвет и языками заходит в заболонь.

Исследования показали, что спелая древесина образуется в каждом осиновом стволе. Ядра остальных типов могут при этом или вообще не образоваться, или возникнуть в зоне спелой древесины после ее появления. Отчасти это объясняется патологической природой серого, коричневого и ржавого типов ядер [4], [5]. Поэтому в настоящей работе излагаются сведения об образовании у осины лишь спелой древесины и красного ядра, отчетливо характеризующие связь ядрообразовательного процесса с очищением ствола от сучьев. Эти сведения получены по данным анализа свежесрубленных модельных деревьев (53 шт.), обследования осиновых хлыстов и сортиментов (2556 шт.) в лесах Ленинградской области в типе леса осинник-кисличник. Дополнительно проанализировано 116 учетных деревьев I—II классов возраста.

Проведенными наблюдениями установлена тесная связь между ходом ядрообразования в стволе дерева и в его ветвях. Исследование учетных осинок макроскопически и с применением раствора гваяковой смолы показало, что образование спелой древесины и красного ядра начинается в стволе осины с 7—10 лет*. В этом же возрасте дерева ядровая древесина появляется и в его нижних ветвях. Существует определенная закономерность в образовании ядровой древесины в ветвях последовательных порядков ветвления. Так, например, у основного живого сука, имеющего три порядка ветвления, ядро появляется лишь после того, как оно образовалось в ветвях первого порядка. В свою очередь, появление ядровой древесины в ветвях первого порядка связано с возникновением ее в ветвях второго порядка. Ветви же второго порядка образуют ядро при отмирании тонких веточек третьего порядка. Ядровая древесина в скелетном суке развивается тем сильнее, чем большее количество ветвей его первого порядка имеют ядро и чем больше размеры последнего.

По мере выхода основной ветви в нижнюю часть кроны размеры ядра увеличиваются. Наконец, при отмирании вся ее древесина превращается в ядровую. Следовательно, можно сказать, что появление ядра в живых ветвях дает начало процессу очищения от сучьев на данном участке ствола.

С поднятием по стволу в живых сучьях уменьшаются размеры ядра, спелая древесина или красное ядро также получают меньшее развитие. Проведенные наблюдения позволяют с достоверностью сказать, что на той высоте, где живые сучья имеют ядро, в стволе осины всегда есть спелая древесина или красное ядро. При этом число годичных слоев ядровой древесины в стволе обычно на 1—3 меньше, чем в скелетных сучьях на этом же участке дерева. Таким образом, появление у осины ядровой древесины не происходит одновременно с отмиранием ветвей, а является постепенно развивающимся процессом, зависящим от хода ядрообразования в живых сучьях.

Динамику процесса очищения ствола осины от сучьев можно проследить по табл. 1. У деревьев I—V классов возраста одновременно со снижением протяженности зоны заросших сучьев происходит увеличение зоны мертвых торчащих сучьев. Следовательно, примерно до 40 лет у деревьев в осиннике-кисличнике идет интенсивное отмирание ветвей. Заращение же сучковых ран тормозится растянутым периодом опадения мертвых сучков. Такая закономерность несколько меняется в V классе возраста, что, вероятно, можно объяснить более медленным отмиранием образовавшихся к этому времени толстых сучьев. Сучко-

* При механических повреждениях стволиков образование типичного красного ядра может происходить уже на третьем-четвертом году жизни дерева, а изменение окраски древесины (в виде темных пятен) заметно и в первые два года.

Таблица 1

Класс возраста	Средняя высота деревьев, м	Протяженность зоны			
		заросших сучьев	мертвых торчащих сучьев	живых сучьев	в том числе с ядром
I	3,2	$\frac{0-2,5}{78,1}$	$\frac{0,4-1,4}{31,2}$	$\frac{1,6-3,2}{50,0}$	$\frac{1,6-1,8}{6,2}$
II	5,5	$\frac{0-4,3}{78,0}$	$\frac{0,6-2,9}{42,5}$	$\frac{2,5-5,5}{54,5}$	$\frac{2,5-3,3}{26,7}$
III	14,0	$\frac{0-6,0}{42,8}$	$\frac{0,9-7,8}{49,4}$	$\frac{7,6-14,0}{45,4}$	$\frac{7,6-10,9}{51,5}$
IV	19,2	$\frac{0-6,7}{34,9}$	$\frac{2,2-12,2}{52,1}$	$\frac{11,3-19,2}{41,1}$	$\frac{11,3-16,6}{67,1}$
V	22,5	$\frac{0-8,1}{36,0}$	$\frac{2,9-12,3}{41,8}$	$\frac{11,6-22,5}{48,4}$	$\frac{11,6-19,5}{72,5}$

Примечание. В числителе границы зон, м; в знаменателе — процент к длине ствола.

Таблица 2

Класс возраста	Средняя высота деревьев, м	Протяженность		Максимальный диаметр		
		границы, м	% к длине ствола	высота располо- жения, м	размер, см	% к обще- му диа- метру
I	3,2	$\frac{0,7-1,3}{0-1,2}$	$\frac{18,8}{37,5}$	0,5	1,0	$\frac{58,8}{46,6}$
				0,3	0,9	
II	5,5	$\frac{0,1-2,9}{0-2,8}$	$\frac{50,9}{49,1}$	1,3	1,7	$\frac{71,2}{37,2}$
				1,0	1,7	
III	14,0	$\frac{0,6-10,9}{0-1,8}$	$\frac{73,5}{12,9}$	3,1	4,3	$\frac{45,5}{40,2}$
				1,7	4,3	
IV	19,2	$\frac{0-16,6}{1,7-5,2}$	$\frac{86,4}{18,2}$	1,1	8,4	$\frac{56,5}{30,1}$
				2,8	4,4	
V	22,5	$\frac{0-19,5}{3,7-6,2}$	$\frac{86,6}{11,1}$	0,7	11,9	$\frac{49,8}{27,7}$
				4,9	5,5	

Примечание. В числителе данные для спелой древесины; в знаменателе — для красного ядра.

ые зоны частично перекрываются, что свидетельствует о непрерывно идущем процессе очищения ствола от сучьев.

У взрослых деревьев (III—V классов) с увеличением длины кроны все большую зону занимают ядровые сучья, в то время как протяженность по стволу ветвей, не имеющих ядра, остается более или менее постоянной. В молодняках, где процесс ядрообразования только начинается, эта особенность выражена менее четко.

Ядровая древесина в стволе, как правило, поднимается до верхней границы ядровых сучьев (табл. 1, 2). Однако верхней границе ядровой древесины в стволе обычно соответствует 7—9 слоев годичного прироста. Следовательно, ядрообразовательный процесс как в стволе, так и в ветвях не является полностью автономным, а зависит от состояния всего дерева. Подтверждением этого служит и тот факт, что одновозрастные осины имеют на одной и той же высоте ствола одинаковое количество слоев заболони.

С возрастом протяженность по стволу спелой древесины увеличивается (табл. 2). Наибольшее развитие бесцветное ядро получает на

том участке ствола, где много мертвых торчащих или заросших сучьев. Из табл. 1 и 2 видно, что максимальный диаметр спелой древесины расположен именно в пределах зоны мертвых торчащих или заросших сучьев.

Спелая древесина и красное ядро получают большое развитие в стволах ослабленных осин, имеющих значительную зону мертвых сучьев и маленькую крону, а также механические повреждения большого размера.

Большая толщина осиновых ветвей обуславливает длительный период формирования спелой древесины на одном и том же участке ствола еще до отмирания скелетных сучьев. При обламывании отмерших сучков и частично обнажении в связи с этим центральной части ствола спелая древесина имеет здесь уже значительные размеры и становится неоднородной. Неоднородность внешних и внутренних слоев ядровой древесины, изученная Хоссфельдом [10], Рудманом [13], Хиллисом [7] и другими авторами, отмечена нами у 14—17-летней осины [4]. Такое старение центральных слоев спелой древесины приводит к тому, что ко времени опадения толстых отмерших сучьев в центре ствола уже имеются благоприятные условия для развития грибов. Поэтому появление гнили вероятнее всего в том месте ствола, где спелая древесина получила значительное развитие и имеются пути проникновения инфекции.

Красное ядро, возникшее при отмирании ветвей, так же, как и спелая древесина, располагается в центре ствола. Наибольшую протяженность и значительное развитие по диаметру оно имеет у деревьев I и II классов возраста (табл. 2). Кроме того, с возрастом увеличивается высота расположения максимального диаметра красного ядра. Значит, образование этого типа ядровой древесины свойственно молодой части дерева, что, вероятно, связано с окислительной способностью клеток.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Т. Вакин. Успехи лесной фитопатологии. Сб. «Достижения науки в лесном хозяйстве СССР за 40 лет», Гослесбумиздат, М.—Л., 1957. [2]. А. Т. Вакин. Основы профилактики ядровой гнили ствола. Сб. «Лесное хозяйство и промышленное потребление древесины в СССР». Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [3]. С. П. Мавевский. Образование спелой древесины в стволах осины. Тезисный сборник научно-технической конференции Брянского технологического института, вып. 5, 1960. [4]. Г. Н. Некрасова. Анатомические и гистохимические особенности ложного ядра осины. Сообщения по анатомии и физиологии древесных растений. Материалы к научно-технической конференции ЛТА, Л., 1967. [5]. Г. Н. Некрасова. Исследование природы ложного ядра осины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1967. [6]. Г. Н. Некрасова. Влияние экстрактивных веществ осинового ядра на рост основных разрушителей ее ядра. Сб. «Облагораживание древесины и биологическая переработка ее отходов», Труды ЛТА, Л., 1968. [7]. В. Э. Хиллис и др. Экстрактивные вещества древесины и значение их в целлюлозно-бумажном производстве. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [8]. И. А. Чернцов. Современные воззрения на природу ложного ядра и задыхание древесины лиственных пород. Сб. «Вопросы защиты древесины», Гослесбумиздат, М.—Л., 1961. [9]. H. H. Bosshard. Über die fakultative Farbkernbildung. «Holz als Roh- und Werkstoff», № 11, 1967. [10]. R. L. Hossfeld, J. Oberg, D. W. French. The appearance and decay resistance of discoloured aspen. For. Prod. Journ., № 10, 1957. [11]. F. Kszysik. Ereszywa twarpdziel w swiecie nowych posladow. Sylvan, XCVIII, Ni 3, 1954. [12]. V. Necesany. Jadro bucu. Bratislava, SAV, 1958. [13]. P. Rudman. The causes of natural durability in timber. Pt. XIX, Holzforschung, 19, № 6, 1965. [14]. P. Rudman. Heartwood formation in trees. «Nature», 210, № 5036, 1966.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.848

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПОДАЧИ ХЛЫСТА
ПОД ПИЛУ ПРОДОЛЬНЫМ ТРАНСПОРТЕРОМ

С. И. РАХМАНОВ

(Уральский лесотехнический институт)

В организации производственного процесса на нижнем складе большое значение имеет производительность раскрывающих агрегатов с продольной подачей хлыстов под пилу. Определение этой производительности затруднительно вследствие сложности режима работы подающего продольного транспортера: такие транспортеры работают, как правило, в неустановившемся режиме с применением нескольких скоростей и специальных упоров для почти мгновенной остановки хлыста.

Время подачи хлыста под пилу зависит от многих факторов: скорости подачи, длины отрезка или пути перемещения, мощности двигателя, наличия упора в конце пути и пр. — и в общем виде его можно определить по формуле

$$t_x = n \frac{t_{cp}}{C_1},$$

где t_{cp} — среднее время перемещения одного отрезка;

n — число отрезков в хлысте;

C_1 — коэффициент заполнения транспортера по его длине.

Время перемещения на длину одного отрезка зависит от пути и скорости перемещения. На рис. 1 представлены графики изменения

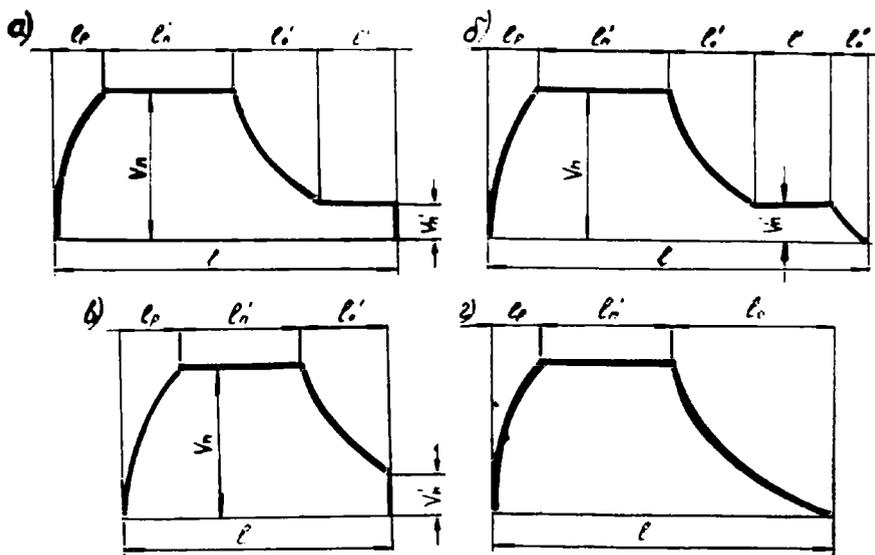


Рис. 1.

скорости в зависимости от условий разбега и останова. При этом принято, что ускорения при разбеге и останове постоянны, но не равны между собой.

По условиям останова приводятся следующие варианты: 1, *a* — транспортер с двумя скоростями v_n , v'_n и упором, вторая, пониженная, скорость v'_n применяется в конце пути перед упором; 1, *b* — то же с пониженной скоростью, но без упора; 1, *в* — без пониженной скорости, но с упором; 1, *г* — с одной скоростью и без упора.

Для варианта 1, *a* время перемещения на длину отрезка выразится уравнением

$$t = t_p + \frac{l'_n}{v_n} + t'_v + \frac{l'}{v'_n}, \quad (1)$$

где t_p — время разгона. Если l_p — путь разгона; v_n — конечная скорость то

$$t_p = \frac{2l_p}{v_n};$$

l'_n и l' — пути перемещения с постоянными скоростями v_n и v'_n ;

t'_v — время торможения при изменении скорости от v_n до v'_n .

Оно находится следующим образом. Положим, что t_0 — время торможения при уменьшении скорости от v_n до 0, а l_0 — соответствующий путь торможения. Тогда

$$t'_v = t_0 - t''_0,$$

где t''_0 — время торможения от v'_n до 0.

Следовательно, общий путь торможения

$$l_0 = l'_v + l''_v,$$

откуда

$$l'_v = l_0 - l''_v;$$

$$t_0 = \frac{2l_0}{v_n} \quad \text{и} \quad t''_0 = \frac{2l''_v}{v'_n};$$

$$l_0 = \frac{v_n \cdot t_0}{2} \quad \text{и} \quad l'_v = \frac{v'_n \cdot t'_v}{2}.$$

При постоянстве замедления

$$\frac{v_n}{t_0} = \frac{v'_n}{t''_0} \quad \text{или} \quad t''_0 = \frac{v'_n}{v_n} t_0.$$

Если принять $C = \frac{v'_n}{v_n}$, то

$$l'_v = C \cdot t_0 \quad \text{и} \quad l''_v = C' v_n \frac{t_0}{2}.$$

Следовательно,

$$t'_v = t_0 - t''_0 = t_0(1 - C).$$

Длина пути l' , на котором перемещаемый отрезок движется с постоянной скоростью v_n , равна (рис. 1, а)

$$l'_n = l - (l_p + t_0 + l').$$

Заменяя $l' = l_0 - l''_0$, получим

$$l'_n = l - (l_p + t_0 - l''_0 + l'), \quad (2)$$

здесь l — длина отрезка.

После подстановки в формулу (1) значения l'_n по уравнению (2), а также t_p ; $t'_0 = t_0$; l''_0 и $v'_n = C \cdot v_n$ получим

$$t = t_p + t_0 - t'_0 + \frac{l'}{C \cdot v_n} + \frac{l}{v_n} - \frac{1}{v_n} (l_p + t_0 - l''_0 + l').$$

Заменяя в этом уравнении

$$l_p = \frac{v_n \cdot t_p}{2}; \quad t_0 = \frac{v_n \cdot t_0}{2}; \quad l''_0 = C \cdot v_n \cdot \frac{t_0}{2} \quad \text{и} \quad t'_0 = C \cdot t_0,$$

получим

$$t = \frac{l}{v_n} + \frac{t_p + t_0}{2} + \frac{l'}{v_n} \left(\frac{1}{C} - 1 \right) - C \cdot t_0 \left(1 - \frac{C}{2} \right). \quad (3)$$

Второй член этого уравнения дает представление о влиянии времени разбега и останова, третий характеризует влияние применения пониженной скорости и четвертый дает значение упора, то есть мгновеного останова.

Уравнение (3) дает возможность определить время перемещения отрезка для всех вариантов, приведенных на рис. 1.

У транспортеров подачи с применением упора, но без использования пониженной скорости (рис. 1, в) в формуле (3) следует принять путь перемещения с пониженной скоростью $l' = 0$, тогда

$$t = \frac{l}{v_n} + \frac{t_p + t_0}{2} - C \cdot t_0 \left(1 - \frac{C}{2} \right). \quad (4)$$

Для установок без упора в формулах (3) и (4) $C t_0 = 0$, вследствие чего последний член также равен нулю, поэтому при работе с пониженной скоростью, но без упора (рис. 1, б)

$$t = \frac{l}{v_n} + \frac{t_p + t_0}{2} + \frac{l'}{v_n} \left(\frac{1}{C} - 1 \right). \quad (5)$$

При работе без пониженной скорости и без упора (рис. 1, г)

$$t = \frac{l}{v_n} + \frac{t_p + t_0}{2}. \quad (6)$$

Таким образом, формулы (3), (4), (5) и (6) дают возможность найти время подачи хлыста на длину отрезка при известных t_p и t_0 . Но все эти формулы применимы только при условии, что длина отрезка достаточно велика и возможно перемещение с номинальной скоростью транспортера v .

При работе транспортера без упора это условие определяется неравенством

$$l \gg (t_p + t_0) \cdot \frac{v_n}{2} + l'. \quad (7)$$

В установках с упорами оно принимает вид

$$l \gg (t_p + t_0) \cdot \frac{v_n}{2} + l' - C^2 t_0 \cdot \frac{v_n}{2}. \quad (8)$$

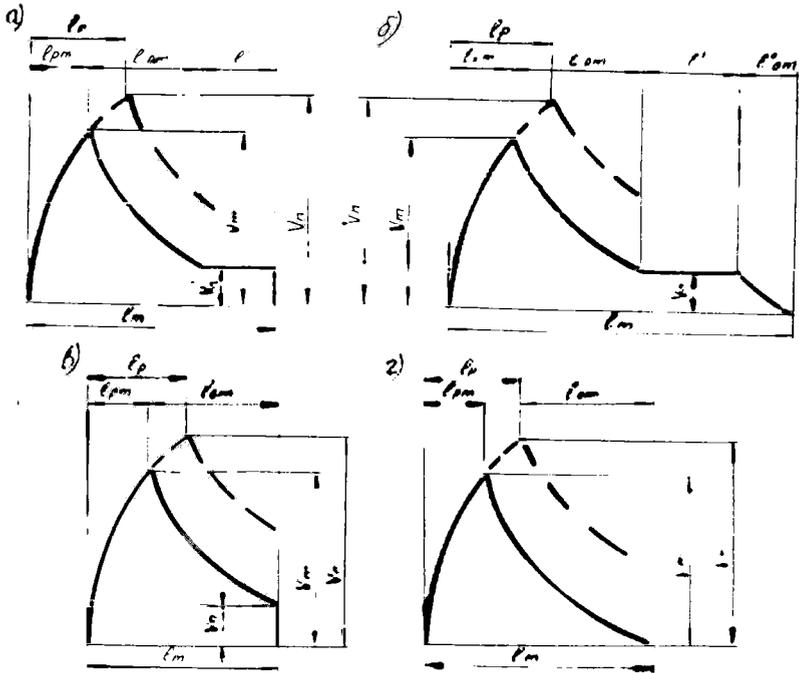


Рис. 2.

На рис. 2 представлены графики изменения скорости подачи, когда условия (7) и (8) не выполняются и длина отрезка l_m недостаточна для получения скорости v_n , то есть в общем случае

$$l_m < (l_p + l_0) \frac{v_n}{v_m} + l' - C^2 t_0 \frac{v_n}{v_m}. \quad (9)$$

Для установок, работающих с пониженной скоростью и упорами в конце пути, скорость подачи изменяется по графику, приведенному на рис. 2, а. Можно установить, что длина отрезка

$$l_m = l_{pm} + l_{om} + l' - l''_0 m. \quad (10)$$

где l_{pm} ; l_{om} — путь разгона и останова.

Общее время, необходимое для перемещения отрезка на длину l_m , равно

$$t = \frac{2}{v_m} (l_{pm} + l_{om}) + \frac{l'}{v_n} - C \cdot t_0. \quad (11)$$

При составлении уравнения (9) было сделано предположение, что l' и C не зависят от скорости v_m , что возможно при $v'_n < v_m$.

По условиям работы ускорение a_p и замедление a_0 не зависят от длины отрезка, поэтому, используя равенства

$$a_p = \frac{v_n^2}{2l_p}; \quad a_0 = \frac{v_{nm}^2}{2l_{pm}}; \quad u_0 = \frac{v_n^2}{2l_0} = \frac{v_{om}^2}{2l_{om}}$$

и принимая

$$\frac{l_{pm}}{l_p} = \beta; \quad \frac{l_{om}}{l_0} = \beta,$$

получим

$$v_m = v_n \sqrt{\beta},$$

а также

$$l_{pm} = \beta l_p; \quad l_{om} = \beta l_0 \quad \text{или} \quad \beta = \frac{v_m}{(t_p + t_0) v_n}.$$

При подстановке этих значений в уравнение (11) находим

$$t = 2 \sqrt{\beta} \left(\frac{l_p + l_0}{v_n} \right) + \frac{l'}{C \cdot v_n} - C \cdot t_0$$

или

$$t = (t_p + t_0) \sqrt{\beta} + \frac{l'}{C \cdot v_n} - C \cdot t_0. \quad (12)$$

Коэффициент β определяется по формуле

$$\beta = \frac{2 [l_m - (l' - l'_{om})]}{(t_p + t_0) \cdot v_n}. \quad (13)$$

где $l'_{om} = C \cdot v_n \frac{l_0}{2}$; t_p ; t_0 ; l' имеют прежние значения.

При работе без упора $l'_{om} = 0$; без пониженной скорости $l' = 0$. В том случае, когда $\beta = 1$, то есть при $l_{pm} = l_p$; $l_{om} = l_0$; $v_m = v_n$ формула (12) примет вид

$$t = (t_p + t_0) + \frac{l'}{C \cdot v_n} - C \cdot t_0. \quad (14)$$

Формулы (12) и (14) применимы для транспортеров, работающих без упора и с пониженной скоростью.

Для транспортеров без упора (рис. 1, б) $C t_0 = 0$,

$$t = (t_p + t_0) \sqrt{\beta} + \frac{l'}{C \cdot v_n}. \quad (15)$$

При работе с транспортером без пониженной скорости $l' = 0$. Например, в этом случае при работе без упора (рис. 1, в)

$$t = (t_p + t_0) \sqrt{\beta}. \quad (16)$$

Таким образом, для определения времени подачи на длину отрезка применимы формулы (3) и (12). Первая из них используется при соблюдении условия, выраженного неравенством (8), вторая — при несоблюдении этого условия.

При расчете производительности раскряжевочного агрегата приходится иметь дело с отрезками разной длины, поэтому в расчетах принимают среднюю длину.

Для более точного расчета следует разбить все выпиливаемые стрезки на две группы по условию (8) и для каждой из них находить среднюю длину и среднее время подачи по формулам (3) и (12). Общее среднее время находится как средневзвешенное.

Как видно из формул (3), (12) и других, для нахождения t необходимо определить время разгона и останова.

В общем виде время разгона хлыста транспортером подачи определяется по формуле

$$t_p = \frac{A \cdot M_{ст} + (1 + \delta) I_{дв} \omega l \eta}{l \eta M_{дв} - M_{ст}}, \quad (17)$$

где $M_{дв}$ — момент на валу двигателя в период разгона;

$M_{ст}$ — статический момент на валу тягового колеса транспортера;

i — передаточное число;

η — коэффициент полезного действия передаточного механизма;

$(1 + \delta) I_{дз}$ — момент инерции ротора двигателя и редуктора;

ω — угловая скорость вала двигателя;

$A = \frac{v}{\mu g}$ — коэффициент перевода статического момента в динамический;

μ — коэффициент сопротивления движению поперечин цепного транспортера об опору;

g — ускорение силы тяжести.

Положим, что момент на валу двигателя в период разгона больше номинального момента на том же валу, то есть

$$M_{дв} = K \cdot M_{дв.н},$$

где K — коэффициент допускаемой перегрузки.

Кроме того, примем, что

$$M_{дз} i \eta = M_{ст.расч},$$

где $M_{ст.расч}$ — расчетный статический момент на валу тягового колеса транспортера.

Статический момент на валу тягового колеса $M_{ст}$ — величина переменная, зависящая не только от веса перемещаемых частей транспортера, но и от веса хлыста или его части,

$$M_{ст} = M'_{ст} + M''_{ст},$$

где $M'_{ст}$ — момент от веса перемещаемых частей транспортера;

$M''_{ст}$ — то же от веса хлыста.

Если $M''_{ст} = \alpha M'_{ст}$, то

$$M_{ст} = (1 + \alpha) \cdot M'_{ст},$$

здесь α — величина переменная, $M'_{ст}$ — постоянная.

Если $M_{ст.расч} = \varphi M_{ст}$, то

$$\varphi = \frac{M_{ст.расч}}{(1 + \alpha) \cdot M_{ст}}. \quad (18)$$

Среднее значение коэффициента α для различных объемов хлыста применительно к цепным транспортерам подачи (при $M'_{ст} \approx 100 \text{ кгм}$) приведено в табл. 1.

Таблица 1

Объем хлыста, м ³	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Коэффициент α	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2

При определении α принято, что хлыст подвергается оторцовке, число резов — 5 и средний объем перемещаемой части хлыста $0,6 Q_x$, где Q_x — расчетный объем хлыста.

Момент инерции ротора двигателя находится в определенном отношении с номинальным моментом на его валу, а именно

$$(1 + \delta) I_{дз} \omega = m M_{дв.н}.$$

Т а б л и ц а 2

Мощность N , квт	10	14	20
m	0,4	0,37	0,51

Подставляя в формулу (17)

$$(1 + \delta) I_{дв} \omega i \eta = m \cdot M_{зв.н} \cdot i \cdot \eta,$$

где $M_{зв.н} \cdot i \cdot \eta = \varphi \cdot M_{ст}$ и $i \eta \cdot M_{зв.н} = K \cdot \varphi \cdot M_{ст}$,

получаем

$$t_p = \frac{A + m\varphi}{K \cdot \varphi \cdot i}. \quad (19)$$

Для конкретных условий работы коэффициент m принимается из табл. 2; коэффициент перегрузки двигателя во время разгона $K = 2$; коэффициент A зависит от скорости движения цепи транспортера и только коэффициент φ в процессе работы — величина переменная, зависящая от объема обрабатываемого хлыста, что выражается значением коэффициента α в формуле (18). Для среднего объема хлыста в пределах 0,4—0,6 м³ $\alpha \approx 0,1$, что дает возможность без большой ошибки считать α и вместе с тем φ постоянными коэффициентами.

Так как

$$M_{ст. расч} = M_{зв.н} i \eta,$$

$$M_{дв.н} i \cdot \eta = 1000 \frac{N}{n_{зв}} \eta,$$

$$\varphi = 910 \frac{N \cdot i}{n_{зв} M_{ст}}. \quad (20)$$

где $n_{зв}$ — число оборотов тягового колеса (звездочки) транспортера.

Если принять $M'_{ст} = 90$ кгм; $\eta = 0,8$; $n_{зв} \approx 40 \cdot v_n$ об/мин, где v_n — скорость цепи, м/сек, то

$$\varphi = 0,2 \frac{N}{v_n}. \quad (21)$$

При $\mu = 0,2$; $m = 0,4$ и $K = 2$ время разгона будет иметь следующее значение:

$$t_p = \frac{0,5 \cdot v_n^2 + 0,08N}{0,4N - v_n}. \quad (22)$$

При двигателе $N = 10$ квт; $v_n = 1,0$ м/сек $t_p = 0,41$ сек, при $v_n = 1,5$ м/сек $t_p = 0,77$ сек.

Приведенная выше формула для t_p дает возможность при известных N и v_n без особого труда найти время разгона с точностью, достаточной для расчета производительности.

В общем виде время останова выражается формулой

$$t_0 = \frac{A \cdot M_{ст} \cdot \frac{1}{i} + (1 + \delta) I_{дв} \omega}{\frac{M_{ст} \cdot \eta}{i} + M_T}, \quad (23)$$

где M_T — тормозной момент на валу двигателя; он находится в определенном отношении с номинальным моментом двигателя, то есть

$$M_T = \beta \cdot M_{дв.н.}$$

Так как

$$(1 + \delta) I_{дв\omega} = m M_{т.н.}, \text{ а } M_{ст} = \frac{M_{дв.н.} \cdot l \cdot \eta}{\varphi},$$

то

$$t_0 = \frac{A \cdot \eta^2 + m\varphi}{\eta^2 + \frac{m\varphi}{\beta}}. \quad (24)$$

где A ; m ; η ; φ — имеют те же значения, что и в формуле для t_p .

При $A = 0,5 \text{ в}$; $m = 0,4$; $\eta^2 = 0,6$ и $\varphi = 0,2 \frac{N}{\text{в}}$

$$t_0 = \frac{0,3v_n^2 + 0,08N}{0,6v_n + 0,2\beta N}. \quad (25)$$

При $v_n = 1,0 \text{ м/сек}$, $N = 10 \text{ квт}$ и $\beta = 1$ $t_0 = 0,42 \text{ сек}$; при $v_n = 1,5 \text{ м/сек}$ и $N = 10 \text{ квт}$ $t_0 = 0,50 \text{ сек}$.

Время останова очень мало зависит от скорости, поэтому приняв для средних условий работы $v_n = 1,0 \text{ м/сек}$, будем иметь

$$t_0 = \frac{0,3 + 0,08N}{0,6 + 0,2N}. \quad (26)$$

При $N = 10 \text{ квт}$ $t_0 = 0,42 \text{ сек}$ и при $N = 20 \text{ квт}$ $t_0 = 0,40 \text{ сек}$.

Подстановка t_p и t_0 , полученных по уравнениям (19), (22), (24) и (25), в формулы (3), (4) и (6) дает возможность определить время продольной подачи хлыста под пилу, а по нему производительность раскряжевочного агрегата.

Поступила 4 июня 1970 г.

УДК 625.142.21

О СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ КРУГЛЫХ И ПЛАСТИНЧАТЫХ ШПАЛ

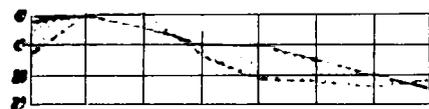
Т. А. ГУРЬЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

На временных безбалластных путях лесовозных узкоколейных железных дорог широко используются круглые шпалы длиной от 1,8 до 5,0 м, диаметром 8 см и более. На 1 км пути укладывают 1400—2600 шпал в зависимости от несущей способности грунта и сезона эксплуатации уса.

Применение круглых шпал, заготовленных в процессе прорубки трассы, предусматривает использование строительных материалов на месте, без дополнительных транспортных затрат. Длинные шпалы приняты с целью увеличения мощности верхнего строения пути.

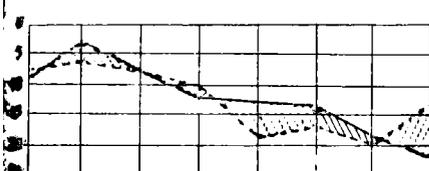
На временных путях Нюбской ужд комбината «Котласлес» и Кудимской ужд комбината «Архангельсклес» с целью определения величины осадок элементов верхнего строения проведены сравнительные испытания на пяти опытных участках с круглыми шпалами и на четырех — с пластинчатыми.

Упругая осадка рельсов $P=2,0T$ 

Осадка рельсов из-за зазоров и сжатия шпал



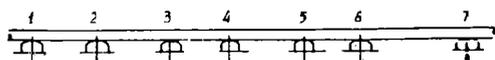
Упругая осадка подрельсовых сечений шпал



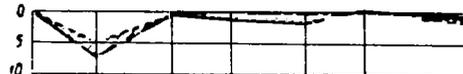
— Правый рельс
- - - Левый рельс

/// Перекос в правую сторону
▨ Перекос в левую сторону

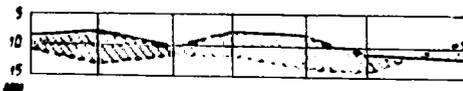
Рис. 1

Упругая осадка рельсов $P=2,0T$ 

Осадка рельсов из-за зазоров и сжатия шпал



Упругая осадка подрельсовых сечений шпал



— Правый рельс
- - - Левый рельс
/// Перекос в правую сторону
▨ Перекос в левую сторону

Рис. 2.

В качестве примера на рис. 1 показана упругая осадка рельсов при $P = 2,0 T$, осадка рельсов из-за зазоров и сжатия шпал, упругая осадка подрельсовых сечений шпал для участка пути с круглыми шпалами длиной 2,60—3,14 м, диаметром вершин 13—20 см. На рис. 2 показана осадка рельсов и шпал на пути с пластинчатыми шпалами длиной 2,16—2,87 м, толщиной 10,5—14,0 см.

Рассматриваемые опытные участки располагались рядом на одном временном пути; использовали рельсы Р11; основанием служила тяжелая супесь, покрытая растительным слоем толщиной 5—15 см.

На участке с круглыми шпалами средняя осадка рельсов при $P = 2,0 T$ равна 17,44 мм с колебанием от 9,94 до 22,78 мм. Перекосы рельсов достигают 6,63 мм. Осадки рельсов из-за зазоров между рельсом и шпалой и сжатия шпал колеблются от 0,64 до 9,10 мм. Дополнительный уклон из-за неравномерной осадки шпал составляет 0,3—13,5‰.

Для опытного участка с брусковыми шпалами средняя осадка рельсов при $P = 2,0 T$ равна 12,1 мм, перекосы рельсов 2,74 мм. Осадки рельсов из-за зазоров между шпалами и рельсами и сжатия шпал находятся в пределах от 0,2 до 1,45 мм.

Результаты опытов указывают, что на путях с круглыми шпалами осадки рельсов неравномерны вследствие неустойчивой работы шпал и значительных деформаций из-за зазоров между рельсами и шпалами, а также сжатия шпал из-за малой опорной поверхности под рельсами. Перекосы рельсов, возникающие только по двум последним причинам, превышают допустимые ПТЭ. Наблюдениями также установлено, что перекося зависит не только от величины несимметричности укладки круглых шпал, но и от расположения их вершинной части.

Конструкция верхнего строения временных путей с круглыми шпалами имеет следующие существенные недостатки (кроме уже указанных). На шпалы расходуется вся деловая и дровяная древесина, полу-

ченная при прорубке просек. В период эксплуатации уса шпалы погружаются в грунт, особенно на заболоченных участках, и при переносе путей в большинстве случаев остаются в нем. При укладке круглых шпал на продольные лежни не обеспечивается устойчивость пути в поперечном направлении, требуется подтеска шпал или лежней, наблюдаются большие осадки рельсов из-за сжатия шпал, лежней и зазоров между ними. Подгонка верхней постели каждой шпалы под уровень подошвы рельсов в зависимости от рельефа местности — операция трудоемкая. Применяемые круглые шпалы разнообразны по длине и диаметру. При эксплуатации пути с неоднородной шпальной решеткой возникают неравномерные осадки и перекосы. Подбивка шпал грунтом или устранение перекосов при помощи подкладок не гарантирует хорошего качества выполнения этих работ. Рельсы укладывают без подуклонки или с небольшой затеской шпал. В результате этого не создается нужной опорной площади для передачи давления от рельса к шпалам и точной величины подуклонки. Костыльное крепление не обеспечивает сохранения нормальной ширины и прямолинейности рельсовой колеи.

Все отмеченные недостатки данной конструкции верхнего строения приводят к большим затратам на строительство и содержание временных путей ужд.

Круглые шпалы в небольших объемах использовали на железных дорогах широкой колеи. Наблюдения за этими путями, а также путями с пластинчатыми шпалами, уложенными горбылем вниз, показали наличие быстрых расстройств, потайных толчков, просадок и перекосов.

Проведенные эксперименты и наблюдения за строительством и эксплуатацией временных путей узкоколейных железных дорог позволяют сделать вывод о нецелесообразности применения круглых шпал и необходимом использовании пластинчатых. Повышение первоначальных затрат при переходе на пластинчатые шпалы окупится за счет уменьшения потерь древесины, сокращения затрат на содержание путей, устранения аварий и улучшения эксплуатации тягового и подвижного состава.

Поступила 3 апреля 1970 г.

УДК 634.0.372

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЯГОВО-УДЕРЖИВАЮЩИХ КАНАТОВ АЭРОСТАТНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ УСТАНОВКИ

В. Н. СУХИНИН, В. В. СКОБЕЙ

(Краснодарский политехнический институт)

Главные элементы аэростатной трелевочной установки (АТУП) — провисающие тягово-удерживающие канаты (рис. 1). В основу расчета провисающих канатов положена теория гибких нитей [1], [2]. Нити с малыми стрелами провеса рассчитывают приближенными методами [4]. Статическому расчету канатов АТУП посвящена работа В. И. Родионова и В. В. Скобея [5], в которой ветви каната считают двумя пересекающимися параболами, что достаточно точно только для канатов с малыми стрелами провеса [6]. Так как тягово-удерживающие канаты АТУП могут иметь большие стрелы провеса, приближенные методы,

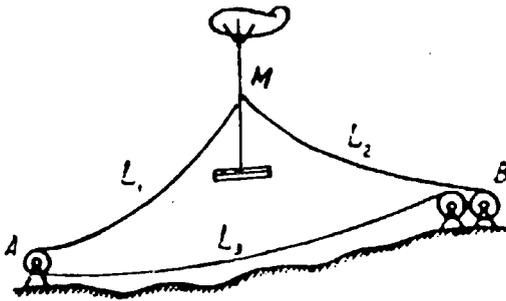


Рис. 1.

основанные на замене цепной линии (по которой провисает канат) параболой, будут давать большую погрешность.

В настоящей работе дана методика определения основных параметров канатной системы АТУП. Координаты точки сопряжения левой и правой ветвей не заданы и не введено допущение о малости стрел провеса ветвей каната, как это сделано в работе В. И. Родионова и В. В. Скобея [5].

1. Заданными параметрами канатной системы АТУП являются: координаты точек A и B , в которых расположены отклоняющий блок и лебедка; длины ветвей канатов, которые смотаны с двух барабанов лебедки, L и $L_2 + L_3$; сосредоточенная сила P (разность силы, создаваемой азростатом, и силы тяжести транспортируемого груза); вес единицы длины каната q .

2. Следует определить координаты точки M приложения силы P , величину горизонтальной составляющей натяжения каната (распор), стрелы провеса ветвей и т. д.

3. В случае симметричной системы, когда точки A и B находятся на одном уровне (на расстоянии $2l$ друг от друга) и $L_1 = L_2 = L$, положение равновесия определяется координатой h точки приложения силы P (рис. 2). Для последующего статического расчета канатов необходимо знать, кроме h , величину горизонтальной составляющей H натяжения каната (распор) и уравнение кривой провисания $y = y(x)$.

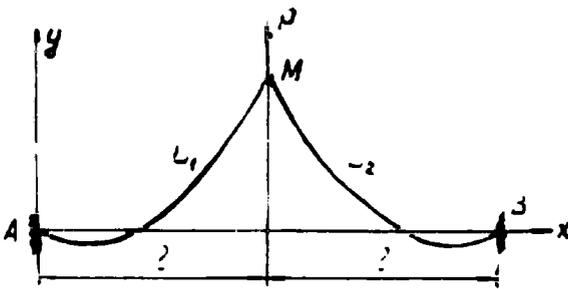


Рис. 2.

4. При решении задачи об определении h , H и $y(x)$ канат моделируется гибкой тяжелой однородной нитью, как это обычно делается при расчете канатов [1], [2], [3]. Ввиду того, что стрела провеса тягово-удер-

живающего каната АТУП значительна, а удлинение каната мало по сравнению сего длиной, нить можно считать нерастяжимой [5], [6], [7]. Используя классические уравнения равновесия гибкой однородной нерастяжимой нити, закрепленной по концам и нагруженной собственным весом [3], для левой ветви АМ (рис. 2) будем иметь

$$y = \frac{H}{q} \operatorname{ch} \left[\frac{q}{H} (x - C_1) \right] + C_2; \quad (1)$$

$$\frac{\operatorname{sh} \frac{ql}{2H}}{\frac{ql}{2H}} = \frac{\sqrt{L^2 - h^2}}{l}. \quad (2)$$

Определяя произвольные постоянные C_1 и C_2 из граничных условий: при $x = 0$, $y = 0$, при $x = l$, $y = h$, получим следующие уравнения:

$$C_2 = -\frac{H}{q} \operatorname{ch} \frac{qC_1}{H}; \quad (3)$$

$$h = \frac{H}{q} \operatorname{ch} \frac{q(l - C_1)}{H} + C_2. \quad (4)$$

Подставляя выражение (3) в уравнения (4) и (1), получаем

$$h = \frac{H}{q} \left[\operatorname{ch} \frac{q(l - C_1)}{H} - \operatorname{ch} \frac{qC_1}{H} \right]; \quad (5)$$

$$y = \frac{H}{q} \left[\operatorname{ch} \frac{q(x - C_1)}{H} - \operatorname{ch} \frac{qC_1}{H} \right]. \quad (6)$$

В уравнениях (2), (5) и (6) величины H , h , C_1 , y неизвестны.

Очевидно, для правой ветви MB можно записать уравнения, аналогичные (2), (5), (6). Рассматривая равновесие узла M , находим условие сопряжения в точке $x = l$

$$H \operatorname{sh} \frac{q(l - C_1)}{H} = \frac{P}{2}. \quad (7)$$

5. Решая систему уравнений (2), (5) и (7), определяем неизвестные величины H , h , C_1 , после чего по уравнению (6) находим кривую провисания $y = y(x)$. Полученные уравнения (2), (5) и (7) трансцендентны, поэтому решение системы уравнений производим методом последовательных приближений. Вначале необходимо задаться одним из параметров H , h или C_1 . Зададимся высотой h . При этом если $P = qL$, то $h = 0$; если $P > qL$, то $0 < h < \sqrt{L^2 - l^2}$.

Все вычисления проводят до тех пор, пока разности $h_i - h_{i-1}$, $H_i - H_{i-1}$, $C_{1i} - C_{1,i-1}$ не достигнут малой величины. Количество необходимых приближений i обычно не превышает двух-трех. В табл. 1 приведены результаты вычислений при заданных параметрах $l = 400$ м, $L = 450$ м, $P = 500$ кг, $q = 1$ кг/м.

Зависимость h от P , полученная экспериментально при $q = 0,186$ г/см, $L = 98,8$ см и различных l/L , показана на рис. 3. Точками показаны значения h , полученные при решении системы трансцендентных уравнений. Зависимость h от P может быть выражена с помощью аппроксимирующей функции

$$\bar{h} = \sqrt{L^2 - l^2} \operatorname{th} \left[K \left(\frac{P}{qL} - 1 \right) \right], \quad (8)$$

Таблица 1

Вычисляемые величины	$l = 0$	$i = 1$	$i = 2$
$h_i = H_{i-1} (\text{ch } Z_{i-1} - \text{ch } Z'_{i-1})$	0	34,4	33,9
$\frac{\text{sh } X_i}{X_i} = \frac{\sqrt{L^2 - h_i^2}}{l}$	1,125	1,123	—
X_i	0,843	0,840	—
$\text{sh } X_i$	0,946	0,942	—
$H_i = \frac{ql}{2X_i}$	237	238	—
$\text{sh } Z_i = \frac{P}{2H_i}$	1,057	1,05	—
Z_i	0,921	0,916	—
$C_{1i} = l - Z_i \frac{H_i}{q}$	182	182	—
$\text{ch } Z_i$	1,4549	1,4497	—
$Z'_i = \frac{C_{1i}}{H_i}$	0,768	0,765	—
$\text{ch } Z'_i$	1,3097	1,3072	—
$\text{ch } Z_i - \text{ch } Z'_i$	0,1452	0,1425	—

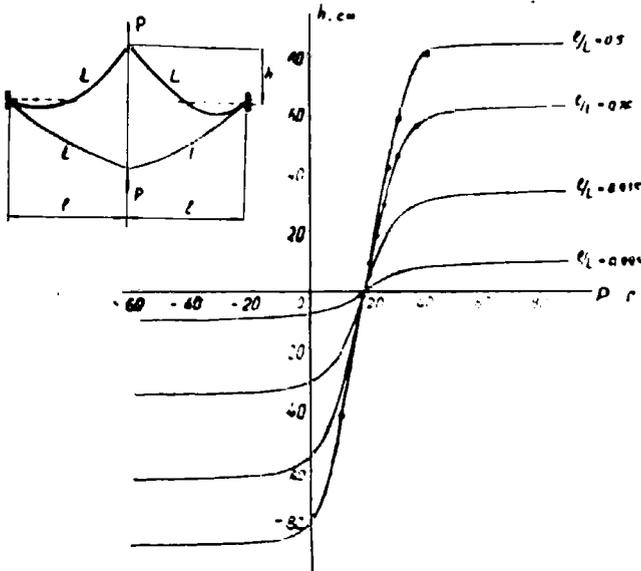


Рис. 3.

которую мы подбираем так, чтобы при любом значении K

- 1) $\bar{h} = 0$ при $P = ql$,
- 2) $h \rightarrow \sqrt{L^2 - l^2}$ при возрастании $|P|$.

Далее выбираем K таким образом, чтобы дефект $\bar{h} - h$ был возможно малым. При $l/L = 0,5$, $K = 1,5$; при $l/L = 0,76$ и $0,935$, $K = 1,4$; при $l/L = 0,995$, $K = 1$.

Выводы

1. Уравнения (2), (5) и (7) позволяют определить неизвестные параметры тягово-удерживающих канатов АТУП: высоту h точки приложения сосредоточенной силы, распор канатов H , положение вершины цепной линии ветвей каната ($x = C_1$).

2. В инженерных расчетах для определения h удобно пользоваться аппроксимирующей функцией (8).

3. Найденные параметры позволяют по уравнению (6) находить величину кривой провисания канатов и производить статический расчет канатов АТУП по известным формулам [1], [2], [4].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. М. Белая, А. Г. Прохоренко. Канатные лесотранспортные установки. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [2]. А. И. Дукельский. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. Изд-во «Машиностроение», М., 1966. [3]. Э. Камке. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. Физматгиз, М., 1955. [4]. В. К. Качурин. Теория висячих систем. Госстройиздат, Л.—М., 1962. [5]. В. И. Родионов, В. В. Скобей. Статический расчет тягово-удерживающих канатов аэростатно-трельвочной установки. Труды ЦНИИМЭ, вып. 75, 1966. [6]. В. В. Скобей. Статический расчет несущих канатов с большими провесами при равномерно распределенной нагрузке. Труды ЦНИИМЭ, вып. 53, 1964. [7]. В. В. Скобей. Статический расчет несущих канатов с большими провесами при одновременном воздействии распределенной и сосредоточенной нагрузок. Труды ЦНИИМЭ, вып. 53, 1964.

Поступила 5 февраля 1970 г.

УДК 531.8 : 629.114.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЬНОГО СМЕЩЕНИЯ ПОЛЮСА ВРАЩЕНИЯ ПРИ ПОВОРОТЕ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА

С. А. ВОРУХАЙЛОВ

(Уральский лесотехнический институт)

Момент сопротивления повороту гусеничного трактора определяется аналитически как сумма моментов поперечных сил, действующих на трактор, относительно его полюса вращения. Величина этого момента в значительной мере зависит от координат полюса вращения и, прежде всего, от продольного смещения

последнего относительно поперечной оси опорного контура трактора χ (рис. 1).

При равномерном распределении нагрузки по опорным поверхностям гусениц смещение полюса вращения обуславливается действием внешних поперечных сил.

Из теории трактора [4] известно, что

$$\chi = \frac{P_z}{2\mu g}, \quad (1)$$

где P_z — величина результирующей поперечных сил;

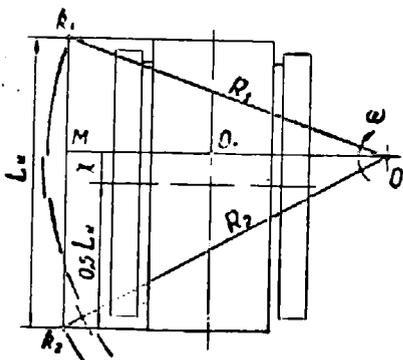


Рис. 1.

- μ — приведенный коэффициент, учитывающий действие сил трения и боковых реакций грунта на опорные участки гусениц;
- q — удельное давление на единицу длины опорных поверхностей обеих гусениц.

В случае неравномерного распределения нагрузки по опорным участкам гусениц, когда центр давления трактора χ_d смещен относительно поперечной оси опорного контура, смещение полюса вращения, при принятой трапециевидной эпюре нормальных реакций грунта, определяется уравнением [3]

$$12\chi_d\chi^2 + 2L^2\chi - 3\chi_dL^2 = 0, \quad (2)$$

где L — длина опорных поверхностей гусениц.

Известны и другие уравнения для определения величины χ [1], [2], [5]. Отличаются они от уравнения (2) принятой при их выводе формой эпюры нормальных реакций грунта (разновысокие прямоугольники [1], прямоугольник и трапеция [5]).

Решив уравнение (2) относительно χ , найдем

$$\chi = \frac{L}{12\chi_d} (\sqrt{L^2 + 36\chi_d^2} - L). \quad (3)$$

Из равенства (1) видно, что при $P_z = 0$, $\chi = 0$, а из равенства (3) следует, что величина χ определяется только продольной координатой центра давления трактора. Так, если $\chi_d = \text{const}$, то $\chi = \text{const}$.

При выводе уравнений (1) и (2) коэффициент пропорциональности μ между нормальными реакциями грунта и поперечными силами сопротивления повороту гусениц условно считают постоянным для всех точек опорной поверхности. Закономерность распределения нормальных реакций грунта по длине опорных поверхностей у реальных гусеничных машин в действительности имеет сложный характер. Условная линеаризация эпюры нормальных реакций грунта принимается с целью упрощения решения некоторых задач динамики тракторов.

Характер взаимодействия звеньев гусениц с грунтом и механические качества последнего при повороте трактора изменяются по длине спорных поверхностей. Указанные факторы являются причиной непостоянства действительного значения коэффициента μ по длине опорных поверхностей гусениц и влияют на величину смещения полюса вращения трактора даже при отсутствии P_z и $\chi_d = 0$.

Для установления действительной зависимости между центром давления и полюсом вращения при различных радиусах поворота трактора мы разработали специальную методику. Аппаратуру монтировали на тракторе ТДТ-75. На схеме (рис. 1) изображен поворот трактора с центром O . На ней обозначены: k_1 и k_2 — контрольные точки, равноудаленные от поперечной оси, проходящей через середины опорных поверхностей гусениц; R_1 и R_2 — радиусы траекторий контрольных точек; L_k — расстояние между контрольными точками. Из схемы находим

$$MO = \sqrt{R_2^2 - \left(\frac{L_k}{2} + \chi\right)^2} = \sqrt{R_1^2 - \left(\frac{L_k}{2} - \chi\right)^2}.$$

После преобразований получаем

$$\chi = \frac{R_1^2 - R_2^2}{2L_k}. \quad (4)$$

Контрольными точками служили краники, установленные сбоку трактора на кронштейнах. Через краники красящую жидкость (смесь дизельного топлива с черным лаком) наносили на поверхность грунта.

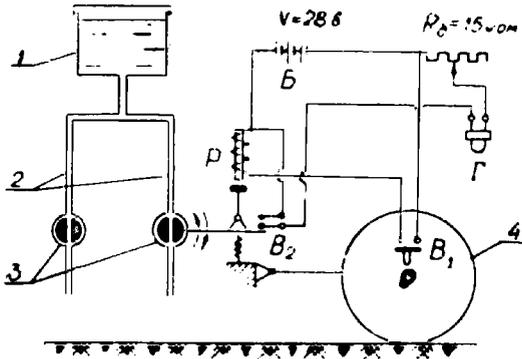


Рис. 2

Схема установки представлена на рис. 2. Красящая жидкость из бачка 1 по трубопроводам 2 поступала к кранам 3. Для синхронной записи параметров траекторий контрольных точек с другими параметрами, фиксируемыми на осциллограмме, использовалось измерительное колесо 4 с контактным устройством В. При замыкании цепи реле Р контактом В₁ поворачивался специальный лоток, отводивший струю жидкости в сторону. На поверхности получался разрыв следа — отметка траектории. Одновременно контактом В₂ замыкалась цепь гальванометра Г и на осциллограмме получался всплеск линии.

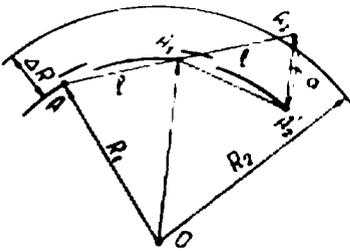


Рис. 3.

Радиусы траекторий контрольных точек измеряли следующим способом. На следу, оставляемом контрольной точкой (рис. 3), фиксировали вешками дугу АА₁. Точки А и А₁ определяли по отметкам траектории. На продолжении хорды АА₁ = l отмечали точку А₂, причем А₁А₂ = l. Затем точку А₂ переносили по дуге окружности радиусом l и центром в точке А₁ до пересечения с траекторией в точке А₂'. Полученный треугольник А₁А₂А₂' подобен треугольнику ОАА₁, откуда находим

$$R_1 = \frac{l^2}{a} \quad (5)$$

Обозначив расстояние между следами траекторий обеих контрольных точек ΔR, получаем

$$R_2 = R_1 + \Delta R. \quad (6)$$

Для определения центра давления трактора одновременно записывали на осциллограмму значения крутящих моментов на ведущих звездочках и нагрузки на опорах корпуса трактора.

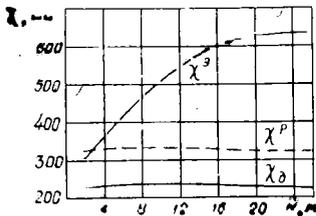


Рис. 4.

После статистической обработки данных опытов были получены зависимости χ_d и χ^3 от радиуса поворота трактора. Они представлены на рис. 4 для случая поворотов трактора без груза. Пунктирной линией показана зависимость смещения полюса вращения χ^p от радиуса поворота, вычисленная по формуле (3).

Анализ графика показывает, что смещение центра давления трактора практически не зависит от радиуса поворота, а действительные значения смещения полюсов вращения χ^p отличаются от расчетных χ^p . Наибольшее смещение происходит при

плавных поворотах. С уменьшением R полюс вращения смещается ближе к середине опорных поверхностей гусениц. Поскольку сумма моментов всех поперечных сил, действующих на трактор при повороте, относительно полюса вращения равна нулю, то очевидно, что при плавных поворотах сопротивление, действующее на единицу длины задних участков опорных поверхностей гусениц, меньше удельного сопротивления вращению участков, находящихся впереди полюса вращения. При крутых поворотах эта разность уменьшается. Это может быть только при непостоянстве приведенного коэффициента μ по длине опорных участков гусениц.

Изложенный метод экспериментального определения χ характеризуется простотой и надежностью работы аппаратуры при обеспечении необходимой точности измерений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. С. Гахенсон. Исследование динамики трелевочного трактора при форсированных режимах. Автореферат канд. дисс. Л., 1967. [2]. Н. А. Забавников. Основы теории транспортных гусеничных машин. Изд-во «Машиностроение», М., 1968. [3]. М. К. Кристи. Техническая энциклопедия. Т. 23, ст. «Трактор». Изд-во «Советская энциклопедия», 1934. [4]. Е. Д. Львов. Теория трактора. Машгиз, 1960. [5]. Г. А. Махов. Исследование поворота машин на трелевке леса. Автореферат канд. дисс. М., 1969.

Поступила 8 июня 1970 г.

УДК 634.0.378 34

К ТЕОРИИ ПРОЦЕССА СОРТИРОВКИ БРЕВЕННЫХ ПУЧКОВ БОКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СТРУИ

К. А. ЧЕКАЛКИН, Е. В. ХАЗОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

В предлагаемой работе сделана попытка теоретически исследовать процесс перемещения свободно плавающего бревенного пучка из главного коридора сортировочно-формировочной системы в сортировочный дворик, когда пучок находится под одновременным воздействием речного потока, ветра и силового импульса, сообщаемого ему гидравлической струей.

Гидравлические струи используют для сортировки пучков на некоторых лесосплавных рейдах, между тем подбор гидравлических ускорителей, их расстановка и другие вопросы, связанные с этим способом сортировки, из-за отсутствия нужных исследований решаются чисто опытным путем. Вопросы перемещения пучков гидравлическими ускорителями исследовал В. П. Корпачев, однако он не рассматривал перемещения пучков в речном потоке поперечным воздействием гидравлических струй [2].

Предположим, что пучок движется по коридору с постоянной скоростью v_y , равной поверхностной скорости потока*. В момент начала воздействия силового импульса на пучок центр тяжести его находится в точке O (рис. 1), которую примем за начало координатной системы xOy . Силовой импульс может быть получен давлением на пучок незатопленной или затопленной гидравлической струи.

* Для теоретического решения вопроса ориентация пучка в потоке не имеет принципиального значения. В последующем предстоит определить наиболее невыгодное положение пучка в потоке.

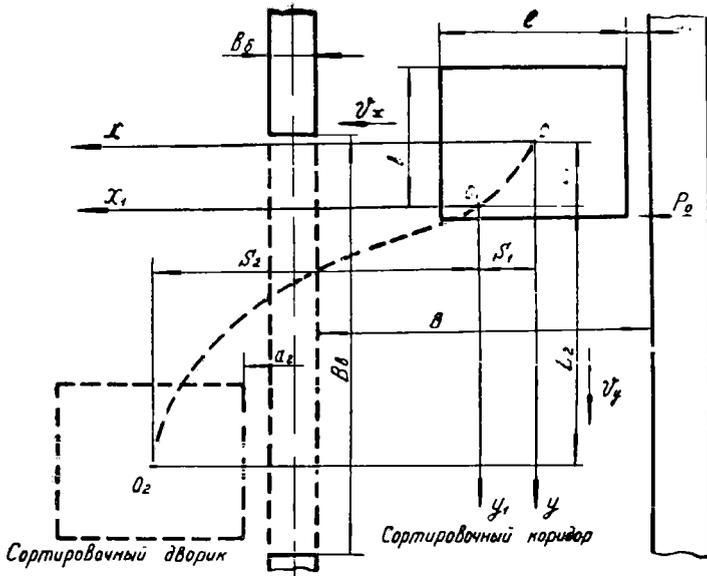


Рис. 1.

С момента начала воздействия струи на пучок и до момента поступления его в сортировочный дворик движение пучка может быть разделено на два этапа. Длительность первого равна длительности силового импульса; второй этап длится от момента окончания импульса до момента поступления пучка в дворик.

Уравнение поступательного* движения пучка в направлении оси x может быть представлено в виде

$$M \frac{dv_x}{dt} = -\lambda_x \frac{dv_x}{dt} - R_x + P_0 \pm P_v, \quad (1)$$

где M — масса пучка;

λ_x — присоединенная масса;

R_x — сопротивление воды неустановившемуся движению пучка;

P_0 — сила давления струи на пучок;

P_v — сила воздействия ветра на пучок;

v_x — переменная скорость поперечного движения.

Согласно работам ряда авторов [1], [3], переменную R_x разделим на стационарную часть R и дополнительное сопротивление ΔR_x , вызванное явлением нестационарности процесса перемещения пучка. Совокупное влияние на процесс неустановившегося движения присоединенных масс и дополнительного сопротивления выразим через коэффициент

$$n = \frac{\lambda + \frac{\Delta R_x}{dv_x/dt}}{M}.$$

* Силовой импульс, приложенный эксцентрично относительно вертикальной оси, проходящей через ц. т. пучка, будет вызывать его вращение. Но поскольку по мере продвижения пучка мимо струи момент вращения будет менять знак на обратный, то при решении поставленной задачи в первом приближении считаем возможным пренебречь явлением вращения пучка.

Как показано в наших работах [4], [5], коэффициент n для пучков — величина переменная, однако для практических расчетов может быть принято осредненное значение n указанного коэффициента на всем пути неравномерного движения лучка. С учетом сказанного, а также имея в виду, что неблагоприятным случаем является направление ветра против силового импульса, уравнение (1) можно записать так:

$$M(1+n) \frac{dv_x}{dt} = -R + P_0 - P_v. \quad (2)$$

На основании квадратичного закона сопротивления воды движению пучка сила R определится, как

$$R = r_x v_x^2, \quad (3)$$

где r_x — приведенное сопротивление движению, численно равно R при $v_x = 1$.

Давление струи гидравлического ускорителя на пучок P_0 — в общем случае величина переменная. Тем не менее в первом приближении для упрощения решения задачи будем считать силу P_0 постоянной. Это можно объяснить тем, что на первом этапе движения расстояние от насадки до края пучка изменяется незначительно, в то же время для конкретной струи это главный фактор, характеризующий интенсивность изменения силы P_0 .

Таким образом, уравнение (2) может быть окончательно записано для первого этапа движения пучка в виде

$$M_d \frac{dv_x}{dt} = P - r_x v_x^2, \quad (4)$$

в котором

$$M_d = M(1+n) \text{ и } P = P_0 - P_v.$$

Интегрируя уравнение (4), получаем

$$t = \frac{M_d}{\sqrt{P r_x}} \operatorname{Arth} v_x \sqrt{\frac{r_x}{P}} + C_1.$$

При $t = 0$ $v_x = 0$, следовательно, $C_1 = 0$ и тогда

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{P}{r_x}} \operatorname{th} \frac{t \sqrt{P r_x}}{M_d}. \quad (5)$$

Разделив в уравнении (5) переменные и проинтегрировав, получим

$$x = \sqrt{\frac{P}{r_x}} \cdot \frac{M_d}{\sqrt{P r_x}} \ln \operatorname{ch} \frac{t \sqrt{P r_x}}{M_d} + C_2;$$

при $t = 0$ $x = 0$, поэтому $C_2 = 0$ и

$$x = \frac{M_d}{r_x} \ln \operatorname{ch} \frac{\sqrt{P r_x} \cdot t}{M_d}. \quad (6)$$

При известных M_d , r_x и P уравнение (6) совместно с уравнением $y = v_y \cdot t$ позволяет построить траекторию движения центра тяжести пучка от $t = 0$ до $t = t_1$, где $t_1 \leq \frac{b}{v_y}$.

Координаты точки O_1 (рис. 1) — ц. т. пучка к моменту окончания силового импульса

$$x = S_1 = \frac{M_d}{r_x} \ln \operatorname{ch} \frac{\sqrt{P r_x} \cdot t_1}{M_d}; \quad (7)$$

$$y = L_1 = v_y \cdot t_1. \quad (8)$$

Перенесем начало координат в точку O_1 (без поворота осей) и рассмотрим движение пучка на втором этапе в координатах $x_1 O_1 y_1$. Уравнение движения пучка в направлении оси x по аналогии с уравнением (4) имеет вид

$$M_n \frac{dv_x}{dt} = - (P_b + r_x v_x^2). \quad (9)$$

Проинтегрировав, получаем

$$t = - \frac{M_n}{\sqrt{r_x P_b}} \operatorname{arctg} v_x \sqrt{\frac{r_x}{P_b}} + C_3.$$

В новой системе координат при $t = 0$ скорость v_x равна скорости поперечного перемещения пучка в конце первого этапа, которую обозначим через v_1 , тогда

$$C_3 = \frac{M_n}{\sqrt{P_b r_x}} \cdot a,$$

где

$$a = \operatorname{arctg} v_1 \sqrt{\frac{P_b}{r_x}} - \operatorname{const}. \quad (10)$$

Окончательно

$$t = \frac{M_n}{\sqrt{P_b r_x}} \left(a - \operatorname{arctg} v_x \sqrt{\frac{r_x}{P_b}} \right). \quad (11)$$

Решая последнее уравнение относительно v_x , получим

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{P_b}{r_x}} \operatorname{tg} \left(a - \frac{\sqrt{P_b r_x}}{M_n} \cdot t \right),$$

откуда

$$x = \sqrt{\frac{P_b}{r_x}} \int \operatorname{tg} \left(a - \frac{\sqrt{P_b r_x}}{M_n} \cdot t \right) dt. \quad (12)$$

Заменим выражение под знаком тангенса новой переменной, проинтегрируем выражение (12) и после несложных преобразований получим

$$x = \frac{M_n}{r_x} \ln \frac{\cos \left(a - \frac{\sqrt{P_b r_x}}{M_n} \cdot t \right)}{\cos a}. \quad (13)$$

Далее рассмотрим уравнение поперечного движения пучка на втором этапе в следующем виде:

$$M_n v_x \cdot dv_x = - (P_b + r_x v_x^2) dx. \quad (14)$$

Проинтегрировав его в пределах от v_1 до kv_1 ($0 < k < 1$) и сделав некоторые преобразования, найдем

$$v_1 = \sqrt{\frac{P_b}{r_x} \frac{r_x^m - 1}{1 - k r_x^m}}, \quad (15)$$

где

$$m = \frac{2r_x S_2}{M_n}. \quad (16)$$

Приравняв правые части выражений (15) и (5) и принимая $\frac{b}{v_y}$, получим

$$\sqrt{\frac{P_0}{r_x} \frac{e^m - 1}{1 - ke^m}} = \sqrt{\frac{P}{r_x} \operatorname{th}^2 \frac{\sqrt{Pr_x} \cdot b}{M_d \cdot v_y}}$$

и после преобразования

$$\frac{P_0 (e^m - 1)}{P (1 - ke^m)} = \operatorname{th}^2 \frac{\sqrt{Pr_x} \cdot b}{M_d \cdot v_y} \quad (17)$$

Из рис. 1 очевидно

$$S_2 = B + b_0 + a_2 - S_1 - a_1. \quad (18)$$

Обычно ширину коридора B и ширину бона или понтона b_0 принимают из конструктивных соображений, а величины a_1 и a_2 могут быть заданы.

Таким образом получены три уравнения (7), (17) и (18) с тремя неизвестными P , S_1 и S_2 . Перепишем их в систему

$$\left. \begin{aligned} S_1 - \frac{M_d}{r_x} \ln \operatorname{ch} \frac{\sqrt{Pr_x} \cdot b}{M_d \cdot v_y} \\ \frac{P_0 (e^m - 1)}{P (1 - ke^m)} = \operatorname{th}^2 \frac{\sqrt{Pr_x} \cdot b}{M_d \cdot v_y} \\ S_2 = B + B_0 + a_2 - S_1 - a_1. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Совместное решение этих уравнений позволит прежде всего найти минимальное значение силы P_0 , которое обеспечивает выталкивание пучка из коридора в сортировочный дворик при заданных гидродинамических характеристиках пучка (M_d , r_x), геометрических размерах сортировочного коридора (B , b_0), значениях скоростей течения v_y ветра, а также конечной скорости поперечного движения пучка в сортировочном дворике, установленной коэффициентом k *

Из нескольких возможных способов решения системы уравнений (19) считаем нужным рекомендовать следующий. Обозначим

$$f_1(P_0) = \frac{P_0}{P} \frac{(e^m - 1)}{(1 - ke^m)}; \quad (20)$$

$$f_2(P_0) = \operatorname{th}^2 \frac{\sqrt{Pr_x} \cdot b}{M_d \cdot v_y}. \quad (21)$$

Тогда, задаваясь различными значениями P_0 и помня, что $P = P_0 - P_n$, решаем каждый раз первое уравнение системы и получаем соответствующие значения S_1 . Подставляя их в последнее уравнение системы, находим для каждого случая значения S_2 . Найденные значения S_2 , соответствующие определенной величине P_0 , подставляем в выражение (20) и строим график $f_1(P_0)$. На этом же поле (рис. 2) наносим график $f_2(P_0)$ по выражению (21) и таким образом находим искомого значения P_0 , позволяющего по первому и последнему уравнениям системы определить S_1 и S_2 . Этим самым определяем координаты точки O_1 в системе xOy . Задаваясь y , определив $t = \frac{y}{v_y}$ и подставив его в уравнение (6), строим траекторию движения пучка на первом этапе.

* Можно рекомендовать $k = 0,1-0,2$.

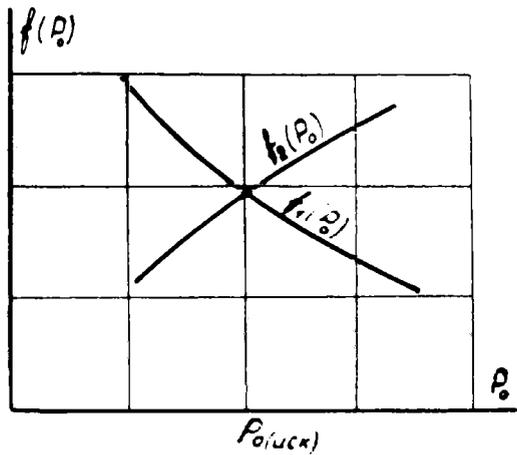


Рис. 2.

Подставив найденное значение S_2 в уравнение (15) или используя уравнение (5), находим v_1 , а затем по формуле (10) значение a . Имея в виду, что в конце второго этапа движения $v_x = kv_1$, следуя уравнению (11), можем определить длительность второго этапа движения

$$t_2 = \frac{L_2}{v_y} = \left(a - \text{arctg} kv_1 \sqrt{\frac{r_x}{b}} \right) \frac{M_2}{V P_B r_x}, \quad (22)$$

откуда

$$L_2 = \frac{M_1 v_y}{V P_B r_x} \left(a - \text{arctg} kv_1 \sqrt{\frac{r_x}{P_0}} \right). \quad (23)$$

Таким образом определены координаты точки O_2 в системе $x_1 O_1 y_1$.

Используя уравнение (13), строим траекторию движения пучка на втором этапе движения.

В зависимости от траектории могут быть выбраны место расположения гидравлического ускорителя и ширина сортировочных ворот.

Полученные аналитические зависимости предполагается уточнить экспериментальными исследованиями гидродинамических характеристик бревенных пучков, после чего они могут быть рекомендованы для практических расчетов формирующих систем лесосплавных рейдов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Я. И. Войткунский. Сопротивление воды движению судов. Изд-во «Судо-строение», 1964. [2]. В. П. Корпачев. О применении гидравлических ускорителей для продвижения пучков по рейдовым акваториям. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1964. [3]. А. Н. Патрашев. Гидродинамика. Военно-морское изд-во военно-морского министерства СССР, М., 1963. [4]. К. А. Чекалкин. Исследование гидродинамических характеристик бревенных пучков при поступательном движении. Труды АЛТИ, вып. XIX, Архангельск, 1967. [5]. К. А. Чекалкин. Исследование некоторых вопросов динамики механизмов поточных линий для формирования плотов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Архангельск, 1968.

Поступила 11 июня 1970 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.093

К РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРОВ УЧАСТКОВ ЛЕСОЗАВОДА
ДЛЯ КОМПЛЕКТОВАНИЯ РАССОРТИРОВАННОГО
ПИЛОВОЧНИКА

А. Н. ПЕСОЦКИЙ

(Ленинградская лесотехническая академия)

А. П. БРАГИН

(ЦНИИМОД)

Один из основных параметров участка комплектования рассортированного пиловочника — запас бревен. Некоторые авторы предприняли попытки разработать способы расчета запаса бревен [1], [2]. Метод расчета, разработанный В. И. Шибаловым, мало пригоден для использования, так как в нем не учтен фактор непрерывности поступления бревен от участка сортировки. Способ В. И. Белько разработан для случая, когда число лесопильных потоков равно единице; при этом запас бревен, как показала проверка, занижается.

Ниже дан анализ процессов накопления и выборки сортированных бревен, на основе которого разрабатываются более общие зависимости по определению их требуемого запаса. При анализе процессов принято, что объемы сырья, поступающие к участку сортировки, равны объемам выборки в производство. Это условие необходимо, так как в противном случае будет иметь место истощение или увеличение промежуточного запаса бревен.

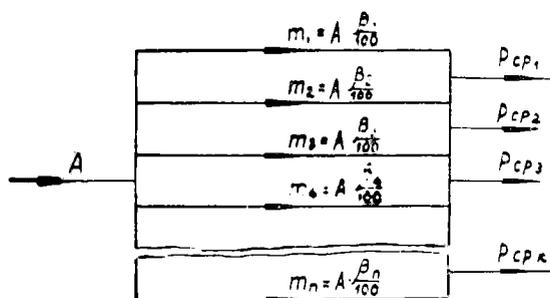


Рис. 1. Схема к расчету потоков сортированных бревен перед лесопильным цехом.

В соответствии с указанным условием и расчетной схемой (рис. 1) можно записать равенство

$$A = m_1 + m_2 + \dots + m_n - KP_{cpr} \text{ шт./час}, \quad (1)$$

где A — число бревен, поступающее к участку сортировки в 1 час, шт./час;

m_1, m_2, \dots, m_n — число бревен по каждому сортировочному признаку, поступающее на участок комплектования, шт./час;
 n — число групп сортировки;
 K — число потоков лесопильного цеха;
 $P_{\text{ср}}$ — средняя производительность лесопильного потока;

$$P_{\text{ср}} = \frac{100}{\frac{\beta_1}{P_1} + \frac{\beta_2}{P_2} + \dots + \frac{\beta_n}{P_n}} \text{ шт./час,}$$

здесь: P_1, P_2, \dots, P_n — производительности лесопильного потока по каждому заданному сортировочному признаку, шт./час;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ — процент бревен по сортировочным признакам.

Рассмотрим движение бревен одного из сортировочных признаков.

Если число бревен определенного сортировочного признака, поступающее в единицу времени от участка сортировки, меньше потребности лесопильного потока за то же время, то для обеспечения бесперебойной загрузки потока потребуется предварительное накопление бревен.

Продолжительность предварительного накопления можно найти по формулам

$$\left. \begin{aligned} \tau_1 &= \frac{T(P_1 - m_1)}{m_1} \text{ час} \\ \tau_2 &= \frac{T(P_2 - m_2)}{m_2} \text{ час} \\ &\dots \dots \dots \\ \tau_n &= \frac{T(P_n - m_n)}{m_n} \text{ час,} \end{aligned} \right\} (2)$$

где $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ — продолжительность накопления запасов бревен по каждому сортировочному признаку до обеспечения упряжной загрузки лесопильного потока, час;

T — продолжительность упряга, час.

Требуемые минимальные запасы бревен различных сортировочных признаков (в числителе) и продолжительность их накопления находим с учетом непрерывного поступления сортированных бревен от участка сортировки.

Число бревен каждого сортировочного признака, поступающее на участок комплектования, можно выразить из уравнения (1) следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} m_1 &= A \frac{\beta_1}{100} = KP_{\text{ср}} \frac{\beta_1}{100} \text{ шт./час} \\ m_2 &= A \frac{\beta_2}{100} = KP_{\text{ср}} \frac{\beta_2}{100} \text{ шт./час} \\ &\dots \dots \dots \\ m_n &= A \frac{\beta_n}{100} = KP_{\text{ср}} \frac{\beta_n}{100} \text{ шт./час.} \end{aligned} \right\} (3)$$

Подставляя в уравнение (2) вместо величин m их значения из выражения (3), получим

$$\begin{aligned} \tau_1 &= \frac{T \left(P_1 - KP_{\text{ср}} \frac{\beta_1}{100} \right)}{KP_{\text{ср}} \frac{\beta_1}{100}} \text{ час} \\ \tau_2 &= \frac{T \left(P_2 - KP_{\text{ср}} \frac{\beta_2}{100} \right)}{KP_{\text{ср}} \frac{\beta_2}{100}} \text{ час} \\ &\dots \dots \dots \\ \tau_n &= \frac{T \left(P_n - KP_{\text{ср}} \frac{\beta_n}{100} \right)}{KP_{\text{ср}} \frac{\beta_n}{100}} \text{ час.} \end{aligned} \quad (4)$$

Продолжительность накопления бревен различных сортировочных признаков до необходимых минимальных запасов находим по формуле (4) в зависимости от продолжительности упряга, производительности лесопильных рам, числа потоков лесопильного цеха, числа потоков сортировочной древесины и процентного распределения бревен по потокам сортировки. Влияние разных факторов на запас и продолжительность накопления бревен определенного сортировочного признака видно из формулы (4).

Формулу (4) для определения продолжительности накопления бревен любого из признаков, например i -того, приводим к виду

$$\tau_i = T(\psi_i - 1) \text{ час}, \quad (5)$$

где ψ_i — ходовитость бревен заданного сортировочного признака, представляющая собой отношение интенсивности выбора бревен в распиловку к интенсивности поступления их от участка сортировки;

$$\psi_i = \frac{P_i \cdot 100}{KP_{\text{ср}} \beta_i}.$$

Интересно рассмотреть изменение величины минимального запаса и продолжительности его накопления в зависимости от ходовитости сортировочного признака.

Бревна i -того сортировочного признака распиливаются периодически с накоплением на участке комплектования, если $\psi_i > 1$. ($P_i - K \cdot P_{\text{ср}} \cdot \frac{\beta_i}{100} > 0$ в (4) формуле). Бревна являются проходными, если $\psi_i \leq 1$. ($P_i - K \cdot P_{\text{ср}} \cdot \frac{\beta_i}{100} < 0$). При $\psi_i = 1$ бревна от участка сортировки постоянно подаются в распиловку и распиливаются без остатка ($P_i - KP_{\text{ср}} \cdot \frac{\beta_i}{100} = 0$). При $0,5 < \psi_i < 1$ производится непрерывная распиловка бревен на одном из потоков, невыпиливаемые бревна накапливаются до обеспечения упряжной производительности второго лесопильного потока. При $\psi_i = 0,5$ бревна непрерывно распиливаются на двух потоках без остатка ($P_i = 2KP_{\text{ср}} \cdot \frac{\beta_i}{100}$).

В случае проходных сортиментов расчетные значения необходимой продолжительности накопления получаются со знаком минус. Это объясняется тем, что при интенсивности поступления бревен расчетного сортировочного признака от участка сортировки, превышающей интенсивность их выборки в распиловку, бревна полностью комплектуются

до упряжной производительности лесопильного потока в пределах продолжительности упряга. Это видно, если формулу (5) преобразовать

$$(-\tau_i) = \tau_{ni} - T; \quad \tau_{ni} = T + (-\tau_i), \quad (6)$$

где τ_{ni} — время накопления бревен до полной упряжной производительности лесопильного потока, час;

$$\tau_{ni} = T \frac{P_i \cdot 100}{KP_{cp} \beta_i}.$$

Рассмотрим движение бревен сортировочных признаков в общей совокупности и определим общий необходимый запас.

Общий запас сортированных бревен на участке комплектования можно найти по формуле

$$M = KP_{cp} \tau \text{ шт.}, \quad (7)$$

где τ — продолжительность создания запаса, час.

При определении общего запаса сортированных бревен задача сводится к расчету продолжительности его создания; при этом должен быть образован такой минимальный запас бревен, в составе которого в любой межупряжный период содержались бы бревна сортировочных признаков, накопленные до обеспечения бесперебойной загрузки лесопильных потоков в течение планируемого упряга работы цеха.

Рассмотрим некоторые расчетные случаи.

1. Бревна различных сортировочных признаков периодически распиливаются на одном лесопильном потоке с одинаковой интенсивностью $P_1 = P_2 = \dots = P_n = P$. Процентные отношения различных сортиментов, поступающих на участок комплектования,

$$\frac{\beta_1}{100} = \frac{\beta_2}{100} = \dots = \frac{\beta_n}{100} = \frac{\beta}{100}.$$

Средняя производительность рамного потока на сортируемых бревнах

$$P_{cp} = \frac{P \cdot 100}{n\beta}.$$

Величины ходовитости, а также продолжительности накопления бревен каждого сортировочного признака

$$\psi_1 = \psi_2 = \dots = \psi_n = n; \\ \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_n = T(n-1).$$

Из рис. 2 видно, что расчетная продолжительность накопления бревен сортировочного признака является также продолжительностью создания общего минимального запаса бревен, при которой возможен последующий упряжный режим работы лесопильного потока. Продолжительность создания минимального запаса бревен можно найти по формуле

$$\tau = T(n-1) \text{ час.} \quad (8)$$

Легко выявляется возможность применения формулы (8) и для расчета случаев, когда имеет место равенство

$$\frac{P_1 \cdot 100}{P_{cp} \beta_1} = \frac{P_2 \cdot 100}{P_{cp} \beta_2} = \dots = \frac{P_n \cdot 100}{P_{cp} \beta_n}.$$

2. Условия этой задачи те же, что и первой, за исключением того, что процентные соотношения бревен разных сортировочных признаков различны.

Примем $P_1 = P_2 = \dots = P_3 = 100$ бр./час; $\beta_1 = 40$, $\beta_2 = 30$, $\beta_3 = 20$, $\beta_4 = 5$, $\beta_5 = 5\%$.

Средняя производительность рамного потока равна 100 бр./час. Продолжительность накопления бревен сортировочных признаков находим по формуле (4); при продолжительности упряга 1 час $\tau_1 = 1,5$; $\tau_2 = 2,33$; $\tau_3 = 4$; $\tau_4 = 19$; $\tau_5 = 19$ час.

В качестве первоначального значения продолжительности создания общего запаса бревен примем продолжительность накопления бревен самого ходового сортировочного признака $\tau = \tau_1 = 1,5$ час. По истечении ее можно обеспечить первую часовую загрузку лесопильного потока. Для определения того, будет ли удовлетворять созданный запас бревен условию последующей упряжной работы лесопильного потока, про-

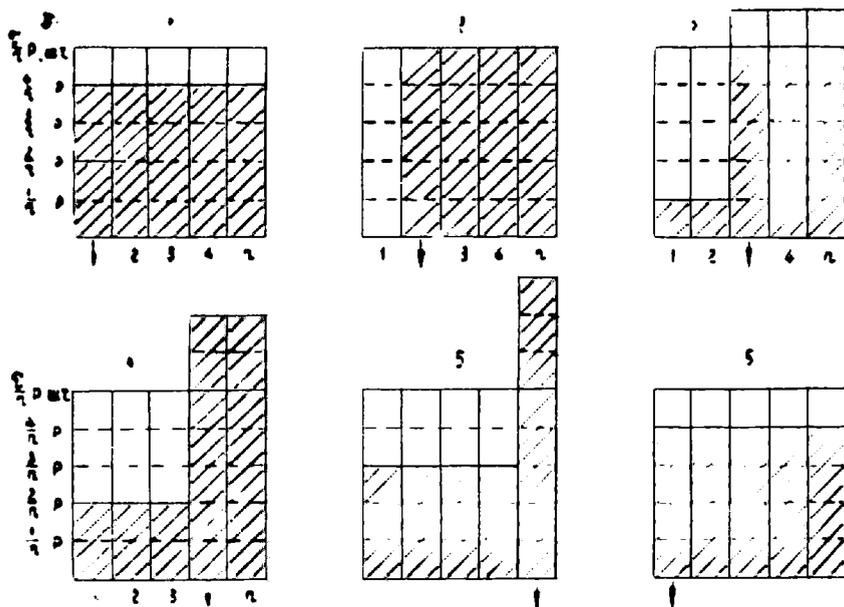


Рис. 2. Диаграммы изменения запасов сортированных бревен перед однопоточным лесопильным цехом.

$P_1 - P_2 - \dots - P_n = P$; $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \dots = \lambda_n$; 1, 2, ..., 6 — порядковый номер распиловки (стрелкой показан выбираемый в цех сортимент).

следим движение сортированных бревен (изменение запасов бревен по каждому сортировочному признаку на участке комплектования) в период работы потока. Изменение запасов бревен по каждому сортировочному признаку выразим через текущую продолжительность накопления, отсчитывая последнюю каждый раз вновь с момента окончания распиловки ранее накопленной партии бревен. При этом количество бревен определенного признака, содержащееся в общем запасе, можно найти в любой момент времени по формуле

$$m_i = \tau_{m_i} P_{\text{ср}} \frac{a_i}{100} \text{ шт.},$$

где τ_{m_i} — текущая продолжительность накопления, час (при $\tau_{m_i} \geq \tau_i$ может производиться выборка бревен в распиловку; разность их значений составит текущую продолжительность при новом накоплении бревен); τ_i — необходимая продолжительность накопления, час.

Данные изменения запасов сортированных бревен, выраженных через продолжительность накопления с учетом периодической выборки в распиловку, приведены в табл. 1.

Величины запасов сортированных бревен в характерные периоды показаны на диаграммах (рис. 3).

Проверкой выявлено, что при запасе бревен, созданном за первоначально принятую продолжительность накопления, беспростойная работа лесопильного потока гарантируется только при первой выборке. В течение последующего текущего времени возникает потребность в периодическом доукомплектовании этого запаса.

Из данных табл. 1 видно, что перед 16-й распиловкой, после нескольких периодов доукомплектований первоначально принятого запаса бревен, бревна всех сортировочных признаков оказываются накопленными до обеспечения упряжной загрузки лесопильного потока. Возникает та же ситуация, что и перед первой распиловкой в условиях ра-

Таблица 1

№ распиловки	Текущая продолжительность подачи бревен на участок комплектования, час	Текущая продолжительность накопления бревен с учетом выборки в распиловку, час, при продолжительности накопления сортированных бревен до необходимых минимальных запасов τ_i , час				
		1,5	2,333	4	19	19
1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
2	2,5	0	2,5	2,5	2,5	2,5
Доукомплектование	3,5 + 0,5	1	0,16	3,5	3,5	3,5
3	4,0	1,5	0,66	4,0	4,0	4,0
4	5,0	2,5	1,66	0	5,0	5,0
5	6,0	1,0	2,66	1	6,0	6,0
6	7,0	2,0	0,33	2	7,0	7,0
Доукомплектование	8,0 + 1,0	0,5	1,33	3	8,0	8,0
7	9	1,5	2,33	4	9	9
8	10	0	3,33	5	10	10
9	11	1	1	6	11	11
10	12	2	2	2	12	12
11	13	0,5	3	3	13	13
12	14	1,5	0,66	4	14	14
13	15	0	1,66	5	15	15
14	16	1	2,66	1	16	16
15	17	2	0,33	2	17	17
Доукомплектование	18 + 1	0,5	1,33	3	18	18
16	19	1,5	2,33	4	19	19
17	20	0	3,33	5	20	20
18	21	1	1	6	21	21
19	22	2	2	2	22	22
20	23	3	3	3	23	23
21	24	4	4	4	4	4

Примечание. Подчеркнуты значения текущей продолжительности накопления, с момента которых бревна подаются в распиловку.

ненства значений ходовитости сортиментов. При этом продолжительность создания общего запаса бревен с учетом периодов доукомплектования составила 4 часа. Она совпадает с продолжительностью, получаемой расчетом по формуле (8). Значит, расчет по этой формуле можно распространить и на случай, когда значения ходовитости сортиментов не равны между собой. Необходимый минимальный запас бревен на участке комплектования перед началом работы лесопильного потока равняется указанному на диаграмме 21 (рис. 3).

При числе лесопильных потоков более одного могут быть рекомендованы следующие формулы для расчета продолжительности создания запаса бревен:

$$\tau = T \left(\frac{n}{K} - 1 \right) \text{ час}; \quad (9)$$

$$\tau = T \left(\frac{n-1}{K} \right) \text{ час}. \quad (10)$$

Расчет по формуле (9) применим в случае, когда число лесопильных потоков кратно числу сортированных потоков бревен ($\frac{n}{K}$ — целое число), а значения ходовитости бревен сортировочных признаков рав-

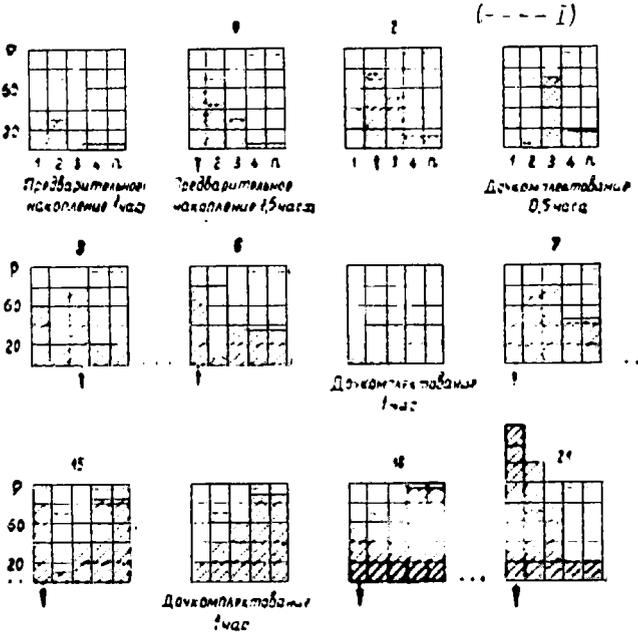


Рис. 3. Диаграмма изменения запасов сортированных бревен перед однопоточным лесопильным цехом.

$n=5$, $P_1, P_2, \dots, P_5=100$ бр./час; $\beta_1=40\%$, $\beta_2=30\%$, $\beta_3=20\%$, $\beta_4=\beta_5=5\%$; I — граница укомплектования сортиментов по обеспечению упругой производительности лесопильного потока ($T=1$ час); $1, 2, \dots, 2l$ — порядковый номер распиловки (стрелкой показан выбираемый в цех сортимент).

ны между собой $\psi_1 = \psi_2 = \dots = \psi_n$. Во всех остальных случаях необходимо использовать формулу (10).

Пример. При подаче сырья со склада в четырехрамный лесопильный цех бревна окончательно сортируются на две группы. Процентные соотношения сортируемых бревен характеризуются значениями $\beta_1=90$, $\beta_2=10\%$. Производительность лесопильных рам на сортируемых бревнах соответственно составляет $P_1 = 120$, $P_2 = 80$ бр./час. Продолжительность упряга $T = 1$ час. Требуется определить необходимый минимальный запас сортированных бревен перед лесопильным цехом.

Средняя производительность лесопильного потока

$$P_{\text{ср}} = \frac{100}{\frac{\beta_1}{P_1} + \frac{\beta_2}{P_2}} = 114,28 \text{ бр./час.}$$

Значение ходовитости и продолжительность накопления сортируемых бревен

$$\psi_1 = \frac{P_1 \cdot 100}{KP_{\text{ср}} \beta_1} = 0,5833; \quad \tau_1 = -0,4167;$$

$$\psi_2 = \frac{P_2 \cdot 100}{KP_{\text{ср}} \beta_2} = 3,5; \quad \tau_2 = 2,5.$$

Продолжительность создания запаса бревен рассчитываем по формуле (10), учитывая, что $K=2$, а $\psi_1 \neq \psi_2$,

$$\tau = T \left(\frac{n-1}{K} \right) = \frac{2-1}{2} = 0,5 \text{ час.}$$

Запас бревен определяем по формуле (7)

$$M = KP_{\text{ср}} \tau = 114,28 \text{ шт.}$$

Таблица 2

№ распиловки	Текущая продолжительность подачи бревен на участок комплектования, час	Текущая продолжительность накопления бревен с учетом выбора в распиловку, час, при продолжительности накопления сортированных бревен до минимальных запасов, час	
		0,4167	2,5
1	0,5	0,5	0,5
2	1,5	<u>0,3333</u>	1,5
3	2,5	<u>0,1667</u>	2,5
4	3,5	0	<u>3,5</u>
5	4,5	<u>0,4167</u>	1
6	5,5	<u>0,25</u>	2
7	6,5	<u>0,0833</u>	3
8	7,5	<u>0,5</u>	0,5

Примечание. Двумя линиями подчеркнуты данные при распиливании бревен на двух потоках; одной — на одном потоке.

В табл. 2 приведены данные проверочного расчета движения сортированных бревен с момента начала работы лесопильного цеха.

Расчет произведен в соответствии с характерной особенностью движения запаса бревен, заключающейся в распиловке бревен наиболее ходового сортировочного признака одновременно на двух лесопильных потоках, в течение нескольких упрягов при недостаточном накоплении бревен второго признака. Условие возможной распиловки бревен на двух потоках. — накопление бревен до обеспечения упряжной загрузки одного из потоков с учетом непрерывного поступления от участка сортировки; для другого потока бревна должны быть накоплены на целый упряг.

Продолжительность накопления до момента, с которого бревна можно распиливать на двух потоках, находим по уравнению

$$\tau_{bi} = \tau_i + \tau_{ni}, \quad (11)$$

где τ_{bi} — продолжительность накопления бревен до обеспечения упряжной загрузки двух лесопильных потоков;
 τ_i — необходимая продолжительность накопления бревен на один из потоков;
 τ_{ni} — продолжительность накопления бревен до полной упряжной производительности лесопильного потока.

Подставляя выражение $\tau_{ni} = \tau_i + T$ в уравнение (11), получим

$$\tau_{bi} = 2\tau_i + T. \quad (12)$$

В нашем случае $\tau_{bi} = 2(-0,4137) + T = 0,1667$ часа.

При распиливании бревен на двух потоках текущая продолжительность накопления перед следующей распиловкой уменьшается на 0,1667 часа.

Из приведенной проверки видно, что найденный предварительный запас бревен является действительно минимальным, обеспечивающим последующую упряжную работу лесопильных потоков.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. И. Белько. Анализ условий переналадки лесопильного потока на основе закономерностей поступления сырья в распиловку. Научные труды ЛТА, вып. 106, Л., 1968. [2]. В. И. Шибалов. Сортировка бревен на лесозаводах. Гослесбумиздат, 1948.

Поступила 8 мая 1969 г.

УДК 621.822

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ ДРЕВПЛАСТМАСС

В. И. РОГАЧЕВ

(Челябинский политехнический институт)

На фрикционные свойства и износостойкость подшипников из древеспластмасс, работающих в условиях недостаточной смазки, оказывают воздействие многочисленные и разнообразные факторы, которые можно разделить на внутренние и внешние. К первым относятся физико-механические показатели и структурные особенности древеспластмасс, ко вторым — режимы работы узла, условия смазки и конструктивно-геометрические параметры подшипника и сопряженного с ним вала.

Испытания, целью которых было выявить влияние внешних факторов на работоспособность подшипников скольжения из древеспластмасс и основного критерия работоспособности подшипников, мы проводили на опытной установке, спроектированной в Челябинском политехническом институте. Схема работы этой установки показана на рис. 1.

Установка имеет рабочий вал 3, вращающийся на двух подшипниках качения, корпуса которых закреплены на стойках; между ними расположен корпус 7. В этом корпусе установлено два шариковых подшипника. Во внутреннюю обойму подшипника вставляется переходная втулка 2, в которой устанавливается вкладыш 6 испытываемого подшипника. Нагрузочное устройство имеет винтовую пару 10, усилие от винта которой передается через подушку 9 и пружинный динамометр 8 на корпус балансира 7. Устройство для определения крутящего момента состоит из рычага 4, тарированной пружины 5 и измерителя деформации пружины. Рычаг 4 закреплен в переходной втулке 2 и вместе с этой втулкой может поворачиваться относительно оси вала 3. Вся нагрузка от момента сопротивления повороту вала воспринимается пружиной 5. Смазка к испытываемым подшипникам подается по трубке 1, закрепленной в переходной втулке 2.

Для замера температуры в рабочей зоне вкладыша с торца было высверлено углубление до половины ширины подшипника на глубине около 0,5 мм от рабочей поверхности. В отверстие вводили хромель-копелевую термопару, ток которой подавался на вход электронного потенциометра типа ЭП-120. Кроме того, термометрами измеряли температуру поступающей и отходящей от подшипника смазки.

Испытания производили на цельнопрессованных вкладышах, изготовленных из следующих материалов: 1) древесная пресскрошка с содержанием фенольно-формаль-

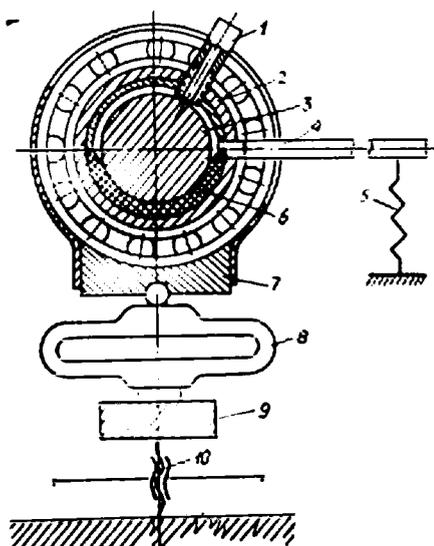


Рис. 1.

дегидной смолы 28—32% ДПК-30; 2) то же с добавкой медной стружки 5—6% ДПК-30М; 3) то же с добавкой графита 5—7% ДПК-30Г.

Подшипники из древесных пластиков были изучены рядом авторов, однако большинство испытаний проводили в условиях, далеких от эксплуатационных. Допускаемые нагрузки [1]—[3] определяли по произведению PV (усилие и скорость скольжения) и по этому критерию находили размеры подшипников. Однако практика и исследования показали, что рассчитанные по этим рекомендациям подшипники не обеспечивают надежной работы. Основная причина несоответствия рекомендаций действительным условиям работы заключается в том, что эти рекомендации не учитывают выделения тепла и способа его отвода, а от них, в основном, и зависит работоспособность древлпластиков. Расчетные рекомендации по PV исходят из условий неизменности коэффициента трения. Между тем этот коэффициент в сильной мере зависит от скорости скольжения, так как с увеличением скорости улучшаются условия образования масляного клина и коэффициент трения падает. Большинство авторов рекомендуют определять нагрузочную способность по сравнительно высоким значениям скорости, когда гидродинамические свойства оказывают существенное влияние на коэффициент трения. В практике, однако, чаще всего приходится иметь дело с узлами трения, работающими при высоких давлениях и малых скоростях скольжения.

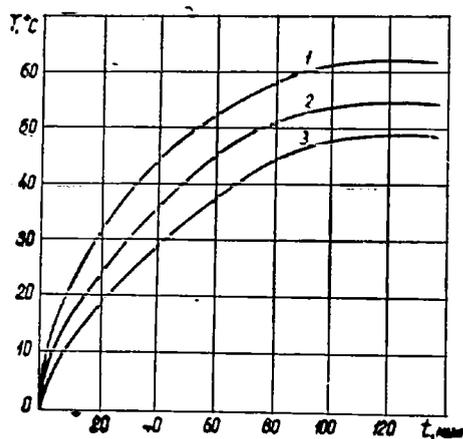


Рис. 2. Развитие температуры в зависимости от удельного давления P подшипника скольжения из древлпластмассы (ДПК-30)

3 м/сек рабочая поверхность нагревалась в первые часы работы до $t = 51^\circ\text{C}$. Хорошая смазка позволяет повысить нагрузку, но и в этом случае работоспособность подшипников скольжения также лимитируется нагревом подшипника.

На рис. 2 показано, при каких режимах работы подшипник нагревается до одинаковой температуры $50\text{--}60^\circ\text{C}$. (Испытания проводили при смазке машинным маслом.) При удельном давлении 50 кг/см^2 и скорости скольжения 2 м/сек ($PV = 100 \text{ кг}\cdot\text{м/см}^2\cdot\text{сек}$) в течение 2 час развивалась почти такая же температура (кривая 1), что и при $P = 90 \text{ кг/см}^2$ и $V = 1 \text{ м/сек}$ (кривая 2) и при $P = 110 \text{ кг/см}^2$ и $V = 0,5 \text{ м/сек}$ (кривая 3). Испытания дают возможность судить о нагрузке и скорости скольжения как о факторах, влияющих на трение и износ через генерируемую температуру.

Коэффициент трения зависит также и от давления: с увеличением последнего коэффициент трения падает. Поскольку изменение удельного давления и скорости скольжения по-разному сказывается и на работе подшипников из древлпластиков, а условия отвода тепла, как и у всех неметаллических подшипников, плохие, необходимо разработать такие расчетные рекомендации, которые учитывали бы изменение коэффициента трения и, следовательно, нагрузочной способности. При удельном давлении 60 кг/см^2 и скорости скольжения $0,5 \text{ м/сек}$ древлпластмассовый подшипник при недостаточной консистентной смазке работал в течение 4 час и нагревался до $t = 50,5^\circ\text{C}$, а при удельном давлении 10 кг/см^2 и скорости

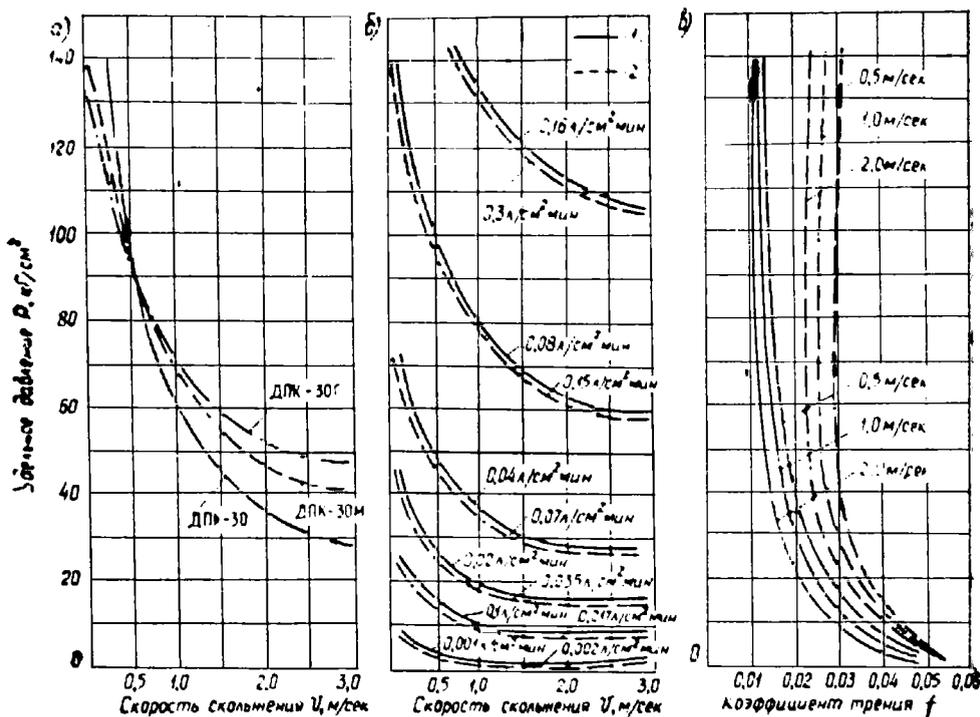


Рис. 3.

1 — для воды; 2 — для масла.

Решая вопрос о работоспособности подшипников скольжения из древлпастмассы по температурному режиму, можно выбрать оптимальное соотношение между давлением и окружной скоростью вала

$$P = \frac{60}{\sqrt{V^2}}; \quad PV^m = \text{const}, \quad (1)$$

где P — нагрузка, кг/см²;
 V — скорость скольжения, м/сек;
 m — показатель степени.

Высокая износостойкость подшипников скольжения из древлпастмассы сохраняется при температуре не выше 60°C.

На рис. 3, а показаны границы рабочих режимов различных древлпастмасс при смазке машинным маслом. На основании лабораторных испытаний построены кривые для вкладышей с соотношением длины к диаметру l/d , равным 1, и толщиной стенок 5 мм.

Улучшение отвода тепла в разных условиях трения или частые перерывы в работе с целью охлаждения способствуют долговечности подшипников из древлпастмассы. Результаты исследований позволили выявить потребное количество охлаждающей жидкости. Оптимальный расход жидкости, принятый из условия допустимого нагрева жидкости на 20—25°C (сверх 20°C окружающей среды) и обеспечивший наивысшую стойкость подшипников, представлен на рис. 3, б. Добавки меди и графита снижают тепловыделение и улучшают теплоотвод. У вкладышей из ДПК-30М и ДПК-30Г в одинаковых условиях температура была на 8—10°C ниже, чем у вкладышей из ДПК-30.

Один из важнейших показателей работоспособности подшипников скольжения из древлпластмассы — коэффициент трения. По изменению этого коэффициента при различных условиях работы судят о пригодности того или другого антифрикционного материала. Коэффициент трения скольжения подшипников из ДПК определяется по тепловому балансу. Произведение PV представляет собой мощность, приходящуюся на единицу поверхности подшипника, необходимую для преодоления трения, проявляющегося в тепловыделении на поверхности трения.

Исследования [1], [3], а также проведенные производственные [4] и лабораторные испытания показали, что у древлпластмасс, отличающихся низкой теплопроводностью (в 200—300 раз ниже, чем у металлов), при установившемся режиме работы все тепло, образовавшееся при трении, уносится полностью смазкой и по температуре нагрева смазки можно определить работу трения

$$A = 427 Q \text{ кГм}; \quad (2)$$

$$Q = c (t_2^n - t_1^n) q \text{ ккал/сек}, \quad (3)$$

где c — удельная теплоемкость охлаждающей жидкости, ккал/кг град ;

t_2° — температура выходящей из подшипника жидкости, град ;

t_1° — температура поступающей в подшипник жидкости, град ;

q — количество жидкости, протекающее через подшипник, л/сек ;

Q — количество выделенного тепла, ккал/сек .

Примем, что

$$A = fPV, \quad (4)$$

где P — нагрузка на подшипник, кГ/см^2 ;

V — окружная скорость шейки вала, м/сек .

Коэффициент трения определяем по формуле

$$f = \frac{427q(t - t_x)c}{PV}. \quad (5)$$

Теплоотвод можно улучшить, применяя короткие и тонкостенные вкладыши и втулки, а также правильно выбирая зазор. Вкладыши с толщиной стенок 3 мм и с отношением длины к диаметру l/d , равным 0,8, имели температуру на 7—8°C ниже, чем вкладыши с толщиной стенок 5 мм и с отношением l/d , равным 1,0. С увеличением диаметрального зазора древлпластмассовых подшипников от 0,10 до 0,35 мм коэффициент трения уменьшается от 0,030 до 0,018 (смазка — машинное масло). Для втулок и вкладышей с внутренним диаметром 60 мм можно считать оптимальным зазор 0,35 мм. При дальнейшем увеличении зазора коэффициент трения почти не уменьшается, снижается угол контакта и, следовательно, несущая способность вкладыша. При продолжительной работе подшипников с малыми зазорами коэффициент трения постепенно увеличивается. Зависимость коэффициента трения подшипника от удельного давления при различных окружных скоростях вала (смазка — машинное масло и вода) показана на рис. 3, в. Из рисунка видно, что коэффициент трения с увеличением нагрузок вначале быстро, а затем медленно возрастает; с повышением скорости скольжения он вначале уменьшается, а затем медленно возрастает. Таким образом, на трение и износ древлпластмассовых вкладышей большинство факторов влияет через генерируемую температуру. Степень нагрева — основная оценка работоспособности подшипников из древлпластмасс. Чтобы увеличить их работоспособность, необходимо снизить теплообразование и улучшить отвод тепла.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ш. М. Билик. Пары трения металл — пластмасса в машинах и механизмах. Машиностроение, 1966. [2]. В. А. Краснобородкин. Пластмассы из отходов древесины и их применение. Уфа, 1963. [3]. А. Г. Ракин. Прессованная древесина и древесные пластики в машиностроении. Справочник. Машиностроение, 1965. [4]. В. И. Рогачев. Опыт применения древесной пресскрошки в подшипниках скольжения. Южно-Уральское ЦБТИ, 1966.

Поступила 5 мая 1969 г.

УДК 674.026

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАТУПЛЕНИЯ РЕЗЦА ПРИ СТРОГАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

Е. Г. ИВАНОВСКИЙ, П. В. ВАСИЛЕВСКАЯ, Э. М. ЛАУТНЕР

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для увеличения стойкости резца необходимо управлять процессом его затупления. Это возможно, если известны закономерности износа элементов резца при различных условиях работы.

В данной статье приведены результаты комплексного исследования процесса затупления резца при прямолинейном резании древесины. Цель исследования — установить, как путь резания влияет на изменение компонент силы действия древесины на резец, на профиль резца, качество поверхности резания и на изменение зарядов, образующихся на резце при резании.

Опыты проводили под руководством Е. Г. Ивановского на специально сконструированной установке [1], позволяющей одновременно регистрировать компоненты сил (горизонтальную силу резания P и вертикальную силу отжима — затягивания инструмента древесиной P_{II}), а также электрический заряд резца Q . По измеренным показателям резания вычисляли удельную работу резания K , $кГм/см^3$; удельный электрический заряд резца K_0 , $кГм/см^3$; электроэнергетический показатель резания

$$K_3 = \frac{A_0}{P_{II}} \text{ кГмГм.}$$

Профиль резца сфотографирован (при увеличении в 175 раз) по слепкам, полученным в свинцовой пластинке специальной формы и размеров [2]. Исползованный метод слепков позволил документировать профиль резца непосредственно на экспериментальной установке при малой затрате времени. По полученным фотографиям измерен радиус закругления режущей кромки r , $мк$.

Полученная стружка сфотографирована (при увеличении в 20 раз) и проведен анализ ее структуры. Изменение структуры позволяет характеризовать явления, происходящие при резании.

Опыты проведены при следующих условиях: скорость резания 0,15 $м/сек$; материал резца — сталь У8-А; угол резания 50° ; задний угол 10° ; начальный радиус закругления режущей кромки 3 $мк$; порода — сосна; объемный вес 0,48—0,54 $г/см^3$; влажность образцов 8—10%; размеры $600 \times 30 \times 6$ $мм$; толщина стружки 0,055—0,10 $мм$; резание продольное.

Исследованиями установлено (рис. 1, 2), что все показатели процесса резания периодически изменяются с увеличением пути резания l , $м$.

В начальный период резания (первые 150 $пог. м$ стружки) резко увеличивается удельный электрический заряд K_0 и менее сильно растет удельная работа резания. Радиус закругления режущей кромки возрастает до 5 $мк$, передняя и задняя грани не изменяются (рис. 2, а, б). Нормальная сила P_{II} — сила затягивания — весьма малой величины. Стружка характеризуется правильным строением: малым отклонением грациц между отдельными элементами от прямой линии и незначительной вариацией размеров элементов.

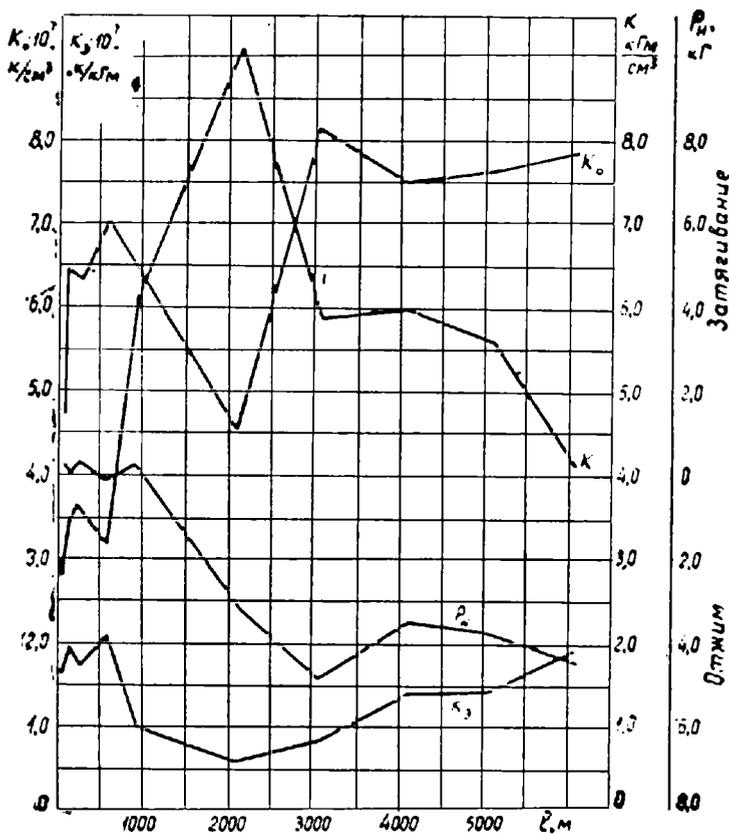


Рис. 1. Влияние пути резания на динамические и электрические показатели процесса резания древесины.

Увеличение пути резания до 950 м приводит (рис. 2, в, г, д) к постепенному износу граней — передней (в виде лунки) и задней (в виде плоскости). При этом резко возрастает удельная работа резания, а удельный электрический заряд, достигнув некоторого максимума после пути резания 600 м, уменьшается. Границы элементов стружки становятся менее четкими, различие в их размерах проявляется сильнее.

Дальнейшее увеличение пути резания до 2050 м приводит к разрушению режущей кромки (рис. 2, е). Удельная работа резания возрастает более чем в 3 раза по сравнению с начальным периодом, а удельный электрический заряд уменьшается до величины, равной начальной. Инструмент сильно отжимается древесиной. Элементы стружки резко отличаются друг от друга. Затем режущая кромка последовательно перемещается от передней грани к задней (рис. 2, ж). Древесина «заточивает» резец.

После срезания 3050 м радиус закругления режущей кромки становится меньше 3 мк. Одновременно уменьшается угол заточки на участке до 0,0125 мм, что приводит к ослаблению реза в области режущей кромки. Удельный электрический заряд возрастает почти в

2 раза, а удельная работа резания уменьшается в 1,5 раза (по сравнению с $l = 2050$ м). Отжим достигает наибольшей величины. Очертания элементов стружки становятся более правильными. При дальнейшем резании (рис. 2, з, и, к) резец медленно теряет свою режущую способность. Радиус закругления режущей кромки увеличивается и после $l = 7000$ м (рис. 2, л) достигает 35 мк. Сила отжима и удельный электрический заряд изменяются незначительно. Структура стружки менее четкая. Резец теряет способность срезать стружки малой толщины (0,05 мм и менее).

Периодическое изменение профиля резца и связанное с ним изменение динамических и электрических показателей процесса резания наблюдаются при резании стружки толщиной 0,055—0,20 мм. При этом «эффект самозатачивания», зависящий от соотношения скоростей износа по передней и задней граням, чаще всего проявляется при резании стружки толщиной 0,10—0,15 мм.

Выводы

1. С увеличением пути резания динамические и электрические показатели процесса резания изменяются периодически.

2. При резании древесины происходит периодическое изменение профиля резца: периоды затупления чередуются с периодами заострения на общем фоне постепенного затупления резца. Периодичность процесса изменения профиля резца есть результат взаимодействия передней грани и режущей кромки со стружкой.

3. Режимы работы задней и передней граней существенно различаются.

4. Основная причина потери режущей способности резца — изменение профиля задней грани.

5. Установленные закономерности периодического изменения профиля резца могут быть положены в основу управления процессом износа резца в целях поддержания его режущей способности.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Е. Г. Ивановский и др. Исследование динамики и электрических явлений при резании древесины. Материалы научно-технической конференции. ЛТА, Л., 1968. [2]. Е. Г. Ивановский и др. Измерение затупления инструмента. Научно-техническая конференция ЛТА, Л., 1968.

Поступила 30 августа 1968 г.

УДК 658.272

ПОДБОР СОСНОВОГО ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ ПО КАЧЕСТВУ

Б. М. ЗАЛИВКО

(Московский лесотехнический институт)

Для выработки заданной пилопродукции пиловочное сырье нужно подбирать по признакам, которые имеют тесную связь с сортностью пилопродукции, просты и удобны для быстрой оценки сырья и учитывают качественные особенности сырья по зонам.

Самый распространенный порок пиловочного сырья — сучки. Следовательно, сучковатость должна быть принята за основной признак при подборе сырья и определении сорта вырабатываемых пиломатериалов. Однако оценка по сучковатости оказывается сложной задачей,

так как на качество пиломатериалов влияют размер сучков, их количество на 1 пог. м, степень срастания сучков с окружающей древесиной и состояние древесины сучков.

Для упрощения оценки сырья по сучкам за основу брали один из следующих признаков: количество сучков, выходящих на поверхность бревна [9], или размер максимального сучка [3], или связанные с сучковатостью вторичные признаки: сбеги бревна [6] или место его вырезки из ствола [1]. Чтобы выбрать лучший из этих признаков, необходимо знать характер их связи с сортностью получаемой пилопродукции.

Связь количества и размера сучков на бревне с коэффициентом сортности пиломатериалов исследовал А. С. Матвеев-Мотин [7], используя материалы Ю. П. Тюкиной [9] и Ю. Р. Бокщанина [3]. Влияние места вырезки бревна на сортность пиломатериалов, получаемых из лиственничного сырья, исследовал Ю. Р. Бокщанин [3].

Чтобы оценить признаки подбора пиловочного сырья и выяснить причины недостаточной эффективности деления его по сортам (ГОСТ 9463—60), мы исследовали распространение пороков на основном пиловочном сырье, заготавливаемом в районах Европейского Севера, и провели опытные распиловки. Тонкие бревна (16 см) распиливали вразвал на необрезные доски толщиной 25 мм. Для лучшей сопоставимости результатов бревна толщиной 20, 24 и 28 см распиливали брусом-развальным способом на обрезные доски сечением 32×120 мм.

При паспортизации пиловочных бревен почти у половины из них не удалось точно установить место вырезки из ствола, что не позволило оценить эффективность их использования для подбора соснового пиловочного сырья.

Связь между сбегами бревен и ценностным выходом пиломатериалов [8] оказалась слабой и недостоверной, коэффициент корреляции не превышал 0,24, а критерий достоверности равнялся 1,7. Поэтому был сделан вывод о неэффективности оценки сосновых пиловочных бревен по величине сбega.

Исследования подтвердили наличие у сосновых пиловочных бревен значительной корреляционной связи между количеством наружных сучков и размером максимального сучка, а также между количеством сучков и их средним размером [4]. Это позволяет оценивать пиловочное сырье или по размерам, или по количеству сучков на бревне. Связь прямая, прямолинейная, несколько усиливающаяся при сортировке бревен по толщине.

Количество и размеры сучков на бревне имеют обратную прямолинейную связь с ценностным выходом пиломатериалов (табл. 1), причем наиболее тесно связан с ним размер максимального сучка на бревне. Только для многосучковых тонких бревен значительное влияние на сортность пиломатериалов оказывает количество сучков. Общее количество сучков на поверхности сосновых пиловочных бревен достигало 100 шт. (в среднем 35 шт.), а сучков размером от 20 мм и больше — до 60 шт. (в среднем 15 шт.). Перечет их затруднителен, так как требует поворота бревна вокруг оси и значительных затрат времени.

Оценить бревно по размеру максимального сучка значительно проще, так как обычно имеется несколько крупных сучков, которые расположены в вершинной части бревна. Размер максимального сучка принят за основной признак оценки пиловочного сырья, раскраиваемого на спецификационные пиломатериалы, что подтверждает вывод А. С. Матвеева-Мотина [7], лежащий в основе стандартов на круглые лесоматериалы. Правильность выбранного критерия подтверждается итогами браковки, при которой сортность 80% пиломатериалов определялась размерами сучков и только 10% — количеством сучков.

Результаты подбора сырья по качеству зависят не только от правильности выбора признака оценки, но и от количества групп. С уве-

Таблица 1

Толщина бревна, см	Показатели связи	Показатели сучковатости пиловочных бревен		
		количество сучков, шт. на 1 м	средний размер сучков, мм	размер максимального сучка, мм
16	r	-0,66	-0,60	-0,67
		5,9	5,0	5,9
16	η	0,73	0,75	0,75
		7,2	7,8	7,8
16	k	0,10	0,21	0,12
		1,1	1,8	1,2
20	r	-0,39	-0,19	-0,24
		2,6	1,2	1,5
20	η	0,60	0,49	0,58
		4,7	3,5	4,5
20	k	0,21	0,22	0,29
		1,7	1,6	2,0
24	r	-0,32	-0,31	-0,36
		1,9	1,9	2,3
24	η	0,62	0,50	0,44
		4,4	3,2	2,7
24	k	0,28	0,15	0,06
		1,6	1,2	0,7
28	r	-0,49	-0,41	-0,52
		2,6	2,3	2,8
28	η	0,69	0,56	0,61
		4,4	3,8	3,5
28	k	0,24	0,25	0,09
		1,4	1,7	0,8

Примечание. r — коэффициент корреляции; η — корреляционное отношение; k — мера криволинейности связи. В числителе — величина показателя связи; в знаменателе — критерий достоверности.

личением количества их уменьшается разница ценностного выхода и увеличиваются затраты на подборку. Для получения достоверного различия приняты 2 группы качества пиловочного сырья.

Анализ данных опытных распиловки показал, что выход пиломатериалов высших сортов больше из бревен с сучками до 20 мм. Такие бревна были отнесены к первой группе, а бревна с сучками свыше 20 мм — ко второй. Различие ценностного выхода пиломатериалов из этих групп было достоверно для сырья всех толщин (табл. 2).

Влияние сучковатости сырья на качество пиломатериалов зависит от его толщины и в крупных бревнах ГОСТом допускаются большие сучки. Подбор пиловочного сырья по относительным размерам сучков, с включением в первую группу бревен с сучками размером до 0,1 вершинного диаметра, оказался эффективным. Различие ценностного выхода пиломатериалов было достоверно (табл. 2), а объем высококачественного сырья увеличился на 13% по сравнению с сортировкой по абсолютным размерам сучков.

При подборе пиловочного сырья по размерам сучков согласно ГОСТу 9463—60 с отнесением к первой группе бревен 1- и 2-го сортов с сучками до 30 мм и одним сучком любых размеров на каждые

Т а б л и ц а 2

Толщина бревна, см	Группа качества	Размер максимального сучка, мм	Количество бревен, шт.	Ценностный выход	Критерий достоверности различия
16	1	20	24	0,578	5,42
		<u>16</u>	<u>20</u>	0,586	4,75
16	2	—	23	0,460	
		<u>—</u>	27	0,471	
20	1	20	13	0,595	3,64
		<u>20</u>	<u>13</u>	0,595	3,64
20	2	—	35	0,518	
		<u>—</u>	<u>35</u>	0,518	
24	1	20	12	0,612	3,05
		<u>24</u>	<u>16</u>	0,607	3,28
24	2	—	24	0,541	
		<u>—</u>	<u>20</u>	0,530	
28	1	20	10	0,586	3,55
		28	13	0,573	3,69
28	2	—	19	0,492	
		<u>—</u>	<u>16</u>	0,485	

Примечание. В числителе данные подбора по абсолютному размеру сучков; в знаменателе — по относительному размеру сучков.

3 пог. м длины бревна различие ценностного выхода пиломатериалов из сырья первой и второй групп было недостоверно.

Анализ сортообразующих пороков соснового пиловочного сырья и пиломатериалов показал, что 50% бревен 2-го сорта имеют сучки размером свыше 0,1 вершинного диаметра и из них получают низко-сортные пиломатериалы.

Сырье 3-го сорта имеет крупные сучки, отличается однородностью и относится ко второй группе.

Основными сортообразующими пороками сырья 4-го сорта были прорость (30%), механические повреждения (25%), табачные сучки (20%) и гнили (10%). Пиловочное сырье, отнесенное к 4-му сорту по прорости и механическим повреждениям и имеющее небольшие сучки, даст значительный выход пиломатериалов высших сортов и должно относиться к первой группе. Ценностный выход пиломатериалов из сырья 1-го сорта равняется 0,587; 2-го — 0,542; 3-го — 0,506 и 4-го — 0,530.

Сырье первой группы имеет наружную малосучковую зону, пригодную для выработки высокосортной пилопродукции; здесь должны быть ограничены такие пороки как синева, червоточина и т. п. Внутренняя зона этих бревен имеет древесину пониженного качества; в ней допускаются гнили и трещины.

Сырье второй группы сравнительно однородно и ценностный выход пиломатериалов мало зависит от схем раскроя бревен. Выход из него пиломатериалов 0—2-го сортов незначителен.

Предлагаемый метод подбора пиловочного сырья по качеству облегчит получение пиломатериалов высших сортов и увеличит спецификационный выход, что в конечном итоге приведет к улучшению использования древесины, уменьшению трудозатрат на переработку и снижению себестоимости пилопродукции. Для широкого внедрения этого метода требуется предварительная проверка в различных условиях и для пиломатериалов разных размеров.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. П. Аксенов. Раскрой бревен на пиломатериалы. Приложение. Гослесбуиздат, М.—Л., 1951. [2]. С. А. Баранов, В. Ф. Ветшева. Распиловка крупномерных бревен. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [3]. Ю. Р. Бокщанин. Исследование распространения пороков в пиломатериалах из лиственничного сырья на Красноярской группе лесозаводов. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук, Химки, 1953. [4]. Б. М. Залывко. Об оценке качества пиловочного сырья по размеру максимальных сучков. МЛТИ, Рефераты докладов научно-технической конференции. Секция механизации и автоматизации процессов деревообработки. М., 1967. [5]. М. Н. Колобова, Б. С. Цыкин. Влияние качества древесины сосновых бревен на сортность пиломатериалов. Журн. «Лесная промышленность» № 4, 1954. [6]. И. П. Крашенинников. Исследование распиловки сосновых бревен на высококачественные пиломатериалы. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук, Химки, 1960. [7]. А. С. Матвеев-Мотин. Обоснование и принципиальные положения унифицированного стандарта на круглые лесоматериалы хвойных пород. Труды ЦНИИМЭ. Вып. IV, Химки, 1956. [8]. Прейскурант 07—03. Оптовые цены на лесопroduкцию (включая дрова). Госплан СССР, М., 1967. [9]. Ю. П. Тюкина. Исследование выхода специальных пиломатериалов в зависимости от размеров и качества соснового пиловочного сырья. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Химки, 1954.

Поступила 10 сентября 1969 г.

УДК 674.812

ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ КОНТУРНОГО ПРЕССОВАНИЯ ПРИ КРУЧЕНИИ

В. В. БОЧКАРЕВ

(Московский лесотехнический институт)

В последнее время в технике все больше применяется прессованная древесина ДП, однако свойства ее изучены недостаточно [7]. В данной статье приводятся некоторые результаты исследования реологических свойств древесины контурного прессования ДПК при кручении.

На специальной установке [2] были испытаны образцы, полученные из древесины березы бородавчатой (Воронежская обл.), с условной плотностью 0,49—0,55 г/см³. Стержни ДПК изготавливали по технологии, предложенной в ряде работ [6],[7]. Использовали образцы со степенями прессования 25; 50 и 75%. Диаметр образцов 26 мм, длина стержней 300 мм, длина их рабочей части (базы измерения) 130 мм.

При определении реологических констант применяли следующее уравнение последействия [5]

$$\gamma = \frac{\tau^*}{G_{\text{мгн}}^*} + \frac{\tau^*}{G_{\text{дл}}^*} \left(\frac{G_{\text{мгн}}}{G_{\text{дл}}} - 1 \right) \left[1 - e^{-\frac{G_{\text{дл}}^*}{G_{\text{мгн}}^*} \left(\frac{t}{n} \right)^\alpha} \right] \quad (1)$$

где τ^* — расчетное напряжение ($\tau^* = 2 M_K / \pi R^3$);

$G_{\text{мгн}}^*$ и $G_{\text{дл}}^*$ — мгновенный и длительный приведенные модули кручения;

n — время релаксации;

t — время;

α — коэффициент [5], характеризующий неоднородность процессов, происходящих в полимерном материале под действием нагрузки [1];

R — радиус стержня ДПК.

Результаты испытаний образцов ДПК под действием нагрузок, при которых значения τ^* составляли 40—46% от пределов длительно-

Таблица 1

Материал	$G^*_{\text{мгн}}, \text{кг/см}^2$	$G^*_{\text{дл}}, \text{кг/см}^2$	$\frac{G^*_{\text{дл}}}{G^*_{\text{мгн}}}$
ДПК-0,00	7050	4200	0,60
ДПК-0,25	8550	5800	0,68
ДПК-0,50	9600	5600	0,58
ДПК-0,75	11400	7000	0,61

Примечание. Испытания проводили при влажности воздуха $W_{\text{в}} = 60 \div 80\%$ и температуре $t = 15,3 \div 20,5^\circ\text{C}$.

го сопротивления τ^*_c испытанных материалов [2], приведены в табл. 1. Из табл. 1 видно, что при прессовании древесины ее длительный и мгновенный модули кручения увеличиваются, но их отношение практически не зависит от степени прессования. При обработке результатов испытаний ДПК установлено, что прессование древесины не оказывает существенного влияния на время релаксации n и на коэффициент неоднородности α при кручении (и, следовательно, при сдвиге); независимо от степени прессования ДП $n = 10^5 \text{ сек}$, $\alpha = 0,4$.

Известно, [8], что пластическое течение полимерного материала возможно лишь в том случае, если напряжение превышает некоторую величину, называемую пределом вынужденной эластичности, или критическим напряжением $\tau_{\text{кр}}$.

Допустим, что при напряжениях $\tau^*_{ic} > \tau^* > \tau_{\text{кр}}$ напряжения в стержне из естественной и прессованной древесины в равновесном состоянии меняются по радиусу в соответствии с эпюрой для идеального упруго-пластического материала. Тогда по результатам длительных испытаний естественной древесины на кручение можно определить величину критического напряжения при сдвиге

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{3}{4} \left(\dot{\tau}_{\text{кр}} + \frac{27\tau_{\text{кр}}^{**}}{256G_{\text{дл}}^3 \cdot \tau_{\text{дс}}^3} \right), \quad (2)$$

где $G_{\text{дл}}$ — длительный модуль сдвига естественной древесины;
 $\tau_{\text{дс}}$ — равновесная деформация при $\tau^* = \tau^*_c$.

Установлено, что для естественной древесины березы

$$\tau_{\text{кр}} = (0,76 \div 0,78) \tau_{\text{дс}}^*.$$

При принятом диаметре образцов можно считать, что при общей степени прессования $\epsilon \cdot 0,50$ в отдельных точках стержня ДПК степень прессования меняется в радиальном направлении по линейному закону [3]. Известно [4], [7], что реологические константы ДП линейно зависят от степени прессования

$$X_{\epsilon} = X_0 (1 + k_{\epsilon} \epsilon), \quad (3)$$

где X_{ϵ} — реологическая константа ДП при степени прессования ϵ ;
 k_{ϵ} — коэффициент пропорциональности.

Следовательно, реологические константы ДП меняются по линейным законам и в стержнях ДПК

$$X_p = X_0 \left(1 + k_p \frac{p}{R} \right), \quad (4)$$

где p — расстояние от оси стержня до исследуемой точки.

На основании этого вывода можно получить уравнение для определения максимальной (равновесной) деформации стержня ДПК при $\tau_{кр}^* \cdot \tau^* \geq \tau_{кр}^*$

$$\gamma_{дл} = \frac{\tau_{кр(0)} R (R + k_2 r)}{G_{дл(0)} r (R + k_1 r)}$$

где $\tau_{кр(0)}$ и $G_{дл(0)}$ — критическое напряжение и длительный модуль сдвига в центре стержня ДПК или для естественной древесины;

k_1 и k_2 — коэффициенты, характеризующие изменение величин соответственно $G_{дл}$ и $\tau_{кр}$ в уравнении (4);

r — радиус упруго-эластического ядра стержня в равновесном состоянии.

Величину r можно вычислить по формуле

$$r = R \sqrt{\frac{\tau_{кр(0)} (4 - 3k_2) - 3\tau^*}{\tau_{кр(0)}}$$

или из уравнения

$$\tau_{кр(0)} r^4 - 3k_1 \gamma_{дл} G_{дл(0)} R^2 r^2 - (4\tau_{кр(0)} + 3\gamma_{дл} G_{дл(0)} - 3\tau^*) R^3 r + 3\tau_{кр(0)} R^4 = 0.$$

По результатам испытаний ДПК-0,50 и ДПК-0,75 определены коэффициенты k_1 и k_2 в зависимостях (3) и (4). Значения этих коэффициентов приведены в табл. 2.

Таблица 2

X	k_1		k_2	
	ДПК-0,50	ДПК-0,75	ДПК-0,50	ДПК-0,75
$G_{мгн}$ } $G_{дл}$ }	0,76	0,71	0,50	0,72
$\tau_{кр}$	0,38	0,40	0,25	0,41
n	0	0	0	0
α	0	0	0	0

Выводы

1. Путем прессования древесины можно существенно повысить ее длительный и мгновенный модули кручения, однако их отношение у ДПК березы в результате прессования практически не меняется и равно 0,6.

2. Время релаксации и коэффициент неоднородности для ДП в условиях сдвига не зависят от степени прессования.

3. Определены коэффициенты в уравнениях, характеризующих изменение реологических констант ДП при сдвиге в зависимости от степени прессования и по радиусу в стержнях ДПК-0,50 и ДПК-0,75.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Бочкарев. О реологических свойствах прессованной древесины. Научно-техническая конференция МЛТИ. Рефераты докладов, секция механизации и автоматизации деревообработки. М., 1967. [2]. В. В. Бочкарев. Установка для длительных испытаний древесных материалов на кручение. В сб. работ МЛТИ «Некоторые вопросы прочности изделий деревообрабатывающей и мебельной промыш-

ленности», вып. 30. М., 1968. [3]. Л. И. Кондратов. Некоторые физико-механические свойства по сечению контурно-спрессованной древесины сосны. Записки ВСХИ, т. 25, вып. 1, Воронеж, 1954. [4]. Б. И. Огарков. Теоретическое обоснование изменения механических свойств древесины после прессования. Записки ВСХИ, т. 25, вып. 1, Воронеж, 1954. [5]. Б. И. Огарков. Теория упругого последействия древесины. Журнал технической физики, т. 27, 5, 1957. [6] Б. И. Огарков, В. И. Кривельский. Способ прессования заготовок древесины круглой формы с большой начальной влажностью. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 12, 1962. [7]. Прессованная древесина в народном хозяйстве. ГОСИНТИ, М., 1964. [8]. А. М. Шур. Высокомолекулярные соединения. Изд-во «Высшая школа», М., 1966.

Поступила 31 января 1969 г

УДК 634.0.865

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИГНО-УГЛЕВОДНЫХ ПЛАСТИКОВ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ ОСИНЫ

А. Б. КЫЛАСОВ, В. Н. ПЕТРИ

(Уральский лесотехнический институт)

В Проблемной лаборатории Уральского лесотехнического института ведутся экспериментальные исследования, посвященные выявлению зависимостей физико-механических свойств лигно-углеводных древесных пластиков (ЛУДП) от их влажности. В данной статье приведены результаты изучения, свойств пластиков из осиновых опилок.

Плиты из осиновых опилок были получены прессованием при давлении 25 кг/см^2 , температуре плит пресса 180° , исходной влажности сырья 18%; объемный вес их в комнатных условиях $1,12 \text{ г/см}^3$. Для проведения опытов были использованы созданные в нашей лаборатории специальные камеры кондиционирования и выдерживания с автоматическим регулированием заданных температурно-влажностных режимов. Исследуемые образцы помещали в камеру кондиционирования, где поддерживалась постоянная температура 25°C и регулировался ступенчатый влажностный режим; последняя ступень режима имела относительную влажность воздуха $\varphi = 20\%$. После кондиционирования образцы в равных количествах были размещены в пять камер, в каждой из которых поддерживался свой индивидуальный температурно-влажностный режим. Относительная влажность воздуха φ в первой, второй, третьей, четвертой и пятой камерах составляла соответственно 30, 50, 60, 70 и 85%. Температура в камерах $t = 25^\circ\text{C}$.

После того, как образцы были доведены до равновесного состояния (что определяли систематическим взвешиванием контрольных образцов) их испытывали для нахождения следующих показателей: предела прочности при статическом изгибе; модуля упругости при статическом изгибе; предела прочности при сжатии перпендикулярно пластине плиты; твердости по Б. Ф. Розенгаузу. (Метод Розенгауза был выбран по тем соображениям, что, согласно данным А. Ф. Кулиничева [2], наблюдается четкая корреляция между твердостью ЛУДП, установленной этим методом, и показателями прочности тех же материалов при разных видах механических испытаний.) Экспериментальные данные обработаны методом вариационной статистики. В опытах использовано около 800 образцов, что обеспечило достоверность результатов.

На основании проведенных экспериментов были построены диаграмма равновесной влажности и графики зависимости механических свойств лигно-углеводных пластиков из осиновых опилок от влажности материала. На рис. 1 показана зависимость влажности ЛУДП из осиновых опилок от относительной влажности воздуха. Для сравнения даны кривые равновесной влажности пластиков из опилок и стружек лиственницы. У пластиков из осиновых опилок «нормальная»* влаж-

* Влажность в комнатных условиях.

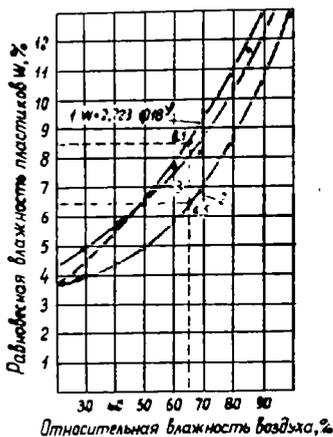


Рис. 1. Диаграмма равновесной влажности.

1 — лигно-углеводный древесный пластик из осиновых опилок; 2 — то же из лиственничных опилок, 3 — то же из лиственничной стружки.



Рис. 2. Зависимость модуля упругости при статическом изгибе лигно-углеводного древесного пластика из осиновых опилок от влажности

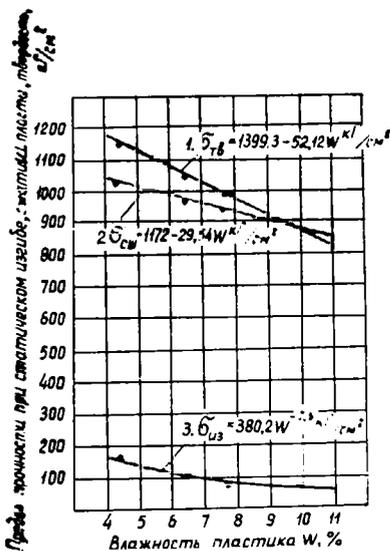


Рис. 3. Зависимость прочности лигно-углеводного древесного пластика из осиновых опилок от влажности.

1 — твердость; 2 — предел прочности при сжатии; 3 — предел прочности при статическом изгибе.

G_w — показатель свойства при влажности пластика в момент испытаний;

K — пересчетный коэффициент показателя свойств пластика.

Значения пересчетных коэффициентов K для приведения показателей механических свойств ЛУДП из осиновых опилок при данной влажности к нормальной влажности представлены в табл. 1.

ность равна 8,5%, у пластиков из лиственничной стружки — 8%, из лиственничных опилок — 6,5%.

Кривая равновесной влажности пластика из осиновых опилок хорошо описывается уравнением показательной кривой $y = ab^x$. На рис. 2 и рис. 3 графически изображены зависимости механических свойств ЛУДП из осиновых опилок от влажности последних. Все кривые описаны соответствующими уравнениями связи, наиболее полно отражающими характер изученных явлений.

Формула приведения свойств пластиков (с любой влажностью в момент испытаний) к показателям при нормальной их влажности, рекомендованная А. Г. Зылевым и В. Н. Петри, в нашем случае для пластика из осиновых опилок имеет вид

$$G_{(8,5)} = K \cdot G_w$$

где $G_{(8,5)}$ — показатель изучаемого свойства, приведенный к 8,5%-ной влажности пластика;

Влажность пластика W, %	Пересчетные коэффициенты (к влажности 8% для пластика из лиственничной стружки, 6,5 %)					
	статический изгиб пластика			модуль упругости при статическом изгибе пластика		
	из лиственничной стружки	из лиственничных опилок	из осиновых опилок	из лиственничной стружки	из лиственничных опилок	из осиновых опилок
4	0,83	0,82	0,61	0,83	0,71	0,81
5	0,86	0,87	0,70	0,86	0,82	0,85
6	0,89	0,95	0,78	0,91	0,95	0,89
6,5	—	1,00	—	—	1,00	—
7	0,94	1,06	0,88	0,95	1,05	0,93
8	1,00	1,16	0,96	1,00	1,11	0,98
8,5	—	—	1,00	—	—	1,00
9	1,10	1,30	1,04	1,03	1,21	1,03
10	1,23	1,44	1,12	1,09	1,28	1,08
11	1,33	1,60	1,16	1,14	1,36	1,15

Для сравнения в этой же таблице приведены соответствующие данные для пластиков из опилок и стружки лиственницы, заимствованные из работы А. Г. Зылева и В. Н. Петри [1].

Из данных табл. 1 видно, что для лигно-углеводных древесных пластиков из древесины осины, так же как и для пластиков из древесных частиц лиственницы, справедливо положение о зависимости механических свойств от влажности материала в момент испытаний.

Следовательно, при использовании пластиков в конструкциях нужно учитывать влияние влажности на механические свойства пластиков и приводить показатели последних к нормальной влажности с помощью пересчетных коэффициентов. Равновесная влажность ЛУДП из осиновых опилок при нормальных комнатных условиях их эксплуатации равна 8,5%.

Показатели механических свойств лигно-углеводных пластиков разных видов количественно неодинаково реагируют на изменение влажности (табл. 2).

Таблица 2

Показатели механических свойств	Снижение показателей с увеличением влажности W от 4 до 11%, % на 1% W, для пластиков		
	из лиственничной стружки	из лиственничных опилок	из осиновых опилок
Статический изгиб	6,41	8,0	12,2
Модуль упругости	4,7	9,1	5,2
Сжатие пласти	5,0	6,85	3,0
Твердость	6,14	6,21	4,0

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Г. Зылев, В. Н. Петри. Влияние влажности на свойства лигно-углеводных пластиков. Труды Уральского лесотехнического института, Свердловск, 1966.
[2]. А. Ф. Кулиничев. Обоснование и разработка методов определения механических свойств лигно-углеводных древесных пластиков. Кандидатская диссертация. Свердловск, 1967.

Таблица 1

Таблица 1
 для пластика из лиственничных опилок и 8,5% для пластика из осиновых опилок) для показателей

сжатие \perp пласти плиты пластика			твердость пласти плиты пластика		
из лиственничной стружки	из лиственничных опилок	из осиновых опилок	из лиственничной стружки	из лиственничных опилок	из осиновых опилок
0,82	0,81	0,87	0,79	0,86	0,80
0,87	0,89	0,90	0,86	0,91	0,94
0,91	0,96	0,93	0,90	0,96	0,88
—	1,00	—	—	1,00	—
0,96	1,04	0,95	0,95	1,03	0,92
1,00	1,13	0,98	1,00	1,09	0,97
—	—	1	—	—	1,00
1,04	1,22	1,02	1,05	1,18	1,03
1,08	1,31	1,05	1,13	1,26	1,09
1,12	1,40	1,09	1,21	1,38	1,16

Поступила 20 января 1970 г.

УДК 674.812

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ВЯЗКОСТИ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ

В. М. КОТОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Вязкие свойства прессованной древесины представляют значительный интерес при расчете узлов и деталей машин и строительных конструкций. Вязкость прессованной осины мы определяли на установке, изготовленной на кафедре физики ЛТА III. Прибор, предназначенный для нахождения динамического модуля сдвига материала древесины, можно использовать также и для определения вязкости.

Связь между деформацией и напряжением в случае статического напряжения имеет вид

$$\tau = G\varepsilon, \quad (1)$$

где τ — касательное напряжение;
 ε — деформация;
 G — модуль сдвига.

При динамическом напряжении модуль сдвига материала можно представить в виде комплексной величины

$$G = G' + iG'', \quad (2)$$

где G' — действительная часть модуля сдвига, совпадающая по фазе с деформацией;
 G'' — мнимая часть модуля сдвига, отстающая по фазе от деформации на $\alpha = \frac{\pi}{2}$.

Действительную и мнимую части модуля можно записать следующим образом:

$$G' = G_d; \quad G'' = \omega\eta, \quad (3)$$

где G_d — динамический модуль сдвига;
 ω — круговая частота;
 η — коэффициент вязкости материала.

Известно [2], [3], что коэффициент поглощения энергии материала при колебаниях

$$\psi = 2\Delta = 2\pi \cdot \operatorname{tg} \theta, \quad (4)$$

где Δ — логарифмический декремент;
 θ — угол между деформацией и напряжением.

В свою очередь $\operatorname{tg} \theta$ есть не что иное, как отношение мнимой части модуля сдвига к его действительной

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\omega \eta}{G_d}. \quad (5)$$

Подставляя равенство (5) в (4), найдем выражение для вязкости

$$\eta = \frac{\Delta G_d}{\omega \cdot 2\pi^2}. \quad (6)$$

Если выражение для динамического модуля [1] подставим в уравнение (6), то получим окончательную формулу для нашего случая

$$\eta = \frac{2\Delta \nu I_c h}{K \cdot A^3 B}, \quad (7)$$

где I_c — момент инерции системы относительно оси вращения;
 h — высота закручивания образца;
 K — коэффициент, зависящий от отношения сторон сечения образца A и B .

Затухающие колебания образца записывали при помощи шлейфного осциллографа (тип Н107) на киноплёнку. После чего плёнку обрабатывали, то есть находили частоту крутильных колебаний ν и логарифмический декремент Δ . Момент инерции системы относительно оси вращения $I_c = 3,5 \cdot 10^4$ г.см². Измерения производили три раза по стержню на высоте $h = 10$ см; в табл. 1 приведены средние значения ν и Δ для одного образца. Образцы запрессованы по технологии, рекомендованной ЦНИИЛХом. В табл. 1 приведены результаты исследования.

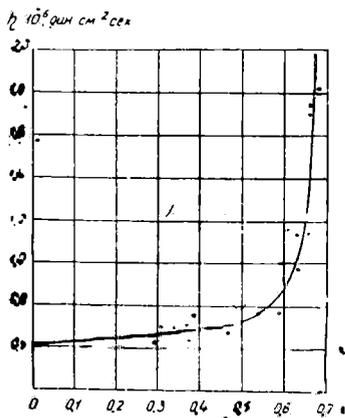


Рис. 1.

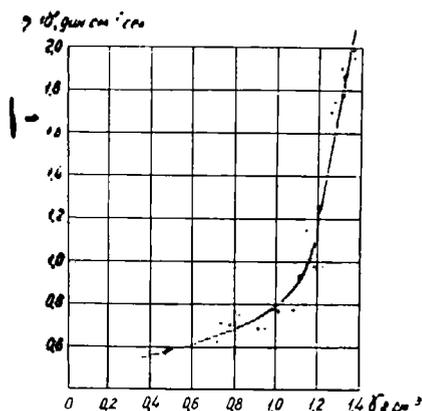


Рис. 2.

Таблица 1

№ п/п	$\gamma, \text{г} \cdot \text{см}^{-3}$	i	$\nu, \text{гц}$	$\Delta \cdot 10^{+2}_{\text{ср}}$	$\eta \cdot 10^{-3}_{\text{ср}}, \text{пуаз}$
1	0,470	0,00	32,4	5,68	587
2	0,470	0,00	35,4	5,65	615
3	0,470	0,00*	34,2	5,58	586
4	0,720	0,290	33,3	6,25	620
5	0,740	0,310	31,4	8,72	702
6	0,775	0,340	36,6	6,55	700
7	0,800	0,370	35,7	6,43	708
8	0,805	0,370	33,4	6,22	640
9	0,820	0,385	35,5	6,86	750
10	0,915	0,470	31,1	7,13	683
11	0,945	0,500	34,4	6,62	685
12	1,010	0,540	35,8	7,00	760
13	1,080	0,590	34,4	6,90	773
14	1,090	0,595	28,2	8,38	1000
15	1,100	0,600	37,1	7,13	930
16	1,140	0,630	37,8	10,50	1150
17	1,180	0,635	31,5	7,36	977
18	1,180	0,635	34,6	8,08	1140
19	1,260	0,660	33,3	7,02	1700
20	1,275	0,660	34,0	7,83	1750
21	1,310	0,675	33,6	8,55	1880
22	1,320	0,675	32,4	8,55	1920
23	1,320	0,675	36,0	7,60	1780
24	1,340	0,676	37,3	7,57	1810
25	1,350	0,676	34,2	7,52	1790
26	1,360	0,677	33,4	8,45	1950
27	1,370	0,670	33,5	8,47	1980

Зависимости коэффициента вязкости прессованной древесины осины η от степени ее уплотнения i и объемного веса γ представлены кривыми на рис. 1 и 2, из которых видно, что вязкость прессованной древесины осины до предела пластического течения, то есть до $\gamma = 1,00 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$, изменяется по линейному закону; это изменение составляет $2 \cdot 10^5 \text{ пуаз}$. За пределами пластического течения древесины приращение вязкости резко увеличивается. При изменении объемного веса от 1,0 до $1,35 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ вязкость материала изменяется на $12 \cdot 10^5 \text{ пуаз}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. П. Ерыхов. Прибор для определения модуля сдвига древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1968. [2]. Л. Г. Пановко. Основы прикладной теории упругих колебаний. Машгиз, М., 1957. [3]. Е. С. Сорокин. Динамический расчет несущих конструкций зданий. Госстройиздат, М., 1956. [4]. П. Н. Хухрянский. Прессование древесины. Изд-во «Лесная промышленность», 1954.

Поступила 13 марта 1969 г.

УДК 674.053

РЕЗОНАНСНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПЛОСКИХ ДИСКОВЫХ ПИЛ

Ю. М. СТАХИЕВ

(ЦНИИМОД)

Резонансные колебания плоских дисковых пил отрицательно влияют на качество распиловки, а в некоторых случаях вызывают разрыв диска. Изучению этих колебаний посвящены наши исследования.

Опыты проводили на экспериментальной установке. Скорость вращения пил изменялась непрерывно от 600 до 6600 об/мин. Колебания регистрировались осциллографом Н-105. Использовали два датчика — тензометрический, наклеенный на расстоянии 10 мм от окружности впадин зубьев пилы, и емкостный, установленный неподвижно относительно периферийной зоны пилы. Тензометрический датчик соединен с осциллографом при помощи ртутного токосъемника РАТ-1 и усилитель ТА-5. Для емкостного датчика использовали специально разработанный усилитель.

Исследованиями установлено, что при определенных скоростях вращения в диске пилы возникают колебания с повышенной амплитудой (рис. 1). Числа оборотов свободно вращающейся пилы, при которых возникают вынужденные резонансные колебания, подчиняются приведенной в [3] зависимости

$$n_{\text{рез}} = \sqrt{\frac{\nu_{\text{ст}}^2 - m \frac{f^{II}(c, \lambda)}{R_1} \Delta T}{(k \pm \lambda)^2 - B}}, \quad (1)$$

- где $\nu_{\text{ст}}$ — частота собственных колебаний невращающейся пилы, гц ;
 R_1 — радиус пилы без зубьев, см ;
 ΔT — температурный перепад по радиусу диска пилы, $^{\circ}\text{C}$;
 B — динамический коэффициент, учитывающий влияние скорости вращения на величину $\nu_{\text{ст}}$;
 k — кратность частоты возмущающей силы числу оборотов диска ($k = 0, 1, 2, \dots$);
 $f^{II}(c, \lambda)$ — безразмерная функция;
 c — отношение диаметра зажимных фланцев d к диаметру диска пилы D_1 ;
 λ — число узловых диаметров, характеризующее форму колебаний;

$$m = \frac{\alpha g E}{4 \cdot \gamma},$$

- здесь α — коэффициент линейного расширения стали,
 g — ускорение силы тяжести;
 E — модуль упругости;
 γ — удельный вес стали

$$\left(\text{при } \alpha = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}; g = 981 \text{ см/сек}^2; E = 2,2 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2;$$

$$\gamma = 7,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3 \text{ величина } m = 84,1 \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{сек}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Для вынужденных резонансных колебаний характерно то, что при $n \approx n_{\text{рез}}$ они прекращаются. При проведении опытов было также обнаружено, что в области высоких скоростей вращения (соответствующих примерно n_p^{-0} и более) могут возникнуть сильные незатухаю-

щие колебания. По своей природе они близки к автоколебаниям*. Возможность возникновения этих колебаний увеличивается при уменьшении толщины диска (рис. 2), диаметра зажимных фланцев, увеличении диаметра диска и создании в периферийной его зоне напряжений сжатия.

Причины возникновения рассматриваемых колебаний изучены недостаточно. Наши опыты дают основания полагать, что при свободном вращении пилы главная причина вынужденных колебаний — периодические силы, возникающие в опорах пыльного вала, причины автоколебаний — аэродинамические силы. При вращении в барокамере с давлением воздуха 10 мм рт. ст. автоколебания прекратились, а вынужденные колебания остались.

Чтобы установить, какие из колебаний являются наиболее опасными при эксплуатации пил, были проведены специальные опыты, заключающиеся в том, что к периферийной зоне вращающейся пилы при помощи электромагнита постоянного тока прикладывалась поперечная, неподвижная в пространстве сила $P = 1$ кг.

Данные, приведенные на рис. 3, показывают, что поперечный прогиб диска y_n значительно увеличивается только при критических числах оборотов $n_{кр}^2 = n_{рез}^{\lambda > 2}$ и выше. Критические числа оборотов, как известно, характеризуются возникновением неподвижных в пространстве волн, так как в этом случае скорость перемещения назад бегущей по диску цепи волн равна скорости его вращения.

Значит, опасны числа оборотов, которые равны или больше минимального (первого) критического числа оборотов n^{min} , поэтому рабочее число оборотов не должно превышать $n_{кр}^{min}$. Согласно работе [2]

$$n_{раб} \leq 0,85 n_{кр}^{min}. \quad (2)$$

Формы колебаний при $n_{кр}^{min}$ зависят от величины c — отношения диаметра зажимных фланцев к диаметру пилы [4]. При $c < 0,3$ $\lambda = 2$, при $0,4 > c \geq 0,31$ $\lambda = 3$; при $0,6 > c \geq 0,4$ $\lambda = 4$. Для пил диаметром 320—800 мм и фланцев по нормали ВНИИДМАШа ОН-015-64 величина параметра c изменяется в пределах 0,2—0,3, то есть опасны числа оборотов n^{min} для $\lambda = 2$ и 3.

Для определения $n_{кр}^{2 \text{ и } 3}$ по формуле (1) необходимо знать величины $\nu_{ст}$, B и $f^{II}(c, \lambda)$. Экспериментально найденные значения коэффициента B приведены в табл. 1. Исследования показали, что этот коэффициент практически не зависит от напряженного состояния диска пилы.

Таблица 1

c	Значения коэффициента B при λ , равном					
	1	2	3	4	5	6
0,2—0,32	1,20	2,25	3,80	5,60	7,45	9,55
0,4	1,75	1,95	3,40	5,15	7,20	9,35

Значения безразмерной функции $f^{II}(c, \lambda)$ (согласно теоретическим исследованиям [3]) при показателях $n_1 = 3$ и $x = 0$ в законе распределения температуры по радиусу диска приведены в табл. 2.

Частоты собственных колебаний $\nu_{ст}$ можно рассчитать для любых условий по формулам, приведенным в одной из наших работ [3]. Во

* В ЦНИИМОДе ведутся исследования по уточнению природы этих колебаний.

Таблица 2

ϵ	Значения f'' (с. л) при λ равном			
	1	2	3	4
0,20	-0,155	0,952	2,84	5,52
0,25	-0,193	0,910	2,80	5,48
0,30	-0,237	0,865	2,75	5,45
0,35	-0,287	0,811	2,67	5,29
0,40	-0,345	0,747	2,59	5,17

D_1 мм	d_{ϕ} мм	S_1 мм	Группа			
			$u_{ц}$ мм	1		
				частота $\nu_{ст}$, гц, при λ		
				1	2	3
320	100	1,8	0,07		121	206
		2,0	0,06	146	150	242
		2,2	0,06	160	170	276
360	100	2,0	0,06	122	124	198
		2,2	0,05	136	146	224
		2,5	0,03	144	166	258
400	125	2,0	0,12	92	96	154
		2,2	0,09	96	113	190
		2,5	0,07	114	126	204
450	125	2,2	0,12	73	78	138
		2,5	0,10	80	81	143
		2,8	0,09	90	94	168
500	125	2,2	0,20	58	56	104
		2,5	0,19	62	63	116
		2,8	0,16	66	76	140
630	160	2,5	0,64	34	56	102
		2,8	0,43	40	61	108
		3,0	0,40	41	64	116
710	160	2,8	0,64	29	38	64
		3,0	0,57	32	40	78
		3,2	0,47	34	45	84

избежание ошибок, связанных с учетом влияния напряженного состояния реально эксплуатируемых в промышленности пил, величины $\nu_{ст}$ определяли экспериментально (табл. 3).

В опытах использовали пилы диаметром 320—710 мм с числом зубьев 48. Пилы первой группы были не прокованы, но выправлены. Пилы второй группы вальцевали по одной окружности с радиусом 0,8 R_1 до величин их прогибов на трех опорах $u_{ц}$, соответствующих требованиям ГОСТа 980—69. Для пил диаметром 630 и 710 мм величины $u_{ц}$ были несколько увеличены на основании рекомендаций нашей работы [5]. Пилы третьей группы вальцевали по одной окружности с радиусом 0,8 R_1 до критического состояния, когда согласно исследованиям [5] $u_{ц} \approx 5 \cdot 10^{-6} D_1^2$ (где D_1 — диаметр пилы без зубьев, мм).

Данные табл. 3 показывают, что напряженное состояние пил каждой группы хорошо характеризуется не только прогибом $u_{ц}$, но также и отношением $\frac{\nu_{ст}^2}{\lambda^2 - 1}$. У пил первой группы величины этого отношения

составляют 0,9—1,15 (при $D = 320 \div 500$ мм) и 1,3—1,6 (при $D = 630 \div 710$ мм); у пил второй группы они равны 1,6—1,8, а у пил третьей группы — 1,8—2,1. При отсутствии начальных напряжений в диске и параметре $c = 0,2 - 0,3$ расчетная величина этого отношения равна 1,32—1,22.

Значения $n_{\text{раб}}$, определенные по формулам (1) и (2), приведены в табл. 4. При расчетах величины ΔT приняты равными 0; 30; 50 и 70°C. Согласно ранее проведенным исследованиям [1] для наиболее часто встречающихся условий резания (продольная распиловка сосновых и еловых пиломатериалов толщиной до 50 мм; скорость резания 30—75 м/сек; скорость подачи 6—30 м/мин) фактический температурный перепад $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$.

Таблица 3

2				3			
$u, \text{мм}$	частота $\nu_{\text{ст}}$, гц, при λ			$u, \text{мм}$	частота $\nu_{\text{ст}}$, гц, при λ		
	1	2	3		1	2	3
0,30	148	220	346		—		
0,20	124	210	354	0,58	120	226	362
0,10	130	219	373	0,57	134	236	400
0,30	90	164	286	0,72	112	166	288
0,20	94	168	294	0,71	94	176	306
0,10	106	182	320	0,69	106	198	346
0,45	78	138	237	0,78	78	140	240
0,30	83	146	248	0,75	86	154	258
0,20	86	156	276	0,80	84	160	288
0,40	64	104	198	0,87	62	113	200
0,30	70	128	225	0,96	70	130	232
0,20	80	143	249	1,04	80	150	264
0,55	49	88	158	1,06	48	89	160
0,45	52	98	176	1,18	51	100	180
0,35	60	106	192	1,09	54	110	200
0,68	37	60	107	1,93	35	68	120
0,57	40	68	120	1,67	38	74	130
0,48	44	70	124	1,88	40	78	140
0,73	28	48	89	2,09	27	56	102
0,64	31	49	90	2,13	29	60	110
0,56	33	52	93	2,08	31	64	120

Выводы

1. Во избежание опасных резонансных колебаний рабочие числа оборотов дисковых пил не должны превышать указанных в табл. 4.

2. Возможности скоростного резания древесины дисковыми пилами ограничены величиной $n_{\text{кр}}^{\text{min}}$. При $n \geq n_{\text{кр}}^{\text{min}}$ значительно уменьшается поперечная жесткость пилы, а при $n > n_{\text{кр}}^{\text{min}}$ наступают незамирающие колебания диска, делающие его эксплуатацию невозможной.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Э. Грубе, В. К. Пашков, В. И. Санев. Экспериментальное исследование неравномерности нагрева круглых пил при продольной распиловке древесины. Научные труды ЦНИИМОДа, вып. 18, 1965. [2]. Н. Н. Малинин. Прочность тур-

Таблица 4

Диаметр пил, мм	Диаметр фланцев, мм	Толщина пил, мм	$n_{\text{раб}} = 0,85 \frac{\text{мин}}{\text{кр}} \text{ об/мин, при } \Delta T, ^\circ\text{C}$							
			0		30		50		70	
			для групп пил						2	
			1	2	3	2				
320	100	1,8	4650	7750	8100	6700	5900	4950		
		2,0	5400	7900	8100	6900	6100	5250		
		2,2	6150	8350	8950	7400	6650	5850		
360	100	2,0	4400	6300	6400	5400	4650	3800		
		2,2	5000	6450	6800	5550	4900	4050		
		2,5	5750	7000	7650	6000	5600	4900		
400	125	2,0	3450	5300	5350	4300	3450	2300		
		2,2	4250	5550	5750	4600	3800	2850		
		2,5	4550	6000	6150	5300	4700	3900		
450	125	2,2	3000	4000	4350	2950	1950	—		
		2,5	3100	4950	5000	4150	3500	2700		
		2,8	3600	5500	5800	4800	4250	3650		
500	125	2,2	2150	3400	3450	2300	1150	—		
		2,5	2450	3800	3850	2850	2000	150		
		2,8	2950	4100	4250	3250	2550	1550		
630	160	2,5	2150	2300	2600	1250	—	—		
		2,8	2350	2600	2850	1750	700	—		
		3,0	2450	2700	3000	1850	950	—		
710	160	2,8	1450	1850	2150	550	—	—		
		3,0	1550	1900	2300	650	—	—		
		3,2	1750	2000	2450	950	—	—		
800	160	3,0	1100	1300	Исследо- вания не проводились	Исследо- вания не проводились	Температурный перепад ΔT должен быть меньше 30°C			
		3,2	1200	1450						
		3,6	1350	1600						
900	200	3,2	Исследо- вания не про- водились	1100	Исследо- вания не проводились	Исследо- вания не проводились	Температурный перепад ΔT должен быть меньше 30°C			
		3,6		1250						
		4,0		1400						
1000	200	3,6	Исследо- вания не про- водились	1000	Исследо- вания не проводились	Исследо- вания не проводились	Температурный перепад ΔT должен быть меньше 30°C			
		4,0		1100						
		4,5		1250						
1250	240	4,0	Исследо- вания не про- водились	700	Исследо- вания не проводились	Исследо- вания не проводились	Температурный перепад ΔT должен быть меньше 30°C			
		4,5		800						
		5,0		900						
1500	300	4,5	Исследо- вания не про- водились	550	Исследо- вания не проводились	Исследо- вания не проводились	Температурный перепад ΔT должен быть меньше 30°C			
		5,0		650						
		5,5		700						

б. машин. Машгиз, М., 1962. [3] Ю. М. Стахийев. Теоретическое исследование частот собственных колебаний и критических чисел оборотов дисковых пил. Научные труды ЦНИИМОДА, вып. 18, Архангельск, 1965. [4] Ю. М. Стахийев. Влияние диаметра зажимных шайб на начальную форму потери устойчивости дисков дерево-режущих пил. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1969. [5] Ю. М. Стахийев. О степени проковки и вальцевания плоских дисковых пил. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1970.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.813.13

ЦЕЛЛЮЛОЗА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ

СУЛЬФАТНАЯ ВАРКА ДАУРСКОЙ ЛИСТВЕННИЦЫ

Р. З. ПЕН, Л. Г. ХАУСТОВА, Г. М. ИОФФЕ

(Сибирский технологический институт)

Нами изучено влияние основных факторов сульфатной варки на выход и качество целлюлозы из древесины *Larix dahurica*, содержащей 5,1% арабиногалактана.

Шепу ручной рубки размером 20×15×3 мм варили в ампулах из нержавеющей стали, помещенных в глицериновый термостат. В качестве переменных были выбраны следующие факторы (в скобках указаны значения центров экспериментов X_{0i} и интервалов варьирования λ_i): X_1 — температура варки ($X_{01} = 170^\circ\text{C}$, $\lambda_1 = 5^\circ\text{C}$); X_2 — продолжительность варки при максимальной температуре ($X_{02} = 60$ мин, $t_2 = 20$ мин); X_3 — концентрация активной щелочи в варочном растворе ($X_{03} = 34$ г/л Na_2O , $\lambda_3 = 4$ г/л).

Жидкостный модуль, равный 5, продолжительность нагревания от 20°C до температуры варки — 150 мин и степень сульфидности варочного раствора 22% оставались неизменными. По окончании варки целлюлозу разбивали струей воды и промывали в сееже, а в случае плохого провара при выходе выше 55% подвергали грубому размолу в шаровой мельнице. Массный размол до 60°ШР осуществляли в мельнице ЦРА, и отливки, изготовленные на аппарате Репид-Кетен, испытывали по общепринятым методикам.

С тремя переменными факторами была реализована серия экспериментов по схеме центрального композиционного ротatableльного униформ-планирования второго порядка*. Опыты дублировались с рандомизацией.

Условия экспериментов и результаты (средние для двух варок) приведены в табл. 1. Результаты опытов аппроксимировались полиномами второго порядка общего вида

$$\bar{y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{1 \leq j < k} b_{ij} x_i x_j,$$

где k — число независимых переменных факторов, включенных в исследование.

Переменные x_i в этом уравнении и в табл. 1 масштабированы. Для перехода к натуральным значениям факторов X_i следует пользоваться формулой пересчета

$$X_i = x_i' \lambda_i + X_{0i},$$

здесь X_{0i} — значение i -того фактора в центре эксперимента;

λ_i — интервал варьирования i -того фактора.

Коэффициенты регрессии b_0, b_i, b_{ii}, b_{ij} для всех параметров y_1 — y_4 сведены в табл. 2. В этой же таблице приведены значения

* В. В. Налимов, Н. А. Чернова. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965.

Матрица планирования

№ п/п	Матрица планирования			Выход твердого остатка из древесины, %	
	x_1	x_2	x_3	\bar{y}_i	y_i
1	1	-1	-1	60,25	62,28
2	1	1	-1	50,45	52,95
3	-1	-1	-1	50,66	51,37
4	-1	1	-1	47,38	48,22
5	1	-1	1	54,62	55,46
6	1	1	1	45,40	44,78
7	-1	-1	1	45,67	46,42
8	-1	1	1	43,08	42,33
9	0	0	-1,682	59,15	56,08
10	0	0	1,682	44,39	45,05
11	-1,682	0	0	54,32	53,00
12	1,682	0	0	43,81	42,74
13	0	-1,682	0	61,82	59,31
14	0	1,682	0	45,80	46,36
15	0	0	0	48,72*	48,74

Примечание. Звездочкой отмечены средние значения для шести варок.

Таблица 2

Показатели	y_1	y_2	y_3	y_4
b_0	48,7434	7447,8	3,8707	935,85
b_1	-3,0457	287,9	0,2109	116,23
b_2	-3,8513	127,4	0,3300	105,52
b_3	-3,2791	133,8	0,1837	155,30
b_{11}	-0,3111	-96,8	-0,0931	-24,43
b_{22}	1,4475	-201,2	-0,1497	-43,29
b_{33}	0,6460	-105,8	-0,1762	-67,38
b_{12}	1,6456	-103,4	-0,0662	-107,62
b_{13}	0,1744	-86,1	-0,1262	-14,87
b_{23}	0,1594	209,9	-0,1162	36,62
$s^2\{\bar{y}\}$	0,6300	34021	0,0127	8245
$F_{ал}$	9,45	6,18	2,16	0,96
$F_{0,05}$	2,60	2,60	2,60	2,60

стандартных ошибок $s^2\{\bar{y}\}$, дисперсионных отношений $F_{ал}$ и табличные значения критерия Фишера F_α для уровня значимости $\alpha = 5\%$. Дисперсионный анализ уравнений регрессии показал, что математические модели сопротивления продавливанию и числа двойных перегибов адекватно описывают соответствующие поверхности отклика (для них $F_{ал} < F_{0,05}$). Для моделей выхода твердого остатка и разрывной длины $F_{ал} > F_{0,05}$; однако вычисленные на основании этих моделей значения функции \hat{y}_u весьма близки к экспериментальным значениям y_u (табл. 1).

При сопоставлении результатов, приведенных в табл. 1, можно видеть, что увеличение выхода целлюлозы сопровождается снижением ее механических показателей (рис. 1). Это свойство, присущее сульфатным целлюлозам вообще, для лиственничной целлюлозы, по-видимому, особенно характерно.

Для анализа влияния переменных факторов варки на процесс были получены сечения поверхностей отклика. Использованная нами

Таблица 1

и результаты ее реализации

Механические показатели целлюлозы					
разрывная длина, м		сопротивление продавливанию, кг/см ²		число двойных перегибов	
у ₂	у ₂	у ₃	у ₃	у ₄	у ₄
5861	6095	2,36	2,42	360	338
6849	6966	3,40	3,44	605	691
6904	7049	3,37	3,23	745	815
7767	7517	3,95	3,99	777	738
6733	6955	3,43	3,27	629	605
7169	6996	3,79	3,83	1240	1104
7720	7565	3,72	3,57	1173	1023
7455	7193	4,03	3,87	1134	1092
7090	6923	3,10	3,06	571	484
7170	7373	3,48	3,68	829	1007
6948	6689	3,28	3,25	646	671
7364	7658	3,76	3,96	997	1062
6349	6664	2,70	2,89	592	636
7326	7092	4,03	4,00	944	991
7456*	7447	3,87*	3,87	912*	936

матрица планирования почти ортогональна; это исключило корреляцию между независимыми переменными и позволило выделить влияние каждого из факторов на результат варки.

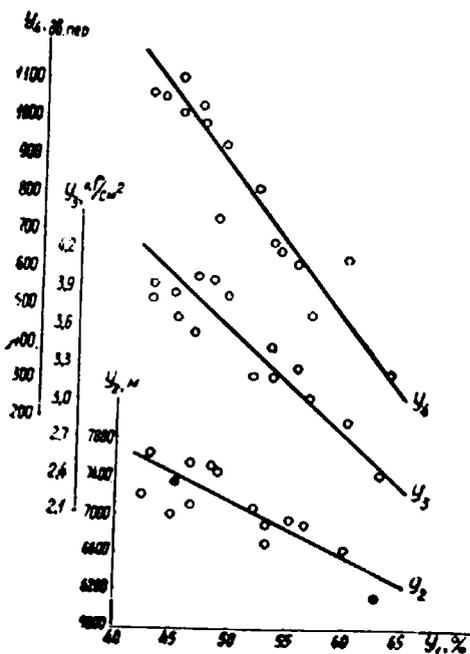


Рис. 1.

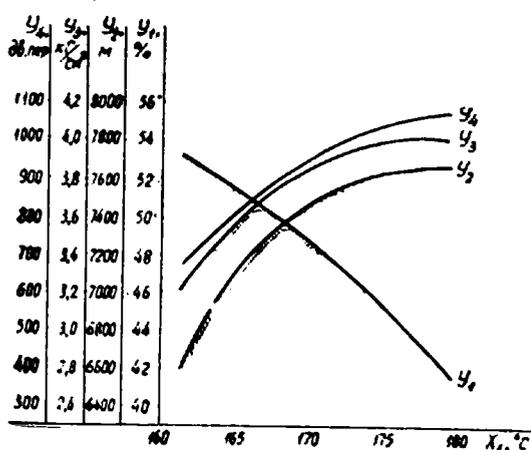


Рис. 2.

На рис. 2 показана зависимость выхода и механических свойств целлюлозы от температуры варки X_1 при фиксированных значениях $X_2 = 60$ мин и $X_3 = 34$ г/л, на рис. 3 — зависимость этих же параметров от продолжительности варки X_2 при фиксированных $X_1 = 170^\circ$ и $X_3 = 34$ г/л, на рис. 4 — зависимость результатов варки от concentra-

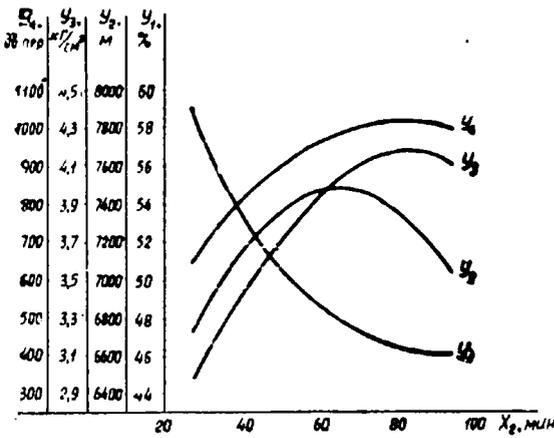


Рис. 3.

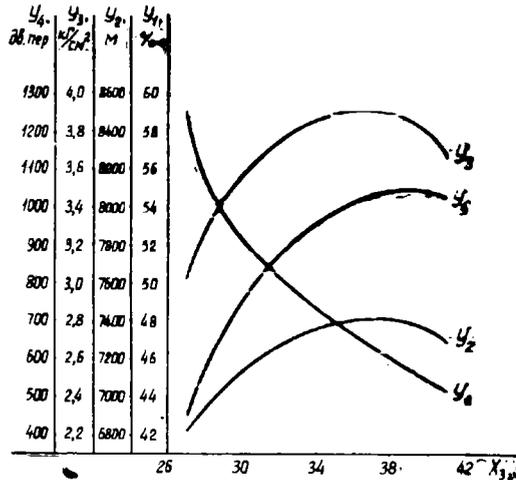


Рис. 4.

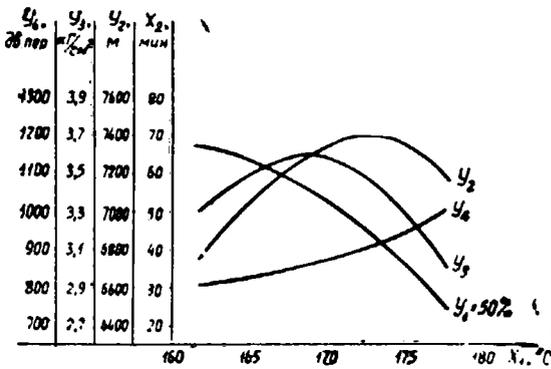


Рис. 5.

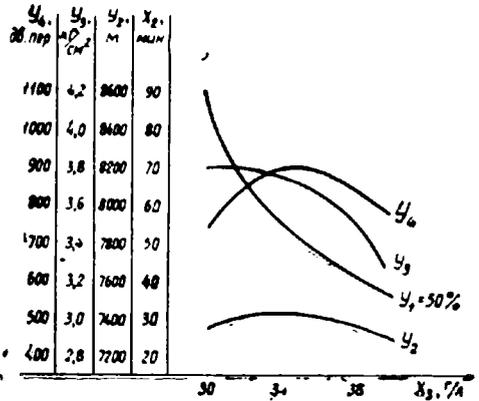


Рис. 6.

ции активной щелочи X_3 при неизменных $X_1 = 170^\circ$ и $X_2 = 60$ мин. Как и следовало ожидать, увеличение каждого из факторов варки приводит к уменьшению выхода целлюлозы. Характерно, что при этом показатели механической прочности целлюлозы не всегда изменяются монотонно, а в некоторых случаях достигают максимального значения и при дальнейшем уменьшении выхода также снижаются; прежде всего это относится к сопротивлению разрыву (рис. 3 и 4, кривые U_2) и продавливанию (рис. 4, кривая U_3).

Наибольший интерес представляет изучение влияния факторов варки на механические свойства целлюлоз, получаемых с одинаковым выходом, но в разных условиях. На рис. 5 показана зависимость механических свойств целлюлозы 50%-ного выхода от температуры варки при постоянной крепости варочного раствора $X_3 = 34$ г/л. Все кривые получены путем расчета с использованием математических моделей процесса. Кривая $U_1 = 50\%$ (рис. 5) — это линия постоянного выхода; она построена в координатах $X_1 - X_2$ и позволяет определить необходимую продолжительность варки в зависимости от температуры. Остальные кривые построены в координатах $X_1 - U_i$ ($i = 2, 3, 4$).

Из рисунка видно, что увеличение температуры варки вплоть до 172° при одновременном сокращении продолжительности процесса сопровождается некоторым ростом разрывной длины, а дальнейшее повышение температуры приводит к снижению этого показателя. Аналогично изменяется и сопротивление продавливанию, но максимальное значение его приходится на температуру 170°. Число двойных перегибов монотонно возрастает в исследованном интервале температур вплоть до $X_1 = 178^\circ$.

Влияние концентрации активной щелочи в варочном растворе на свойства целлюлозы 50%-ного выхода при неизменной температуре варки $X_1 = 170^\circ$ показано на рис. 6, на котором кривая $y_1 = 50$ построена в координатах $X_2 - X_3$ и является линией постоянного выхода. Увеличение концентрации белого щелока до 34 г/л сопровождается значительным ускорением варки и некоторым ростом числа двойных перегибов; сопротивление продавливанию при этом почти не меняется. Дальнейшее укрепление щелока вызывает уменьшение числа двойных перегибов и сопротивления продавливанию. На разрывную длину изменение крепости варочного раствора от 30 до 38 г/л практически не оказывает влияния.

Математическое моделирование процесса варки позволило решить ряд экстремальных задач. Прежде всего, нас интересовала возможность получения лиственничной целлюлозы с максимальной разрывной длиной, независимо от выхода целлюлозы. После дифференцирования в частных производных выражения $y_2 = f(x_1, x_2, x_3)$ и после решения полученной системы линейных уравнений

$$\frac{\partial y_1}{\partial x_1} = 0; \quad \frac{\partial y_2}{\partial x_2} = 0; \quad \frac{\partial y_3}{\partial x_3} = 0$$

найжены следующие координаты глобального экстремума y_2 : $X_1 = 177,5^\circ$, $X_2 = 58,8$ мин, $X_3 = 34,8$ г/л. «Экстремальная» точка оказалась внутри исследованной нами области; в данном случае глобальный экстремум оказался одновременно и локальным экстремумом. Выход целлюлозы в найденной точке 43%, разрывная длина 7664 м, остальные показатели приведены в табл. 3.

Таблица 3

Оптимальные условия и соответствующие им характеристики целлюлозы

№ п/п	X_1 , °C	X_2 , мин	X_3 , г/л	y_1 , %	y_2 , м	y_3 , кг/см ²	y_4	Ограничения выхода
1	177,5	58,8	34,8	43	7664	3,95	1082	Без ограничения
2	173,0	46,0	34,0	50	7442	3,70	947	$v_1 \geq 50\%$

Вторая задача сформулирована следующим образом: в пределах исследованного факторного пространства найти условия, обеспечивающие получение целлюлозы с максимальной разрывной длиной при выходе не менее 50%. Эта задача квадратичного программирования была решена с помощью ЭЦВМ. Решение ее приведено в табл. 3. Нетрудно видеть, что оптимальные условия ведения процесса обеспечивают достаточно высокий выход лиственничной целлюлозы без существенного снижения ее механических свойств. Все же эти свойства остаются более низкими, чем механические показатели сульфатных целлюлоз из других хвойных пород древесины.

УДК 634.0.813

О СВЯЗИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУКОКСА С ТЕМПЕРАТУРОЙ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ПИРОЛИЗА

Э. Д. ЛЕВИН, Э. В. МУЧКИНА, М. К. ШАЙХАТДИНОВА

(Сибирский технологический институт)

Новый метод выплавки металла из руд требует использования в качестве восстановителя дисперсного высокоуглеродистого материала, который имел бы невысокую зольность и не содержал серы и фосфора. Таким материалом оказывается дисперсный полукокс, который можно получить из коры хвойных пород при пиролизе как в слое, так и во взвешенном состоянии. Названный полукокс должен иметь определенные технологические и теплофизические свойства, последние определяются температурой и продолжительностью пиролиза. В реальном случае при гермической деструкции в слое одновременно меняются как температура, так и время протекания процесса. Поэтому для получения математической модели, пригодной для практического использования, необходимо установить зависимость теплофизических свойств полукокса от температуры и времени выжига.

Нами проведены эксперименты применительно к коре лиственницы сибирской. Теплофизические свойства (температуропроводность и теплопроводность) получаемого из нее полукокса были изучены ранее*. Величины этих показателей и соответствующие им температура и продолжительность пиролиза представлены в табл. 1.

Таблица 1

Продолжительность пиролиза, час	Температура выжига, °С	Коэффициент температуропроводности полукокса, $10^4 \text{ м}^2/\text{час}$	Коэффициент теплопроводности полукокса, $\text{ккал}/\text{м} \cdot \text{час} \cdot ^\circ\text{С}$
2,33	130	2,25	0,043
2,83	200	2,99	0,047
2,95	300	4,28	0,056
3,03	400	6,39	0,067
3,17	500	7,81	0,069
3,33	600	8,62	0,073

Из данных табл. 1 видно, что коэффициенты температуропроводности и теплопроводности — монотонно возрастающие функции от температуры и продолжительности пиролиза

$$a = f(t, \tau); \tag{1}$$

$$\lambda = f(t, \tau). \tag{2}$$

Значение коэффициента корреляции $r_{a\lambda} = 0,89$ свидетельствует о наличии линейной связи между указанными параметрами a и λ . Ввиду этого один из них, например λ , можно выразить через другой

* М. К. Шайхатдинова, Э. Д. Левин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1969, стр. 118—120.

$$\lambda = C_0 a + C_1, \tag{3}$$

где C_0 и C_1 — const.

Коэффициенты C_0 и C_1 можно определить с использованием метода Гаусса, составив и решив систему

$$\left. \begin{aligned} C_0 \sum_{i=1}^6 a_i^2 + C_1 \sum_{i=1}^6 a_i &= \sum_{i=1}^6 \lambda_i a_i \\ C_0 \sum_{i=1}^6 a_i + 6C_1 &= \sum_{i=1}^6 \lambda_i \end{aligned} \right\} \tag{4}$$

Из данных табл. 1 находим: $\sum_{i=1}^6 a_i^2 = 208,453 \cdot 10^{-8}$;

$$\sum_{i=1}^6 a_i = 32,34 \cdot 10^{-4}; \quad \sum_{i=1}^6 \lambda_i = 0,355; \quad \sum_{i=1}^6 a_i \lambda_i = 2,073 \cdot 10^{-4}.$$

Тогда решив систему (4), получим $C_0 = 48,31$; $C_1 = 0,033$.

Подставив найденные значения C_0 и C_1 в уравнение (3), окончательно установим зависимость между параметрами a и λ .

$$\lambda = 48,31a + 0,033. \tag{5}$$

Теперь для решения всей задачи необходимо отыскать зависимость (1) или (2).

Анализ результатов опытов (табл. 1) показывает, что зависимость каждого из параметров в отдельности от температуры и продолжительности пиролиза не может быть линейной. Для практического использования (и в ряде случаев для решения теоретических вопросов) зависимость величины коэффициента температуропроводности от указанных параметров можно выразить как

$$a = b_0 + b_1 t + b_2 \tau + b_3 t\tau. \tag{6}$$

Значения коэффициентов b_0, b_1, b_2, b_3 найдем из системы уравнений, составленной по методу Гаусса,

$$\left. \begin{aligned} 6b_0 + b_1 \sum_{i=1}^6 t_i + b_2 \sum_{i=1}^6 \tau_i + b_3 \sum_{i=1}^6 t_i \tau_i &= \sum_{i=1}^6 a_i \\ b_0 \sum_{i=1}^6 t_i + b_1 \sum_{i=1}^6 t_i^2 + b_2 \sum_{i=1}^6 t_i \tau_i + b_3 \sum_{i=1}^6 t_i^2 \tau_i &= \sum_{i=1}^6 a_i t_i \\ b_0 \sum_{i=1}^6 \tau_i + b_1 \sum_{i=1}^6 t_i \tau_i + b_2 \sum_{i=1}^6 \tau_i^2 + b_3 \sum_{i=1}^6 t_i \tau_i^2 &= \sum_{i=1}^6 a_i \tau_i \\ b_0 \sum_{i=1}^6 t_i \tau_i + b_1 \sum_{i=1}^6 t_i^2 \tau_i + b_2 \sum_{i=1}^6 t_i \tau_i^2 + b_3 \sum_{i=1}^6 t_i^2 \tau_i^2 &= \sum_{i=1}^6 a_i t_i \tau_i \end{aligned} \right\} \tag{7}$$

Значения коэффициентов при переменных в уравнении (6) вычислены на ЭЦВМ. Подставив их в уравнение (6), получим следующую зависимость величины коэффициента температуропроводности полукокса от продолжительности пиролиза:

$$a = 0,000125 + 0,0000044t - 0,000101t^2 - 0,0000008t^3. \quad (8)$$

В сочетании с уравнением (5) выражение (7) позволяет решать важные практические задачи — выбрать продолжительность пиролиза (при заданной конечной температуре выжига) для получения требуемых свойств полукокса или прогнозировать теплофизические свойства полукокса по заданному режиму пиролиза.

Расчетные и экспериментальные значения коэффициентов температуропроводности приведены в табл. 2.

Таблица 2

Температура выжига, °С	Коэффициент температуропроводности, определенный экспериментальным путем, $a \cdot 10^4$, м ² /час	Коэффициент температуропроводности, вычисленный по уравнению (8), $a \cdot 10^4$, м ² /час
130	2,25	2,29
200	2,99	2,81
300	4,28	4,61
400	6,39	6,38
500	7,81	7,72
600	8,62	8,73

Поступила 30 марта 1970 г.

УДК 542

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

И. В. ХАЗОВА, Б. Д. БОГОМОЛОВ

(Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института)

Органический растворитель диметилсульфоксид (ДМСО), широко применяемый в настоящее время, обладает слабоосновными свойствами, вследствие чего он может образовывать соли с различными кислотами [5]. Его можно подвергнуть количественному титрованию в уксусном ангидриде хлорной кислотой [1]. Несмотря на то, что титрование в неводных растворителях известно уже давно, в лабораторной практике его стали широко применять лишь в последнее десятилетие [2], [3].

Цель нашей работы заключалась в разработке методики количественного определения ДМСО в водных растворах, которые могут явиться отходом любого производства, где применяется ДМСО. Определение содержания ДМСО необходимо для выяснения целесообразности регенерации его из этих растворов, а также установления допустимости сброса отработанных растворов низкой концентрации.

При неводном титровании большое значение имеет выбор растворителя; так как неводные растворители оказывают существенное влияние на поведение электролитов. В качестве растворителя ДМСО мы применяли уксусный ангидрид, который был предложен Гремиллином [6]. Умером опубликована работа по титрованию сульфоксидов в среде уксусного ангидрида [7]. Нами использован уксусный ангидрид не только в качестве растворителя, но и для связывания воды, находящейся в навеске. В качестве стандартного раствора для титрования веществ основного характера обычно употребляют 0,1 н. или 0,05 н. раствор хлорной кислоты в безводной уксусной кислоте или диоксане.

Применение диоксана как растворителя для хлорной кислоты — важное условие увеличения резкости скачка потенциала.

Экспериментальная часть

Для анализа готовили водные растворы ДМСО следующих концентраций: 0,1; 0,34; 0,54; 1,0; 3,0 и 5,02 вес. %. Растворителем служил уксусный ангидрид.

Титрование проводили на потенциометре ЛП-58. Электродная ячейка состояла из стеклянного и насыщенного каломельного электродов. Раствор во время титрования перемешивали магнитной мешалкой. В качестве титранта использовали 0,05 н. раствор хлорной кислоты в диоксане. Кислоту готовили из 72%-ной хлорной кислоты растворением необходимой навески в 1 л диоксана. Титр кислоты устанавливали по бифталату калия методом отдельных навесок. Величину навески бифталата калия определяли по формуле

$$p = \frac{Э \cdot Nv}{1000}.$$

где p — навеска бифталата калия, г;
 $Э$ — g -экв бифталата калия;
 N — нормальность хлорной кислоты;
 v — количество хлорной кислоты, которое должно идти на титрование, мл.

Диоксан, применяемый для растворения хлорной кислоты, очищали от примесей [4]. В ячейку для титрования помещали навеску исследуемого вещества, растворенную в 25 мл уксусного ангидрида. Кислоту во время титрования приливали по 0,02—0,05 мл. Жидкость при титровании перемешивали с помощью магнитной мешалки. Точка эквивалентности устанавливалась по скачку потенциала по записи или по кривой титрования.

Содержание ДМСО рассчитывали по формуле

$$\% \text{ ДМСО} = \frac{78Nv}{p \cdot 1000} \cdot 100,$$

где 78 — молекулярный вес ДМСО;
 N — нормальность раствора хлорной кислоты;
 v — количество хлорной кислоты, пошедшее на титрование, мл;
 p — навеска исследуемого вещества, г.

Результаты определений представлены в табл. 1, а на рис. 1 приведены кривые потенциометрического титрования водных растворов ДМСО хлорной кислотой.

Таблица 1

Навеска исследуемого вещества, г	Содержание ДМСО, %		Ошибка опыта, %	
	заданное	определенное	абсолютная	относительная
2,20	0,10	0,09	—0,01	10,00
2,00	0,34	0,33	—0,01	2,97
0,90	0,54	0,50	—0,04	7,40
0,50	1,00	0,95	—0,05	5,00
0,30	3,00	3,00	0,00	0,00
0,25	5,02	5,04	+0,04	0,70

Из данных табл. 1 видно, что с увеличением содержания ДМСО в растворе точность определения повышается.

На кривых титрования (рис. 1) виден отчетливый скачок потенциала, что свидетельствует о пригодности метода потенциометрического титрования ДМСО.

Таким образом, показана возможность определения содержания ДМСО в водных растворах потенциометрическим титрованием хлорной кислотой в диоксане. При содержании ДМСО выше 1% точность метода повышается.

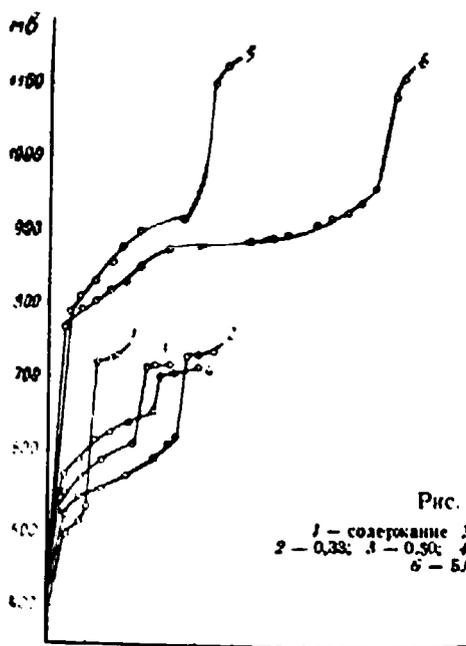


Рис. 1.

1 - содержание ДМСО 0,09%;
2 - 0,33; 3 - 0,50; 4 - 0,95; 5 - 3,0;
6 - 5,04.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. Н. Безингер, Г. Д. Гальперин, М. А. Абдурахманов. ЖАХ, т. XVI, вып. 1, 1961, стр. 91. [2]. А. П. Крешков, Л. Н. Быкова, Н. А. Казарян. Кислотно-основное титрование в неводных растворах. Изд. «Химия», М., 1967. [3]. Шанти Р. Палит, Мехр Натх Дас, Г. Р. Сомаяджулу. Неводное титрование (перевод с англ. под ред. А. П. Крешкова). Госхимиздат, М., 1958. [4]. Ю. К. Юрьев. Практические работы по органической химии Изд. Московского университета, 1961, стр. 64. [5]. D. W. Goheen. *Tappi*, 67, 6, 18A, 1964. [6]. A. F. Gremillion. *Anal. Chem.* 25, 133, 1955. [7]. D. S. Wiemer. *Anal. Chem.* 30, 2060, 1958.

Поступила 6 апреля 1970 г.

УДК 634.0.813

О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ УСЛОВИЙ ВЫЖИГА И ПРОКАЛИВАНИЯ УГЛЯ НА ЕГО СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И РЕАКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

О. В. БРОНЗОВ, Н. Н. СКОРНЯКОВ, О. В. МОРОЗОВА, С. И. ВАСИЛЕВСКАЯ

(Уральский лесотехнический институт)

Для выполнения данной работы были приготовлены образцы углей из березовой древесины при температурах 500–900°C методом так называемого термического удара (ТУ) или ускоренного пиролиза путем внесения древесных чурок (размером 4×4×8 см с влажностью 4–5%) в заранее нагретую до нужной температуры печь, что исключало стадию сушки и медленного нагревания древесины. При этом по мере повышения температуры значительно сокращалась продолжительность пиролиза и снижался выход нелетучего углерода, что свидетельствовало о происходящих изменениях в механизме разложения древесины и образования твердого остатка (табл. 1).

Таблица 1

Температура, °С	Продолжительность пиролиза, мин	Выход, вес. к абс. сухой древесине	
		угля	нелетучего углерода
500	30	24,0	20,0
600	20	20,5	19,0
700	15	17,9	17,4
800	13	17,7	17,2
900	12	17,5	17,1

Другую группу образцов получали путем прокаливания ряда товарных углей при 500—900°C без доступа воздуха в течение 10 мин (один образец — березовый амзинский уголь прокаливали 18 час при 900°C).

Полученные угли подвергали рентгеноструктурному анализу, исследовали на реакционную способность и механическую прочность, определяли истинный удельный вес их и измеряли суммарный объем микро- и переходных пор. Рентгеносъемку образцов проводили на установке УРС-70 в лучах K_{α} кобальта, с железным фильтром, в камере РКД в течение 7 час при силе тока 10 ма и напряжении 15 кв. Уголь в виде порошка с размером частиц менее 0,06 мм помещали в целлулоидный мешочек диаметром 1,2 мм. Рентгенограммы проявлялись в стандартном проявителе при 20°C в продолжение 5 мин. Микрофотометрирование рентгенограмм выполнено на микрофотометре МФ-2.

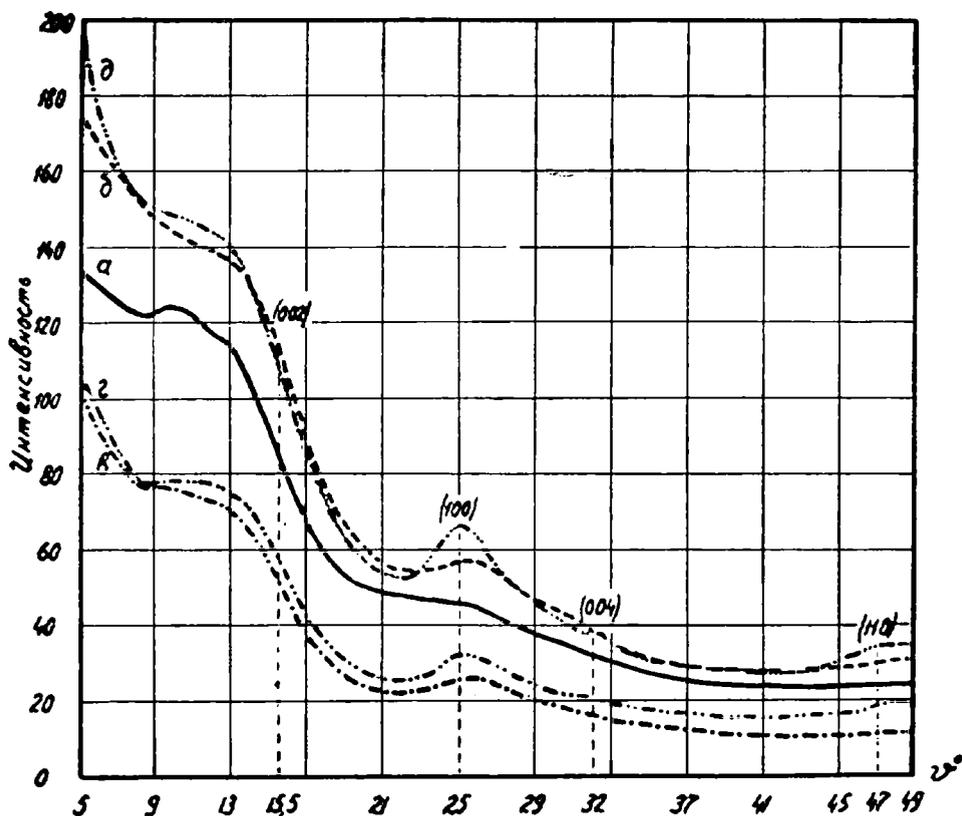


Рис. 1. Микрофотограммы рентгенограмм, снятых с углей, а — сырец; б — при 600°C; в — при 700°C; г — при 800°C; д — при 900°C (в течение 10 мин).

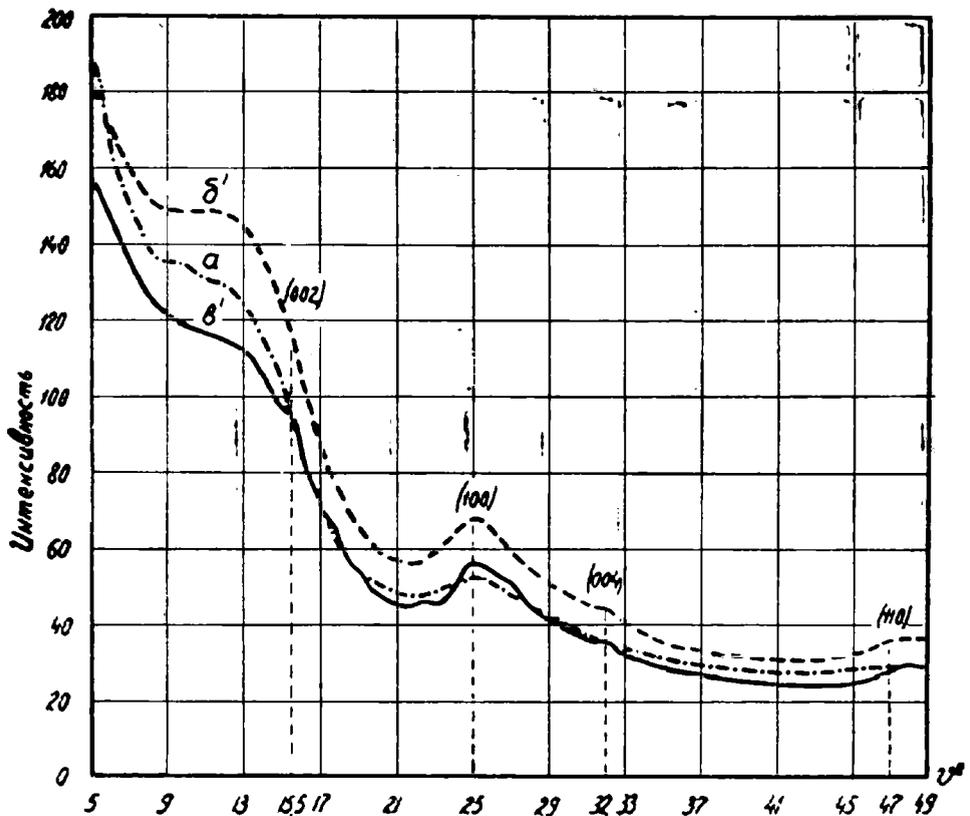


Рис. 2. Микрофотограммы рентгенограмм, снятых с углей.

a — сырая; *b'* — прокаленного при 900°C в течение 10 мин; *b''* — прокаленного при 900°C в течение 10 час.

Исследование реакционных свойств углей осуществлено по ГОСТу 10089—62. Механическую прочность углей измеряли по ГОСТу 9521—60/65 с внесением в методику изменений, учитывающих особенности свойств древесного угля. Истинную плотность угля определяли пикнометрически, объем микропор — по сорбции йода из раствора колориметрическим методом, объем всех сорбирующих пор — по предельной сорбции паров бензола при 20°C.

Тип печи	Древесная порода	Истинный удельный вес угля, г/см ³ ,				
		сырца	прокаленного при температуре, °С			
			610	700	800	900
Горизонтальная реторта	Граб	1,370	1,456	1,496	1,714	1,786
	Бук	1,415	1,461	1,464	1,70	1,771
Вертикальная реторта	Береза	1,459	1,530	1,547	1,661	1,737
Печь системы В. Н. Козлова	Осина	1,418	1,445	1,498	1,651	1,725
	Осина	1,382	1,426	1,471	1,637	1,716
Метод термического удара ТУ	Береза	—	1,462	1,540	1,639	1,659

Микрофотограммы рентгенограмм, снятых с березового угля различной температуры прокаливания, представлены на рис. 1, из которого видно, что на рентгенограммах первых трех образцов (а, б, в) угля имеется одна слабая интерференционная линия (100) графита, для угля г имеются уже две линии (100) и (110), а для угля д появляется еще третья (004). С ростом температуры прокаливания интенсивность интерференционного максимума (100) увеличивается, что наряду с появлением максимума (004) указывает на возрастание в древесном угле числа графитовых сеток, а интенсивность диффузионного максимума снижается, по-видимому, за счет уменьшения количества цепочечных структур. Влияние продолжительности прокаливания угля показано на рис. 2, из которого видно, что на рентгенограмме, снятой с угля в, кроме линий графита (100), (004) и (110), выявился интерференционный максимум (002), соответствующий расстоянию между сетками графита. Это указывает на начало образования пакетов графитовых сеток. На этой же рентгенограмме (для угля в) заметно появление четырех слабых максимумов, которым соответствуют углы ν , равные 26,2; 22; 19 и 17°, и межплоскостные расстояния 2,03; 2,39; 2,75 и 3,28 Å. Появление первого максимума свидетельствует о начале трехмерной упорядоченности, а появление остальных трех, возможно, связано с перегруппировками в цепочечных структурах углерода.

Рентгенограммы, снятые с углей ускоренного пиролиза, соответствуют снятым с обычных углей, прокаленных при соответствующих температурах (рис. 1). По-видимому, для процесса возникновения и развития элементов графитовой структуры в древесном угле большее значение имеет конечная температура пиролиза древесины и прокаливания угля, а не скорость нагревания древесины при пиролизе.

Данные об изменении истинной плотности, пористости и механической прочности угля под влиянием различных температур ускоренного пиролиза древесины и прокаливания угля представлены в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что наибольшее увеличение плотности угля происходит между 700 и 800°C, то есть непосредственно перед появлением элементов упорядоченной структуры углерода, а возрастание объема сорбирующих пор прекращается при достижении этой температуры. Механическая прочность угля имеет иную зависимость и возрастает во всем исследованном интервале температур. Из показателей табл. 2 также следует, что уголь, полученный при ускоренном пиролизе древесины, отличается от обычных углей при соответствующих температурах прокаливания, главным образом, пониженной механической прочностью. Уголь, прокаленный при 900°C в течение 18 час, имеет объем сорбирующих пор 0,207 см³/г (в том числе объем микропор 0,118 см³/г), истинную плотность 1,767 г/см³ и прочность 78,8%.

Таблица 2

Суммарный объем сорбирующих пор, см ³ /г. для угля					Механическая прочность, %, для угля				
сырца	прокалено о при температуре, °C				сырца	прокаленного при температуре, °C			
	600	700	800	900		600	700	800	900
0,053	0,145	0,145	0,137	0,127	81,1	80,7	85,0	87,0	87,2
0,051	0,123	0,130	0,109	0,094	77,1	77,3	84,6	85,6	85,4
0,034	0,094	0,119	0,124	0,113	76,3	73,9	76,1	80,1	82,2
0,09	0,124	0,135	0,135	0,128	76,8	78,7	79,4	82,9	84,4
0,018	0,120	0,125	0,120	0,105	28,6	39,1	54,3	63,4	67,5
	0,134	0,133	0,133	0,130	75,5	50,7	53,7	56,5	59,6

Таблица 3

Порода древесины	Тип печи	Кажущиеся константы скорости реакции при температуре, °С	
		800	900
Граб	Горизонтальная реторта	1,2385	2,9572
Бук	" "	3,6195	4,3310
Береза	Вертикальная реторта	2,3117	4,1692
"	Печь системы В. Н. Козлова	2,0147	4,3310
Осина	" "	5,4246	7,5066
Береза	ТУ прокаливания при 600°С	3,7973	7,1933
"	700°С	2,8877	5,4901
"	800°С	2,3491	5,3014
"	900°С	2,6502	4,5391
"	900°С	"	"
	(продолжительность 18 час)	2,4699	4,2351

Реакционные свойства исследованных углей, выраженные кажущимися константами скорости реакции восстановления CO_2 при температурах 800 и 900°С, показаны в табл. 3. Из данных этой таблицы видно, что реакционные свойства березового угля, полученного при температуре ускоренного пиролиза 600°С, приближаются к свойствам осинового угля, полученного в печах В. Н. Козлова. Если древесину обугливали при 900°С, то полученный уголь по своей реакционной способности мало отличался от угля промышленного выжига.

Поступила 6 апреля 1970 г.

УДК 547.992.3

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ РАСТВОРОВ ЛИГНИНА В ДИОКСАНЕ

В. В. НЕКРАСОВ, Ю. В. ЛОГИНОВ, И. М. БОХОВКИН

(Архангельский лесотехнический институт)

В одной из работ [3] исследовано тепловое расширение растворов сульфатного щелочного лигнина и его некоторых фракций и дан анализ динамики изменения потенциальной ямы молекул в указанных растворах. Представляет интерес изучение диэлектрической проницаемости ϵ растворов лигнина в диоксане*. Величина ϵ связана с поляризуемостью молекул. Например, для неполярного диэлектрика эта связь выражается уравнением Клаузиуса — Моссотти [6]

$$\frac{\epsilon - 1}{4\pi} = \frac{1}{3} N \alpha, \quad (1)$$

где N — число молекул в единице объема;
 α — поляризуемость молекулы.

Для диэлектриков, состоящих из нескольких сортов молекул, соотношение (1) принимает вид

* Авторы выражают признательность Н. И. Вакориной за приготовление растворов.

$$\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} = \frac{4\pi}{3} \sum N_i \alpha_i, \quad (2)$$

где N_i и α_i относятся к i -тому компоненту.

Последнее соотношение можно использовать для нахождения поляризуемости молекул, входящих в раствор.

Как известно [2], диоксан-растворитель имеет $\epsilon = 2,209$ и относится к неполярным жидкостям с электронной поляризацией. В растворах лигнина в диоксане могут быть как полярные, так и неполярные молекулы. Для полярных диэлектрическая проницаемость связана с дипольным моментом молекулы уравнением Ланжевена — Дебая

$$\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \cdot \frac{M}{\rho} = \frac{4\pi}{3} N_A \left(\alpha_0 + \frac{\mu^2}{3kT} \right), \quad (3)$$

здесь M — молекулярный вес;

ρ — плотность;

α_0 — поляризуемость упругого смещения;

μ — дипольный момент молекулы;

N_A — число Авогадро.

Уравнение (3) для растворов можно записать так:

$$\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{4\pi}{3} N_A \sum \frac{w_i}{M_i} W_i, \quad (4)$$

где W_i — весовая доля i -того компонента;

α_i — суммарная поляризуемость i -той молекулы;

$$\alpha_i = \alpha_{0i} + \frac{\mu_i^2}{3kT}.$$

Если исходить из предположения, что для каждого компонента $\alpha_i = \text{const}$, то для двойной системы диоксан — лигнин выражение $\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \cdot \frac{1}{\rho}$ — линейная функция весовой доли одного из компонентов. Однако как лигнин, так и диоксан обладают гигроскопичностью, поэтому в эксперименте практически исследуются тройные системы: диоксан — лигнин — вода, для которых, очевидно, справедливо соотношение (4).

Величину ϵ исследовали в ячейке, изготовленной из листов нержавеющей стали, с объемом жидкости до 100 мл. Ячейку помещали в металлический экран и с помощью экранированного провода соединяли с измерительным мостом Е 12-1. Частота измерительного тока лежала в интервале 300—700 кГц. Все измерения были проведены при 20°C. Установка гарантировала измерение величины ϵ с точностью до 2%.

Результаты представлены на рис. 1, из которого видно, что для системы лигнин — диоксан ϵ растет линейно с увеличением концентрации лигнина в растворе.

Вторая серия растворов была приготовлена так, что содержание диоксана в растворах W_1 было постоянным и равнялось 0,91, а сумма весовых долей воды W_2 и лигнина W_3 составляла 0,09.

Для такой системы уравнение (4) принимает вид

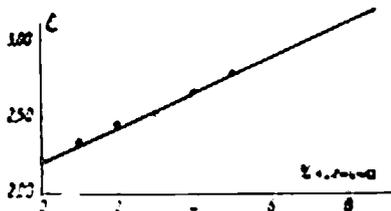


Рис. 1. Зависимость ϵ от концентрации лигнина в растворе.

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{4\pi}{3} N_A \left[\frac{v_1}{M_1} 0,91 + \frac{v_2}{M_2} 0,09 + \left(\frac{v_2}{M_2} - \frac{v_3}{M_3} \right) W_2 \right]. \quad (5)$$

Из соотношения (5) видно, что величина $\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{1}{\rho}$ — линейная функция концентрации воды в тройной системе.

Тройные системы приготовляли из трех различных лигнинов (марок ПП 63, ПП 66, ПП 67), которые были предварительно освобождены от водорастворимых и смолистых веществ по одной из методик [1]. На рис. 2 представлена зависимость величины $\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{1}{\rho}$ от концентрации воды в тройной системе, где прямая соответствует уравнению (5), а точки — экспериментальным данным. Совпадение расчетной прямой и опыта удовлетворительное.

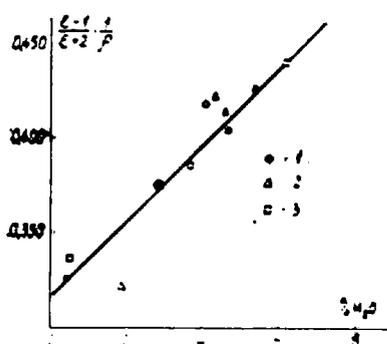
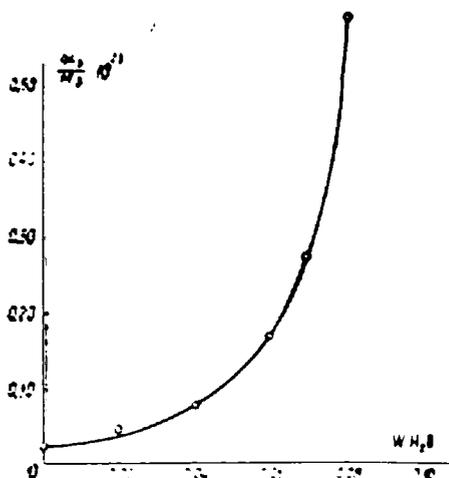


Рис. 2.

1 — ПП 67; 2 — ПП 66; 3 — ПП 63.

Рис. 3. Зависимость параметра $\frac{v_1}{M_3}$ от концентрации воды в тройной системе

Из уравнения (5) можно определить значения $\frac{v_1}{M_1}$ для лигнина в растворе при разной концентрации воды в тройной системе. Если за основу взять прямую, соответствующую уравнению (5), то можно найти значения $\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{1}{\rho}$ для данных W_2 и W_3 и подсчитать величины $\frac{v_3}{M_3}$.

Результаты представлены на рис. 3, где по оси ординат отложены значения $\frac{v_1}{M_3}$, а по оси абсцисс — весовые доли воды в растворе.

Из рис. 3 видно, что величина $\frac{v_1}{M_3}$ резко растет с уменьшением концентрации лигнина W_3 и с увеличением концентрации воды W_2 . Это можно объяснить следующим образом. Во-первых, с увеличением концентрации лигнина в растворе происходит процесс переплетения цепей макромолекул лигнина [5], [7], что повышает молекулярный вес образовавшегося комплекса. Отсюда, величина $\frac{v_3}{M_3}$ должна уменьшаться

при постоянном значении α_3 . Во-вторых, с увеличением концентрации воды (и с уменьшением концентрации лигнина) макромолекулы присоединяют полярные молекулы воды, что приводит к повышению поляризуемости молекул лигнина. Очевидно, не исключается третий случай, когда на величину $\frac{\alpha_3}{M_3}$ влияют оба указанных фактора. Если исходить из того [5], [7], что переплетение цепей полимеров наблюдается для незначительных концентраций, то последнее предположение не лишено основания.

По экспериментальным данным можно оценить коэффициент поляризуемости молекул лигнина, например для случая, когда $W_2 = W_3 = 0,045$. Согласно измерениям, средний молекулярный вес сульфатного щелочного лигнина $M_3 \approx 10^4$ [1], [4]. Отсюда $\alpha_3 \approx 10^{-1} \cdot 10^{-20} \cdot 10^4 = 10^{-20} \text{ см}^3$. Полученный результат сравним с поляризуемостью молекул воды, для которой $\alpha_2 = 0,69 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3$. Значит, поляризуемость макромолекул лигнина в присутствии воды на три порядка выше поляризуемости молекул воды. Величина α_3 в двойной системе лигнин—диоксан несколько ниже приведенного значения, но имеет тот же порядок, то есть 10^{-20} см^3 .

Кривая рис. 3 напоминает экспоненциальную кривую, что позволяет зависимость $\frac{\alpha_3}{M_3} = f(W_2)$ аппроксимировать уравнением вида

$$\frac{\alpha_3}{M_3} = A \exp(b W_2), \tag{6}$$

где b — постоянная ($b = 25,6$);

$A = \left(\frac{\alpha_3}{M_3}\right)_0$, то есть представляет собой величину $\frac{\alpha_3}{M_3}$ при отсутствии воды в растворе (по нашим данным $\frac{\alpha_3}{M_3} = 2,88 \cdot 10^{-26}$)

С учетом коэффициентов уравнение (6) можно записать в виде

$$\frac{\alpha_3}{M_3} = \left(\frac{\alpha_3}{M_3}\right)_0 \exp(25,6 W_2). \tag{6'}$$

При логарифмировании уравнения (6') получим

$$\ln \left(\frac{\alpha_3}{M_3}\right) = \ln \left(\frac{\alpha_3}{M_3}\right)_0 + 25,6 W_2. \tag{7}$$

На рис. 4 изображена зависимость $\ln \left(\frac{\alpha_3}{M_3}\right)$ от концентрации воды в тройной системе, где прямая соответствует уравнению (7), а точки экспериментальные. Из этого рисунка видно, что уравнению (7) удовлетворяют растворы с содержанием воды $W_2 \leq 0,05$. Очевидно, при концентрациях воды выше, чем концентрация лигнина, характер взаимодействия молекул воды с молекулами лигнина изменяется. Можно предположить, что лигнин насыщается водой в растворе диоксана до соотношения 1:1.

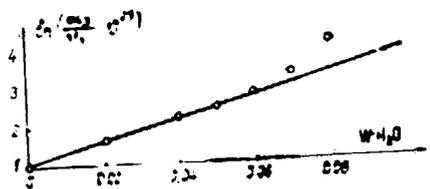


Рис. 4.

Выводы

1. Диэлектрическая проницаемость растворов лигнина растет с повышением концентрации воды и с уменьшением концентрации лигнина в системе диоксан — лигнин — вода.

2. Используя линейную зависимость $\left(\frac{1}{\epsilon} - \frac{1}{\epsilon_0}\right) \frac{1}{c}$ от концентрации воды, можно определить влажность лигнина, растворенного в диоксане.

3. Параметр $\frac{\sigma}{\epsilon}$ в тройной системе имеет экспоненциальную зависимость от концентрации воды в растворе (до $W_2 = 0,05$).

4. По величине ϵ раствора можно оценить среднюю поляризуемость молекул лигнина, отнесенную к молекулярному весу.

5. Присоединение молекул воды к макромолекулам лигнина происходит до тех пор, пока концентрация воды в растворе не превысит концентрацию лигнина в нем.

6. Поляризуемость макромолекул лигнина в диоксане с водой на три порядка выше поляризуемости молекул воды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, М., 1962. [2]. А. Вайсбергер, Э. Проскауэр, Дис. Риддик, Э. Тупс. Органические растворители, ИЛ, М., 1958. [3]. В. В. Некрасов, Э. Г. Иващенко, Н. А. Дутышева, И. М. Боховкин. Тепловое расширение растворов лигнина. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1970. [4]. В. М. Никитин. Лигнин. Гослесбумиздат, М.—Л., 1961. [5]. А. А. Тагер. Физико-химия полимеров. «Химия», М., 1968. [6]. Физический энциклопедический словарь, Т. II, СЭ, М., 1962, стр. 388. [7]. S. Fakirov, V. A. Kargin, N. F. Bakeev. Paperto Intern. Symp. on Macromol. Chem., Prague, 1965, p. 119.

Поступила 30 декабря 1969 г.

УДК 634.0.813

БУМАЖНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ОКСИКИСЛОТ РАСТВОРИМЫХ СМОЛ

Н. А. ИВАНОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

По предварительным данным водорастворимая часть растворимых смол (РС) термоллиза древесины содержит 45—55% нейтральных веществ — левоглюкозана, этиленгликоля и его сложных эфиров, редуцирующих веществ, редуктонов и 45—55% оксикислот и оксилактонов [1], [2], [4], [10]. Состав оксикислотной части практически неизвестен. Между тем, без достаточных сведений о составе кислой части РС невозможен сознательный поиск технологических схем переработки растворимых смол на товарные продукты. В настоящее время водорастворимую часть РС перерабатывают на литейный крепитель КВС, имеющий ограниченный сбыт.

Экспериментальная часть

В данной работе исследовался состав кислотно-лактонной части газогенераторной кислой воды (КВ), полученной при переработке осиновой древесины в газогенераторной установке ЛТА [1]. В исходной КВ содержалось 25,5% РС и 12% летучих кислот в пересчете на уксусную (6,28% кислот от абс. сухой древесины).

После 4-кратной экстракции серным эфиром исходная КВ была разделена на две части — эфирный экстракт и эфироводу (водорастворимую часть). От эфироводы отогнан эфир и остаток упарен в вакууме (остаточное давление 20 мм рт. ст., температура бани 45°C) для удаления основной части летучих соединений. Характеристика упаренной КВ: удельный вес 1,339 г/см³; содержание растворимой смолы 75,23%; содержание летучих кислот в пересчете на уксусную 2,7%; число нейтрализации 450 мг Ва(ОН)₂/г вещества; число омыления («лактонное число») 120 мг Ва(ОН)₂/г вещества.

Для выделения кислотно-лактонной части РС применяли ранее разработанный метод [2], основанный на нейтрализации кислых (кислоты, оксикислоты) и скрытокислых компонентов РС (лактоны оксикислот, сложные эфиры) водным раствором гидрата окиси бария с последующим осаждением Ва-солей кислот и оксикислот ацетоном. Нейтрализацию кислых и скрытокислых компонентов РС проводили при комнатной температуре (~20°C) в течение 24 час. По окончании нейтрализации к водному раствору Ва-солей добавлено 5-кратное количество ацетона. Выпавший осадок бариевых солей кислот отделен, растворен в воде, нерастворившаяся часть отфильтрована. Ацетоноводный раствор нейтральных веществ насыщен углекислым газом, выпавший осадок ВаСО₃ отфильтрован, фильтрат упарен в вакууме досуха. Результаты разделения водорастворимой части РС по «бариевому» способу приведены в табл. 1.

Таблица 1

Навеска РС (сухое вещество)		Кислая часть РС, образующая Ва-соли, растворимые в воде		Кислая часть РС, образующая Ва-соли, не растворимые в воде		Нейтральные вещества, концентрация левоглюкозана		Нейтральные вещества, увлеченные с осадком Ва-солей кислот	
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
235	100,0	100,19	42,63	8,0	3,66	76,0	31,92	11,18	5,08

Для получения кислот и оксикислот в свободном виде водный раствор их бариевых солей был пропущен через две колонки, содержащие ~800 мл катионита КУ-1 в Н⁺форме. Затем колонки промыты дистиллированной водой до нейтральности элюатов. Все водные элюаты объединены и упарены в вакууме. После промывки катионита водой для извлечения возможных высокомолекулярных соединений произведена исчерпывающая промывка его 10%-ным раствором (NH₄)₂СО₃, 9%-ным раствором HCl и 95%-ным этиловым спиртом. Соответствующие элюаты объединены и из них извлечены кислоты.

Результаты разделения водорастворимой части бариевых солей кислот приведены в табл. 2, данные которой показывают, что ~97% кислот водорастворимой части РС представляют собой низкомолекулярные водорастворимые соединения.

Таблица 2

Кислая часть РС, образующая водорастворимые бариевые соли (сухое вещество), г	Кислоты, вымываемые из катионита КУ-1 водой,		Кислоты, вымываемые из катионита КУ-1 10%-ным (NH ₄) ₂ СО ₃ ,		Кислоты, вымываемые из катионита КУ-1 95%-ным в таполом, г	Кислоты, вымываемые из катионита КУ-1 9%-ным раствором, г
	нелетучая* часть, г	летучая часть, г	водорастворимая часть, г	водонерастворимая часть, г		
100,0	80,57	16,33	1,38	1,15	0,45	0,12

Примечание. Звездочкой обозначены летучие кислоты, полученные при упаривании воднокислых элюатов в вакууме (остаточное давление 15 мм рт. ст., температура бани 50—55°C).

В табл. 3 и 4 приведены характеристики нелетучей части кислот, выделенных из водорастворимых бариевых солей, и концентрата нейтральных веществ, полученного по бариевому способу.

Таблица 3

Элементарный состав*, %			Содержание* ОН-груп- по Верлею [5], %	Содержание* ОСН ₂ -груп- по Фибеку [7], %	Содержание левоглюко- зана** (поляри- метрически метод [3]), %	Число** ней- трализаций, мг KOH/г веще- ства
С	Н	О				
48,95	5,90	45,25	9,1	0,86	12,1	347,0

* Перед анализом кислоты были высушены до постоянного веса в вакууме (остаточное давление 10 мм рт. ст., температура 52°C). ** Число нейтрализации и содержание левоглюкозана определено в сконцентрированном водном элюате.

Из данных табл. 3 видно, что нелетучие кислоты содержат 12% левоглюкозана, то есть примерно 25% левоглюкозана от общего количества его, содержащегося в РС, увлекается с осадком бариевых солей. Для сравнения укажем, что при разделении РС по «кальциевому» способу [9] с осадком кальциевых солей увлекается приблизительно 35% левоглюкозана.

Таблица 4

Золь- ность, %	Элементарный состав*, %			Содер- жание ОН- груп- по Вер- лею [5]*, %	Содер- жание ОСН ₂ - груп- по Фи- беку* [7], %	РВ до гидро- лиза с 5% ной H ₂ SO ₄ , %	РВ по- сле гидро- лиза с 5% ной H ₂ SO ₄ , %	Содержание левоглюкозана, %		Молеку- лярный вес* в уксусной кислоте (креско- пический метод [6]), %
	С	Н	О					по раз- нице РВ	по дан- ным по- ляри- метри- ческого анализа [3]	
7,0	50,21	6,09	43,7	20,43	2,52	16,99	60,86	39,48	39,37	182,0

Примечание. Звездочкой обозначены данные анализов в пересчете на беззольную абс. сухую навеску.

Для идентификации кислот («нелетучая» часть) применяли современные методы хроматографического анализа — хроматографию на бумаге и газо-жидкостную. В данном сообщении описан метод бумажной хроматографии, которую осуществляли на бумаге марок М и Б Ленинградской бумажной фабрики № 2. В соответствии с литературными данными [8], [11], [12], [13] были подобраны и экспериментально испытаны следующие смеси растворителей: I — бензиловый спирт, бутанол, вода (5:5:1) + 1% 90%-ной муравьиной кислоты [13]; II — бутанол, вода, муравьиная кислота (18:9:2) [11]; III — этанол, 15N водный раствор NH₃, вода (90:5:5) [12]; IV — бутанол, 1,5N водный раствор NH₃ (1:3) [8]. В качестве проявителей употребляли 0,04%-ные спиртовые растворы бромфенола синего и хлорфенола красного.

Для идентификации кетокислот применяли насыщенный раствор 2,4-динитрофенилгидразина в 2N соляной кислоте и 0,04%-ный спиртовый раствор бромфенола синего, подкисленный лимонной кислотой. В случае использования «кислых» систем растворителей (I, II) применяли восходящий метод хроматографии, а для «щелочных» систем (III, IV) — нисходящий метод. В качестве свидетелей («метчиков») применяли 0,2M водные растворы индивидуальных окси- и кетокислот. Для хроматографического анализа кислот РС обычно употребляли 8%-ный водный раствор кислот.

Данные по бумажной хроматографии для индивидуальных окси- и кетокислот приведены в табл. 5, а для кислот водорастворимой части РС — в табл. 6.

Таким образом, с помощью бумажной хроматографии произведена качественная идентификация оксикислотной части осинового газогенераторной РС.

Установлено, что в состав кислот РС входят гликолевая, молочная, α-оксимасляная, α-оксиизомасляная и левулиновая кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. А. Иванов, Д. В. Тищенко. Труды ЛТА. Материалы научно-технической конференции. Вып. IV, 1966, 133—144. [2]. Н. А. Иванов, В. А. Лямин. Труды ЛТА. Материалы научно-технической конференции, ч. II, 1967, 131—137. [3]. Н. А. Иванов, В. А. Лямин. Труды ЛТА. Материалы научно-технической конференции, ч. II, 1968 г., 154—155. [4]. Л. В. Кромина, Д. В. Тищенко. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 1965, 9—12. [5]. И. П. Лосев, О. Я. Федотова. Практикум по химии высокомолекулярных соединений. Государственное научно-техническое издательство химической литературы, М., 1962, стр. 93. [6]. И. П. Лосев, О. Я. Федотова. Практикум по химии высокомолекулярных соединений. Государственное научно-техническое издательство химической литературы. М., 1962, 32—36. [7]. А. В. Оболенская и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965, 161—163. [8]. В. М. Резников, Г. С. Василевская и др. Журн. «Гидролизная промышленность» № 5, 1966, 20—21. [9]. И. С. Сорокин. Разделение растворимой смолы пиролиза древесины на основные составные части. Диссертация, Л., 1964. [10]. Д. В. Тищенко, К. В. Бардышева, Н. И. Носова. ЖПХ, XXI, № 9, 1948, 976—984. [11]. Р. Я. Школьник. ДАН СССР, т. 90, № 5, 1953, 847. [12]. F. Brown. Nature 167, 1951, 441. [13]. J. B. Stark, A. E. Goodvan, H. S. Wens. Anal. Chem. 23, № 4, 1951, 413.

Поступила 1 июня 1970 г.

УДК 634.0.813

ХАРАКТЕР КРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ $P_r' = f(Eu_n')$ ДЛЯ БАТАРЕЙНО-ПРОТИВОТОЧНОГО СПОСОБА ЭКСТРАКЦИИ

И. П. СИДОРОВСКАЯ, Л. В. МЕНЬШИКОВА, З. С. КАЛУГИНА

(Архангельский институт леса и лесохимии)

С. Я. КОРОТОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Работами, проведенными по экстракции смолистых веществ из древесины в потоке растворителя (бензин — БР-2), было установлено, что определяющая стадия процесса — диффузия в капиллярах, которую можно описать уравнением Фика и критериальной зависимостью $P_r' = f(Eu_n)$. Графически эта зависимость при экстракции в потоке для отдельно взятого экстрактора представляет собой прямую линию [2].

Физическая обстановка и характер процесса извлечения смолистых из древесины при батарейно-противоточном способе экстракции, который осуществляется в батарее последовательно соединенных экстракторов, не должны значительно отличаться от вышеуказанных закономерностей, так как в этом случае извлечение также происходит непрерывно в потоке растворителя. Процесс экстрагирования в батарейно-противоточном способе можно рассматривать как последовательную подачу с постоянной скоростью ряда растворов различной концентрации (от более высокой до чистого растворителя) на определенную загрузку смолистой щепы.

Настоящая работа была проведена с целью проверки возможности использования зависимости $P_r' = f(Eu_n)$ для описания процесса экстрагирования в батарее экстракторов и установления основной стадии, определяющей общую длительность процесса. Опыты проводили при температурах 50 и 70°C с образцами щепы Б-IV (сосняк-брусничник) трех различных размеров по длине волокна: 5, 10 и 15 мм. Характеристика щепы дана в табл. 1.

Таблица 1

Образец щепы	Влажность, %	Содержание канифоли,		Содержание летучих, %	Плотность летучих, г/см ³
		% на абс. сухую щепу	% на абс. сухую обесмленную щепу		
Б-IV-5	5,40	17,86	21,74	2,07	0,9243
Б-IV-10	5,40	17,45	21,14	3,28	0,9243
Б-IV-15	6,56	14,35	16,75	1,32	0,9243

Методика исследования

Батарейно-противоточный способ экстракции изучали по схеме, включающей семь ступеней экстрагирования. Для упрощения опыты выполняли на одном аппарате, который ранее был использован при исследовании процесса экстракции в потоке. Чтобы получить в этих условиях схему экстрагирования, аналогичную работе батареи экстракторов, в аппарат с постоянной скоростью последовательно наливали бензиновые растворы канифоли определенных концентраций. На свежую щепу подавали наиболее концентрированный раствор (1-я ступень экстрагирования), а на последнюю экстракцию (7-я ступень экстрагирования) — чистый бензин. Концентрации подаваемых растворов примерно соответствовали концентрациям, фактически получаемым после каждой ступени экстракции в батарее экстракторов, проводимой в аналогичных условиях (температура, скорость растворителя, размеры щепы). Следует отметить, что, благодаря тщательной корректировке концентрации исходных растворов, расхождение их с фактически полученными незначительно. В табл. 2 в качестве примера приведены концентрации приготовленных растворов и фактически полученных в опытах со щепой Б-10.

Таблица 2

Номера ступеней экстракции	Фактическая концентрация полученных растворов мисцеллы при 50°C, г/л, в опытах					Концентрация подаваемых растворов мисцеллы при 50°C, г/л	Фактическая концентрация полученных растворов мисцеллы при 70°C, г/л, в опытах		Концентрация подаваемых растворов мисцеллы при 70°C, г/л
	14	15	16	17	18		19	20	
1						16,1			16,1
2	16,7	15,8	15,9	16,3	16,6	11,1	18,4	16,5	11,2
3	11,7	11,0	10,0	10,9	11,6	8,2	11,8	10,6	9,0
4	8,5	8,3	7,4	7,6	8,0	6,3	8,7	7,9	6,1
5	6,1	6,3	5,2	5,4	5,4	4,2	6,2	5,5	4,2
6	3,7	4,5	3,3	3,5	3,5	2,0	3,8	3,5	2,4
7	1,8	2,7	1,7	1,7	1,8	Бензин	2,1	1,9	Бензин

Примечание. В подавляющем числе определений расчетные и фактически полученные концентрации мисцеллы находятся в доверительном интервале 95%-ной вероятности [1].

Опыты были поставлены по следующей методике. Навеску щепы (60 г) засыпали на ложное дно экстрактора, помещенного в термостат. В течение 30 мин щепу выдерживали при температуре, соответствующей температуре опыта. Растворы канифоли перед подачей в экстрактор также нагревали до требуемой температуры. За начало экстракции считали момент соприкосновения раствора с экстрагируемой щепой (практически момент подхода к ложному дну экстрактора). На заполнение экстрактора первым раствором при скорости подачи его 260 мл/час требовалось 25 мин; общая продолжительность каждой ступени экстракции 1 час. За первым раствором последовательно с той же скоростью ($Re \approx 1,0$) подавали все остальные. Таким образом, пропускали растворы разной концентрации через одну и ту же щепу, мы воспроизводили схему работы противоточной батареи из 7 экстракторов. Общая длительность процесса соответственно числу экстракторов составляла 7 час.

Для изучения кинетики процесса экстрагирования непрерывно через каждые 15 мин отбирали пробы готовой мисцеллы, в которых титрованием 0,1 н. раствором КОН определяли содержание канифоли. Всего в течение опыта было отобрано 27 проб. По окончании опытов измеряли объем обратного слива, определяли содержание канифоли в нем и взвешивали щепу.

Обработка полученных результатов

Поскольку в батарейно-противоточном способе экстракции извлечение смолистых проходит в потоке растворителя, подаваемого с постоянной скоростью, то для обработки опытных данных была применена методика расчета, использованная нами ранее для процесса экстракции смолистых веществ в потоке [2]. Опытные данные обрабатывали, используя исходную формулу

$$\frac{\Delta G}{\Delta \tau} = -f D_n \frac{\Delta C_{cp}}{\Delta l_{cp}} f \quad (1)$$

и критериальную зависимость

$$Pr' = f(Eu'_n).$$

На основании формулы (1) было получено уравнение для подсчета коэффициента диффузии в капиллярах для каждого момента экстракции

$$D_n = \frac{\Delta G_n l_n}{\Delta \tau_n \Delta C_{cpn} f_n} \frac{\Delta G_n \left[\sum_{i=1}^{i-n} C_{cp_i} V_{\tau_i} + V_0 \varepsilon C_{cp} \right] 2 L^2}{\Delta \tau_n V_n^2 (C_n - C_{cp})}.$$

Критерий Эйлера подсчитывали по формуле

$$Eu'_n = k \frac{1}{\left(\sum_{i=1}^{i-n} C_{cp_i} V_{\tau_i} + V_0 \varepsilon C_{cp} \right) \rho}$$

$$k = \frac{\Delta C_{cp} V_n r g}{2 L^2 \omega_m^2} - \text{const.}$$

В этих формулах

D_n — коэффициент диффузии в капиллярах, $см^2/сек$;

C_n — начальная концентрация раствора в щепе, $г/мл$;

C_{cp} — средняя концентрация раствора вне щепы, $г/мл$;

ΔG — количество вещества, извлеченное за период $\Delta \tau$, $г$

$$(\Delta G = C_{cp} \cdot V_{\tau});$$

V_{τ} — объем раствора, взятого за исследуемый промежуток времени, $г/мл$;

f_n — сечение капилляров на 100 $г$ абс. сухой обессмоленной щепы, $см^2$ ($f_n = \frac{V_{\tau}}{l}$);

C_{cp_i} — средняя концентрация раствора, снятого за исследуемый промежуток времени, $г/мл$;

$C_{cp\varepsilon}$ — средняя концентрация в экстракторе, $г/мл$;

ρ — плотность раствора, $г/см^3$;

L — средняя приведенная длина капилляра, $см$;

r — радиус капилляра, $см$;

ω_m — тепловая скорость молекул;

V_0 — объем экстрактора, $мл$;

n — порядковый номер пробы;

ε — пористость;

$$\varepsilon = \frac{V_{\text{св}}}{V_{\text{н}}}; \quad V_{\text{св}} = V_0 - V_{\text{ш}},$$

здесь $V_{\text{ш}}$ — объем загруженной щепы, см^3 ;

$$V_{\text{ш}} = \frac{G_{\text{ш}}}{\gamma_{\text{н}}},$$

где $G_{\text{ш}}$ — вес щепы, $г$;

$\gamma_{\text{н}}$ — насыпной вес щепы, пропитанной бензином, $г/\text{см}^3$.

Критерий Прандтля подсчитывали по формуле

$$Pr' = \frac{D_{\text{н}}}{\nu}.$$

где ν — кинематическая вязкость раствора в капиллярах, $\text{см}^2/\text{сек}$.

Анализ результатов

Зависимость $Pr' = f(Eu_{\text{н}}')$, описывающая процесс противоточно-батареинного способа экстракции, графически выражается ломаной линией, характер которой показан на рис. 1.

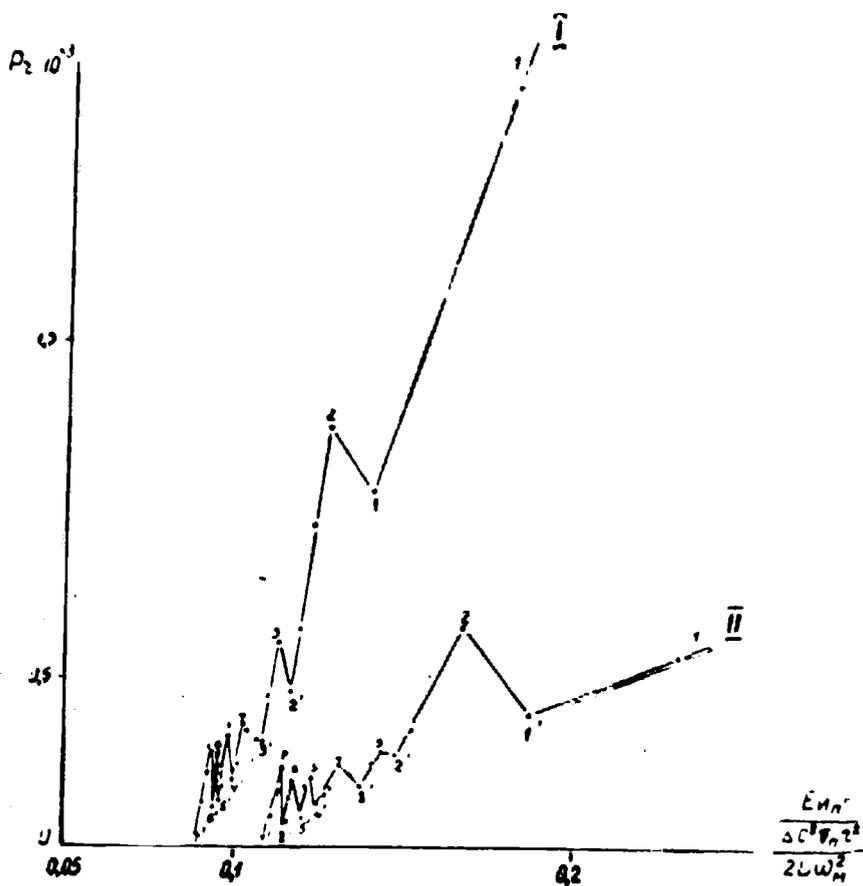


Рис. 1. Зависимость $Pr' = f(Eu_{\text{н}}')$.

I — щепы Б-5, температура 70°C; II — щепы Б-5, температура 50°C.

Точки пиков ломаных линий, обозначенные цифрами 1—7, соответствуют начальному моменту каждой последовательной ступени экстракции, точки 1'—7'—концу ступени. Из рис. 1 видно, что для каждой ступени экстракции критериальная зависимость $Pg' = f(Eu_{II})$, как и следовало ожидать, выражается нисходящей прямой $Pg' = AEu_{II}' + B$.

Наличие пиков зависит от особенностей принятой методики расчета и объясняется тем фактом, что при подаче каждого последующего раствора экстрактор еще заполнен предыдущим, более концентрированным раствором, тогда как ΔG рассчитывали уже с учетом концентрации подаваемого раствора. В данном случае мы допускаем известную условность, но точно установить момент полного вытеснения из экстрактора предыдущего раствора не представляется возможным. В связи с этим в начале каждой ступени происходит некоторое завышение численных значений D_n по сравнению с фактическими, а следовательно, и соответствующий скачок критерия Прандтля. Если же зависимость $Pg' = f(Eu_{II}')$ для всех семи ступеней экстрагирования выразить точками, соответствующими конечным моментам каждого цикла, когда процесс извлечения можно считать относительно установившимся, то выражение данной зависимости графически будет представлять прямую линию (рис. 2).

Рис. 2 показывает, что общий вид функциональной зависимости $Pg' = f(Eu_{II}')$ для противоточно-батарейного способа экстракции такой же, как и для диффузии на модельных образцах и экстракции в потоке. Исходя из этого можно считать, что и здесь определяющей стадией процесса является диффузия в капиллярах, а процесс экстракции описывается теми же уравнениями, что и процесс экстракции в потоке.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. Ф. Рокицкий. Биологическая статистика. Минск, 1967. [2]. И. П. Сидоровская, С. Я. Коротов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал», № 1, 1969.

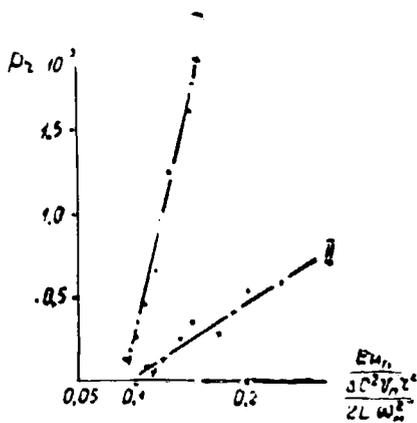


Рис. 2. Зависимость $Pg' = f(Eu_{II}')$.

I — щепы Б-5, температура 70°C;
II — щепы Б-5, температура 50°C.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 65.011.56

ПЕРЕДАТОЧНЫЕ ФУНКЦИИ НЕКОТОРЫХ ЗВЕНЬЕВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ПОДАЧИ

Н. Г. ШТОЛЬЦЕР

(Ленинградская лесотехническая академия)

Передаточные функции большинства звеньев систем автоматического регулирования скорости подачи пильных установок имеют вид

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{k}{T_p \cdot p + 1},$$

где $y(p)$ — выходной параметр (например, скорость вращения двигателя или скорость подачи);

$x(p)$ — входной параметр (иначе, управляющее воздействие);

T — постоянная времени, определяющая время переходного процесса.

Передаточный коэффициент

$$k = \frac{\Delta y(0)}{\Delta x(0)}$$

находят из уравнения связи параметров звена в статическом режиме.

Только для двигателей постоянного тока, управляемых по схеме Г—Д, зависимость скорости от управляющего воздействия линейна. При учете внутренней обратной связи в случае работы двигателя с пильным механизмом [1] вводят нелинейные зависимости. В общем виде силу резания пильных механизмов можно представить уравнением

$$F = a^\alpha c u,$$

где α — нецелое число и является величиной переменной, зависящей от скорости подачи.

Еще более нелинейна функция зависимости сил сопротивления надвиганию от скорости подачи $f_c(u)$.

Аналитическая линеаризация связей в интервале значений, соответствующих исследуемому режиму работы, в принципе возможна, но трудоемка и мало наглядна. Предпочтительнее математическое описание связей двигателя подачи и пильного механизма графоаналитическим методом*.

По известной формуле расчета сил резания определяют зависимости сил резания от скорости подачи для нескольких значений суммарных высот пропила отдельно для острых и затупленных пил. Результаты расчетов целесообразно свести в таблицу, а затем по ее значениям построить графические зависимости по типу рис. 1.

* Этот метод описания САР пильных устройств впервые был опубликован автором в Бюллетене НТИ Ленинградской лесотехнической академии, № 45, 1957.

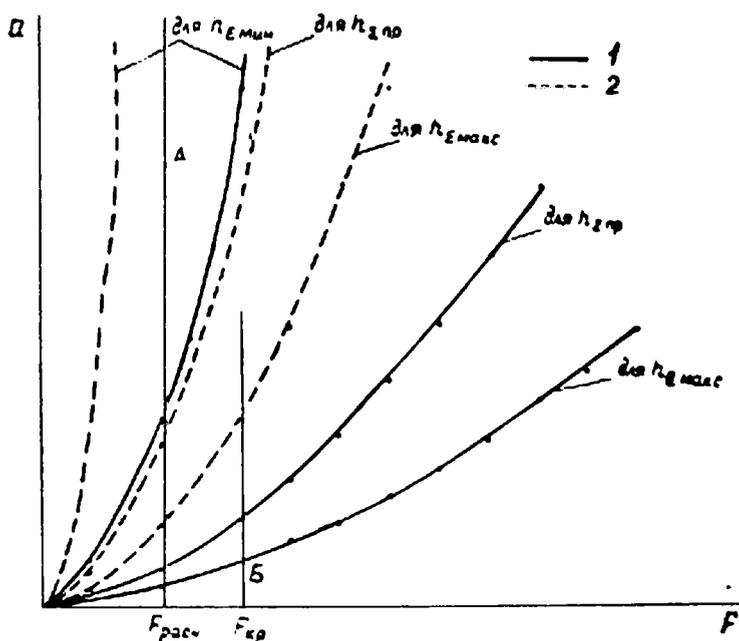


Рис. 1.

1 — для затупленных пил и твердой породы; 2 — для острых пил и мягкой породы.

Чтобы выполнить расчеты, необходимо построить кривые для ожидаемой максимальной суммы высот $h_{\Sigma \max}$ для минимальной и одной—двух промежуточных сумм. Затупление инструмента принимается соответствующим пути пропила, пройденному зубьями за время между перезаточками пил.

Анализ проведения САР, рассчитанной на работу с разными передаточными функциями, необходимо проводить как минимум дважды — для самого легкого краевого режима и самого тяжелого. В связи с этим характеристики затупленных пил необходимо строить для наиболее твердой из обрабатываемых пород.

Расчет сил проводят известными методами. Затем на графике откладывают значения расчетных сил резания $F_{\text{расч}}$, соответствующие расчетной мощности нагрузки двигателя резания, и сил, допустимых кратковременно $F_{\text{кр}}$ и требующихся при пропилах затупленными пилами наиболее толстого комля бревна твердой породы. Полученные на пересечении кривых точки А и В соответствуют наиболее легкому и наиболее тяжелому режимам работы. (Ордината точки А определяется максимально возможной скоростью подачи.) Для этих точек методом линеаризации находят передаточные коэффициенты пилы

$$k_n^r \approx \frac{\Delta F}{\Delta u}.$$

Далее, исходя из полученных значений сил резания, рассчитывают силы сопротивления подаче. Их величины в общем виде определяются выражением

$$f_c = aF + \Sigma F_{тр},$$

где a — коэффициент, величина которого зависит от целого ряда факторов, в частности, от остроты пил и угла резания;

$\Sigma F_{тр}$ — сумма сил трения, зависящих от силы резания, сил прижима и т. д.

В последнее время разработан и опубликован ряд методов определения f_c с учетом всех составляющих этой силы.

Силы сопротивления подаче рассчитывают для тех же условий пиления, какие приняты при расчете сил резания; так получают (для тех же высот пропила) группу характеристик при острых пилах и мягкой породе и группу характеристик при затупленных пилах и твердой породе. Эти характеристики строят в системе координат: скорость

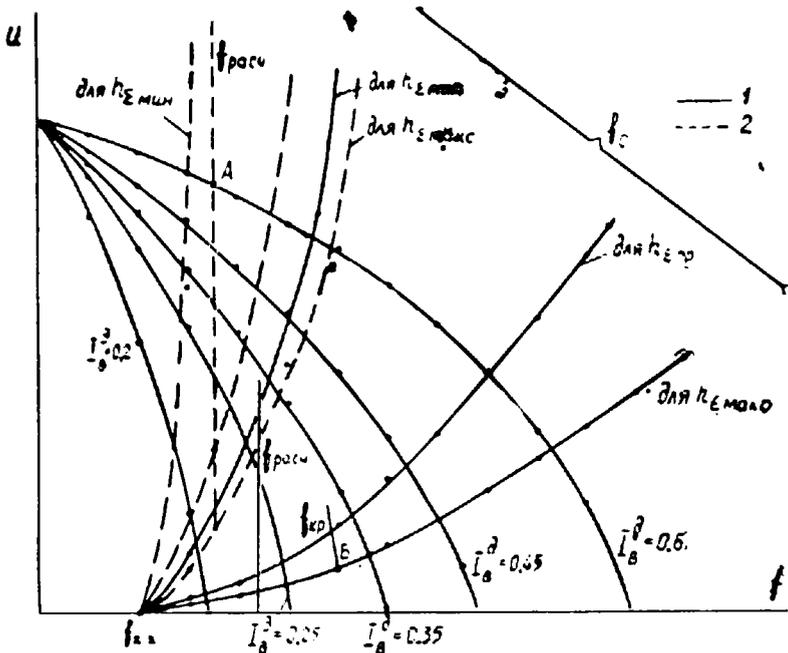


Рис. 2.

1 — для затупленных пил и твердой породы; 2 — для острых пил и мягкой породы.

подачи — сила подачи и затем на них отмечают значения скоростей, соответствующие пересечению исходных характеристик сил резания (рис. 1) с расчетной силой $F_{рач}$. Если эти точки соединить, то получают (рис. 2) кривые расчетных сил подачи $f_{расч}$ и сил $f_{крп}$, соответствующих кратковременно допустимой силе резания. Соответственно на рис. 2 переносят и контрольные точки А и Б.

Затем на график наносят группу механических характеристик установленного двигателя подачи для различных значений входного управляющего воздействия. На рис. 2 в качестве примера построены механические характеристики индукционной муфты скольжения, соответствующие различным значениям тока возбуждения. Механические

характеристики сил даются приведенными к бревну с учетом к.п.д. передачи от двигателя до пил.

Используя сочетание характеристик двигателя и сопротивления механизма, для контрольных точек можно определить значения передаточного коэффициента двигателя с учетом обратной связи [1]. Для этого строят показанный на рис. 3 график зависимости u от x (в данном примере от I_B муфты), причем значения u , взятые из рис. 2, соответствуют точкам пересечения механических характеристик муфты с характеристикой сопротивления, проходящей через расчетную точку

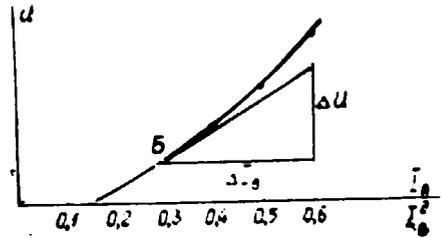


Рис. 3.

(в примере — через точку B). По этой кривой определяют передаточный коэффициент двигателя в режиме точки B .

$$k_{дп} = \frac{\Delta u}{\Delta I_B}.$$

Электромеханическую постоянную времени двигателя подачи (или муфты) можно найти по обычным формулам (не учитывающим изменения сопротивления движению) с последующим уточнением по методу, описанному в другой нашей статье [1]. Проще ее можно рассчитать по коэффициентам дифференциального уравнения движения, в котором учтена внутренняя обратная связь,

$$\frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt} = M_n(n) - M_c(n).$$

Для точки B (или A) методом линеаризации определяют зависимости

$$M_n = C - k_n \frac{n}{n_2} = C - k'_n n$$

и

$$M_c = D - k_f \frac{n}{n_1} = D - k'_f n.$$

После подстановки и преобразований получают уравнение движения в следующем виде:

$$\frac{dn}{dt} + \frac{375}{GD^2} (k'_n + k'_f) n = C - D.$$

Величина, обратная коэффициенту при n , есть электромеханическая постоянная

$$T_{эм} = \frac{GD^2}{375 (k'_n + k'_f)}.$$

Эту величину достаточно просто можно определить с помощью графика совокупности механических характеристик (рис. 2), перестроенных в координатах: момент — скорость вращения.

На рис. 4 представлена окрестность точки B указанного графика с добавлением касательных к механическим характеристикам, проходящим через точку B . Постоянную времени определяют по уравнению

$$T_{эм} = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{n}{\Delta M_n + \Delta M_c},$$

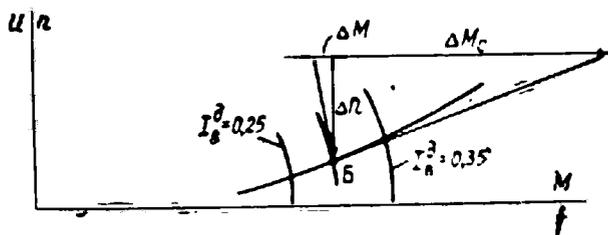


Рис. 4.

где Δn и $\Delta M_d + \Delta M_c$ — соответственно высота и основание треугольника, построенного на касательных; отрезком ΔM_c учитывают изменение силы сопротивления подаче, являющееся результатом обратной связи.

Для двигателя резания передаточный коэффициент определяют непосредственно как отношение силы тока к силе сопротивления. В рабочих пределах изменения нагрузки изменениями коэффициента мощности и коэффициента полезного действия двигателя, а также изменениями к.п.д. передачи можно пренебречь; тогда

$$k_{\text{ДР}} = \frac{I_n}{F_n} \frac{a}{\kappa \Gamma},$$

где с учетом к.п.д. передачи номинальную силу резания определяют по соотношению

$$F_n = \frac{P_n \eta_{\text{м}}}{102 v_n}.$$

Электромагнитную постоянную времени двигателя резания $T_{\text{эм}}$ можно определить из уравнения движения

$$m \frac{dv}{dt} = F_d(v) - F_c(v),$$

где m — приведенная масса вращающихся и линейно движущихся частей.

При расчете, выполняемом для лесорам, принимают среднее значение скорости v . Приведенную силу резания двигателя F_d определяют с учетом к.п.д. передачи

$$F_d = \frac{F_n}{\beta_n} \cdot \frac{v_n - v}{v_n} = C_F - k_F v.$$

Сила сопротивления резанию обратно пропорциональна скорости. Для окрестности исследуемой точки режима (например, для точки Б) можно достичь линеаризации посредством частного дифференциала. Из формулы

$$dF = \frac{\partial F}{\partial u} du + \frac{\partial F}{\partial v} dv$$

можно получить

$$F_c = C_v - \left| k_2 b h_2 \frac{u}{v^2} \right|_{u_0} v = C_v - k_v v.$$

В результате имеем дифференциальное уравнение

$$\frac{dv}{dt} + \frac{k_F k_v}{m} v = \frac{C_F C_0}{m}$$

Следовательно, постоянная времени с учетом обратной связи, проявляющейся в изменении силы сопротивления движению F_c ,

$$T_{\text{св}} = \frac{m}{k_F k_v}$$

Ранее отмечалось, что при продольном пилении влиянием обратной связи можно пренебречь, то есть принять $k_v \approx 0$.

В структурной схеме САР стабилизация скорости, выполненной по схеме рис. 1, б другой нашей работы, пильное устройство не входит в замкнутый контур регулирования. Однако его влияние на скорость привода сохраняется, и параметры привода необходимо рассчитывать с учетом этого влияния совершенно так же, как и для САР с обратной связью по нагрузке.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. Г. Штольцер. Пильные механизмы как объекты регулирования. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1970.

Поступила 27 февраля 1970 г.

УДК 517

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НИЖНИХ СКЛАДОВ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Д. Л. ДУДЮК, Ю. А. САДОВСКИЙ

(Львовский лесотехнический институт)

Для решения вопроса об автоматизации производственного процесса необходимо составление его математической модели.

Любая производственная система создается и функционирует для изготовления определенного изделия. Поступление исходного материала на вход системы можно представить себе как некоторую заявку или требование, вынуждающее систему функционировать в соответствии с правилами технологии. Система обслуживает поступившее требование. Так производственный процесс может быть представлен как процесс обслуживания.

Производственные процессы вообще, и особенно на лесопромышленных предприятиях, характеризуются значительной степенью случайности. Исходный материал (хлысты) поступает на вход исследуемой производственной системы (нижнего склада) не в точно рассчитанные интервалы, иначе говоря, моменты поступления материала могут характеризоваться некоторым распределением. Это означает, что поток требований на обслуживание случайный. Кроме того, параметры отдельных производственных систем неодинаковы (в пределах разброса). В процессе работы агрегатов системы детали и узлы изнашиваются, изменяются их параметры. Неравномерно осуществляется отгрузка готовой продукции. Следовательно, производственный процесс нижнего склада лесопромышленного предприятия следует рассматривать как

разновидность случайного процесса. Поскольку задача производственной системы предприятия состоит в том, чтобы обслуживать случайный входящий поток требований, математическое моделирование работы этой системы можно провести с помощью теории массового обслуживания.

Для математического описания и установления особенностей функционирования производственного процесса с позиций теории массового обслуживания первостепенное значение имеет изучение входящего потока требований и закона распределения времени их обслуживания. Входящий поток требований для лесопромышленного предприятия — поступление транспортных единиц с хлыстами или деревьями. Характер входящего потока можно описать наиболее просто, если задать промежутки времени между соседними моментами поступления требований

$$t_n - t_i - t_{i-1}.$$

Нашими исследованиями в Мостовском, Оленинском и Бисертском леспромхозах, в лесокombинатах «Осмолада» и Раховском, в Киверцовском и Радеховском лесхозах установлено, что промежутки времени между моментами прибытия транспортных единиц с хлыстами на нижний склад лесопромышленных предприятий распределяются по показательному закону

$$f(t) = p(t_n > t) = e^{-\lambda t},$$

где $p(t_n > t)$ — вероятность того, что в течение промежутка времени t_n не появится ни одной транспортной единицы;

λ — математическое ожидание числа транспортных единиц в единицу времени.

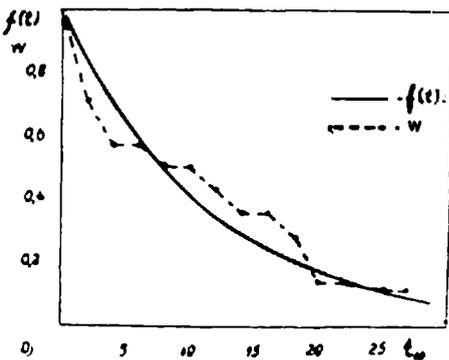


Рис. 1. Теоретическое (сплошная линия) и экспериментальное (пунктирная) распределение интервалов времени между соседними моментами прибытия автомобилей с исходным сырьем на нижнем складе Мостовского ЛПХ.

Из рис. 1 видно достаточно хорошее соответствие экспериментального распределения промежутков времени между моментами прибытия автомобилей на нижний склад (пунктирная линия) показательному закону распределения (сплошная линия). Такое распределение интервалов означает, что входящий поток транспортных единиц с исходным сырьем на нижних складах лесопромышленных предприятий является простейшим.

Простейший поток для штабелечно-погрузочных агрегатов — процесс поступления пачек сортиментов, сформированных в накопителях, к фронту работ [1]. Этот поток тоже можно описать распределением промежутков времени между очередными требованиями. При изучении

распределения промежутков времени между соседними моментами поступления пачек сортиментов к фронту штабелечно-погрузочных работ следует фиксировать моменты окончания набора пачек определенного объема. Это связано с определенными трудностями. Поток проще исследовать по распределению объемного выхода сортиментов за определенные периоды времени. Это правомерно потому, что число требований простейшего потока в единицу времени распределяется по закону Пуассона, если интервалы времени между требованиями имеют экспоненциальное распределение, и наоборот. В общем случае нельзя исследовать входящий поток пачек сортиментов по моментам выемки

их из накопителей, ибо это означало бы переход от изучения процесса поступления пачек к процессу работы крана, то есть подмену объекта исследования. Процесс работы крана не соответствует процессу поступления пачек сортиментов к фронту штабелевочно-погрузочных работ. Причина этого — во-первых, различная продолжительность ожидания начала обслуживания пачек и, во-вторых, различная продолжительность их обслуживания. Поэтому входящий поток требований в процессе обслуживания искажается.

Рассмотрим некоторые типичные отклонения процесса работы штабелевочно-погрузочных агрегатов от характера поступления пачек сортиментов к фронту работ. Разброс времени набора пачек в накопителях значительно сглаживается работой крана и приближается к среднему значению. С одной стороны, интервал времени между моментами начала обслуживания пачек не может быть меньше минимальной продолжительности цикла и, с другой — обслуживание пачек нередко начинается до окончания их набора. Поэтому экспериментальное распределение интервалов времени между моментами начала обслуживания пачек имеет характерное (рис. 2) отклонение от распределения продолжительности набора пачек в накопителях.

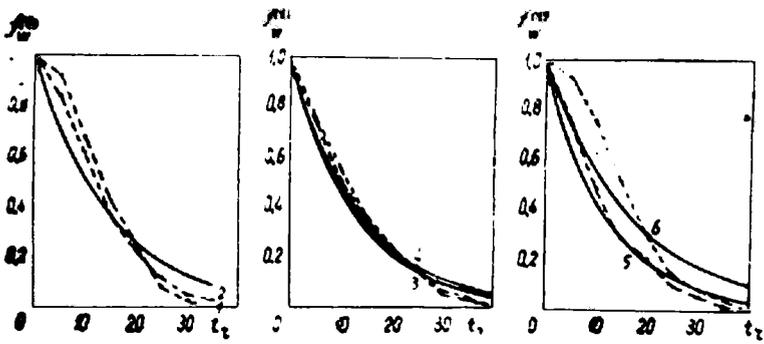


Рис. 2. Показательное (теоретическое) распределение продолжительности набора пачек сортиментов (сплошные линии) и экспериментальное распределение промежутков времени между соседними моментами начала обслуживания накопителей сортиментов (пунктирные линии).

1 — дрова; 2 — балансы; 3 — фанерный кряж; 4 — спичечный кряж; 5 — пиловочник; 6 — тарный кряж.

При обслуживании потока пачек сортиментов несколькими штабелевочно-погрузочными агрегатами начало их циклов нередко совпадает. Создается впечатление, что нарушается ординарность потока пачек сортиментов (рис. 3 и 4, а). И только в отдельных случаях, когда штабелевочно-погрузочный агрегат свободен перед началом почти каждого цикла и может начать обслуживание пачки непосредственно после окончания ее набора в накопителе, процесс работы агрегата достаточно хорошо согласуется с процессом поступления пачек сортиментов к фронту работ. В этом случае распределение интервалов времени между моментами начала обслуживания пачек соответствует показательному распределению промежутков времени между моментами поступления пачек сортиментов к фронту работ (рис. 4, б).

Ранее [2] было установлено, что объем отгружаемой за смену древесины на нижнем складе лесопромышленного предприятия — случайная величина. Число погружаемых за смену вагонов распределяется по закону Пуассона.

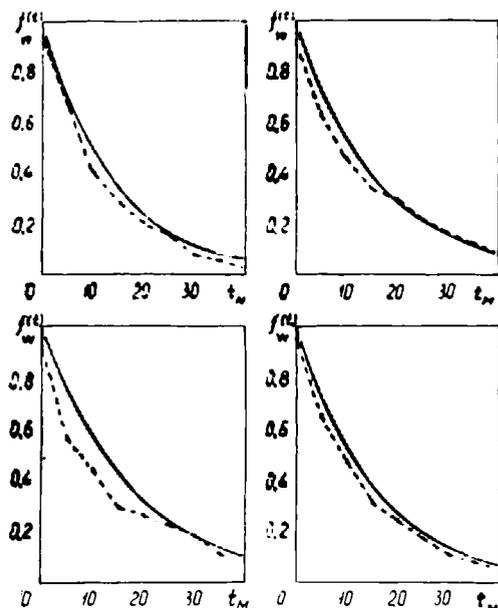


Рис. 3. Показательное (теоретическое) распределение интервалов времени между соседними моментами окончания набора пачек сортиментов (сплошные линии) и экспериментальное распределение промежутков времени между моментами начала их обслуживания (пунктирные линии) в четырех отдельных выборках на нижнем складе Мостовского ЛПХ.

Поскольку входящий поток сырья и выходящий поток готовой продукции на складах соответствуют простейшему потоку требований, то достоверной математической моделью производственного процесса на лесных складах в целом является система массового обслуживания с простейшим входящим потоком. Модели составных частей этого процесса (отдельных технологических операций — разгрузки, раскряжевки хлыстов, сортировки, штабелевки и погрузки) — вторичные системы массового обслуживания с простейшим входящим потоком требований. Такой единый подход к производственному процессу дает возможность построить полную математическую модель, начиная от ввода исходного сырья и до отгрузки готовой продукции.

Создание моделей производственных процессов лесопромышленных предприятий как систем массового обслуживания и изучение этих моделей даст возможность наиболее полно обосновать

планы автоматизации производства и построить оптимальные системы управления им.

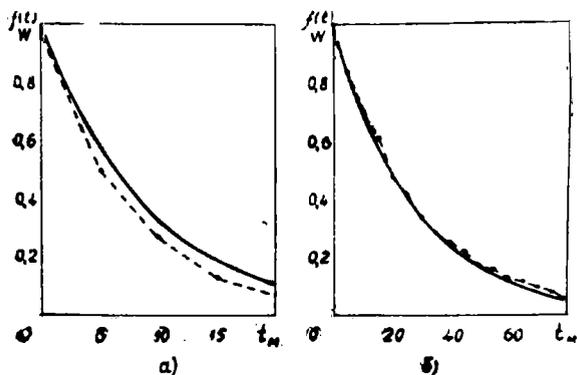


Рис. 4. Показательное (теоретическое) распределение интервалов времени между соседними моментами окончания набора пачек сортиментов (сплошные линии) и экспериментальное распределение промежутков времени между моментами начала их обслуживания (пунктирные) на нижних складах: а—Бисертского ЛПХ; б—Киверцовского лесхоззага.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. Л. Дудюк. Повышение эффективности использования штабелевочно-погрузочных кранов на лесных складах. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1969. [2]. Т. В. Хованский, А. К. Редькин. Исследование неравномерности объема раскряжевки хлыстов и погрузки сортиментов на нижних лесных складах. Труды ЦНИИМЭ, т. 74, 1966.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.652

ВОПРОСЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

П. В. ВАСИЛЬЕВ

(Совет по изучению производительных сил при Госплане СССР)

Леса в СССР занимают огромную территорию и играют важную роль в развитии всего народного хозяйства, поэтому разработка вопросов экономической оценки лесных ресурсов имеет большое теоретическое и практическое значение.

Ежегодно часть лесных площадей переходит в нелесные (сельскохозяйственные угодия, ложа водохранилищ, строительные площадки, карьеры и т. п.) и, наоборот, площадь лесных земель несколько увеличивается за счет иных угодий. К сожалению, эти процессы в значительной мере идут полустихийно, без предварительной и последующей экономической оценки. Полного систематического текущего учета происходящих переключений нет, а данные периодического учета лесного и земельного фондов, содержащие многие случаи взаимопогашений плюсов и минусов, не дают действительной картины изменений, тем более по областям и районам.

Однако и по данным существующего учета можно отметить ряд характерных процессов. Известно, что в СССР сплошные рубки леса ежегодно проводятся на площади более 2,5 млн. га. На половине этой площади леса возобновляются искусственным путем. На части остальной площади идет естественный процесс возобновления материнскими породами, часть зарастает малоценными мяполиственными лесами и немалые площади переходят в заболоченные территории и пустыри. Это происходит в основном в многолесной зоне.

С другой стороны, в районах средней лесистости в последние годы наблюдается интенсивный ее рост, благодаря проведенным облесительным работам, переходу значительных площадей пашни и закустаренных выгонов в лесной фонд. Приводим некоторые данные об изменении лесистости за период с 1956 г. по 1966 г. (%):

1956 г. 1966 г.

Калининская область	27,1	36,2	
Ярославская	» 27,8	35,7	
Смоленская	» 21,5	30,3	
Калужская	» 29,5	41,2	
Псковская	» 23,9	31,2	
Латвийская ССР	32,4	37,8	(26% в 1939 г.)
Эстонская	» 27,2	32,7	(24% в 1939 г.)

Без определенной системы экономической оценки лесопользования и других видов пользования землей невозможно прамотно проанализировать указанные процессы.

От редакции. В нашей стране значительная группа экономистов лесного хозяйства работает над проблемами стоимостной оценки лесов. Программа исследований разработана Советом по изучению производительных сил (СОПС) при Госплане СССР, который осуществляет координацию работ.

В публикуемых статьях освещаются методические вопросы рассматриваемой проблемы (статья П. В. Васильева) и выполненные практические разработки (статья И. В. Воронина и В. П. Смородина и статья Л. И. Ильева).

Далее, оценка лесных ресурсов, точнее корневых запасов леса, весьма необходима для построения более обоснованной системы лесных такс (корневых цен) за отпускаемую древесину. Платный отпуск древесины из государственных лесов у нас был восстановлен в 1947 г. Утвержденные тогда таксы составляли в среднем лишь около 1 руб.* за 1 м³ обезличенной древесины. Но средняя такса через полгода была снижена до 46 коп. и оставалась на этом уровне до 1 июля 1967 г. Хотя за это время бюджет и получил более 2,5 млрд. руб. лесного дохода, но в самом лесном хозяйстве и в лесной промышленности влияние лесных такс на экономические процессы было ничтожно.

Введенные с 1 июля 1967 г. таксы значительно выше и лучше дифференцированы, что видно, например, из сравнения корневых цен на древесину разных сортиментов в I поясе при наименьшем расстоянии вывозки (табл. 1).

Таблица 1

Сортименты	Корневые цены на 1 м ³ , руб.—коп.	
	1950—1966 гг.	с 1 июля 1967 г.
Дрова сосновые	1—30	1—40
Деловая древесина наиболее низкооцениваемых пород (осины, осокоря, белой ольхи) при диаметре 3—12 см	1—90	2—80
Береза, граб, липа при диаметре 13—24 см	2—30	4—70
Ель и пихта при диаметре 13—24 см	2—60	6—00
Сосна и лиственница при диаметре 25 см и выше	3—00	8—30
Дуб, ясень, клен при диаметре 25 см и выше	6—60	18—80

Примечание. В 1950—1966 гг. липу относили к группе осины и ольхи.

Существенно улучшилась и порайонная дифференциация такс. Однако следует признать, что как ранее действовавшие, так и современные таксы не имеют убедительного расчетного обоснования.

В принципе при построении их исходили из следующей схематической формулы:

$$T = И + И \cdot 0,0p + Д,$$

где *И* — издержки на лесное хозяйство, взятые по так называемой восстановительной стоимости;

p — процент накопления по лесному хозяйству;

Д — дифференциальный доход.

В целом по СССР в настоящее время ежегодные издержки на лесное хозяйство составляют около 580—600 млн. руб., несколько меньшую сумму — лесной доход. Таким образом, в лесном доходе рентных поступлений фактически не содержится. Это видно также из следующего. В дореволюционной России при рентном характере всего ее лесного хозяйства попенная плата в центральных районах доходила до 40—45% продажной стоимости пиловочника. В Швеции и Финляндии она также составляет в разных районах 25—40% цены. Современные лесные таксы СССР в районах Центра не превышают 20%, а на Севере 5—6% оптовой цены.

Общий низкий уровень такс, с одной стороны, заведомо снижает всякое их экономическое значение, а с другой — не позволяет дифференцировать их достаточно ощутимым образом, чтобы они способст-

* В масштабе цен 1960 г.

вовали, в частности, освоению наиболее удаленных лесов и сдерживанию перерубов в малолесных районах.

Почему же в лесных таксах не учтена дифференциальная рента? Отчасти потому, чтобы не вызвать дальнейшего удорожания древесины и продукции из нее, ибо эти материалы в стране за период с 1940 по 1967 гг. вздорожали (по оптово-отпускным ценам) в 5,2 раза (при удорожании изделий черной металлургии в 2,44 и строительных материалов в 1,74 раза). Но включению ренты мешало, главным образом, то, что лесную ренту нельзя определять в отрыве от почвенной земельной ренты. Хотя почвенная и лесная ренты обычно не выступают как сумма, но почти за всякой лесной рентой скрывается потенциальная почвенная рента и наоборот.

В настоящее время у нас почти не проводятся сколько-нибудь согласованные исследования по анализу земельной ренты в разных ее выражениях. В этих условиях исследования по оценке природных ресурсов, выполняемые представителями отдельных направлений природопользования, в том числе и лесного хозяйства, вероятно следует расценивать лишь как предварительные, поисковые.

Такие исследования по разделу лесных ресурсов Совет по изучению производительных сил организовал еще 7—8 лет назад. В них участвовали экономисты ряда лесных научных заведений: Ленинградской лесотехнической академии, Института леса и древесины АН СССР, Воронежского лесотехнического института, УкрНИИЛХА и др. Было проведено два научно-методических совещания (в 1964 и 1968 гг.).

В ходе исследования были выявлены три разных подхода к определению стоимости корневых запасов леса: по так называемой восстановительной стоимости, вернее, восстановительной себестоимости выращивания леса; по чистому доходу от лесного хозяйства с учетом фактора времени; по чистой дифференциальной ренте.

Оценку по восстановительной стоимости производили по формуле

$$C = (I \cdot B + K) \cdot П,$$

где C — себестоимость леса данного выдела (участка);

I — ежегодные пропорциональные издержки на охрану и защиту 1 га леса;

B — возраст насаждений;

K — восстановительная себестоимость создания 1 га культур (до передачи их в лесной фонд);

$П$ — площадь выдела (участков), га.

Расчеты по этой формуле, произведенные для Дымерского лесхоза на Украине, показали, что средняя себестоимость 1 га смешанных средневозрастных насаждений составляет 167 руб., а 1 м³ запаса — 1 р. 25 к. Если найденную таким образом себестоимость увеличить на определенный коэффициент рентабельности, то получается цена 1 га леса. По Воронежской области аналогичными расчетами были выявлены следующие цены 1 га спелого леса:

Сосновый лес	644 руб.
Дубовый смешанный	523 »
Дубовый порослевой	310 »
Мягколиственный	202 .

Подходя к расчетам несколько иначе, сотрудники Воронежского лесотехнического института выявили следующие показатели (при оплате кредита из 3% годовых) — табл. 2.

Запас спелой древесины высокоствольного дуба может достигать в Воронежской области 300—400 м³ на 1 га. Отсюда цена 1 га леса может составить до 3000 руб.

Таблица 2

Порода	Возраст, лет	Условная себестоимость 1 м ³ спелой древесины, руб.—коп.		Средняя попенная плата по существующим таксам, руб.—коп.
		без учета процента	с учетом процента	
Дуб высокоствольный	101	1—38	7—61	3—47
Дуб низкоствольный	61	1—98	4—73	2—21
Мягколиственные	41	0—72	1—52	0—66

Уместно подчеркнуть очень существенную разницу в системе корневых цен на отпускаемую древесину и на запас имеющегося леса. Корневые цены при прочих равных условиях увеличиваются в прямой зависимости от диаметра и, следовательно, от возраста деревьев, а себестоимость 1 м³ с увеличением возраста будет выражаться все меньшей величиной. В связи с этими «ножницами», для перехода от себестоимости и цены запаса леса к цене 1 м³ спелой древесины нужны дополнительные расчеты.

Оценки чистого дохода от лесного хозяйства, полученные в Институте леса и древесины СО АН СССР, построены на разнице между расчетной ценой на древесину и восстановительной себестоимостью. При этом для условий Тогучанского лесхоза были выявлены показатели дохода для насаждений сосны — 2 р. 05 к. за 1 м³, пихты — 2 р. 44 к., березы — 51 коп., осины — 28 коп.

Работники кафедры экономики лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства Ленинградской лесотехнической академии провели опыт оценки лесов по чистому дифференциальному доходу. Для Ленинградской области при условно принятом среднем запасе 150 м³ на 1 га этот расчет дал следующие примерные цены 1 га леса.

Сосновый лес	600 руб.
Еловый »	495 »
Березовый »	405 »
Осиновый »	285 »

Как видно, все методы дают для лесов европейской части СССР сравнительно близкие уровни цен. Но осуществить порайонный расчет цен разными методами пока не удалось.

Определенный интерес представляют исследования по вопросам кадастровой оценки лесов, выполненные в Воронеже Л. И. Ильевым. В основе их лежит первый из названных выше подходов к оценке запасов леса. Далее автор, учитывая ряд дополнительных факторов, определяет общий синтетический показатель экономической оценки в баллах. Эти исследования ценны тем, что в какой-то мере открывают путь к разработке методов оценки лесов и составлению лесных кадастров в координации с работами по земельному кадастру.

В заключение необходимо отметить особую важность вопроса об организации единой системы экономической оценки и учета природных ресурсов страны.

Как известно, каждый из используемых природных ресурсов не только теоретически, но и практически играет роль важнейшего средства производства. Но по ряду соображений в народнохозяйственном учете они по разделу производственных фондов (исключая плодовые сады и т. п.) отражения не находят. Их и впредь нельзя ставить в один ряд с имущественными средствами производства.

Нам думается, что эту категорию ресурсов (почвы, освоенные леса, используемые водные ресурсы и т. п.) необходимо объединить как неделимые государственные фонды и по определенной системе наладить особый государственный учет и оценку их состояния и движения.

Исследования стоимостной оценки лесов будут продолжены. Для этого нужна определенная взаимная их согласованность в методическом отношении, а по конечным целям — также с исследованиями экономической оценки сельскохозяйственных угодий и водных ресурсов. Необходимо обсудить и решить вопрос об учете дифференциальной ренты. Важно выработать совместную с представителями ряда других отраслей природопользования методику единообразного решения рассматриваемой проблемы.

Поступила 22 декабря 1969 г.

УДК 634.0.652

О СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКЕ ЛЕСА

И. В. ВОРОНИН, [В. П. СМОРОДИН]

(Воронежский лесотехнический институт)

В последнее время, особенно после сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС, все чаще возникает вопрос о расширении стоимостных отношений в лесном хозяйстве, где такие экономические категории, как себестоимость, стоимость, цена и др., используются пока недостаточно.

Древесина на корню и земли лесного фонда как главные средства производства в лесовыращивании до последнего времени учитываются только в натуральных показателях и стоимостного выражения не имеют. Это лишает возможности правильно определять стоимость продукции лесного хозяйства, ценность древесных запасов как народного богатства, эффективность мероприятий по повышению продуктивности лесов и т. д.

Одна из причин, задерживающих широкое внедрение стоимостной оценки лесов, — недостаточная разработка методики стоимостного учета и оценки запаса древесины. Неясны вопросы, в каких показателях оценивать запасы древесины, как проводить эту оценку и для чего нужны стоимостные показатели древесины. Исследованию этих вопросов посвящена наша работа, проведенная в 1966—1967 гг. по договору с Воронежским управлением лесного хозяйства в соответствии с программой, намеченной сектором лесных ресурсов СОПСа при Госплане СССР.

Для оценки запаса древесины в качестве показателей были приняты: средневзвешенные таксовые цены 1 м³ древесины (качественные цифры) по отдельным породам деревьев; средневзвешенные коэффициенты качества 1 м³ древесины по методике Е. Я. Судачкова; себестоимость выращивания 1 м³ древесины, установленная по методике И. В. Воронина.

С помощью этих измерителей запас насаждений оценивали как незавершенное производство, средний прирост древесины — как валовую продукцию, расчетную лесосеку — как готовую продукцию лесовыращивания. Результаты оценки получали путем умножения натуральных

показателей запаса, прироста и расчетной лесосеки на соответствующие качественные цифры, коэффициенты качества и себестоимость выращивания древесины.

Оценивали запас каждого участка насаждений базисных лесхозов по материалам двух последних лесоустройств. В порядке опыта для стоимостной оценки применяли: таксовые цены прейскуранта 1961 г.; таксовые цены прейскуранта 07—01, введенного с 1 июля 1967 г.; таксовые цены без дифференциального дохода (цены последнего разряда такс); средневзвешенные качественные цифры и коэффициенты качества, рассчитанные только для преобладающих пород отдельных хозяйств и классов возраста насаждений с учетом среднего выхода сортиментов и преобладающего разряда такс.

Для характеристики и стоимостной оценки запаса по каждому участку, покрытой лесом площади были собраны следующие данные: лесхоз, лесничество, год лесоустройства, разряд такс, площадь участка; происхождение насаждений, хозяйств, класс возраста, класс бонитета, тип леса, запас всей сырорастающей древесины, преобладающая порода и ее запас, вторая порода в составе насаждений и ее запас, третья порода и ее запас, класс товарности, группы диаметра. Запас был сгруппирован по хозяйствам, породам, классам возраста, разрядам такс, классам товарности и группам диаметра. Для группировки запаса использовали перфокарты, перфораторы и табуляторы, что позволило сократить объем вычислительной работы по оценке запаса в три раза. В качестве базисных лесхозов были приняты Воронежский и Калачеевский. Всего оценено 20 тыс. участков. Итоговые данные оценки в разные годы приведены в табл. 1.

Как показывают данные таблицы, ценность запаса насаждений по таксовым ценам составляет 13,9 млн. руб. в Воронежском и 7,3 млн. руб. в Калачеевском лесхозе, а по себестоимости — соответственно 5,4 и 3,8 млн. руб.

Стоимостная оценка запаса древесины позволяет, таким образом, определить подлинную сумму производственных фондов. Вместе с запасом древесины производственные фонды в Воронежском лесхозе составили 6,1 млн. руб., а в Калачеевском — 4,3 млн. руб., из которых на долю запаса падает 88%. Однако, несмотря на это, запасы древесины на корню не учитываются в балансе предприятий, что не оправдано ни с теоретической, ни с практической стороны.

Динамика стоимостных показателей прироста насаждений и расчетной лесосеки (табл. 1) в обоих предприятиях аналогична изменению натуральных показателей, однако показатели уровня динамики сильно различаются. Анализ показал, что это объясняется значительным изменением качества и народнохозяйственной ценности запаса, прироста и расчетной лесосеки, которые учитываются стоимостными и условно натуральными показателями и остаются неучтенными при оценке в натуральных единицах измерения (табл. 1).

Структура запаса и прироста древесины, рассчитанная на основе стоимостной оценки, значительно отличается от полученной по натуральным данным.

Разный уровень таксовых цен приводит к различным показателям запаса, прироста и их структуры. В пределах прейскуранта таксовых цен 1967 г. применение цен с дифференциальным доходом и без него оказывает сравнительно небольшое влияние на изменение структуры запаса и прироста.

Стоимость запаса по таксовым ценам прейскуранта 1967 г. без дифференциального дохода в отдельных случаях ниже его себестоимости, что указывает на все еще низкий уровень этих таксовых цен.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Воронежский лесхоз			Калачеевский лесхоз		
		1946—1947 гг.	1957—1958 гг.	отношение данных 1957—1958 гг. к данным 1946—1947 гг., %	1950—1951 гг.	1960—1961 гг.	отношение данных 1960—1961 гг. к данным 1950—1951 гг., %
Натуральные							
Запас насаждений	тыс. м ³	2471,3	2564,8	103	1231,5	1543,8	125
Прирост насаждений	.	77,3	64,6	84	45,7	50,5	111
Расчетная лесосека	.	73,7	67,9	92	15,5	37,0	239
Условно натуральные							
Запас насаждений	тыс. усл. м ³	6270,3	5632,4	88	2282,2	3184,8	140
Прирост насаждений	.	137,3	109,5	80	78,5	81,7	104
Расчетная лесосека	.	179,3	149,8	83	49,6	171,4	345
Стоимостные							
а) По таксам							
запас насаждений	тыс. руб.	12976,6	13851,5	107	5091,5	7320,1	144
прирост насаждений	.	308,7	279,1	90	168,5	173,6	103
расчетная лесосека	.	411,2	340,0	84	94,0	182,0	200
б) По себестоимости							
запас насаждений	тыс. руб.	5791,3	5387,9	93	3190,8	3854,1	121
прирост насаждений	.	233,3	211,2	90	192,5	202,7	105
расчетная лесосека	.	137,6	129,1	94	79,2	149,8	189
Оценки запаса							
Качественная цифра	руб./м ³	5,23	5,40	103	4,13	4,74	115
Себестоимость выращивания	.	2,34	2,10	90	2,59	2,49	96
Коэффициент качества	усл. м ³ /м ³	2,49	2,19	88	1,85	2,06	111
Оценки прироста							
Качественная цифра	руб./м ³	4,00	4,32	108	3,69	3,43	93
Себестоимость выращивания	.	3,02	3,27	108	4,21	4,01	95
Коэффициент качества	усл. м ³ /м ³	1,78	1,69	95	1,71	1,62	94
Оценки расчетной лесосеки							
Качественная цифра	руб./м ³	5,58	5,10	91	6,06	7,62	126
Себестоимость выращивания	.	1,86	1,90	102	5,11	4,05	79
Коэффициент качества	усл. м ³ /м ³	2,43	2,20	90	5,20	4,63	145

Стоимостные показатели запаса и прироста, полученные при расчетах по хозяйствам и отдельным участкам с учетом конкретного состава пород, разряда такс, класса товарности и группы диаметра насаждения, значительно отличаются от аналогичных показателей, рассчитанных лишь по преобладающей в хозяйстве породе и средним показателям класса товарности, разряда такс и диаметра насаждения (по запасу на 5—23%, по приросту — на 14—15%).

Это дает основание сделать вывод, что оценку запаса необходимо производить не по обобщенным данным лесхозов с применением средних качественных цифр и коэффициентов качества древесины по хозяйствам и классам возраста, а с использованием показателей каждого участка насаждений, что и сделано в процессе экспериментальной проверки методики стоимостного учета запаса древесины на корню.

На величину показателей качества, ценности и себестоимости прироста в целом по хозяйствам оказывает влияние также структура прироста по классам возраста, а по предприятию в целом еще и структура прироста по хозяйствам. Повышение доли прироста в старших классах возраста или в более ценных хозяйствах сопровождается увеличением качественной цифры ежегодного среднего прироста и наоборот. Этим и объясняется тот факт, что качественные цифры и коэффициенты качества прироста древесины в табл. 1 ниже, чем те же показатели запаса насаждений. В общем ежегодном среднем приросте доля насаждений низких классов возраста больше, чем в запасе. Например, запас древесины в сосновом хозяйстве Воронежского лесхоза в первых трех классах возраста составляет 39,3%, в последующих трех — 60,8% от общего его объема, а прирост древесины — соответственно 64,9 и 35,1%.

Оценка прироста была произведена с учетом изменения ценности и качества запаса насаждений. В свою очередь, качество запаса влияет на общую величину ценности прироста.

Прирост древесины по отдельным классам возраста с учетом изменения качества запаса имеет даже отрицательную величину в связи со снижением качества и ценности запаса. Например, в Воронежском лесхозе в дубовой низкоствольной хозсекции при переходе насаждений за 10-летний период из VII в VIII класс возраста качественная цифра запаса древесины снизилась на 2,1 руб., а в мягколиственной хозсекции в IV классе — на 0,14 руб., в V — на 0,87 руб. Это приводит к снижению общего объема прироста в оценке по таксам или в условных кубометрах. Причина этого заключается в нарушении правил промежуточного пользования лесом.

Сравнение стоимостных показателей запаса, прироста и расчетной лесосеки позволяет получить данные по эффективности и рентабельности лесовыращивания (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Единицы измерения	Воронежский лесхоз	Калачеевский лесхоз
По запасу			
Запас насаждений по таксам	тыс. руб.	13851,5	7320,1
Запас насаждений по себестоимости	" "	5387,9	3854,1
Чистый доход	" "	8463,6	3466,0
Рентабельность затрат	%	157	90
По приросту			
Прирост насаждений по таксам	тыс. руб.	422,8	298,2
Прирост насаждений по себестоимости	" "	211,2	202,7
Чистый доход	" "	211,6	95,5
Рентабельность затрат	" "	100	47
Рентабельность производства	" "	3,47	2,22
По расчетной лесосеке			
Лесосека по таксам	тыс. руб.	346,0	282,0
Лесосека по себестоимости	" "	129,1	149,8
Чистый доход	" "	216,9	132,2
Рентабельность затрат	%	168	88
Рентабельность производства	" "	3,56	3,08

К показателям эффективности лесовыращивания были отнесены чистый доход, рентабельность затрат и рентабельность производства.

Чистый доход определялся как разность между таксовой стоимостью запаса насаждений, прироста древесины или расчетной лесосеки и себестоимостью их выращивания; рентабельность затрат — как отношение чистого дохода к себестоимости. Рентабельность производства рассчитывали как отношение чистого дохода от реализации прироста древесины или расчетной лесосеки к сумме запаса насаждений по себестоимости и сумме основных и оборотных фондов предприятий.

По Воронежскому и Калачеевскому лесхозам выращивание как общего запаса древесины, так и валовой и готовой товарной продукции высокорентабельно (особенно в Воронежском лесхозе).

Табличные данные показывают, что если учесть всю сумму производственных фондов, то рентабельность производства по лесовыращиванию очень невысока. В связи с этим при выборе пород, определении способов лесовосстановления, методов рубок ухода, возрастов спелости насаждений, специализации производства и других мероприятий необходимо добиваться того, чтобы обеспечивался наибольший эффект от лесовыращивания при снижении затрат и повышении рентабельности всех производственных фондов. Крайне невысокий уровень рентабельности производства по лесовыращиванию в указанных лесхозах еще раз указывает на заниженность таксовых отпускных цен на древесину.

На основе исследования и экспериментальной проверки разработанной методики стоимостной оценки леса представляется возможность сделать следующие выводы и предложения.

1. Учет запаса и ежегодной древесной продукции лесного хозяйства с помощью стоимостных показателей закономерен. Его необходимо производить во всех предприятиях, где воспроизводство леса связано с затратами труда.

2. В первую очередь, стоимостный учет запаса и древесной продукции необходим в предприятиях, расположенных в зоне интенсивного лесохозяйственного производства.

3. Стоимостный учет запаса и ежегодной древесной продукции позволяет: а) учесть средства производства в лесном хозяйстве в виде запаса древесины и поставить их на учет в бухгалтерском балансе; б) делать анализ хозяйственной деятельности по использованию и воспроизводству лесного фонда с качественной стороны; в) иметь в предприятиях показатель стоимостной оценки продукции с последующим суммированием результатов лесохозяйственного производства по управлениям лесного хозяйства и в целом по стране; г) обоснованнее планировать мероприятия и затраты средств на повышение продуктивности лесного хозяйства.

4. В качестве показателей стоимостной оценки и учета запаса и ежегодной древесной продукции следует использовать качественные цифры и себестоимость выращивания 1 м³.

Для качественной оценки запаса и ежегодной древесной продукции предприятий можно использовать также коэффициенты качества по методике Е. Я. Судачкова.

5. В целях внедрения стоимостной оценки запаса и продукции лесохозяйственного производства необходимо при лесоустройстве делать анализ прошлого хозяйства не только по натуральным, но и по стоимостным показателям, а в период между лесоустройствами силами самих предприятий лесного хозяйства учитывать динамику запаса в натуральной и стоимостной форме.

Для получения более точных показателей стоимостной оценки необходимо при лесоустройстве устанавливать класс товарности для насаждений всех классов возраста.

6. Стоимостную оценку запаса древесины следует осуществлять при лесоустройстве с применением перфокарт, а при учете текущих изменений в запасе — с помощью специальных карточек силами предприятий. Лесоустроительным предприятиям необходимо дополнить ныне применяемые ими перфокарты показателями, необходимыми для стоимостной оценки запаса древесины.

7. Для организации стоимостного учета запаса и ежегодной продукции древесины можно рекомендовать следующую методику работы: а) для каждой породы деревьев, по классам товарности и диаметру насаждений устанавливают норматив выхода сортиментов по категориям крупности (включая сучья и хворост) в процентах; б) определяют качественные цифры древесины на корню, себестоимость выращивания 1 м³ древесины и коэффициент качества древесины; в) запас древесины с помощью перфокарт и перфорационных машин или специальных карточек группируют в соответствии с разработанными табуляграммами; г) производят оценку запаса по качественной цифре, по себестоимости и коэффициентам качества. Затем оценивают прирост древесины (с учетом повышения качества и ценности запаса) и расчетную лесосеку; д) определяют средневзвешенные качественные цифры и коэффициенты качества по хозяйствам, типам леса и классам возраста; е) рассчитывают показатели эффективности лесовыращивания по всему запасу, по годовичному приросту и расчетной лесосеке. При этом динамику запаса выявляют с учетом происшедших или предстоящих текущих изменений (вырубка, перевод культур в состав лесного фонда, прием — передача, гибель насаждений, уценка и др.); ж) результаты оценки запаса древесины в порядке лесоустройства по хозяйствам заносят на забалансовый счет «Запас древесины на корню в незавершенном производстве» в оценке по качественной цифре и себестоимости. При очередном лесоустройстве делают переоценку запаса в порядке инвентаризации с анализом причин отклонений.

8. Разработанная методика стоимостной оценки запаса и продукции лесовыращивания обеспечивает точность стоимостных показателей в пределах точности натуральных показателей. Для стоимостной оценки запаса и продукции лесохозяйственного производства требуется расходовать дополнительно от 0,3 до 1,0 коп. на 1 га покрытой лесом площади, что, конечно, не может стать препятствием для ее внедрения.

Поступила 14 марта 1969 г.

УДК 634.0.652

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Л. И. ИЛЬЕВ

(Статистическое управление Воронежской области)

В связи с принятием «Основ земельного законодательства Союза ССР и союзных республик» вводится земельный кадастр для всех земельных угодий страны. Он предусматривает инвентаризацию земель, количественный и качественный учет угодий и экономическую оценку земли и требует разработки теоретических и практических вопросов оценки земли в натуральных, относительных (балльные оценки), а также стоимостных показателях.

До последнего времени в нашей стране кадастровым работам уделялось мало внимания. Мешало широко распространенное мнение, что

в СССР, где нет частной собственности на землю, якобы, отпала необходимость в создании земельного кадастра.

В свете последних решений Партии и Правительства в науке и практике широко развернулось обсуждение путей наиболее полного, эффективного использования наших богатейших природных ресурсов — земли, лесов, вод, недр и др. Особую актуальность приобретают вопросы экономической оценки земли.

Наиболее важна и сложна оценка лесных земель. Это связано с тем, что лесные земли занимают половину территории страны, обладают специфическими особенностями использования плодородия (длительный период производства древесины, сравнительно небольшой удельный вес рабочего периода, несоответствие времени приложения труда с моментом получения готового продукта и др.), являются, как правило, первоочередным фондом при трансформации угодий.

Попытки проведения экономического учета лесных земель и стоимостной оценки земли и запасов древесины предпринимались издавна буржуазными экономистами. Но при разработке этой проблемы возник ряд трудно преодолимых препятствий теоретического и практического характера. Во-первых, лес, являющийся одновременно и средством, и предметом труда, не укладывался в понятия ни основного, ни оборотного капитала. Во-вторых, препятствия создавались крайней сложностью экономических отношений, вызываемых наличием абсолютной и дифференциальной ренты с лесных земель. В тесном переплетении с вопросами ренты возникал вопрос о проценте на капитал. Буржуазная лесозащитная наука не смогла решить этих вопросов и до сих пор обходится давними выводами вульгарной политической экономии.

Определенная специфика экономических явлений в лесном хозяйстве обуславливает особые трудности применения ряда оценочных критериев, которые широко используются в промышленности, сельском хозяйстве и при оценке недр, вод, рыбных богатств и других видов природных ресурсов. Если вопрос об отнесении запасов древостоев к основным или оборотным фондам не получил еще своего официального разрешения и остается одним из проблемных, то отнесение лесных земель к главному средству производства не вызывает сомнения. Земля в лесном хозяйстве, так же как и в сельском, выступает, по определению В. И. Ленина, в качестве главного средства производства, активного фактора при производстве многочисленных полезных лесных продуктов.

Если рассматривать основные положения земельного кадастра применительно к лесному хозяйству и считать лесной кадастр составной частью земельного кадастра страны, то разработка этой проблемы имеет следующие особенности. Лесной кадастр заключается в регистрации лесфондодержателей, инвентаризации лесных земель, то есть должен обеспечивать количественный и качественный учет лесов и экономической оценки земель лесного фонда.

Вопросы регистрации лесопользователей и инвентаризации лесных земель в лесном хозяйстве поставлены довольно хорошо и в некоторых отношениях даже лучше, чем в сельском хозяйстве. Организация территории лесного фонда, таксация насаждений, характеристика лесных площадей по типам лесорастительных условий и классам бонитета достаточно полно характеризуют лесные земли как с количественной, так и с качественной стороны.

Наименее разработана экономическая оценка земель. Применительно к лесному хозяйству она должна выявить сравнительную ценность количества и качества древесной продукции и других полезностей

леса, получаемых в различных типах лесорастительных условий к возрасту спелости. Специфические особенности лесохозяйственного производства исключают механическое перенесение методов экономической оценки земли из сельского в лесное хозяйство.

Одна из важных особенностей использования земли в лесном хозяйстве — получение, помимо древесины, ряда других полезных продуктов. При экономической оценке земли необходимо учитывать многообразие полезностей леса, суммируя положительный эффект на единице площади леса. В качестве главного критерия оценки следует признать годовую комплексную продуктивность единицы площади леса, выраженную в количестве и качестве разнообразных полезных продуктов.

Кроме данных о величине продукции в натуральных величинах, во всех современных системах оценки разрабатываются данные и о стоимостных показателях продукции. В условиях существования товарно-денежных отношений и действия закона стоимости, универсальной мерой экономической ценности любых продуктов и полезностей является величина стоимости, так как только с помощью стоимостных категорий можно соизмерить ценность разнообразных полезных продуктов леса. Для стоимостной оценки использованы таксовые цены на древесину основных лесных пород, являющиеся по своей экономической природе отпускными ценами древесины на корню в государственных лесах СССР. Для стоимостной оценки древесины использованы также «качественные цифры», характеризующие средневзвешенные цены одного обезличенного кубометра древесины различных пород по типам лесорастительных условий.

Основные положения экономической оценки лесных земель могут быть сформулированы следующим образом:

$$B = (Z + P) \cdot K \cdot K_1, \quad (1)$$

где B — величина запаса в условных кубометрах объема;
 Z — запас насаждения в спелом возрасте при полноте 1,0;
 P — величина вырубаемой древесины всеми видами рубок ухода за лесом;
 K — коэффициент перевода в условный возраст;
 K_1 — коэффициент перевода в условные кубометры объема.

При оценке земли необходимо учитывать не только ее качество, но и местоположение. Введение поправочных коэффициентов на удаленность лесных участков в оценочной шкале позволит привести к единому эквиваленту не только качество почвы, но и их расположение. Баллы равноценных по качеству земель должны быть ниже для тех из них, которые расположены в удалении от крупных населенных и промышленных центров и мест потребления древесины.

Для оценки годичной продукции на 1 га в стоимостном выражении может быть применена следующая формула:

$$C = (P \cdot Q + P_n) \cdot K_2, \quad (2)$$

где C — ценность продукции на 1 га леса;
 P — средний прирост древостоев;
 Q — «качественная цифра»;
 P_n — ценность «побочных пользований» лесом;
 K_2 — поправочный коэффициент на удаленность и положение участка.

Землю следует оценивать с точки зрения наилучшего ее использования в соответствии с природными свойствами. Нет почвы одинаково пригодной для роста и развития всех древесных пород. Поэтому эко-

номическую оценку следует проводить по результатам использования плодородия наиболее продуктивными древесными породами, то есть показать потенциальную производительность почв в конкретных условиях. В то же время необходимо учитывать и продуктивность других древесных пород, произрастающих в тех или иных лесорастительных условиях и характеризующих фактическую производительность почв.

Такая сравнительная оценка лесорастительных условий позволит правильно решить вопрос о том, для каких древесных пород данная земля наиболее пригодна, какой максимальный прирост или запас можно получить в конкретных почвенных условиях. Наряду с оценкой почв по максимальной продуктивности, необходим учет объема продукции в абсолютных размерах эффективного запаса различных древесных пород в одних и тех же почвенных условиях. Это дает возможность построить ступенчатую шкалу оценки, отражающую, с одной стороны, максимальную производительность почв, с другой, степень пригодности тех или иных почв для произрастания разнообразных древесных пород.

Оценочные таблицы строятся по 100-балльной «замкнутой» шкале. Типам лесорастительных условий, дающим максимальное количество продукции, присваивается 100 баллов.

Таблица 1

Индексы типов условий произрастания	Породы	Класс бонитета	Эффективный запас в возрасте 70 лет	Запас условных м ³ объема	Ценность эффективного запаса, руб.	Оценка в баллах					
						типа условий произрастания		в пределах типа			
						по натуральным показателям	по стоимостным показателям	по натуральным показателям	по стоимостным показателям		
A ₁	Сосна	II	391	1329	2561	73	76	100	100		
	Береза	II	350	620	1005					47	39
A ₂	Сосна	I	475	1667	3111	89	92	100	100		
	Береза	II	387	704	1111					42	33
	Осина	II	421	594	783					36	25
B ₁	Сосна	III	347	1124	2273	62	67	100	100		
	Дуб	IV	272	571	2203					51	97
	Береза	III	347	555	996					49	44
	Осина	III	268	356	498					32	22
B ₂	Сосна	I	517	1815	3386	100	100	100	100		
	Дуб	II	321	912	3313					50	98
	Береза	II	431	763	1237					42	36
	Осина	II	494	761	919					42	27
	Липа	III	360	551	1040					31	31
B ₃	Сосна	I	487	1675	3190	96	94	100	100		
	Дуб	III	342	790	2770					50	87
	Береза	II	422	793	1211					50	38
	Осина	II	442	681	822					43	26
C ₁	Сосна	I	512	1725	3354	95	99	100	100		
	Дуб	IV	220	471	1782					28	53
	Осина	III	332	471	618					28	18
	Береза	II	422	785	1211					45	36

В порядке реализации методики экономической оценки лесных земель на примере 338 типичных лесхозов площадью свыше 30 млн. га была проведена работа по составлению региональных оценочных таблиц по 42 областям, краям и автономным республикам европейской части РСФСР. Образец региональной комбинированной (по натуральным и стоимостным показателям) оценочной шкалы лесных земель Тамбовской области приведен в табл. 1. Таблица построена на основе показателей эффективного древесного запаса, включающего наличный запас древостоев и запас древесины, изъятый различными видами рубок ухода.

Каждый тип лесорастительных условий получил оценку в баллах как по натуральным, так и по стоимостным показателям. Очевидно, что в Тамбовской области наиболее продуктивен тип лесорастительных условий — В₂, оцененный в 100 баллов. Остальные типы менее продуктивны.

Таблица позволяет установить степень благоприятности типов лесорастительных условий для роста и развития различных древесных пород.

Овладение методом сравнительной оценки земель и умение количественно выражать хозяйственную неравноценность лесных земель создает возможность более объективной оценки результатов производственной деятельности лесохозяйственных предприятий, квалифицированного решения вопросов трансформаций угодий, выработки наиболее экономически выгодных лесохозяйственных мероприятий по более полному и производительному использованию плодородия земель.

Наряду с разработкой проблемы экономической оценки лесных земель как важнейшей составной части лесного кадастра, в настоящее время особую актуальность приобретают и другие экономические аспекты оценки земли, среди которых необходимо отметить вопросы цены земли и рентных отношений в лесном хозяйстве, которые являются самостоятельными проблемами и нами здесь не рассматриваются.

Поступила 22 декабря 1969 г.

УДК 676.1.007

О ЗАТРАТАХ НА ПОДГОТОВКУ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. П. ИВАНОВ

(Ленинградский технологический институт целлюлозно-бумажной промышленности)

За последние годы размеры подготовки специалистов для целлюлозно-бумажной промышленности значительно возросли. Ныне подготовка инженеров ЦБП ведется в восьми вузах, техников—в шестнадцати техникумах. Намечаемое на предстоящие годы ускоренное развитие отрасли будет сопровождаться дальнейшим ростом потребностей в инженерах, техниках и других специалистах, что приведет к необходимости нового увеличения масштаба подготовки специалистов, а следовательно, и к повышению расходов на нужды образования.

Все это выдвигает на передний план задачу эффективного использования специалистов в производстве, а также рационального расходования средств, выделяемых на их подготовку. Для практического решения этих задач важно знать, во что обходится государству подготовка каждого специалиста для данной отрасли производства.

Стоимость подготовки специалиста — это выраженные в денежной форме общественные затраты на его обучение с момента поступления в школу до окончания специального учебного заведения. Они слагаются из различных как по содержанию, так и по назначению затрат. Первая составная часть их — затраты начальных, неполных средних и средних школ, где будущий специалист получает общеобразовательную подготовку, необходимую для поступления в специальное учебное заведение. Вторая часть — это расходы учебного заведения, где учащийся получает специальность. Они состоят из затрат на содержание учебных и подсобных зданий, оплаты труда профессорско-преподавательского состава и обслуживающего персонала, затрат на содержание учебных библиотек, студенческих общежитий. Сюда входят также стипендия учащимся и другие расходы, связанные с учебным процессом.

Источником покрытия указанных расходов школ и специальных учебных заведений служат соответствующие ежегодные ассигнования из государственного бюджета.

При определении стоимости подготовки специалиста нужно учитывать, что учебные заведения производят и такие расходы, которые не могут быть непосредственно включены в стоимость обучения в данном году. Это расходы на новое строительство, на приобретение оборудования, на капитальный ремонт основных фондов.

С процессом подготовки специалистов непосредственно не связаны расходы вуза на обучение и содержание аспирантов, на защиту кандидатских и докторских диссертаций. Поэтому они в стоимость подготовки специалиста включаться не должны.

Как известно, на находящиеся в эксплуатации основные фонды учебных заведений износ не начисляется, и в расходах учебного заведения он не находит отражения. Однако этот износ непосредственно связан с учебным процессом, и его величина в виде амортизации должна включаться в затраты на подготовку специалистов.

Таким образом, общая сумма затрат за год на обучение всего контингента учащихся $A_{см1}$ рассчитывается следующим образом:

$$A_{см1} = S_1 - (B_1 + O_1 + P_1 + H_1 + A_1) - a \cdot \Phi_1,$$

где S_1 — общая сумма затрат учебного заведения за год по смете, руб.;

B_1 — сумма капитальных вложений за год, руб.;

O_1 — стоимость приобретенного в данном году оборудования и инвентаря, руб.;

P_1 — затраты на капитальный ремонт, руб.;

H_1 — затраты на научно-исследовательские работы, руб.;

A_1 — затраты на аспирантуру, защиту кандидатских и докторских диссертаций, руб.;

Φ_1 — среднегодовая стоимость действующих основных фондов учебного заведения, руб.;

a — коэффициент, отражающий износ действующих основных фондов за год.

Общая сумма затрат учебного заведения за весь период обучения специалистов

$$P_{\text{а спец}} = \sum_{i=1}^n A_{смi},$$

где n — число лет обучения специалиста в учебном заведении.

Стоимость подготовки специалиста определяется как частное от деления общей суммы расходов учебного заведения (по видам обучения) за весь срок обучения на количество подготовленных и выпущенных специалистов (то есть на величину «готового продукта»).

Как известно, в процессе подготовки специалистов определенная часть обучающихся из-за неуспеваемости выбывает из учебного заведения или остается на повторное обучение. Затраты, связанные с обучением этой части учащихся, относятся к непроизводительным издержкам учебного заведения. Они увеличивают стоимость подготовки специалиста.

Третья составная часть затрат — расходы предприятий и организаций, которые за счет собственных средств выплачивают определенной части студентов стипендии, предоставляют студентам общежития на время прохождения практики, оплачивают труд своих работников по руководству практикой студентов и т. д.

При подготовке специалистов без отрыва от производства затраты предприятий слагаются из оплаты дополнительных отпусков, предоставляемых обучающимся (для сдачи экзаменов, для подготовки и защиты дипломных проектов), из оплаты стоимости проезда обучающегося к месту нахождения учебного заведения (при заочном обучении) и др.

К затратам на подготовку специалистов следует отнести также издержки общества, которые оно несет в связи с отвлечением трудоспособной молодежи от производительного труда в период учебы. Эти издержки определяются потерями прибавочного продукта, который мог быть создан трудоспособной молодежью за период обучения, если бы она трудилась в материальном производстве.

Размер утраченного за год прибавочного продукта может быть определен по формуле

$$U_0 = \alpha l m,$$

где α — доля трудящихся страны, занятых в материальном производстве;

l — среднегодовая зарплата, которую получил бы учащийся, работая в материальном производстве, руб.;

m — размер прибавочного продукта, создаваемого трудящимся на каждые 100 руб. зарплаты в материальном производстве.

Наряду с общественными затратами, на подготовку специалистов расходуется некоторая часть личных доходов семьи, в которых имеются учащиеся. В приводимых нами расчетах эти расходы не учитываются.

Подготовка специалистов в учебных заведениях СССР проводится в двух формах: с отрывом от производства и без отрыва (вечернее и заочное обучение). Расчет затрат на подготовку специалиста строится на одной и той же принципиальной основе, с учетом особенностей каждой формы обучения.

Автор данной статьи по отчетным (за 1964—1968 гг.) данным Ленинградского технологического института ЦБП, Ленинградской лесотехнической академии и Сибирского технологического института определил стоимость подготовки инженера для целлюлозно-бумажной промышленности. В этих учебных заведениях, вместе взятых, сосредоточено около 75% всего контингента студентов, обучающихся в вузах страны по специальностям целлюлозно-бумажного производства.

Стоимость подготовки техника-бумажника определена с использованием данных Ленинградского техникума целлюлозно-бумажной и

деревообрабатывающей промышленности, Краснокамского, Марийского, Сокольского и Светогорского целлюлозно-бумажных техникумов, где сосредоточено свыше 60% обучающихся по этим специальностям.

Подготовка специалистов для целлюлозно-бумажной промышленности также ведется с отрывом и без отрыва от производства. Каждый вид подготовки имеет свою специфику, которой определяется и структура затрат на обучение (табл. 1).

Таблица 1

Затраты	Величина затрат, %, по видам обучения (в числителе — инженеров, в знаменателе — техников)			
	дневное	вечернее	заочное	в совокупности
Зарплата профессорско-преподавательского состава (включая почасовой фонд) с начислениями	26,8	44,8	60,6	32,9
	24,9	48,6	40,9	30,5
Зарплата учебно-вспомогательного, административно-управленческого и обслуживающего персонала с начислениями	16,3	20,5	14,3	16,9
	12,6	20,8	21,0	14,8
Канцелярские и хозяйственные расходы	4,5	5,8	4,1	4,8
	5,2	8,4	8,3	6,1
Расходы учебные, на производственную практику и приобретение книг	4,6	5,7	4,0	4,7
	4,1	6,1	6,7	4,8
Стипендия	25,8	0,3	0,1	19,0
	38,7	0,8	—	28,2
Приобретение мягкого инвентаря и обмундирования	1,0	—	0,9	0,8
	1,5	—	2,0	1,3
Амортизация основных фондов	18,2	22,7	15,6	18,9
	10,6	15,0	18,8	12,2
Прочие расходы	2,8	0,2	0,4	2,0
	2,4	0,3	2,3	2,1

На дневных отделениях вузов около 50% всех студентов получают стипендию из бюджета, 22% — за счет предприятий. В средних специальных учебных заведениях стипендию имеют свыше 65% учащихся. За последние годы удельный вес получающих стипендии заметно вырос.

У студентов вечернего и заочного обучения стипендия в общей сумме расхода составляет 0,1—0,8%. Ее получают студенты вечерники и заочники в период прохождения преддипломной практики.

Рассмотрим теперь результаты расчета затрат на подготовку специалистов целлюлозно-бумажного производства в высших и средних специальных учебных заведениях в период 1964—1968 гг. Бюджетные затраты учебных заведений указаны в табл. 2.

Таблица 2

Учебные заведения	Затраты на подготовку одного специалиста, руб., по видам обучения			
	дневное	вечернее	заочное	средние по видам обучения
Высшие	5616	3895	2419	4710
Средние специальные	2000	745	480	1230

При этом характерно, что ежегодные расходы на обучение и содержание студентов (без учета отсева и второгодничества*) достаточно стабильны (табл. 3).

Таблица 3

Годы	Ежегодные расходы, руб., по видам обучения (в числителе — инженеров, в знаменателе — техников)		
	дневное	вечернее	заочное
1964	<u>848</u>	<u>333</u>	<u>87</u>
1965	884	349	104
	<u>383</u>	<u>130</u>	<u>87</u>
1966	885	345	104
	<u>377</u>	<u>120</u>	<u>83</u>
1967	874	344	104
	<u>371</u>	<u>106</u>	<u>84</u>
1968	914	358	106
	<u>371</u>	<u>113</u>	<u>89</u>
В среднем за 1964 — 1968 гг.	882	346	102
	<u>375</u>	<u>116</u>	<u>86</u>

Размер затрат предприятий и организаций на подготовку специалистов определяется на основе выборочных обследований.

В затратах предприятий, связанных с подготовкой специалистов без отрыва от производства, наиболее велика оплата учебных отпус-

Таблица 4

Затраты	Величина затрат, руб., по видам обучения (в числителе — инженеров, в знаменателе — техников)			
	дневное	вечернее	заочное	в среднем
На общеобразовательную подготовку				
по бюджету	—	—	—	<u>1105</u>
потеря обществом прибавочного продукта	—	—	—	<u>884</u>
Связанные с подготовкой специалиста в специальном учебном заведении				
по бюджету учебного заведения	5616	3895	2419	4710
	<u>2000</u>	<u>745</u>	<u>480</u>	<u>1230</u>
затраты предприятий	731	1022	1257	881
	<u>50</u>	<u>467</u>	<u>762</u>	<u>366</u>
потеря обществом прибавочного продукта	5550	825	985	3634
	<u>4440</u>	<u>410</u>	<u>660</u>	<u>2283</u>
Полная стоимость подготовки специалиста	13956	7801	6720	11284
	<u>7374</u>	<u>2506</u>	<u>2786</u>	<u>4763</u>

* Ежегодный отсев и второгодничество в вузах, охваченных анализом, составляли при дневном обучении 5,5%, при вечернем — 14,5%, при заочном — 24%, а в техникумах соответственно 8,4; 5,7 и 2,3%.

ков. При обучении на вечернем отделении вуза она составляет на каждого студента около 170 руб., а в техникуме — 92 руб. в год. При заочном обучении оплата учебного отпуска равна соответственно 198 и 142 руб.

Полная стоимость подготовки специалистов целлюлозно-бумажного производства при различных формах обучения, подсчитанная на основе изложенных принципов, отражена в табл. 4.

Выводы

1. Сопоставление затрат показывает, что обучение инженера обходится государству в среднем в 2,4 раза дороже, чем обучение техника. Следовательно, использование инженеров на должностях, не требующих инженерных знаний, наносит государству в конечном счете значительный ущерб. Нерационально также поручать инженеру такие работы, которые с успехом может выполнять техник.

2. Подготовка специалистов с отрывом от производства требует наибольших затрат. Если полную стоимость подготовки такого инженера принять за 100%, то затраты при вечернем обучении в вузе составят 56,0%, при заочном 48,0%, а для техников соответственно 34 и 38%.

Учитывая, однако, что главный показатель всех форм обучения — качество приобретенных знаний — наиболее высок при дневном обучении, Партия и Правительство признали дневное обучение основной формой подготовки специалистов.

3. Приведенные в табл. 4 данные могут быть использованы для планирования средств на подготовку специалистов целлюлозно-бумажного производства.

Поступила 27 февраля 1970 г.

УДК 634.0.71

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РЕФОРМЫ ОПТОВЫХ ЦЕН 1967 ГОДА НА ПРОДУКЦИЮ ЛЕСОПИЛЕНИЯ И ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Е. Е. БУРСИН

(ЦНИИМОД)

В 1948—1949 гг. была проведена общая послевоенная реформа оптовых цен на продукцию тяжелой промышленности, преследовавшая цель повышения цен ликвидировать убыточность в тяжелой промышленности, прекратить выплату предприятиям государственной дотации и тем самым способствовать укреплению хозрасчета и снижению себестоимости продукции.

Это касалось и лесопильно-деревообрабатывающей промышленности, у которой убытки (в процентном отношении к себестоимости продукции) были выше, чем в других убыточных отраслях тяжелой промышленности. Однако и при новых оптовых ценах на пиломатериалы, введенных с 1 января 1949 г., лесопильная промышленность осталась убыточной. Поэтому с 1 января 1955 г. были введены новые оптовые цены на продукцию этой отрасли промышленности. Они действовали до 1 апреля 1957 г. и затем были заменены новыми как не обеспечивавшие безубыточной работы лесопильно-деревообрабатывающей

промышленности. Производство пиломатериалов в этот период приносило убыток в размере 10% от полной себестоимости.

С 1 апреля 1957 г. был введен преysкурант цен на лесные материалы (№ 19—02). Цены 1957 г. на важнейшие виды продукции были повышены в среднем на 30% при значительной дифференциации их по отдельным отраслям. В результате этого по продукции лесозаготовительной промышленности убыточность, составлявшая в 1956 г. по Министерству лесной промышленности СССР 15,9%, сменилась уже в 1957 г. прибыльностью в 7,1%, а в 1958 г. — 18,1%. Иное положение сложилось по лесопильной промышленности. Убыточность лесопильной промышленности РСФСР составляла 0,9% в 1959 г. и 4,2% в 1960 г. По данным ЦСУ РСФСР, в 1959 г. из 59 областей рентабель-

ными были 18. Убыточность по отрасли в целом и по большинству основных районов, производящих пиломатериалы, громадные порайонные колебания убыточности и рентабельности уже в первый год действия преysкуранта показали, что и в нем остались существенные диспропорции.

В табл. 1 приведены данные о рентабельности лесопильной промышленности в целом по РСФСР и по отдельным районам (в процентах).

Сопоставление рентабельности (убыточности) по лесопилению и по лесозаготовкам свидетельствует о том, что в ценах 1957 г. существовал резкий разрыв между уровнем цен на сырье и на продукцию из этого сырья.

Структура себестоимости пиломатериалов за 1961 г. приведена в табл. 2 (руб. — коп. за 1 м³). Из таблицы видно, что затраты по сырью в общей структуре полной себестоимости составляли 74,8%.

Таблица 2

Районы	Сырье	Расходы производства	Фабрично-заводская себестоимость товарной продукции	Внепроизводственные расходы	Полная себестоимость товарной продукции
Всего по СССР	18—70	5—02	23—72	1—32	25—04
%	74,8	20,0	94,8	5,2	100,0
в том числе					
РСФСР	18—18	5—25	23—43	1—31	24—74
УССР	24—22	4—28	28—50	0—90	29—40
БССР	20—51	2—61	23—12	1—61	24—73

Июльский (1960 г.) Пленум ЦК КПСС признал необходимым осуществить в 1961—1962 гг. пересмотр оптовых цен в тяжелой промышленности.

При разработке преysкурантов на продукцию лесопиления и деревообработки в 1962—1963 гг. была отвергнута принятая в преysкурантах 1957 г. система расчетов с предпринятиями-поставщиками путем скидок (надбавок) с оптовых цен франко-вагон станция назначения. Решено было вернуться к системе цен, введенной в 1955 г., и разработать три вида оптовых цен: франко-вагон станция отправления — для

расчетов предприятий-поставщиков со сбытовыми организациями; франко-вагон станция назначения — для расчетов сбытовых организаций с потребителями продукции; на продукцию, не охваченную системой цен франко-вагон станция назначения — для расчетов как между поставщиками и сбытовыми организациями, так и между последними и потребителями этой продукции.

В прејскурантах 1962—1963 гг. цены на пилопродукцию были повышены на 18,1%, что должно было способствовать ликвидации убыточности лесопильно-деревообрабатывающей промышленности и обеспечить среднюю рентабельность на уровне 6%. Уровень цен по поясам был разработан с учетом себестоимости по каждому району производства с отклонениями от средней рентабельности в среднем не более +2%, что должно было ликвидировать крайнюю неравномерность в уровне цен по районам. Проведено было также некое усовершенствование цен на изделия деревообработки с целью ликвидации убыточности, а также необоснованного повышения рентабельности по некоторым из них.

Основным недостатком прејскуранта № 07—03 1962—1963 гг. было его поясное деление и громоздкость. Он состоял из двух частей: I — оптовые цены промышленности; II — оптовые цены предприятия.

Первая часть прејскуранта включала два раздела. В первом разделе «Оптовые цены на лесоматериалы круглые» все потребители дифференцированы по восьми поясам назначения, в то время как во втором разделе «Оптовые цены на продукцию лесопиления, деревообработки и шпалопиления» те же самые республики, края и области подразделены уже на 9 поясов назначения.

Вторая часть прејскуранта № 07—03 состояла из тех же двух разделов и в каждом из них было установлено по 14 поясов отправления, причем поясное деление первого и второго разделов резко различались.

Так, например, Башкирская АССР и Калужская область в первом разделе прејскуранта (часть II) относились к одиннадцатому поясу, во втором же разделе Башкирская АССР — к девятому, а Калужская область — к третьему. Еще более сложным было поясное деление прејскуранта № 07—04 «Оптовые цены на лесопroduкцию экспортную и импортную». Цены на экспортный пиловочник подразделяли на 8 поясов назначения и 13 поясов отправления; цены на экспортные пиломатериалы дифференцировали по 9 поясам назначения и 13 поясам отправления и т. д.

Такое множество поясных делений сильно усложняло пользование прејскурантами и экономически не оправдывалось.

Положенная в основу прејскуранта № 07—03 1963 г. дифференциация цен по видам, породам и сортам лесоматериалов не соответствовала объективным различиям их полезности. Так, была излишне смягчена разница в ценах на пиломатериалы по сортам. Проведенные ВНИИДревом работы* по сопоставлению прејскурантных цен пиломатериалов и получаемых из них заготовок показывали, что перерабатывать пиломатериалы низших сортов было невыгодно, потому что цены на этот вид сырья были завышены. В то же время при переработке пиломатериалов высших сортов, в особенности второго, цены получаемых заготовок намного превышали стоимость перерабатываемых пиломатериалов. Это противоречие можно было разрешить, только повысив цены на высокосортные доски при одновременном снижении на низкосортные.

* Н. Попов. Газ. «Лесная промышленность» № 26, 1966.

Недостаточно учтены были особенности лесоматериалов из древесины мягких лиственных пород и березы. По сравнению с хвойными последние, как известно, характеризуются большим количеством пороков и пониженным выходом пилопродукции. Лиственная древесина обычно имеет неправильные формы, более подвержена загниванию. Доски из нее сильно коробятся, и обработка их связана с дополнительными потерями. Тем не менее цены на хвойные и лиственные пиломатериалы были установлены практически на одинаковом уровне, что никак не стимулировало применение пиломатериалов лиственных пород. Чтобы заинтересовать потребителей в использовании лиственных пиломатериалов, цены на них по всем сортам следовало бы уменьшить на 10—15%.

Цены на лиственный пиловочник были установлены на 10—15% ниже, чем на хвойный. Однако этого оказалось недостаточно, так как выход пиломатериалов из лиственного сырья ниже и по объему, и по качеству. Чтобы создать стимул к переработке лиственного сырья, его стоимость нужно снизить, как минимум, на 20—25% по сравнению с ценами хвойного, причем наиболее резко требовалось уменьшить цены на лиственный пиловочник III сорта, так как в нем допускается гниль до 0,5 диаметра, тогда как в хвойных бревнах III сорта гниль вообще не допускается.

Сентябрьский Пленум ЦК КПСС (1965 г.) наметил широкую программу перевода промышленности страны на новую систему планирования и экономического стимулирования и поставил задачу улучшения системы ценообразования. В 1965 г., как известно, действовали преysкуранты оптовых цен 1960 г. (преysкуранты 1963 г. издания не нашли практического применения в промышленности), и поэтому лесопильно-деревообрабатывающая промышленность продолжала оставаться планово-убыточной. Так, в 1965 г. убыток составлял 0,20 руб. на 1 м³ товарных пиломатериалов (0,8%), убыточным оставалось производство и большинства видов продукции деревообработки: пиленых заготовок из древесных хвойных пород, клепки, обозных сортиментов, заготовок для текстильной промышленности и др. Рентабельность производства комплектов деталей деревянной ящичной тары была равна нулю.

Пересмотр оптовых цен на продукцию лесопильно-деревообрабатывающей промышленности был экономической необходимостью, обязательной предпосылкой возможности использования новых методов хозяйствования.

Поступила 5 февраля 1970 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.116

О КЛИМАТИЧЕСКОЙ И ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ
БУКОВЫХ ЛЕСОВ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАВКАЗА

Н. А. БИТЮКОВ

(Сочинская НИЛОС)

На Черноморском побережье Краснодарского края буковые леса занимают 23% лесопокрываемой площади. Представлены они типично разновозрастными насаждениями и характеризуются высокой продуктивностью. Эти леса имеют большое водоохранное, почвозащитное, климаторегулирующее и санитарно-гигиеническое значение. Средняя полнота их—0,75, средний класс бинитета—1,9.

Буковые насаждения сосредоточены в среднегорной части побережья. Горный характер этой территории определяет особенности климата, почв и гидрологии. Почвы здесь бурые лесные, глинистые, на сланцах и желто-бурых глинах. Климат влажный, умеренно теплый. Среднегодовые температуры воздуха составляют 10—13°C. Средний из абсолютных минимумов температуры в 50% случаев изменяется от —8 до —9°C. Годовое количество осадков возрастает по мере удаления в горы от 1600 до 2100 мм. Примерно половина их выпадает в осенне-зимнее время. Снежный покров обычно появляется во второй половине декабря, но устойчив лишь в некоторые зимы. Высота снежного покрова достигает 80—120 см.

Вегетационный период продолжается около семи месяцев. Теплообеспеченность его хорошая (в 80% случаев сумма активных температур около 2800—3500°). Влагообеспеченность периода вегетации избыточна—гидротермальный коэффициент (по Г. Т. Селянинову) превышает 2,2.

В летний период преобладают осадки ливневого характера. Эти ливни обычно очень интенсивны, а суммарное количество осадков за один ливень достигает иногда 120—130 мм, поэтому возникает потенциальная опасность эрозии крутых и очень крутых склонов гор. Возможность эрозии заставляет с особой осторожностью проводить хозяйственные мероприятия в лесах Черноморского побережья.

В климатическом и гидрологическом режиме рассматриваемой территории буковые леса играют важную роль. Изучением гидрологической роли лесов Сочинская НИЛОС занимается с 1963 г. на специально оборудованном стационаре в девственном буковом насаждении. Стационар площадью 71 га находится в оптимальных для буковых лесов условиях: высота над уровнем моря 490—1152 м; склон юго-западной экспозиции имеет значительные уклоны (70% его протяженности имеет крутизну 21—35°); почвы бурые лесные с гумусовым горизонтом до 30—35 см. Вся площадь стационара занята разновозрастным буковым древостоем высокой производительности. Характеристика насаждений стационара «Аибга» приведена в табл. 1 по данным восьми пробных площадей (0,69—1,0 га).

Таблица 1

М пробных площадей	Состав древостоя	Число стволов, шт./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас древесины, м ³ /га	Полнота	Суммарная площадь проекций крон, тыс. м ² /га	Сомкнутость крон
1/63	10Бк,ед.И,Кл	164	42,2	655	0,91	12,6	0,87
2/63	10Бк+Кл,ед.Г,И	273	32,8	463	0,72	11,2	0,81
3/63	10Бк+Г,ед.Кл,И	70	36,7	531	0,83	10,7	0,82
4/63	10Бк,ед.И,Кл	314	37,9	569	0,84	13,7	0,88
6/64	10Бк,ед.Лп,И,Кл	249	38,4	553	0,92	10,9	0,82
7/64	10Бк,ед.Лп,И	409	42,7	606	1,06	—	0,91
8/64	8Бк1И1Лп+Кл,ед.Г,Кш	299	40,0	550	0,98	12,8	0,91
9/64	8Бк1И1Лп+Кл,ед.Г	337	44,4	610	1,06	11,4	0,90

Ниже приведены некоторые результаты экспериментальных исследований микроклимата и гидрологического режима под пологом букового леса, полученные в последние годы.

Наблюдения на метеорологических площадках показали, что максимальные температуры воздуха летом под пологом леса на 1,1—1,6° ниже, чем на близлежащей вырубке, а минимальные на 0,7—1,0° выше, то есть суточный ход температуры воздуха под пологом леса выравнивается на 2,0—2,5°. Упругость водяного пара в лесу изменялась в течение года в пределах 4,6—23,0 мб, относительное влагосодержание — от 16 до 100%. Температурный режим почвы под пологом леса изменяется довольно плавно. Наибольшие колебания температур наблюдаются в верхнем 10 сантиметровом слое почвы (на вырубке слой с максимальными температурными градиентами увеличивается до 30 см). Средняя за вегетацию температура почвы под кронами на глубине 5 см равна 14,6°С, а на 90—100 см — 11,8°С.

Водный баланс водосборов стационара выглядит следующим образом. Выпадающие осадки расходуются на задержание кронами деревьев (эта часть осадков испаряется), поверхностный и внутрипочвенный сток, инфильтрацию, почвенную аккумуляцию, испарение с почвы и транспирацию. Учет показал, что за время вегетации кроны деревьев задерживают 12—16% осадков от их количества за этот же период на открытом месте (730—1218 мм). При этом в наибольшей мере задерживаются осадки малой интенсивности. Сопоставляя плювиограммы ливней на вырубке и под пологом леса, можно заключить, что кроны деревьев не только уменьшают количество осадков, попадающих на почву, но и увеличивают продолжительность дождя на 1—2,5 часа, а также ослабляют среднюю интенсивность.

Наблюдениями за режимом влажности почв на стационаре установлена их высокая водоудерживающая способность: около 50% осадков, попадающих под полог леса за вегетационный период, может удерживать метровый слой почвы. Значительная некапиллярная скважность поверхностных горизонтов приводит к тому, что в верхнем 30-сантиметровом слое может вмещаться 33 мм гравитационной воды, а в 60-сантиметровом — около 50 мм.

Результаты определения (с помощью простейших кольцевых инфильтрометров) впитывания на различных глубинах свидетельствуют об исключительно высокой во-

Таблица 2

Даты паводков	Характеристика паводков				Характеристики ливней, образовавших паводки			Коэффициент поверхностного + внутрипочвенного стока
	максимальный расход, л/сек	объем паводка, мм	объем грунтовой составляющей, мм	объем поверхностного + внутрипочвенного стока, мм	сумма осадков, мм	средняя интенсивность, мм/мин	наибольшая интенсивность, мм/мин	
1-й ручей, площадь водосбора 7,6 га								
14—16.VI-66 г.	147	21,5	0,0	21,5	116,9	0,09	0,68	0,184
13—18.I-67 г.	16,6	9,9	0,0	9,9	116,2	—	—	0,085
2—5.III-67 г.	5,7	5,6	0,0	5,6	97,7	0,05	0,13	0,058
22—25.VII-67 г.	44,2	6,6	0,0	6,6	134,7	0,21	1,20	0,049
2-й ручей, площадь водосбора 11,7 га								
14—16.VI-66 г.	156	50,2	7,9	42,3	116,9	0,09	0,68	0,362
11—18.I-67 г.	39,9	32,4	1,6	30,8	116,2	—	—	0,265
23—26.VII-67 г.	32,2	8,5	0,2	8,3	134,7	0,21	1,20	0,061
3-й ручей, площадь водосбора 5,7 га								
13—17.I-67 г.	49,0	26,5	0,0	26,5	116,2	—	—	0,227
2—5.III-67 г.	9,7	4,8	0,0	4,8	97,7	0,05	0,13	0,049
23.VII-67 г.	52,5	18,7	0,0	18,7	134,7	0,21	1,20	0,139
4-й ручей, площадь водосбора 19,9 га								
14—16.VI-67 г.	71,0	40,3	24,5	15,8	116,9	0,09	0,68	0,135
11—17.I-67 г.	84,1	60,0	39,3	20,7	116,2	—	—	0,178
2—8.III-67 г.	48,9	65,4	38,8	26,6	117,9	0,04	0,13	0,226
23—28.VII-67 г.	108	31,0	10,9	20,1	134,7	0,21	1,20	0,164

допроницаемости поверхностного слоя почв. Коэффициенты фильтрации на поверхности почвы варьировали от 10,1 до 18,1 мм/мин при среднем их значении 13,9. На глубине 0,2 м впитывание в среднем равно 6,0 мм/мин, на 0,4 м—2,1 мм/мин, а на 0,6 м—0,7 мм/мин. Хорошие водно-физические свойства почв под буковыми лесами и наличие относительного водоупора на глубине 0,6—0,8 м создают благоприятные условия для образования внутрипочвенного (контактного) стока.

Поверхностный и внутрипочвенный сток на стационаре изучали методом искусственного дождевания изолированных площадок и путем натуральных наблюдений на четырех небольших (от 5,7 до 19,9 га) водосборах. Дождевание площадок с интенсивностью 1,5—2,7 мм/мин дало величину поверхностного стока 0,7—8,6%, а внутрипочвенного — 23,2—35,7% от количества осадков.

В табл. 2 приведены данные о коэффициентах стока на поверхности и в метровом слое почвы. Годовой сток в 1967 г. на 1- и 3-м ручьях составил 3,0—3,5% осадков под пологом; на 2-м—9,7%, из которых 2,4% — базисный грунтовой сток; на 4-м—64%, из них более 40% — грунтовое питание.

Незначительные величины поверхностного стока обуславливают почти полное отсутствие эрозии под пологом девственного букового леса. Так, наибольшая мутность воды, измеренная на одном из ручьев стационара в паводок 14—16.VII-66 г., равна 92 г/м³; за весь паводок эрозионный смыв составил 0,02 т/га, или в пересчете на высоту эродированного слоя 0,002 мм. В табл. 3 приведены предварительные результаты расчета элементов водного баланса для метрового слоя почвы на стационаре за вегетационные периоды 1965—1967 гг.

Таблица 3

Элементы водного баланса	Вегетационные периоды		
	1965 г.	1966 г.	1967 г.
Осадки, мм	730	1218	977
Задержание осадков кронами, мм	85	158	153
Испарение с почвы, мм	217	147	135
Поверхностный + внутрипочвенный сток, мм	—	26*	24
Инфильтрация + транспирация, мм	—	982	726
Запасы влаги в метровом слое почвы, мм			
в начале вегетационного периода	483	426	449
в конце вегетационного периода	372	331	388
изменения за вегетацию	111	95	61

* Величина поверхностного стока в 1966 г. занижена на 5—8 мм (из-за перерывов в наблюдениях).

Таким образом, в водном балансе территории под девственными буковыми деревьями основная доля приходится на инфильтрацию и транспирацию, затем на задержание осадков вегетативными органами насаждения и физическое испарение с почвы и самая малая часть отводится поверхностному и внутрипочвенному стоку.

Гидрологическая роль буковых лесов побережья заключается в выполнении ими важных водоохраных и почвозащитных функций путем благоприятного воздействия на водный баланс территории. Хозяйственная деятельность человека здесь должна планироваться таким образом, чтобы благоприятное сочетание элементов этого баланса не было нарушено.

УДК 634.0.2

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ПОДРОСТА ДУБА СКАЛЬНОГО НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Б. И. БОБРУЙКО
(ВНИИЛМ)

Вопросы возобновления и выживаемости подроста дуба скального на сплошных вырубках в дубовых лесах Северо-Западного Кавказа имеют важное хозяйственное значение, являясь частью проблемы восстановления и повышения продуктивности этих ценных насаждений.

В течение 1963—1965 гг. при изучении хода естественного возобновления дуба под пологом леса и на вырубках Горяче-Ключевского и Афицкого лесокombинатов Краснодарского края мы исследовали выживаемость и анатомическое строение листьев у подростка дуба под пологом леса и на вырубках.

Целью наших исследований было определение жизнеспособности подростка дуба на сплошных вырубках, наиболее распространенных в дубняках Северо-Западного Кавказа.

Основное отличие условий местопроизрастания под пологом леса и на сплошных вырубках заключается в разной интенсивности освещенности ассимиляционного аппарата (листьев) подростка. Интенсивность освещения крон низкорослого подростка (до 50 см), то есть подростка преобладающей группы высоты, под пологом насаждений преобладающих типов леса составляет в среднем 10—15% от освещенности открытого места (110—130 тыс. лк). Освещенность крон подростка высотой до 1,5 м в два раза выше, но не превышает в среднем 35% освещенности открытого места.

Подрост, вышедший из-под полога насаждений после сплошно-лесосечных рубок, попадает в новые условия, при которых величина общей освещенности листьев увеличивается в 4—6 раз, а физиологически активной радиации — в 8—12 раз. Вследствие резкого изменения световой обстановки на вырубке изменяются и условия фотосинтеза, вследствие чего перестраивается ассимиляционный аппарат.

Полная смена теневых листьев на световые у подростка дуба скального на вырубках происходит в течение двух вегетационных периодов. На двухлетних вырубках толщина листовой пластинки увеличивается в среднем в 1,5 раза, соотношение ширины слоя палисадной и губчатой паренхимы превышает 1,0, количество устьиц на 0,01 мм² возрастает в 1,5—2,0 раза (табл. 1).

Таблица 1

Возраст подростка, лет	Местонахождение растения	Освещенность крон, % от открытого места	Толщина листа, мм	Толщина эпидермиса, мм		Высота слоя палисадной паренхимы, мм	Высота слоя губчатой паренхимы, мм	Число устьиц на 0,01 мм ²
				верхнего	нижнего			
1	Под пологом . . .	15	90	9	3	30	48	5
3	На вырубке . . .	100	146	16	8	65	57	9
3	Под пологом . . .	15	64	8	3	21	32	4
5	На вырубке . . .	100	100	15	9	45	31	7

Примечание. Под пологом и на вырубке листья взяты у одних и тех же растений.

Поскольку листья подростка на вырубке формируются по ксерофитному типу, у них происходит значительное утолщение эпидермиса, особенно верхнего.

Наиболее быстро перестраивают свой ассимиляционный аппарат дубки, пробывшие 1—2 года под пологом в условиях затенения. У трехлетних дубков в результате более медленной перестройки паренхимы изменение листьев на вырубках выражено менее резко, чем у однолетнего самосева дуба.

Для подростка дуба, растущего на вырубках в условиях полного освещения, характерен значительно более интенсивный рост корней и надземной части, чем под пологом леса (табл. 2).

Таблица 2

Возраст, лет	Высота надземной части, см	Диаметр, см	Длина подземной части, см	Вес надземной части, г	Вес подземной части, г	Количество листьев
--------------	----------------------------	-------------	---------------------------	------------------------	------------------------	--------------------

Под пологом леса

2	8,2	0,3	26	1,4	3,2	4
4	16,5	0,4	43	2,5	4,8	
6	18,0	0,6	54	5,0	7,6	8

На вырубке

2	37	0,7	63	34,0	57,7	10
4	75	1,3	89	49,3	76,5	5
6	128	2,3	132	193,7	357,3	1,3

Общий вес двухлетних растений на вырубке в 15—20 раз больше, чем под пологом леса, а у шестилетних дубков в 50—60 раз.

Важный показатель нормального роста дубка — прогрессирующее увеличение общего количества листьев. На вырубке у дубков до шести лет количество листьев ежегодно увеличивается в 1,5—2 раза. У одновозрастного с ним подроста под пологом леса количество листьев в течение первых пяти лет практически не увеличивается. Повторность измерений — 15-кратная.

В течение первых пяти лет существования на вырубках дуб затрачивает больше пластических веществ на рост корневой системы, нежели надземной части. У дубков, имеющих большее количество листьев, корневая система развита лучше, относительная доля подземной части в общей массе растения также больше.

В преобладающих типах леса — дубняках злаковым, азалиевом, ожиновом, грабовом и кизиловом — количество подроста семенного происхождения под пологом насаждений в диапазоне полнот 0,5—0,7 составляет 4,4—20,4 тыс. шт. на 1 га. По данным 44 пробных площадей, наибольшая часть дубового подроста (87%) представлена растениями, имеющими возраст от 1 до 3 лет. Принятая методика учета самосева и подроста на пробных площадях* обеспечивает 10%-ную точность учета при уровне значимости 0,05. Из-за недостатка света под пологом происходит ежегодный отпад самосева дуба скального. Если принять исходное количество однолетнего самосева за 100%, то к четырехлетнему возрасту сохраняется 5% дубков.

При существующей технологии разработки лесосек с оставлением 50—60% первоначального количества подроста основная часть сохранившегося подроста на вырубках также имеет возраст от 1 до 3 лет.

По данным учета отпада подроста дуба скального на 1—3-летних вырубках (обследовано 0,86 тыс. га), ежегодный средний отпад на вырубках не превышает 10% исходного числа растений, причем наиболее быстро приспособляется к новым световым условиям самосев и подрост дуба в возрасте 1—2 лет, так как у него резко изменяется анатомическое строение листьев. Эта способность 1—2-летнего подроста быстро адаптироваться к резко изменившимся условиям произрастания свидетельствует о том, что предварительное возобновление может обеспечить восстановление дуба скального на площадях сплошных рубок.

* А. В. Побединский. К вопросу учета подроста и самосева. Сб. «Лесоводственные исследования в лесах Сибири», т. 57. Красноярск, 1963.

УДК 634.0.232

РОСТ МОЛОДЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ПРИ ЗАГЛУБЛЕННОЙ ПОСАДКЕ В ЧЕРНИЧНИКОВОМ ТИПЕ ЛЕСА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

П. П. БАДАЛОВ

(Веселобоконьковская селекционно-дендрологическая станция)

Поскольку отставание в росте глубоко посаженных елей имеет большое практическое значение, а в отечественной литературе по этому вопросу имеются только беглые упоминания, мы в течение трех сезонов 1961—1963 гг. в условиях Ленинградской области в Низовском и Танцком лесничествах Гатчинского лесхоза и в Красноборском лесничестве Тосненского лесхоза на десяти участках культур ели в черничниковом типе леса на площади 26,9 га заложили 12 пробных площадей, на которых исследовали 1209 растений от 2 до 11 лет со времени посадки. На каждой пробной площади изучали корневую систему у двух—трех глубоко посаженных елей. Раскопки корневых систем производили также в Слудницком и Чашинском лесничествах Вырицкого лесхоза. Почвы в основном представлены легкими и средними глинами, оподзоленными в различной степени, залегающими на валунной глине.

Сезонные приросты каждого растения измеряли с момента посадки 2-леток (в одном случае 3-леток), для чего использовали рекомендации А. А. Корчагина [4]. Согласно его данным, по следам верхушечных чешуй годичные приросты ствола ели можно разграничивать до 5—8 лет. Конец годичного побега обычно несколько толще побега следующего года, возникающего из верхушечной почки.

Пользуясь этими признаками, про наличие некоторой практики мы имели возможность восстанавливать ход роста до 11 лет включительно после посадки.

Посадку условно считали загубленной, если корневая шейка была погружена более чем на 2 см, так как именно такие растения при средней высоте посадочного материала 7—10 см чаще всего отстают в росте.

Исследовали следующие способы культур посадки: в площадки, в пласты, напаханные плугом-канавокопателем ЛКА-2 и плугом ПЛ-70, и без подготовки почвы.

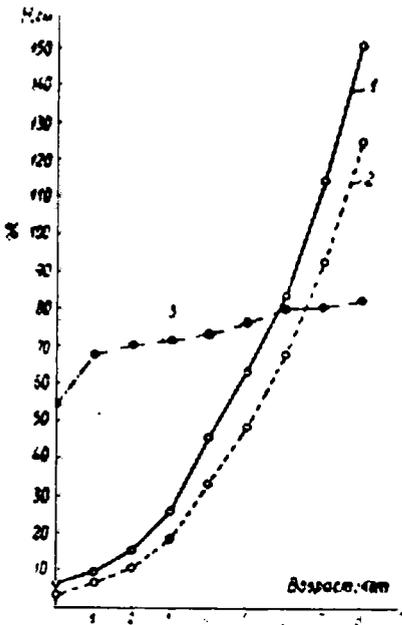


Рис. 1.

1 — нормальная посадка; 2 — заглубленная посадка; 3 — процентное отношение средних высот глубоко посаженных елей к средним высотам высаженных нормально.

мера на рис. 1 представлен ход роста культур обеих категорий посадки на участке с подготовкой почвы плугом-канавокопателем ЛКА-2.

Анализ приростов культур в высоту по годам показал, что глубоко посаженные ели до 8—11 лет имеют почти всегда меньший прирост, чем нормально посаженные, особенно в первые несколько лет. Падение прироста в отдельные годы у нормально высаженных елей можно объяснить временным недостатком влаги в корнеобитаемом слое во время роста верхушечного побега. Пласты, особенно в части, обращенной к борозде, периодически сильно иссушаются. При раскопках корневых систем отчетливо видно, что корни избегают этих участков.

Восстановление прироста у глубоко посаженных растений происходит, благодаря появлению придаточной корневой системы, которая у ели, особенно молодой, по свидетельству ряда авторов, появляется довольно легко [17], [18], [13], [2], [12], [3], [5], [6], [7], [1], [19], [16] [8].

Раскопки глубоко посаженных елей в 1—11-летнем возрасте культур показали следующее. Строение корневой системы елей, высаженных в площадки и без подготовки почвы, не имеет существенных различий, поэтому мы приводим общее описание морфологических особенностей, характерных для данных способов производства культур. При близком уровне грунтовых вод (37—41 см от поверхности земли) корневая система, помещенная в подзол, во влажное время года вымокает. Стержневой корень, загнутый при посадке, в части, оказавшейся в подзолистом горизонте, теряет все корни второго и третьего порядка. Окончание его в горизонте A_1 может нести на себе сохранившиеся живые мочки. Наиболее сильные скелетные корни изменяют направление роста и поднимаются в верхние, лучше аэрируемые горизонты почвы. Возможно, что первоначальный толчок росту вверх дает часто встречающийся при посадке загиб корней. Однако в дальнейшем, по выходе из зоны подзола, явление положительного хемотропизма к питательным веществам выражено четко: корень сам избирает как направление роста, так и глубину, то поднимаясь, то опускаясь на несколько сантиметров.

В отличие от Фишбаха [17], [18], мы отмечаем, что придаточные корни у ели появляются уже в год посадки, достигнув к концу августа 0,8—1,3 см. К исходу второго после посадки сезона вегетации длина придаточных корней может достигнуть 40 см — длины наиболее развитых, не поврежденных при посадке горизонтальных корней первичной корневой системы.

Как выяснилось при обработке материала, различные способы подготовки почвы по-разному влияют на энергию роста ели в высоту. Но в любом случае в одних и тех же условиях местопроизрастания глубоко высаженные растения на протяжении всего исследованного периода отличаются более слабым ростом, чем посаженные нормально.

Наименьший разрыв в высотах между заглубленными и нормально высаженными елями наблюдается на участках с хорошим естественным дренажем или там, где культуры высажены в пласты.

Наибольшее расхождение между средними высотами отмечается сразу же после посадки. В наших опытах средняя высота глубоко посаженных культур составила 26,3—53,0% от средней высоты нормально посаженных. Это расхождение зависит, конечно, от глубины самой посадки. К концу первого года разрыв сильно сглаживается (средняя высота заглубленных елей составляла 46,1—67,0% от средней высоты нормально посаженных). Далее разница сокращается значительно медленнее и с каждым последующим годом уменьшается всего на несколько процентов. К исходу одиннадцатого года она равнялась 26,1%. Правда, имеются случаи более благоприятного соотношения высот и в раннем возрасте. Например, шестилетние культуры, созданные посадкой в площадке на хорошо дренированном участке, к концу шестого года имели разрыв в высотах 11,9%. В качестве при-

Обычно придаточные корни елей, высаженных под меч Колосова, располагаются перпендикулярно корневой системе сеянца, сплюснутой во время посадки. Они чаще появляются на границах между годовичными побегами и реже на остальной части стволика, оказавшейся в земле. Иногда их можно встретить выше живой ветки.

Основная масса придаточных корней появляется на границе горизонтов A''' и A_1 , а также в горизонте A_1 .

На дренированных почвах у глубоко высаженных елей первичная корневая система не отмирает, но рост ее замедлен, особенно на задерневших почвах. Вглубь корни растут слабо, видимо, сказывается нехватка кислорода, к которому ель очень чувствительна [12], [14], [9], [10], [11], [15]. При мощности горизонта A_1 12—16 см первичная корневая система 4—5-летних культур не опускается ниже 2/3 этого горизонта.

Скелетная корневая система развивается преимущественно из придаточных корней, растущих непосредственно под дерниной и копирующих верхнюю границу горизонта A_1 . В 5-летнем возрасте культур длина придаточной корневой системы может достигать 130 см.

У культур на пластах, напаханных плугом-канавокопателем ЛКА-2, часто образуется двухъярусная корневая система, чему способствует не только заглубленная посадка, но и слой подзола на обернутом пласте. Поверх подзола в ряде случаев располагается некоторая часть иллювиального горизонта, богатого питательными веществами. Развивающиеся здесь придаточные корни у 8-летних культур по мощности мало уступают корням первичной корневой системы, растущей в сдвоенном гумусовом горизонте обернутого пласта и целины. В указанном возрасте придаточная корневая система, развивающаяся в основном вдоль пласта, может достигать 160 см и более.

При небольшой мощности сдвоенных перегнойно-аккумулятивных горизонтов, когда основная масса корней попадала в неблагоприятный для роста элювиальный горизонт A_2 , уже в 4-летнем возрасте придаточные корни в вывернутом на пласты горизонте В бьют лучше развиты, чем первичная корневая система. Придаточные корни способствуют росту той части стволика, которая расположена выше нее.

При заглубленной посадке в пласты, напаханные плугом ПЛ-70, гибель первичной корневой системы также не наступает. У 6-летних культур корневая система хорошо развита как в результате восстановления деформированной во время посадки корневой системы, так и вследствие развития мощных придаточных корней, располагающихся непосредственно под дерниной на глубине 1—3 см от поверхности почвы. Горизонтальные скелетные корни распространены в основном в сторону, противоположную борозде, и параллельно ей. Отдельные корни, направляющиеся к борозде, либо резко отворачивают от нее, либо не развиваются вовсе. В указанном возрасте переход корней через борозду не отмечен, что, на наш взгляд, вызвано периодическим иссушением пластов во время вегетационного периода.

Частичные раскопки корневых систем 12-летних культур показали, что в зоне отенения борозды кроной горизонтальные корни придаточной корневой системы на глубине 1—2 см от поверхности борозды переходят ее и углубляются в сдвоенный гумусовый горизонт противоположного пласта. На участках борозд с застойным увлажнением или наличием сфагнов переход придаточных корней на другую сторону борозды обнаружен не был.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. М. Горшенин, С. В. Шевченко. О причинах гибели культур ели в Прикарпатье. Научные записки Львовского сельскохозяйственного института, 4, 1954. [2]. В. З. Гулисашвили. Подземная ярусность, ветроустойчивость и рубки в елово-лиственных насаждениях. Записки лесной опытной станции ЛСХИ, вып. VII, ч. 3, 1930. [3]. М. Л. Елпатьевский. Мелиорация заболоченных ельников. Сб. «Исследования по лесному хозяйству», ЦНИИЛХ, Л., 1949. [4]. А. А. Корчагин. Определение возраста деревьев умеренных широт. Полевая геоботаника, т. II, М.—Л., 1960. [5]. А. Л. Кошчев. Лесоводственное значение придаточных корней древесных пород. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1952. [6]. А. Л. Кошчев. Лесоводственное значение придаточных корней древесных пород в условиях заболачивания лесосек. Труды Института леса АН СССР, 13, 1953. [7]. А. Л. Кошчев. Заболачивание вырубок и меры борьбы с ним. Изд. АН СССР, М., 1955. [8]. В. К. Михайлов. Рост и развитие елового подроста в первые годы жизни. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1960. [9]. А. Я. Орлов. Температура почв и производительность лесов. Доклады АН СССР, т. 9, № 4, 1953. [10]. А. Я. Орлов. Распределение сосущих корней в толще переувлажненных почв еловых лесов в связи с условиями аэрации. Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел биологический, 64, 1, 1959. [11]. А. Я. Орлов. Рост и возрастные изменения сосущих корней ели *Picea excelsa* Link. «Ботанический журнал», 45, № 6, 1960 [12]. В. Н. Сукачев. Дендрология с основами лесной геоботаники. Гослестехиздат, Л., 1934. [13]. В. П. Тимо-

феев. К вопросу о лесоводственных свойствах ели по наблюдениям в Брянском опытном лесничестве. Сб. «Брянский край», вып. 2, Брянск, 1927. [14]. М. Е. Ткаченко. Общее лесоводство. Гослесбуиздат, М.—Л., 1952. [15]. В. Г. Чертовской. Долгомощные вырубки, их образование и облесение. Изд. АН СССР. М., 1963. [16]. Arnborg Tore. Tradplantornas rotsystem i Svenska Skogsvarvsforeningens Folkskrifter, 54, № 1, 1956. [17]. Fischbach. Bericht über eine Reise durch Bayern, Böhmen und Garz im Herbst 1856. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 1860. [18]. Fischbach. Über die Nachteile des allzutiefen Einsetzende der Fichtenpflanze. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 1870. [19]. Lustig. Die Regenerationskraft und das Wurzelbildungsvermögen der Fichte. Allgemeine Forstzeitung, 67, № 9—10, 1956.

УДК 634.0.116

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ЛЕСИСТОСТИ НА СТОК ВОДЫ В МАЛЫХ ВОДОТОКАХ САХАЛИНА

А. П. КЛИНЦОВ

(Сахалинская ЛОС)

Исследования стока воды с малых водосборов в горных условиях Сахалина и влияния на него леса начаты Сахалинской лесной опытной станцией в 1966 г. Краткая характеристика водосборных площадей опытных бассейнов приведена в табл. 1.

Район	Место наблюдения	Наименование бассейна	Водо-сборная площадь, га	Лесистость, %	Почва
Долинский	Долинский лесхоз, западные склоны Сусунайского хребта, бассейн р. Найбы	Полигон	19	20	Преобладает лугово-глеявая сильнокаменистая тяжело-суглинистая (на нелесных участках). В лесу: горно-лесная кислая, гумусо-иллювиальная, тяжело-суглинистая
		Питомник	7,5	100	Горная лесная кислая гумусо-иллювиальная, сильнокаменистая, тяжело-суглинистая
Тымовский	Верхне-Тымовский лесхоз, Белореченское лесничество, квартал 32, бассейн р. Тымь	Малолесный	23,3	10	Горно-лесная бурая суглинистая
		Среднелесистый	13,2	41,2	То же
		Лесистый	23,2	88	То же

Расход воды в водотоках определяли по водосливам с тонкой стенкой, снабженным самописцами «Валдай». В Долинском районе наблюдения проводили с момента начала таяния снега до времени замерзания воды (ноябрь — декабрь), в Тымовском — периодически — весной в сезон выпадения обильных осадков.

В Тымовском районе расходы воды во всех трех опытных водотоках были близкими. В среднелесистом бассейне сток был более равномерным и плавным, без образования резких подъемов и спадов, в то время как в двух других есть тенденция к таким подъемам (рис. 1).

В малолесном бассейне, очевидно вследствие большого подруслового потока, расход воды был меньше, чем в двух других (табл. 2): Это сказалось и на ходе стока воды, оказавшемся нетипичным для этих условий.

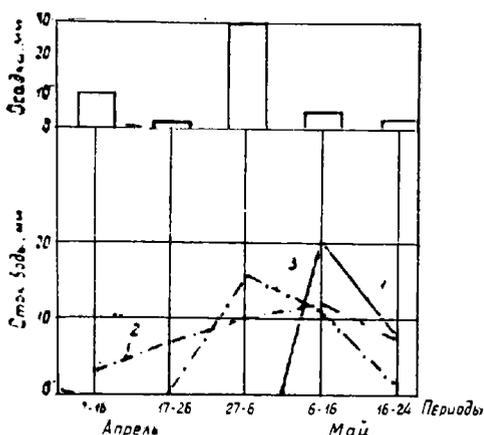


Рис. 1. Сток воды в малых водотоках во время таяния снега в зависимости от лесистости их водосборных площадей (Верхне-Тымовский лесхоз, 1968 г.).

1 — малолесный район (10%), 2 — среднелесистый бассейн (41%), 3 — лесистый бассейн (88%).

Таблица 1

Рельеф	Растительность
Преимущественно южный склон 3—6°, меньшую площадь занимают северные и восточные склоны 3—6°	До 1960 г. 80% занимал луг-выгон, в 1961 г. в плужные борозды посажены семена лиственницы, к 1967 г. культуры не сомкнулись, высота 1—2 м. Имеются куртины березово-еловых молодняков в верховьях водосбора и в пойме
Южные и северные склоны 10—15°	По склонам произрастают елово-березовые древостой II класса возраста, сомкнутость 0,5—0,6, в верховьях 0,7—0,8. Повсеместно подлесок курильского бамбука
Склоны СЗ 8—10° и ЮВ 10—12°, верховья ЮЗ 15°	Преобладают вейниково-малинниковые вырубki, оставлены куртины пихтово-еловых недорубов. Рубка 1961 г
Склоны СЗ 15—17°, ЮВ 10—12°, верховья ЮЗ 10—15°	В нижнем течении склоны покрыты лесом (8П2Е.а, VI класса возраста, полнота 0,7—0,9, зеленомошнине). Верховья — вейниково-малинниковые вырубki. Рубка 1961 г.
Преобладают ЮВ — 5—15°, СЗ—8°, в верховьях ЮЮЗ—25°	На склонах в нижнем и среднем течениих — пихтово-еловые зеленомошниковые леса, в верховьях березово-пихтовые.

Таблица 2

Наименование бассейна	Коэффициент стока (весна)	
	1967 г.	1968 г.
Малолесный	0,02	0,09
Среднелесистый	0,20	0,16
Многолесный	0,15	0,11

Весьма показательно, что максимальные, а также и средние модули стока среднелесистого и лесистого бассейнов оказались близкими, в малолесном они были заметно меньше.

Разница между средними и максимальными модулями стока весной во всех трех бассейнах была незначительной (первые колебались в пределах 0,12—0,02, вторые 0,3—0,05 л/сек. га), что говорит об ограниченном развитии поверхностного стока воды. Отсутствие существенных различий обусловлено тем, что во время рубок почвенный покров лесосек повреждался незначительно (в пределах 10—15%), и они быстро зарастали густой травянистой растительностью (вейник Лангсдорфа, кипрей, сахалинская малина). Вследствие этого почвы на вырубках сохранили ценные лесные качества: высокую порозность и водопроницаемость (табл. 3), чему способствовала мощная травянистая и кустарниковая растительность. За все время наблюдений здесь не отмечалось образования твердого стока.

Таблица 3

Глубина, см	Объемный вес почв, г/см ³		Удельный вес почв, г/см ³		Порозность почв, %		Водопроницаемость почв, мм/мин	
	в лесу	на вырубке	в лесу	на вырубке	в лесу	на вырубке	в лесу	на вырубке
0—5	0,59	0,02				—		—
5—10	0,86	0,77	2,32	2,56	61	70	—	—
10—15	0,84	0,77	2,62	2,48	68	72	—	—
15—20	1,03	0,80	2,70	2,64	62	70	—	—
20—30	1,05	0,44	2,62	2,69	60	69	—	—
30—40	0,86	1,07	2,61	2,67	67	60	4,6	4,5
40—50	0,86	1,10	2,68	2,67	58	59	—	—
50—60	0,90	1,21	2,65	2,68	66	55	—	—
60—80	0,90	1,12	2,57	2,71	65	58	—	—
80—100	1,32	1,15	2,66	2,70	50	57	—	—

На юге Сахалина (Долинский лесхоз) сток воды в малых бассейнах с разной лесистостью имел иной характер. Здесь более отчетливо проявилось положительное влияние леса на расход воды (рис. 2, 3). Крайние значения модулей стока во время снеготаяния (1967 г.) в полностью облесенном бассейне (Питомник) колебались в пределах 1,1—0,1 л/сек. га, а в малооблесенном (Полигон) от 0,008 до 8,1 л/сек. га. Для этой пары водосборов показательно смещение сроков повышенного стока воды под влиянием леса на более позднее время. Коэффициент стока в период снеготаяния в малооблесенном бассейне был почти в два раза больше, чем в лесистом (в 1967 г. 0,76 и 0,46, в 1968 г. — 0,66 и 0,50). На водосборной площади Полигон наблюдалось образование поверхностного стока воды и смыв почвы. За весенний сезон 1967 г. здесь было смыто более 3 т почвы, в то время как в полностью облесенном водосборе (Питомник) такого явления не отмечалось.

Причина существенных различий в расходе воды этих двух водосборов кроется в характере почвы. По механическому составу почвы одинаковы, но в бассейне Полигона на большей части территории они утратили свои лесные свойства в результате использования площади под сенокосы и для пастбы скота. Подстилка и очес (дернина) уничтожены, верхний слой почвы уплотнен. Водопроницаемость ее невелика (0,0—0,2 мм/мин).

В летне-осеннее время наблюдается также значительная разница в стоке воды малых бассейнов Полигона и Питомника. Колебание крайних значений модулей стока в бассейне Питомника составило в 1967 г. 0,34—0,28 л/сек. га, а Полигона—от 0,001 до 5,0 л/сек. га. Соотношение максимальных и минимальных модулей стока в летне-осенний сезон было примерно таким же, как весной.

Во время сильных дождей в малолесном бассейне отмечалось образование поверхностного стока и смыв почвы (табл. 4). В бассейне Питомника стока не было.

Рис. 2. Сток воды в малых водотоках с различной лесистостью водосборных площадей (Долинский лесхоз, весна 1967 г.).

1 — Полюгон (лесистость 20%);
2 — Питомник (10%).

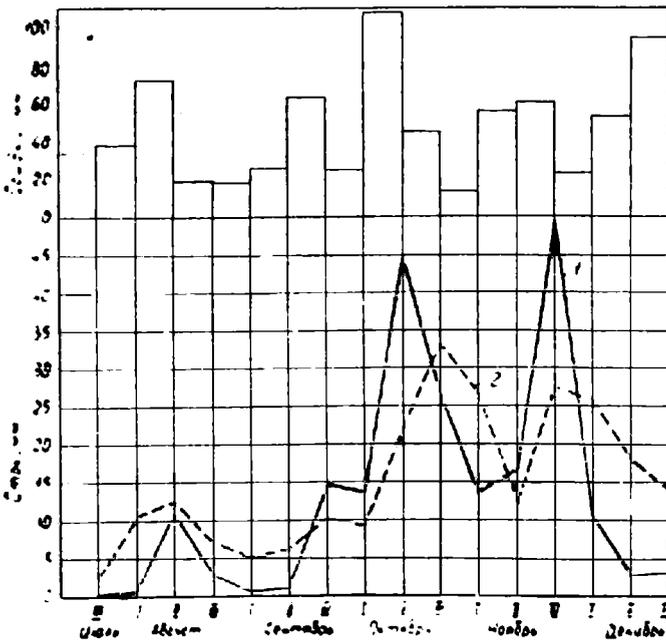
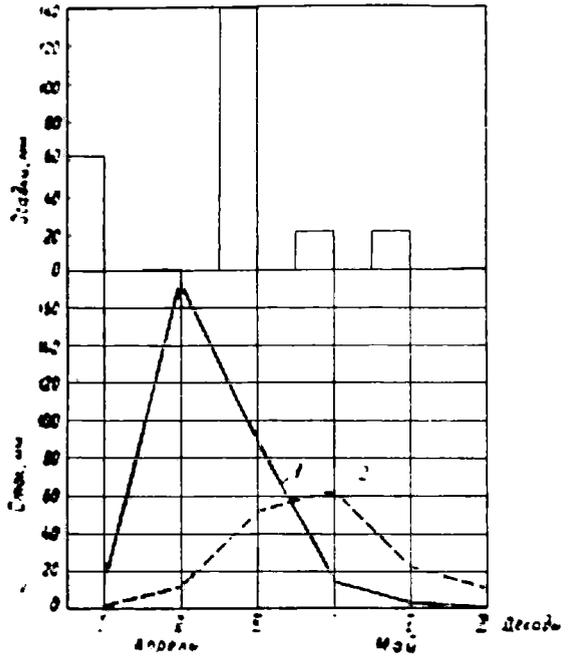


Рис. 3. Сток воды в малых водотоках в зависимости от лесистости водосбора (Долинский лесхоз, летне-осенний сезон 1966 г.). Обозначения см. на рис. 2.

Из изложенного можно заключить, что вырубка лесов, сопровождающаяся превращением лесных почв в сельскохозяйственные угодия (особенно выгон), вызывает резкие колебания в стоке воды, образование поверхностного стока и эрозию почвы.

Таблица 4

Дата определения	Осадки, мм	Величина твердого стока во время выпадения обильных осадков (Долинский лесхоз, 1967 г.) в бассейне Полягоп	
		з/з	общий, Г
1/V	13,9	0,04	0,0005
2/VI	14,9	0,02	0,0003
30 VI	68,9	0,09	0,45
15/VII	27,6	0,12	0,12
17/VII	23,9	0,2	0,34
28/VII	31,9	0,05	0,03

УДК 634.0.161.4

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГИ В СТВОЛЕ БУКА ВОСТОЧНОГО (*Fagus orientalis* Lipsky) В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Э. Д. ЛОБЖАНИДЗЕ

(Тбилисский институт леса)

В Грузии бук восточный — главная промышленная порода, однако до сих пор не были изучены распределение влаги в его древесине по высоте и радиусу ствола, а также влажность древесины на корню в связи с условиями произрастания.

Для изучения этого вопроса мы проводили исследования в горных лесах Грузии на разных высотах (450, 825, 920, 1000, 1500 и 1740 м над уровнем моря) и склонах разных экспозиций, а также в различных климатических областях: в Боржомском ущелье с горным континентальным климатом, в юго-восточной части Трналетского хребта (Тетрицкаройский лесхоз) с умеренно влажным климатом и во влажных субтропиках Западной Грузии (Аджарская АССР, Батумский лесхоз).

Исследования проведены в 1963—1965 гг. в шести типах буковых лесов семенного происхождения. Объекты исследования существенно различаются по своим климатическим показателям. Лесоводственно-таксационная характеристика пробных площадей приведена в табл. 1.

№ пробной площади	Объект	№ квартала	Типы леса	Высота над уровнем моря, м	Экспозиция склона	Крутизна склонов, град
1	Боржомский лесхоз (Ахалдаба, левобережье р. Куры)	5	<i>Fagetum festucosum</i>	920	Южный	25
2	То же (правобережье р. Куры)	9	<i>Fagetum filicosum</i>	825	Северный	15
3	Тетрицкаройский лесхоз (Ксоврети)	22	<i>Fagetum rubosum</i>	1000	.	15
4	То же (Тахтагбулах)	1	<i>Fagetum asperulosum</i>	1500	.	15
5	Бакурианский лесхоз (Цихис-Джвари)	25	<i>Fagetum asperulosum</i>	1740	.	10
6	Батумский лесхоз (Гора Мтирала)	1	<i>Fagetum rhododendrosium</i>	450	Юго-восточный	15

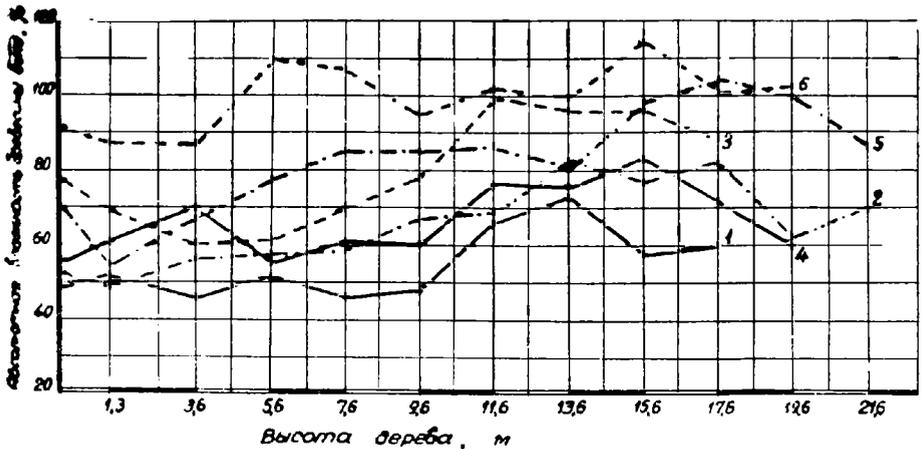


Рис. 1. Характер распределения влаги в древесине бука по высоте и радиусу ствола.

1, 2, 3 — распределение влаги в стволах бука, произрастающего на пробной площади № 3; 4, 5, 6 — на пробной площади № 4; 1, 4 — распределение влаги в центральной части ствола; 2, 5 — во внутренней заболони; 3, 6 — в наружной заболони.

Методика взятия образцов и определения абсолютной влажности древесины изложена в более ранних наших работах [5], [6], [7], [8]. Результаты исследований приведены в табл. 2 и графически изображены на рис. 1.

Эти данные показывают, что условия произрастания оказывают большое влияние на влажность древесины бука. Так, например, влажность древесины бука, произрастающего на сухом склоне южной экспозиции (пробная площадь № 1), в целом составляет 63,7%, а недалеко от этой площади, на склоне северной экспозиции (Ахалдаба, пробная площадь № 2) во влажном типе леса *Fagetum filicosum* влажность древесины увеличивается на 6,6%.

В условиях влажных субтропиков, в букняке с вечнозеленым подлеском из рододендрона на горе Мтирала, которая является «полюсом осадков» в СССР (выпадает максимальное количество осадков — 3887,5 мм), влажность древесины бука почти вдвое больше (109,7%), чем на пробе № 1. На этом объекте даже в центральной

Таблица 1

Ярус	Состав дровяного	Возраст лет	Диаметр на 1,3 м, см	Высота, м	Класс бонитета	Полнота	Почва
1	7Бк2Е1Д+Гр	80	32	15	IV	0,7	Бурая лесная сухая маломощная
1	8Бк1Е1Гр+Пх	110	52	26	II	0,6	Бурая лесная мощная влажная
1	9Бк1Гр	120	52	25	III	0,5	Средней мощности, свежая бурая лесная
1	8Бк2Гр+Грш	100	48	22	III	0,5	Бурая лесная свежая средней мощности
1	8Бк2Е	100	48	21	III	0,6	Бурая лесная свежая средней мощности
1	10Бк	110	60	27	II	0,7	Бурая лесная влажная мощная

Таблица 2

№ пробной площади	Типы леса	Влажность %			средняя
		центральной части ствола (спелой древесины)	заболони внутренней	периферийной части ствола (заболони наружной)	
1	Fagetum festucosum .	52,1	66	73	63,7
2	Fagetum filicosum . .	52,8	70,9	87,3	70,3
3	Fagetum rubosum . . .	55,2	65,5	79,9	66,8
4	Fagetum asperulosum .	66,4	83,1	100	83,1
5	Fagetum asperulosum .	71,9	82,2	99,1	84,4
6	Fagetum rhododendrosu- sum	92	113,2	124	109,7
	Средняя влажность, %	65,0	80,1	93,8	79,6

части ствола влажность древесины больше (92%), чем в наружной заболони стволов бука из пробных площадей № 1, 2, 3. Данный факт подтверждает предположение В. А. Баженова и В. Е. Вихрова [1], что центральная (ядровая) часть ствола у лиственных пород принимает некоторое участие в процессе водообмена, происходящего в дереве.

Таким образом, максимальное количество влаги наблюдается в стволах бука, произрастающего в условиях влажных субтропиков, несмотря на то, что в летний период, особенно в августе, в результате усиленной транспирации влажность древесины уменьшается до минимума [3], [9], [12], влажность спелой древесины бука, произрастающего на горе Мтирала, составляет 92%, во внутренней заболони 113,2%, в наружной заболони — 124% (табл. 2).

Исследования показали также, что в горных лесах высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склона играют большую роль в распределении и количестве влаги в стволах бука.

Увеличение высоты над уровнем моря на 915 м (пробные площади № 2 и 5, табл. 1) вызвало повышение влажности древесины бука на 14,1% (табл. 2), а в условиях умеренно-влажного климата (Триалетский хребет, пробные площади № 3 и 4) в результате увеличения высоты над уровнем моря на 500 м влажность древесины бука возросла на 16,3%. Из приведенных цифр видно, что максимальному увеличению высоты над уровнем моря не всегда соответствует максимальное повышение влажности. В данном случае это может быть вызвано тем, что материал для исследования брали в разные вегетационные периоды.

На сухих склонах южной экспозиции (Ахалдаба, пробная площадь № 1) влажность древесины на 6,6% меньше, чем на склоне северной экспозиции, во влажном типе леса *Fagetum filicosum* (Ахалдаба, пробная площадь № 2), несмотря на то, что проба № 1 расположена на 95 м выше над уровнем моря, чем проба № 2. Это вызвано различием в крутизне склонов и количестве почвенной влаги.

Из данных табл. 2 и рис. 1 видно, что на всех шести объектах влажность древесины бука по радиусу ствола от центра к периферии увеличивается, что согласуется с другими данными [11], [10], [9], [4], [5], [6], [7], [8]. Этот факт можно объяснить тем, что полости сосудов древесины бука в центральной части ствола закупорены выростами вазикентрической паренхимы, тиллами. По данным С. И. Ванина [2], в ложном ядре бука 80—100% сосудов закупорены тиллами (на 1 мм длины сосуда в среднем насчитывается 9 тилл), тогда как в полостях сосудов заболонной древесины тиллы отсутствуют.

С. И. Ванин [3] отмечает также, что из-за меньшей влагоемкости ядро бука хуже пропитывается антисептиками, чем заболонная древесина.

П. И. Молотков [9], исследовавший влажность древесины бука, указывает также, что «водные пути» в древесине изолированы не только в радиальном, но и в тангентальном направлении, то есть в направлении годичных колец имеется значительное сопротивление перемещению воды».

В распределении влаги в стволе бука восточного по странам света нам не удалось установить определенной закономерности, в распределении ее по высоте ствола часто встречаются некоторые отклонения от общих закономерностей. Так, например, влажность заболони от комлевой части ствола до высоты груди, как правило, уменьшается, а на пробе № 5 незначительно возрастает. В центральной части ствола влажность древесины от комля до высоты 1,3 м, как правило, увеличивается, а на пробе № 5 уменьшается на 7%. Влажность древесины в верхней, кроновой части ствола резко увеличивается (за некоторым исключением), и влажность образцов древесины, взятых из последнего верхнего торцового диска, как правило, больше, чем влажность образцов из комлевой части. Однако в некоторых случаях (на пробных площадях № 2 и 5) она бывает на 2—3% меньше.

Значительное увеличение влажности древесины бука по высоте ствола наблюдается с 3,6—5,6 м от комля (рис. 1). Больше ее колебание наблюдается в заболонной части, меньшее — в центральной (рис. 1).

Таким образом, условия произрастания оказывают большое влияние на количество влаги и ее распределение в различных частях стволов растущих деревьев бука, что следует учитывать при сушке, пропитке и применении древесины бука.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Баженов, В. Е. Вихров. О влажности древесины в стволе лиственных ядровых пород. Доклады АН СССР, т. 60, № 3, 1948. [2]. С. И. Ванин. Грибные повреждения бука (*Fagus orientalis* Lipsky) и влияние их на качество древесины. Сборник Ленинградского института инженеров путей сообщения, вып. XI, Л., 1932. [3]. С. И. Ванин. Древесиноведение. Гослесбуиздат, Л., 1940. [4]. Б. К. Зинов. О влажности древесины восточного бука. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1963. [5]. Э. Д. Лобжанидзе, Л. А. Гоциридзе. Взаимосвязь влажности и ядрообразования в древесине сосны крючковатой (*Pinus hamata* Sosp.) в связи с климатическими факторами. Сообщения АН Грузинской ССР, XXXIII, № 3, Тбилиси, 1964. [6]. Э. Д. Лобжанидзе, Л. А. Гоциридзе. Особенности распределения влаги в стволах ели восточной в связи с условиями местопроизрастания. Сообщение АН Грузинской ССР, XI, № 1, Тбилиси, 1966. [7]. Э. Д. Лобжанидзе. О влажности древесины и ядрообразования у некоторых кавказских представителей рода *Quercus* в связи с условиями произрастания. Доклады АН СССР, т. 173, № 2, М., 1967. [8]. Э. Д. Лобжанидзе. Особенности распределения влаги в древесине стволов кавказских реликтовых сосен в связи с ядрообразованием. Сообщения АН Грузинской ССР, т. 53, № 2, 1969. [9]. П. И. Молотков. Исследование влажности древесины бука (*Fagus sylvatica* L.). ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1961. [10]. M. Busgen. Studien über Wassergehalt einiger Baumsamme. «Forst und Jagdwesen» № 3, 1911. [11]. R. Hartig, R. Weber. Das Holz der Rotbuche in anatomischer, physiologischer, chemischer und forstlicher Richtung. Berlin, 1888. [12]. P. T. Kramer, Th. T. Kozłowski. Physiology of trees. New York—London, 1960.

УДК 674.032

ВЛИЯНИЕ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД

Н. В. ПОДЗОРОВ

(Охтинский учебно-опытный лесхоз)

Ориентация по магнитному полю земли экспериментально обнаружена у различных видов организмов [3]. Проявление геомагнитотропизма у туи восточной наблюдал В. В. Аброськин [1]. Он отмечал, что наиболее развитые скелетные ветви, отходящие от этого дерева в направлении восток — запад, развиваются далее в приблизительно вертикальных плоскостях, проходящих преимущественно в направлении север — юг; такое ориентировочное расположение ветвей он наблюдал у 136 деревьев из 152. Некоторые авторы (Г. Питтман, 1960; А. Коряк [2]) установили, что при высевании семян пшеницы и кукурузы с ориентацией оси симметрии в направлении север — юг получается более высокий урожай, чем при беспорядочном посеве.

Для выяснения влияния геомагнитного поля на прорастание семян хвойных пород (сосна и ель обыкновенные, лиственница сибирская) нами было высеяно в грядку по 800 семян каждой породы. Семена местного происхождения; собирали их в чистых насаждениях с полнотой 0,6. Возраст насаждений 55—65 лет, класс бонитета III. Шишки с деревьев сосны, ели и лиственницы собирали в первых числах февраля 1968 г. со средней части кроны, с южной стороны. Посев производили семенами II класса всхожести 12 мая 1968 г. (в полнолуние) и 27 мая 1968 г. (в новолуние) в следующем порядке: 1) для сосны корешками зародыша на юг; 2) то же на север; 3) для лиственницы корешками зародыша на юг; 4) то же на север; 5) для ели корешками зародыша на юг; 6) то же на север.

В табл. 1 приведены метеорологические данные на 18 час. (время посева семян в грядку) согласно материалам Колтушской метеорологической станции. После посева семян в грядку их поливали из лейки из расчета 6 л воды на 1 м².

Проведенные исследования показали, что семена хвойных пород, высеванные корешками зародыша на юг, прорастают быстрее (на 4—5 дней), чем высеванные корешками зародыша на север. В дальнейшем проростки семян также развиваются не-

Таблица 1

Срок посева семян	Температура, °С	Давление, мб	Направление ветра	Скорость ветра, м/сек	Осадки за сутки, мм
12 мая 1968 г. . .	20,9	1013,9	ЮЮЗ	1,7	2,3
27 мая 1968 г. . .	15,7	1034,6	В	2,0	—

Примечание. 12 мая осадки выпадали с 0 до 3 час.

одинаково. Если семена, высеянные корешками зародыша на север, дали дружные всходы (в условиях весны 1968 г.) через 16 дней, то высеянные корешками зародыша на юг — через 11 дней.

Эффект геомагнитотропизма проявляется у семян хвойных пород в изгибании проростков к югу, если они были высеяны корешками зародыша на север. У семян, высеянных корешками зародыша на юг, изгибания проростков не наблюдается. Рис. 1 хорошо иллюстрирует этот эффект, а также различие в скорости прорастания семян (через 9 дней после посева в грунт) в зависимости от ориентации корешков зародыша относительно магнитного поля Земли.

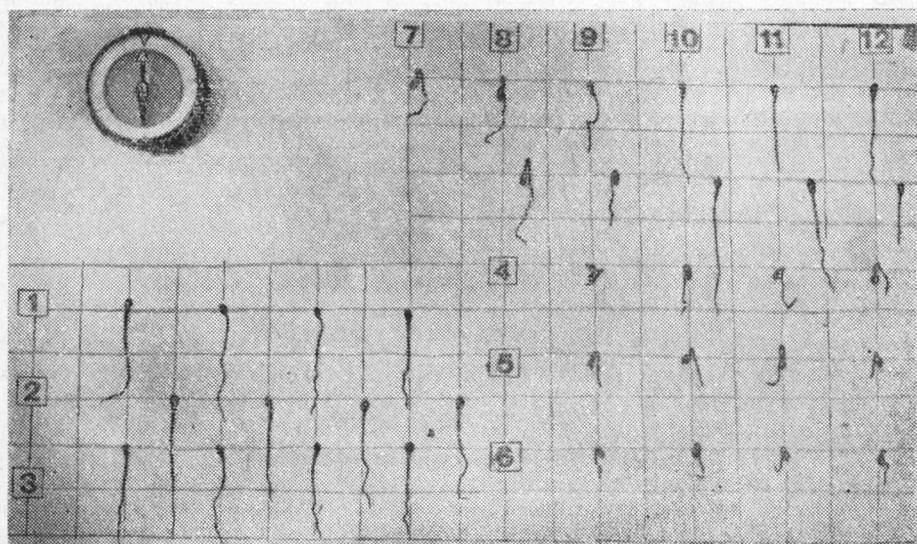


Рис. 1. Влияние магнитного поля Земли на прорастание семян.

1—семена сосны, высеянные корешками зародыша на юг в полнолуние; 2—то же для лиственницы; 3—семена ели, высеянные корешками зародыша на юг в новолуние; 4—семена сосны, высеянные корешками на север в полнолуние; 5—то же для лиственницы; 6—семена ели, высеянные корешками зародыша на север в новолуние; 7, 8, 9 —семена ели, высеянные корешками зародыша на север в полнолуние; 10, 11, 12—семена ели, высеянные корешками зародыша на юг в полнолуние.

Из приведенного выше можно заключить, что скорость прорастания семян хвойных пород и их пространственная ориентация находятся в зависимости от геомагнитного поля. В случае посева семян хвойных пород с ориентацией оси симметрии север — юг большое значение имеет время посева согласно фаз луны (полнолуние или новолуние). В табл. 2 приведены данные о магнитотропизме семян хвойных пород в зависимости от фаз луны. Если семена высевать в новолуние, то явление магнитотропизма выражено менее резко, чем при посеве в полнолуние.

Из данных табл. 2 видно, что при посеве семян хвойных пород корешками зародыша на юг в полнолуние быстрота прорастания семян увеличивается, в новолуние этот эффект выражен менее резко. Посев семян хвойных пород в новолуние или полнолуние не имеет существенного влияния на эффект геомагнитотропизма, проявляющийся в изгибании проростков к югу (если семена были высеяны корешками зародыша на север). Во всех случаях проростки изгибаются к югу.

Таблица 2

Порода	Порядок высева семян	Длина корешка, см, в случае посева семян	
		в полнолуние (12 мая)	в новолуние (27 мая)
Сосна обыкновенная	Корешками зародыша на север	$3,1 \pm 0,2$	$2,9 \pm 0,3$
	• • на юг	$5,1 \pm 0,3$	$3,6 \pm 0,2$
Лиственница сибирская	• • на север	$3,8 \pm 0,3$	$3,4 \pm 0,2$
	• • на юг	$6,1 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,3$
Ель обыкновенная	• • на север	$3,4 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,2$
	• • на юг	$5,8 \pm 0,1$	$3,9 \pm 0,3$

Таким образом, при высева семян хвойных пород с ориентированием относительно магнитного поля Земли наблюдается эффект стимуляции их прорастания.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. В. Аброськин. О некоторых результатах воздействия магнитного поля Земли на растения. Совещание по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты, Тезисы докладов, М., 1966, стр. 11. [2]. А. Д. Коряк. Влияние геомагнитного поля на вегетацию кукурузы. Совещание по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты, Тезисы докладов, М., 1966, стр. 43. [3]. А. С. Пресман. Электромагнитные поля и живая природа. Изд-во «Наука», М., 1968.

УДК 634.0.23

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЕЛИ НА КОСТРИЦАХ В МОЛОДОМ ОСИННИКЕ

В. В. СЫЧЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

На вырубках на месте кострищ, где сжигаются порубочные остатки, иногда появляются всходы древесных растений, которые в дальнейшем дают хорошее групповое возобновление. Кострища на площадях вырубок представляют совершенно особую среду: на них сгорают все надземные части растений и подстилка; и от высокой температуры погибают подземные части растений. Создается стерильная почвенная среда.

По наблюдениям П. Л. Богданова [1], [2], на вырубках типов леса черничник и кисличник на таких кострищах растительность формируется заново только из семян и спор; на них поселяются сорняки, растения травяных болот и некоторые растения вырубок, создавая открытые невыработавшиеся фитоценозы, или кострище от спор быстро за 1—2 года сплошь зарастает маршанцией и различными мхами (сем. бриевых), которые не препятствуют одновременному появлению здесь же в большом количестве всходов лиственных и хвойных пород. В условиях более плодородной почвы и в семенные годы кострища могут зарастать сразу одними древесными растениями. Всходы древесных пород растут быстро и в дальнейшем дают групповое возобновление.

Примером служит пробная площадь в квартале 2 Машинской дачи Лисинского учебно-опытного лесхоза Ленинградской области. В настоящее время весь участок, где находится пробная площадь, представляет собой 30-летний осинник злаково-широколистный с единичной примесью березы и ели. Средняя высота насаждений 13 м, диаметр 13 см, полнота 0,6—0,7. Вся осина порослевого происхождения. Почва дерново-слабоподзолистая, суглинистая свежая на валунном суглинке. В состав травяного покрова входят ландыш, медуница, сныть, бодяк, копытник женский, герань лесная, гравилат речной, дудник, вейник лесной, бор развесистый, полевика белая. Степень покрытия травами довольно высокая, равная 7 (по десятибалльной шкале). Моховой покров, состоящий из гипновых мхов, весьма редкий (степень покрытия равна 1). Травяной и моховой покров свидетельствует о

хороших плодородии почвы и режиме влажности. Среди этого осинника плотными группами растет ель в возрасте 30 лет с высокой сомкнутостью крон, равной 1,0; группы эти овальной формы и распределены по площади неравномерно. Травяной покров в этих группах развит очень слабо, единично растут майник, ландыш, седмичник. Мхов нет совершенно. Имеется толстый слой подстилки из хвои. На пробной площади размером 0,4 га был произведен учет групп елей. Почвенные прикочки показали, что все эти группы елей растут на месте кострищ, о чем свидетельствует наличие кусочков угля.

По занимаемой площади размеры групп ели варьируют от 3 до 60 м², а число деревьев на них от 32 до 144 (табл. 1).

Таблица 1

№ групп	Площадь групп, м ²	Число деревьев ели		Число деревьев других пород		Число растущих деревьев ели на 1 м ²	Высота ели, м	Диаметры ели, см
		растущих	мертвых	осины	березы			
1	7	34	2		4	5	1—7	1—7
2	10	35	3	10	—	4	1—5	3—8
3	15	33	1	4	—	2	1—9	1—9
4	32	57	9	—	—	2	2—10	2—9
5	44	112	17	—	9	3	2—10	3—12
6	56	127	17	17	2	2	2—12	2—9

Неравномерность распределения групп ели на пробной площади и большее количество деревьев в них, как это видно из таблицы, показывает, что в типах условий местопрорастания травяно-дубравных от естественного налета семян появляется большее число всходов ели на кострищах и на остальной части пробной площади. Однако на необожженной почве всходы ели не могли выдержать конкуренции с густой осиновой порослью и травяным покровом и погибли полностью. Из всходов ели при отсутствии сильной конкуренции со стороны других древесных пород, в частности, осины, корни которой погибли, а также травяного и мохового покрова, через 30 лет образовались группы ели с большим числом деревьев. На общей площади 230 м² выросло 507 деревьев ели (1250 деревьев в пересчете на 1 га). Выживание всходов было незначительным.

Анализ модельных деревьев, взятых из групп ели на кострищах, показал, что в первые годы жизни ель медленно прирастает по высоте и диаметру, образуя к 10 годам подрост высотой 1 м. Начиная с 15 лет, прирост ели резко возрастает. В некоторые годы прирост в высоту достигает 70—80 см. Высоты и диаметры модельных деревьев ели в 20 лет соответственно равны 3—4 м и 3—4 см; в 25 лет — 4—5 м и 4—5 см; в 30 лет — 7—9 м и 5—8 см. В данных условиях местопрорастания ель растет сравнительно быстро и при большой сомкнутости полога вытесняет другие породы, препятствуя развитию травяного и мохового покрова. Уменьшение числа растущих деревьев ели на 1 м² с увеличением площади группы показывает, что дифференциация, способствующая лучшему росту деревьев, произошла в более молодом возрасте. Растущие в группах деревья осины и березы высотой 12—13 м и диаметром 10—12 см затеняют ель, ослабляя ее приросты по высоте и диаметру.

При густом стоянии молодняка происходит сильная дифференциация деревьев, большой отпад и формируются группы елей, хорошо развивающиеся среди осинового древостоя.

ЛИТЕРАТУРА

[1.] П. Л. Богданов. Биология и динамика травяного и мохового покрова ельничка-черничника. «Ботанический журнал», т. 37, вып. 6, 1952. [2.] П. Л. Богданов. Травяной и моховой покров — составная часть лесного биоценоза. В кн. «Основоположник научного лесоводства», Л., 1966.

УДК 634.0.114

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ПЛУЖНЫХ ПЛАСТАХ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСЕВОВ И ПОСАДОК ЛЕСА

Е. М. БЕЗДЕНЕЖНЫХ

(КирНИИЛП)

Механизированная плужная подготовка почвы под лесные культуры получила широкое распространение. Наиболее часто применяются плуги ПКЛ-70 и ПЛП-135, значительно реже ПЛН-106/126, ПКЛН-500 и некоторые другие. Мы провели изучение некоторых свойств почвы в плужных пластах в сравнении с площадками, подготовленными вручную. Изучали такие свойства, как влажность, температура, плотность и твердость. Полевые исследования проводили в Опаринском лесхозе Кировской области на вырубках из под ельников-черничников с почвами легкосуглинистыми среднеподзолистыми на тяжелом суглинке.

Характер сложения плужных пластов. Пласты, создаваемые разными плугами, отличаются по мощности и ширине. Наиболее узкую полосу обработки дает одноотвальный плуг ПКЛ-70 (1,2—1,4 м). Плуги ПЛП-135, ПЛН-106/126 и ПКЛН-500 после однократного прохода оставляют полосу шириной 2,0—3,0 м, состоящую из двух пластов и борозды посередине. Прикатанными и уплотненными в процессе обработки оказываются только пласты ПЛП-135; остальными плугами пласты не прикатываются, почва в них рыхлая и зачастую неплотно прилегает к нижележащему целинному слою. Почвенные горизонты в плужных пластах располагаются в обратном порядке; внизу A_0 , затем A_1 и в верхней части A_2 и B_1 . Последние два горизонта в пластах обычно бывают смешаны.

Влажность почвы. О величинах влажности почвы в плужных пластах и площадках для нескольких сроков в вегетационные периоды 1964—1965 гг. можно судить по данным табл. 1. Характерно, что в весенний период почва в плужных пластах просыхает быстрее, чем на площадках. Благодаря этому посев и посадку на пластах можно начинать раньше, чем на площадках, в бороздах и полосах. Но заканчивать их надо тоже раньше, так как в жаркие и сухие периоды лета плужные пласты сильно просыхают, причем влажность почвы их поверхностных слоев снижается до влажности завядания.

Таблица 1

Дата	Влажность почвы в поверхностном слое, %			
	в пластах		в площадках	
	A_1	B_1-A_2	A_1	B_1-A_2
1964 г.				
26 мая	—	21,4	—	28,4
15 июня	23,1	18,3	—	18,7
4 июля	18,5	4,4	—	12,1
9 августа	20,2	6,0	18,5	14,5
26 августа	—	6,8	20,0	13,2
27 сентября	—	16,7	30,2	19,6
1965 г.				
23 мая	—	17,4	—	27,3
23 июня	—	14,2	—	19,6
9 июля	—	7,5	—	—
16 июля	—	4,6	—	14,8
3 августа	—	16,4	—	27,5
20 сентября	—	14,4	—	21,3

Примечание. Влажность завядания в смешанных горизонтах B_1-A_2 составляет около 4—5%.

Более глубокие слои пласта, а также почва гумусового горизонта, содержат влаги больше, поэтому посадки, корневая система которых заходит в эти слои, от недостатка влаги страдают мало. Наиболее опасно просыхание пластов для посевов в первой половине лета, когда корешки всходов не вышли еще за пределы верхнего самого сухого слоя. Так, летом 1964 г. в опытных посевах на плужных пластах вследствие недостатка влаги погибло 35% от числа появившихся всходов у сосны и 72% — у ели. Влажность почвы в площадках в сухие периоды лета не опускается так низко, как в пластах; в них всегда имеется достаточное количество влаги для развития растений.

Температурные условия. Почва в плужных пластах прогревается сильнее, чем в площадках и бороздах. По данным наблюдений, в летний период 1965 г. температура почвы пластов на глубине 10 см была в дневные часы на 3—4° выше, чем в площадках. Особенно благоприятно лучшее прогревание почвы пластов весной и в начале лета. Так, например, грунтовая всхожесть семян сосны и ели в 1964 и 1965 гг. на плужных пластах, при прочих равных условиях, оказалась значительно выше, чем на площадках (табл. 2).

Таблица 2

Дата посева	Способ обработки	Тип условий местопроизрастания	Грунтовая всхожесть, %	
			сосны	ели
25 мая 1964 г.	Пласты ПЛП-135	B_2-B_3	24,0	26,9
	Площадки	C_2	16,0	17,1
26 мая 1965 г.	Пласты ПЛП-135	B_3	34,8	16,6
	Пласты ПКЛ-70	.	30,6	13,2
	Площадки	.	8,6	7,2

Плотность почвы характеризуется ее объемным весом. По нашим определениям величины объемного веса почвы в прикатанных центральных частях пластов ПЛП-135 в среднем равны 1,62—1,77 г/см³, в неприкатанных пластах — 1,33—1,45 г/см³. Следовательно, прикатка вызывает заметное увеличение плотности почвы. Почвенные частицы укладываются плотнее, и уменьшается влагоемкость почвы. Поэтому запас влаги, которую могут использовать растения в плотной почве, резко сокращается. В сельском хозяйстве оптимальной считается плотность 1,2—1,35 г/см³; при плотности 1,8—2,0 г/см³ почва не содержит доступной растениям воды даже при полной влагоемкости. Такие почвы без рыхления не пригодны для выращивания культурных растений.

Рыхлая почва лучше насыщается влагой во время дождя. Однако при чрезмерной рыхлости она слабо сохраняет влагу. В таком случае умеренное уплотнение, создаваемое прикаткой, окажется полезным.

Твердость почвы. С плотностью почвы связана ее твердость. Под твердостью почвы понимают сопротивление ее вертикально приложенной силе при разрезании, расклинивании и сдавливании. Результаты определения твердости при разных способах обработки почвы в разные периоды лета 1965 г. (Латышское лесничество, квартал 20) представлены в табл. 3. Они показывают, что почва в пластах ПЛП-135 значительно тверже, чем в пластах ПКЛ-70 и площадках. Однако твердость, как и плотность, в разных частях пласта ПЛП-135 неодинакова. Наиболее высока она в центре пласта, на краях примерно в два раза ниже.

Таблица 3

Дата	Пласты ПЛП-135				Пласты ПКЛ-70		Площадки	
	твердость, кг/см ²			влажность, %	твердость, кг/см ²	влажностность, %	твердость, кг/см ²	влажностность, %
	на краю	в центре	на борозке					
27 V	3,6	8,1	3,6	17,4	3,4	18,5		
23 VI	5,5	12,4	6,2	14,0	5,8	14,8	4,8	19,6
15 VII	15,7	27,0	17,0	4,5	16,5	4,3	15,8	14,8
31 VIII	7,2	15,5	6,9	13,0	8,5	14,0	7,8	21,6

Объяснить это можно тем, что на центр пласта до прикатки приходится обычно больший объем почвы. Внешний край пластов не захватывается гусеницами трактора, поэтому почва в нем остается в рыхлом состоянии. Борозка уплотняется меньше

потому, что вся тяжесть трактора приходится на выпуклую центральную часть пласта.

Величина твердости почвы находится в обратной зависимости от величины ее влажности. Результаты статистической обработки определений твердости почвы за 15/VII (числитель) и 31/VIII (знаменатель) 1965 г. приведены в табл. 4. Число определений в каждом случае 30. Разница в твердости почвы между центральными прикатанными частями пласта ПЛП-135 и неприкатанными пластами и площадками всегда достоверна.

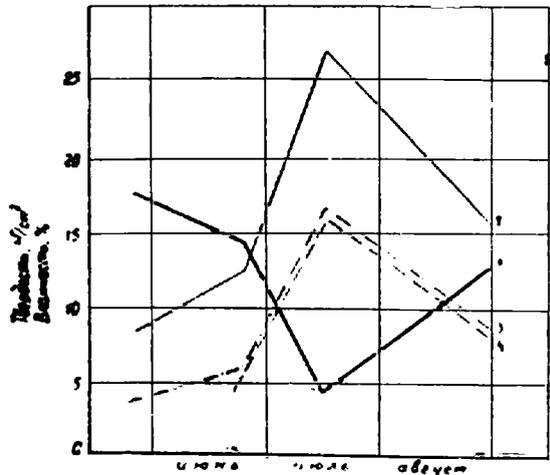
Таблица 4

Место определения твердости	Среднее значение \bar{x} , см	Ошибка среднего $\pm t_{\sigma}$, см	Показатель точности P , %
Край пласта ПЛП-135	15,7	1,30	8,3
	$\bar{7,2}$	0,75	10,3
Центр " "	27,0	0,81	3,0
	$\bar{15,5}$	0,84	5,4
Бровка " "	17,0	1,20	7,1
	$\bar{6,9}$	0,43	6,2
Пласт ПКЛ-70	16,5	1,18	7,1
	$\bar{8,5}$	0,64	7,5
Площадки	15,8	0,89	5,7
	$\bar{7,8}$	0,35	4,5

Это отчетливо видно из рис. 1, который изображает изменение твердости и влажности почвы в течение лета 1965 г. График показывает также, что при высокой влажности почвы даже плотные центральные части пластов ПЛП-135 обладают небольшой твердостью. Сильно возрастает твердость почвы в засушливые периоды, которые чаще всего приходятся на середину и вторую часть лета.

Рис. 1.

1 — влажность почвы; 2 — твердость почвы в центре пласта ПЛП-135; 3 — твердость почвы пласта ПКЛ-70; 4 — твердость почвы в площадке.



Для развития растений наиболее благоприятны почвы средней твердости. Высокая твердость почвы снижает всхожесть семян, оказывает механическое сопротивление развивающейся корневой системе. Большинство сельскохозяйственных растений лучше растет при твердости почвы в 15—25 кг/см², хуже при 35 кг/см². По нашим наблюдениям, на почвах с твердостью 26—30 кг/см² двухлетние посевы ели имели плохой рост и состояние. Нормальный рост сеянцев наблюдался при твердости почвы от 9 до 22 кг/см².

Из графика можно видеть, что в сухой период критическую твердость имела почва в центральной части пластов ПЛП-135. Во всех остальных случаях твердость

почвы находилась в пределах оптимальных значений. Следовательно, на пластах ПЛП-135 в сухие периоды создаются неблагоприятные условия для растительности, особенно для посевов. И действительно, грунтовая всхожесть посевов сосны и ели в центральной части пластов ПЛП-135 в опытах 1965 г. была в 2—3 раза ниже, чем на пластах других плугов и даже на краях пластов ПЛП-135.

При рыхлении почвы перед посевом в пластах ПЛП-135 грунтовая всхожесть существенно увеличивается. Польза от такого рыхления должна быть относительно больше на плотных суглинистых почвах и меньше на рыхлых песчаных и супесчаных. Посевы в пласты, приготовленные другими плугами, дополнительного рыхления не требуют.

УДК 634.0.232

О ВЛИЯНИИ ОБРЕЗКИ КОРНЕЙ СЕЯНЦЕВ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ И РОСТ ДУБА В ПЕРВЫЕ ПЯТЬ ЛЕТ

А. С. ЯКОВЛЕВ

(Марийский политехнический институт)

В целях изучения влияния укорачивания корней (до 10, 15, 20, 25 и 30 см) однолетних сеянцев дуба черешчатого на приживаемость и рост культур дуба, весной 1965 г. мы заложили опытные культуры в школьном отделении питомника и на лесокультурной площади в квартале 161 Кортинского лесничества Учебно-опытного лесхоза МПИ* (Марийская АССР, северо-восточная часть границы ареала дуба).

Почва на участке питомника свежая дерново-среднеподзолистая суглинистая на песках. Почвенные условия улучшали применением в севообороте люпина мно-

Таблица 1

Показатели	Длина корневой системы, см				
	30	25 контроль	20	15	10
Высота однолетних сеянцев в момент посадки, см	15,6 ± 0,10	15,8 ± 0,10	15,6 ± 0,09	15,6 ± 0,10	15,6 ± 0,10
Приживаемость, %	100,0	92,4	98,4	99,0	98,4
Прирост, см					
в первый год роста (1965 г.)	6,7 ± 0,17	4,7 ± 0,27	3,4 ± 0,15	3,3 ± 0,14	2,5 ± 0,16
во второй год роста (1966 г.)	26,3 ± 0,99	24,3 ± 1,10	23,7 ± 0,77	17,8 ± 0,79	14,0 ± 0,49
в третий год роста (1967 г.)	30,2 ± 0,78	24,8 ± 0,87	24,7 ± 0,66	23,3 ± 0,93	16,3 ± 0,85
Высота 4-летних дубков, см	78,8 ± 2,85	69,9 ± 1,37	67,3 ± 1,43	60,0 ± 1,80	48,5 ± 1,9
Средний диаметр на поверхности почвы, мм	21,0	16,8	16,3	15,3	14,0
Сухой вес стволика и ветвей, г	63,05	57,15	57,80	30,80	25,51
Сухой вес листьев, г	33,51	27,38	26,48	18,85	18,70
Размеры крон, см					
вдоль ряда	52,5	45,1	44,3	48,7	43,3
поперек ряда	57,5	49,1	46,7	49,5	42,5
Высота 6-летних дубков, см	118,8 ± 3,30	116,8 ± 2,63	110,0 ± 2,63	102,8 ± 2,29	87,5 ± 2,01

* Пробы заложены под руководством канд. сельскохозяйственных наук, доц. Г. К. Незабудкина.

голетнего (посев и содержание люпина в течение двух лет). В августе 1964 г. первичную обработку почвы проводили путем дискования тяжелой бороной 6ДТ-2,2 с последующей вспашкой плугом ПН-3-30 на глубину 25 см, весной 1965 г. — частичную выборку корней люпина и предпосадочную вспашку плугом на глубину 27—30 см, а затем боронование в два следа.

Сеянцы дуба высаживали в школьном отделении питомника по вариантам, указанным в табл. 1. В каждом варианте посажено по 100 сеянцев дуба. Размещение их прямоугольное — 50×40 см. Направление рядов с запада на восток. Одновременно опыт был повторен на лесокультурном участке (квартал 161) по вариантам с длиной корневой системы 15, 20, 25, 30 см, без обработки и с обработкой гетероауксином, с посадкой 2000 растений.

Перед посадкой сеянцы сортировали и отбирали экземпляры с высотой стебля 15—16 см. У отобранных сеянцев корневую систему подрезали по шаблону до принятой в вариантах длины.

В летний период за культурами ежегодно проводили двукратный уход — удаление сорняков с одновременным рыхлением почвы. Обследование и исследование посадок проводили ежегодно с 1965 г. по 1969 г. путем детального перечета и раскопки корневых систем средних модельных дубков (по 5 шт. в каждом варианте в 1965 и 1967 гг.).

Общий анализ результатов исследования приведен в табл. 1, корневых систем сеянцев — в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Длина корневой системы, см				
	30	25 контроль	20	15	10
Воздушно сухой вес корней сеянцев до посадки, г	4,60	4,26	3,61	2,70	2,02
в том числе мелких до 1 мм	0,58	0,45	0,30	0,21	0,14
Воздушно сухой вес корней саженцев в первый год роста, г	8,51	8,11	7,86	7,05	6,31
в том числе мелких до 1 мм	1,51	1,69	2,60	2,27	1,88
Вес новообразовавшихся корней от места среза первоначальной длины, г	1,68	2,0	2,20	2,25	2,10
Воздушно сухой вес корней в третий год роста, г	157,35	149,31	122,65	88,98	77,70
в том числе мелких до 1 мм	35,85	35,30	33,15	20,51	18,60
Вес новообразовавшихся корней от места среза, г	49,85	52,75	68,53	61,15	44,80
Количество новообразовавшихся корней от места среза	5,2	5,1	8,0	8,4	6,7
Глубина проникновения корней, см первого года роста	84,0	75,0	70,0	47,0	45,0
третьего	140,0	130,0	127,0	112,0	101,0

Данные наших опытов позволяют сделать следующие выводы.

1. При создании культур дуба посадкой надо считать оптимальной длину корневой системы сеянцев 20—25 см. У таких сеянцев рост верхних побегов сокращается незначительно.

2. Подрезка корневой системы сеянцев дуба до 15 см влияет на рост растений в первые три года жизни культур: снижается рост верхних побегов, прирост и площадь листовой поверхности. Но уже на рост 4-летних культур она не оказывает заметного влияния (исключая подрезку до 10 см).

3. Подрезанные корни хорошо ветвятся, создавая мочковатую сеть тонких корешков.

4. В благоприятных условиях можно рекомендовать использование сеянцев с корневой системой, подрезанной даже до 15 см. Но перед посадкой их надо обязательно обмакивать в жижу мягкого лесного гумуса или торфо-навозного компоста, приготовленную на водном 0,001%-ном растворе гетероауксина.

УДК 634.0.44

О ПОРАЖЕНИИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ БЕЛОРУССИИ КОРНЕВОЙ ГУБКой

Н. И. ФЕДОРОВ, И. Т. ЕРМАК

(Белорусский технологический институт)

Корневая гниль хвойных пород, вызываемая грибом *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.,—наиболее опасная болезнь лесных насаждений. Наши исследования показывают, что в условиях БССР интенсивное образование и рассеивание половых спор происходит в августе—октябре. Корневая губка способна образовывать также бесполое споры—конидии, играющие большую роль в распространении гриба.

Лесопатологическим обследованием в сосняках 10 лесхозов республики установлена высокая зараженность насаждений корневой губкой—16,8%. Свыше 80% общей зараженной площади представлено насаждениями I и II классов возраста, около 12% относится к средневозрастным насаждениям, остальная часть приходится на долю приспевающих и спелых древостоев.

Насаждения I класса возраста в основном повреждаются слабо. С увеличением возраста расстроенность зараженных насаждений повышается и достигает максимальных размеров в III—IV классах возраста. В настоящее время большинство зараженных насаждений (70%) разрушено в средней степени, при которой очаги корневой губки хорошо выражены, имеют размеры в поперечнике до 20 м и более и площадь более 10% всего выдела. Около 29% насаждений заражены слабо и немногим более 1% — сильно.

Причина такого бедственного положения в сосновых насаждениях республики — неправильные приемы лесовыращивания. В довоенный и послевоенный периоды создавали преимущественно чистые сосновые культуры густотой 10000 посадочных мест на 1 га. При этом использовали земли, бывшие ранее под сельскохозяйственным использованием — сильно истощенные выращиванием зерновых или технических культур и, конечно, не обладавшие типичными свойствами лесных почв. Поэтому корневая губка чаще встречается в сосновых насаждениях, созданных посадкой на бывших пашнях, пустырях и бросовых землях, переданных в Гослесфонд под лесовыращивание. В меньшей степени она распространена в культурах, произрастающих на типичных лесных почвах, и еще меньше в молодняках естественного происхождения. Нами установлено, что культуры сосны в условиях БССР в среднем повреждены на 23,3%, а насаждения естественного происхождения на 14,2%.

Исследования на постоянных пробных площадях в Минском и Пружанском лесхозах показали, что устойчивость деревьев к корневой губке повышается с увеличением возраста насаждений. Так, если в 15-летних культурах сосны за 5 лет усохло более 60% деревьев, в 25-летних — около 42%, то в насаждении 80-летнего возраста всего лишь 3,5% всех деревьев на пробе.

Условия произрастания насаждений оказывают значительное влияние на развитие и произрастание корневой губки. В условиях Белоруссии больше всего она распространена в сосновых насаждениях, произрастающих в типе леса сосняк мшистый (29,6% площади данного типа леса), затем в сосняке орляковом (21%), относящемся к числу продуктивных типов. Уменьшение плодородия и невысокая сухость почвы приводят к ограничению разрушительной деятельности гриба. Площадь зараженных насаждений сосняка брусничного снижается до 18,5%, сосняка верескового — до 10,7% и лишайникового — до 3,4%. Из этих типов леса наибольшая площадь зараженных насаждений приходится на сосняк вересковый — второй по распространенности тип сосновых лесов в БССР. Незначительная площадь зараженных насаждений (4,1%) отмечена в сосняке кисличном и совсем ничтожная (0,2%) в сосняке черничном. В типах леса, характеризующихся избыточной увлажненностью почвы (сосняк долгомошный, багульниковый и сфагновый), не отмечено отмирания деревьев от корневой губки.

На распространение корневой губки в сосновых насаждениях определенное влияние оказывает их полнота. В большей мере корневая губка поражает сомкнутые насаждения полнотой 0,8—1,0. Однако не исключена возможность заражения корневой гнилью насаждений с более низкой полнотой. В пораженных насаждениях в результате загнивания корней происходит отмирание деревьев, и полнота насаждения в этом случае будет функцией интенсивности отмирания растущих де-

ревьев и продолжительности развития болезни. При слабой степени разрушенности полнота насаждения изменяется незначительно, особенно в межочаговых пространствах. Дальнейшее увеличение размеров «окоп» и интенсивный отпад зараженных деревьев вызывают резкое падение полноты зараженного насаждения. Обычно низкая полнота зараженных насаждений является результатом многолетней деятельности корневой гнили в этом участке.

Наши исследования показали, что корневая губка преимущественно развивается в чистых по составу сосновых насаждениях. Участие в составе насаждений 2—3 и более единиц лиственных пород в несколько раз повышает устойчивость к корневой гнили.

Корневая губка причиняет большой вред лесному хозяйству нашей страны. В борьбе с этим опасным паразитом необходимо проведение комплекса лесохозяйственных, лесохозяйственных и лесозащитных мероприятий, способствующих выращиванию биологически устойчивых и продуктивных лесных насаждений.

УДК 674.031.732.2

ПЛАТАН ВОСТОЧНЫЙ НА КАВКАЗЕ

В. А. БАБАХАНОВ

(АзербНИИ)

Прекрасное дерево платан (*Platanus orientalis* L.) — одна из древнейших пород. Его происхождение относят к меловому периоду.

Естественные леса платана в настоящее время на Кавказе встречаются в Карабах-Зангезурском массиве. Здесь по реке Цав (Армянская ССР), Бассут-чай и Шихауз-чай (Азербайджанская ССР) платан образует галерейный лес. Большой интерес представляет платановая роща площадью 117 га в долине р. Бассут-чай. Она тянется узкой 60—120-метровой полосой на 15—18 км. Деревья достигают 40—45 м в высоту и 5 м по диаметру на высоте груди.

О происхождении этих платановых лесов существует два мнения: их можно рассматривать как следы древней культуры и как остатки естественных приречных лесов платана на Малом Кавказе.

Платан восточный с древних времен широко культивируется в Азербайджане. Отдельные деревья встречаются в различных городах и селах, возле древних памятников—мечетей, мельниц, вдоль оросительных каналов и в других местах. Наиболее широко была развита культура платана в г. Гяндже, в с. Колайыр. Возраст одного из этих деревьев более 1500 лет, высота 42 м, диаметр на высоте груди 4,5 м (по данным акад. В. Х. Тугаюка).

В г. Шеки платаны-гиганты растут во дворах всех исторических памятников старины: мечетей, христианской церкви и во дворе Хансарая. Наиболее характерны два платана (посаженные в 1764 г.), растущие во дворе Хансарая, диаметр на высоте груди составляет 2,1—2,3 м, высота 45 м. Стволы этих деревьев прямые, гладкие.

Самый крупный платан-гигант растет в Мартунинском районе (Азербайджанская ССР) вблизи с. Сыхторомен, на высоте 900 м над уровнем моря, на южном склоне (23°) горы. Высота дерева 50 м, диаметр у корня 9,5 м, а на высоте груди 8 м, возраст более 1500 лет. Имеется дупло сечением 40 м². Площадь кроны 1240 м². Всего в Азербайджане насчитывается 150 платанов-великанов.

В 1964—1967 гг. мы встречали платановые рощи в четырех местах. Одна из них располагается на северных склонах Малого Кавказа, тянется узкой полосой вдоль русла р. Атерк-чай на 5 км. Естественное возобновление здесь отсутствует, лишь в малом количестве имеется поросль, вырубаемая ежегодно местными жителями. Горный поток смывает почву в долине, корни платанов остаются голыми, и деревья засыхают. Спутниками платана здесь являются орех грецкий, клен, ясень обыкновенный и др. Возраст деревьев платановых рощи 100—150 лет, средняя высота 15—20 м и диаметр 70—80 см.

На южных склонах Большого Кавказа в русле р. Халхал-чай мы обследовали маленькую платановую рощу длиной 3—4 км и шириной 50—250 м. Здесь платановые деревья растут вместе с орехом грецким, хурмой кавказской, лапшой, кленом, ольхой, ивой и другими породами. Эти платаны растут на высоте 400—1100 м над уровнем моря, среднегодовое количество осадков 952 мм. Естественно размножаются порослевым и семенным способами. Но горные потоки, мчащиеся с большой скоростью, уничтожают подрост платана. Возраст платанов 50—300 лет, диаметр 20—150 см и высота 15—30 м.

В руслах рек Дзегам-чай и Курек-чай часто встречаются группы платановых деревьев по 5—10 шт. Но у них отсутствует естественное возобновление.

Платан как живой памятник природы необходимо строго охранять. Эту породу следует размножать в питомниках (семенным способом и черенкованием), на колхозных, совхозных полях и в садоохранительных полосах, вокруг крупных водоемов и оросительных каналов, на государственных лесных полосах и в лесных культурах.

УДК 634.0.566

ХОД РОСТА И ТОВАРНАЯ СТРУКТУРА КУЛЬТУР СОСНЫ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Д. ДУДАРЕВ, В. В. УСПЕНСКИЙ

(Воронежский лесотехнический институт)

За последнее столетие в условиях Тамбовской области создано свыше 80 тыс. га культур сосны, предельный возраст которых составляет 110—120 лет. Основная часть их (60 тыс. га) сосредоточена в Цнинском лесном массиве, приуроченном к надпойменным террасам р. Цны и ее притоков.

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов, шт.	Сумма площадей сечений, м ²	Видовое число	Запас	
						крупной	средней
Ia класс							
20	10,1	9,9	3417	26,3	0,572	—	—
30	14,6	14,4	2118	34,5	0,528	—	48
40	18,5	18,6	1461	39,7	0,504	—	163
50	21,7	22,6	1074	43,1	0,490	24	270
60	24,4	26,4	831	45,5	0,477	88	314
70	26,7	30,0	668	47,2	0,467	176	307
80	28,7	33,5	550	48,5	0,457	272	270
90	30,5	36,9	463	49,5	0,446	361	228
100	32,1	40,2	396	50,2	0,439	438	189
110	33,6	43,4	343	50,8	0,432	506	154
I класс							
20	8,8	8,6	3977	23,1	0,580	—	—
30	12,7	12,8	2417	31,1	0,534	—	19
40	16,1	16,6	1668	36,1	0,516	—	97
50	19,0	20,0	1251	39,3	0,502	7	190
60	21,5	23,2	982	41,5	0,491	29	262
70	23,6	26,2	798	43,0	0,482	77	293
80	25,5	29,1	663	44,1	0,472	145	287
90	27,1	31,9	562	44,9	0,465	214	263
100	28,6	34,6	483	45,4	0,460	279	229
110	30,0	37,2	421	45,8	0,455	337	200
II класс							
20	7,5	7,3	4755	19,9	0,595	—	—
30	10,9	11,2	2812	27,7	0,540	—	4
40	13,8	14,6	1941	32,5	0,526	—	46
50	16,4	17,5	1476	35,5	0,510	—	115
60	18,7	20,1	1182	37,5	0,495	6	179
70	20,6	22,5	976	38,8	0,487	21	231
80	22,3	24,7	829	39,7	0,481	46	263
90	23,8	26,8	714	40,3	0,478	82	273
100	25,1	28,9	619	40,6	0,477	126	267
110	26,3	30,6	555	40,8	0,476	166	257

Особенности хода роста 40—80-летних культур сосны ЦНО. БССР, УССР изучены довольно детально [3], [4], [2], [1], [6], [5]. Все эти исследования в ос-

новном сводятся к получению количественных показателей, характеризующих рост культур. Качественная характеристика сосняков и, в частности, товарная структура их не получила должного отражения в лесоводственной литературе.

Учитывая большое народнохозяйственное значение культур сосны для малолесной Тамбовской области, работники кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежского лесотехнического института совместно с Юго-Восточным лесоустроительным предприятием в 1968 г. выполнили работу на тему «Ход роста, динамика товарной структуры и возраст технической спелости культур сосны Тамбовской области».

Объектом исследования явились сосняки искусственного происхождения лесозов и леспромхозов, территориально входящих в состав Цнинского лесного массива.

Исследование базируется на материале 187 пробных площадей, заложенных в рядовых культурах сосны, созданных посадкой, относящихся к типам леса: свежий бор, простая свежая суборь и сложная свежая суборь.

Полнота древостоев пробных площадей, вычисленная через соотношение сумм площадей сечений таксируемых насаждений и таблиц хода роста (А. В. Тюрина), колеблется в пределах 1,1—0,8. Запас на пробах определяли на основании данных сплошного перечета и результатов обмера модельных деревьев, взятых по способу пропорционального представительства в количестве 5% от числа деревьев в каждой степени толщины.

Таблица 1

древесины, м ³				Среднее изменение запаса		
вой		дровяной	отходов	всего	общее	периодическое
мелкой	итого					
бонитета						
122	122	1	29	152	7,6	—
181	229	4	33	266	8,9	11,4
163	326	7	37	370	9,2	10,4
114	408	9	41	458	9,1	8,8
71	473	11	46	530	8,8	7,2
45	527	12	50	589	8,4	5,9
29	571	14	51	636	8,0	4,7
18	607	16	51	674	7,5	3,8
9	636	21	50	707	7,1	3,3
3	663	23	52	738	6,7	3,1
бонитета						
91	91	1	26	118	5,9	—
159	178	2	31	211	7,0	9,3
166	263	4	33	300	7,5	8,9
137	334	6	35	375	7,5	7,5
100	391	8	39	438	7,3	6,3
68	438	10	41	489	7,0	5,1
45	477	11	43	531	6,6	4,2
33	510	11	45	566	6,3	3,5
29	537	14	46	597	6,0	3,1
25	562	16	17	625	5,7	2,8
бонитета						
66	66	1	22	89	4,5	—
129	133	2	28	163	5,4	7,4
159	205	3	28	236	5,9	7,3
148	263	4	30	297	6,0	6,1
124	309	6	32	347	5,8	5,0
96	348	7	34	389	5,6	4,2
72	381	8	37	426	5,3	3,7
55	410	9	40	459	5,1	3,3
43	436	10	41	487	4,9	2,8
36	459	11	41	511	4,6	2,4

Пользуясь собранным материалом, мы построили таблицы хода роста культур сосны Ia, I и II классов бонитета, относящиеся соответственно к типам леса сложная

свежая суборь, простая свежая суборь и свежий бор (табл. 1) При этом был использован графоаналитический метод.

Построенные нами таблицы хода роста в отличие от таблиц других авторов дополнены данными, характеризующими товарную структуру древостоев. Наличие этих показателей позволило установить возраст технической спелости древостоев исследуемых сосняков. Для совокупности крупной и средней деловой древесины техническая спелость культур сосны Iа класса бонитета наступает в возрасте 71—80 лет, I класса — в 81—90 лет и II класса в 91—100 лет.

Таксационные показатели, приведенные в наших таблицах, были сопоставлены с данными таблиц А. В. Тюрина для сосняков естественного происхождения. Было установлено, что в возрасте до 50—60 лет запас культур на 5—15% выше запаса естественных древостоев. Это обусловлено более высокой полндревесностью стволов в культурах. В этом возрасте средние значения видовых чисел культур сосны на 5—20% выше указанных в таблицах хода роста (А. В. Тюрина). В насаждениях старше 60 лет запасы становятся равными. Средний коэффициент формы q_2 исследуемых культур сосны составляет 0,68, по данным В. И. Рубцова — 0,707.

Особенности роста культур сосны и относительно высокий удельный вес их в составе лесного фонда Тамбовской области определяют практическое значение построенных нами таблиц хода роста.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Волков. Культуры сосны в Усманском бору, их состояние, ход роста и производительность. Диссертация, Воронеж, ЛТИ, 1953. [2]. Д. И. Вуевский. Таксационная структура сосняков искусственного происхождения. Сборник трудов БЛТИ, вып. 6, Гомель, 1940. [3]. И. М. Науменко. Рост сосновых культур в условиях Воронежской области. Научные записки ВЛХИ, т. 5, 1939. [4]. И. М. Науменко. Особенности роста и продуктивности сосновых культур на слабогумусированных песках в условиях Воронежской области. Научные записки ВЛТИ, т. XVII, Воронеж, 1960. [5]. В. И. Рубцов. Культуры сосны в лесостепи. Изд.-во «Лесная промышленность», М., 1964. [6]. Ю. М. Савич. Рост и продуктивность сосновых культур. Научные труды Украинской академии сельскохозяйственных наук, т. XIII, вып. 7, 1960.

УДК 634.0.2

К ВОПРОСУ О ВЕТРОУСТОЙЧИВОМ СОСТАВЕ КАРПАТСКИХ ЛЕСОВ

В. Н. ДЬЯКОВ, Р. Г. КИСЕЛЕВСКИЙ-БАБИНИН

(Карпатский филиал УкрНИИЛХА)

В комплексе мероприятий, направленных на повышение ветроустойчивости и продуктивности карпатских лесов, один из ведущих вопросов — установление ветроустойчивого состава и строения насаждений. Многолетняя практика создания чистых разновозрастных еловых насаждений, неизбежным спутником которых являются сплошнолесосечные рубки, частые снеголомы, корневая губка, усугубила те катастрофические случаи ветровалов, которые наблюдались на протяжении последних 15 лет.

Результаты обследования катастрофических ветровалов 1964 г. показали, что в зоне современного распространения еловых и елово-пихтово-буковых лесов 96—100% случаев ветровалов отмечено в насаждениях с преобладанием ели, в том числе в чистых еловых древостоях — 60—98%. Особенно часто подвергались ветровалам участки насаждений, имеющих открытые со стороны вредоносных ветров неукрепленные опушки, появившиеся в результате сплошных рубок. При значительной концентрации лесосек, чересполосном их размещении, особенно на ветроопасных элементах рельефа, образовавшиеся небольшие участки лесных массивов легко вываливались ветром даже при участии в их составе большого количества ветроустойчивых пород.

До настоящего времени в Карпатах по существу нет опыта создания ветроустойчивых насаждений. Основным критерием оценки устойчивости насаждений является изучение древостоев, сохранившихся после катастрофических ветровалов.

В верхнем подпоясе высокогорных еловых естественных насаждений содержится не более 5—10% кедровой сосны, явора, березы, что, конечно, не может существенно помешать вываливанию насаждений. Тем не менее природные древостои с таким составом довольно ветроустойчивы даже в том случае, когда примесь пород в них отсутствует вообще. Это объясняется созданной в процессе естественного

отбора природной устойчивостью экотипов ели. Деревья ели в таких посадках имеют сбежистый ствол с гибкой вершиной и длинную конусообразную крону, составляющие $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ длины ствола, хорошо развитую корневую систему и смещенный книзу центр тяжести, а сами насаждения резко разновозрастны, хорошо сомкнуты вертикально и горизонтально. Очевидно, что и при создании искусственных насаждений в этих условиях нужно стремиться в формированию таких признаков. Это возможно путем всемерного содействия естественному возобновлению при добровольно-выборочных рубках, частыми и умеренными рубками ухода, направленными на создание устойчивых индивидуумов.

Чем ниже высота над уровнем моря и лучше почвенно-климатические условия, тем больше участие в составе насаждений таких ветроустойчивых пород, как бук, явор, лиственница, пихта, клен, ильм, ясень и др. Роль состава как фактора ветроустойчивости резко возрастает.

Степень достаточного участия ветроустойчивых пород и оптимальные параметры структуры и строения насаждений определяются ветроопасностью экспозиций. На участках элементов рельефа высшей степени ветроопасности (гребни водоразделов, вершины гор, повороты долин и т. д.) практически нет гарантии от вываливания деревьев в возрасте свыше 60—80 лет при ветрах ураганной силы. Гарантией от возникновения сплошного ветровала в этих условиях является смешанное разновозрастное насаждение с участием ветроустойчивых пород свыше 40%, сложное по форме, при обязательном отсутствии неукрепленных опушек. Смешанные пихтово-еловые и буково-еловые насаждения, расположенные на возвышенных элементах рельефа, при отсутствии вертикальной сомкнутости и наличии открытой опушки со стороны господствующего ураганного ветра могут быть вывалены полосами шириной до 80 м.

Оптимальный состав естественных насаждений на особо ветроопасных элементах рельефа — 4ЕЗПЗБк. Примерами ветроустойчивых насаждений на ветроопасных участках береговых долин и вершинах водоразделов могут служить насаждения с составом 4ЕЗПЗБк и 5ЕЗП2Бк, а на ветроударных склонах вторичных водоразделов — 5Е4Бк1П и 6ЕЗП1Бк.

Насаждения следует формировать путем интенсивных рубок ухода (особенно в условиях хорошего возобновления), стремясь к созданию сложных по форме насаждений. Здесь можно закладывать разреженные насаждения, хотя в условиях хорошего возобновления это потребует все-таки значительного вмешательства рубками.

Несколько особо следует рассмотреть ветроустойчивость насаждений в предгорных лесах Карпат, особенно Предкарпатья. Произрастающие здесь природные древостои вполне ветроустойчивы, однако этого нельзя сказать о чистых и даже смешанных искусственных древостоях. Это относится не только к еловым, но и к пихтовым и елово-пихтовым насаждениям предгорных районов Предкарпатья. При обследовании катастрофических ветровалов 1964 г. мы наблюдали сплошные и частичные ветровалы в пихтовых и пихтово-еловых древостоях Рожнятовского, Осмолодского и, особенно, Коломыйского лесокombинатов (от 47 до 86% деревьев).

В пихтовых насаждениях предгорной части Карпат наиболее подвержены ветровалам искусственные насаждения пихты в богатых условиях местопроизрастания, где пихта отличается очень быстрым ростом и уже в 50—60 лет легко вываливается ветром. Пихтовые насаждения в этих условиях отличаются предрасположенностью к заболеваниям корневой губкой и раком ствола, которые широко распространяются к возрасту наименьшей ветроустойчивости (50—70 лет). Пораженные стволы крайне неустойчивы к ветру, часто ломаются. С другой стороны, необходимость проведения в таких насаждениях санитарных рубок, объем которых за несколько лет может достигнуть 20% выбираемой массы и более, приводит к большому и неравномерному изреживанию древостоев, в результате чего полнота отдельных его участков снижается до 0,3, и насаждение становится очень неустойчивым к ветру.

Следует отметить исключительно хорошую ветроустойчивость лиственницы европейской. Отмечены случаи, когда участие в еловых насаждениях немногим более 30% лиственницы на ветроопасном участке местности предотвращало вываливание насаждения, тогда как в окружающих его ельниках наблюдались сплошные ветровалы. Ажурная крона, прочный гибкий ствол, глубокая корневая система делают лиственницу одной из перспективных ветроустойчивых пород в Карпатах.

УДК 634.0.566

ХОД РОСТА И ТОВАРНАЯ СТРУКТУРА ЕЛОВО-БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

Н. В. ГЛАДЫШЕВА

(Воронежский лесотехнический институт)

В пределах подзоны южной тайги преобладают елово-березовые насаждения. Наиболее распространенные типы леса — ельники-черничники III класса бонитета, ельники-долгомошники IV класса бонитета и ельники сфагновые V класса бонитета, для которых и были составлены таблицы хода роста и товарной структуры (табл. 1).

В отличие от имеющихся таблиц хода роста для таких насаждений [1]—[4], наши таблицы содержат данные об изменении таксационных показателей с возрастом для всех составляющих пород. (В целях сокращения объема таблиц в ней опущены данные для нечетных десятилетий.)

Для составления таблиц хода роста использованы материалы 306 пробных площадей, заложенных в Кировской и сопредельных с нею областях. По типам леса пробные площади распределяются так: ельники-черничники — 115, ельники-долгомошники — 151 и ельники сфагновые — 40. Из общего количества пробных площадей 54 заложены автором, в том числе 3 — со сплошной рубкой деревьев. Возраст исследованных насаждений от 20 до 200 лет.

При построении таблиц хода роста использован графоаналитический метод. В частности, видовые числа для всех составляющих пород устанавливали аналитически, путем выравнивания видовых высот в зависимости от средней высоты. Данные о динамике видового состава древостоев с возрастом получены в результате статистической обработки показателей состава 4633 таксационных участков.

Таблицы хода роста дополнены данными о товарной структуре, полученными по материалам фактической раскряжки более 4300 стволов.

По данным составленных таблиц были установлены возрасты спелостей (количественной, технической и естественной), а также высказаны некоторые рекомендации по установлению возрастов и способов рубок. К сожалению, в настоящей статье рассмотреть эти вопросы не представляется возможным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Б. Козловский. Формирование и ход роста смешанных елово-лиственный насаждений Северного Прикамья. Автореферат, Воронеж, 1961. [2]. Н. И. Курзин. Таблицы хода роста смешанных лиственно-еловых и елово-лиственных насаждений водоразделов рек Волги и Сев. Двины. Л., 1958. [3]. Н. В. Огородов. Рост сомкнутых березовых насаждений на северо-востоке европейской части СССР. Журн «Лесное хозяйство» № 10, 1951. [4]. Р. Г. Синельщиков. Ход роста ельников Кировской области. Научные записки Воронежского лесотехнического института, т. 19, 1958.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 54.001.5

**О РАБОТЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ
НА ОБЩЕСТВЕННЫХ НАЧАЛАХ****НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА
НА ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ**

Большой объем разнообразных по профилю и содержанию научно-исследовательских работ в области химии и химической переработки древесины, проводимых в проблемных лабораториях и на кафедрах академии, потребовал создания научного центра, который мог бы обеспечить дальнейшее развитие исследований и опытных работ. Эти функции были возложены на НИИХПД — институт химической переработки древесины, который был организован на общественных началах при химико-технологическом факультете в 1964 г. В состав его вошли комплексная лаборатория древесных пластиков и смол, лаборатория целлюлозы для химической переработки и лаборатория по использованию живых элементов дерева. Общий штат сотрудников — 125 человек, работающих по госбюджету, и 50 человек, занятых выполнением хозяйственной тематики. Положение о НИИХПД было разработано учеными факультета и утверждено ректором академии.

Институтом руководит дирекция, состоящая из директора, избираемого на Ученом совете факультета на 3 года, заместителя директора и ученого секретаря.

При директоре НИИХПД организован научно-технический совет (НТС) из числа ведущих работников кафедр и проблемных лабораторий факультета, экономических кафедр академии и представителей общественных организаций.

НТС рассматривает и рекомендует основные проблемы и темы для разработки в соответствии с профилем лабораторий, дает заключения по перспективным и годовым планам НИР, заслушивает и утверждает рабочие программы, годовые и квартальные отчеты по выполняемой тематике, решает вопросы по развитию творческого содружества с производством, смежными НИИ и проектными организациями. НТС обсуждает также вопросы распределения средств на проведение исследований и приобретение нового крупного оборудования, решает вопросы перераспределения сотрудников между темами и лабораториями. НТС организует научные конференции, заслушивает отчеты о повышении квалификации сотрудников и др.

Комплексная лаборатория древесных пластиков и смол включает лаборатории: древесноволокнистых пластиков; пирогенных смол; химии целлюлозы и лигнина.

Проблемная лаборатория древесноволокнистых пластиков разрабатывает теорию и технологию производства специальных видов древесноволокнистых плит (сверхтвердых и огнезащитных) сухим способом, а также новых древесных пластиков с использованием мелких отходов древесины. Многие предложения лаборатории внедряются в промышленность прогрессивный метод производства плит с использованием связующих в мономерной форме. Годовой экономический эффект освоения новых технологических процессов, материалов и аппаратуры составляет: для завода огнезащитных плит мощностью 500 тыс. м² — 1 млн. руб.; в производстве твердых древесноволокнистых плит (20 млн. м²/год) — 1 млн. руб. и сверхтвердых плит (при той же производительности) — 2 млн. руб.

Проблемная лаборатория пирогенных смол разрабатывает технологию получения древесной смолы и других продуктов из разного сырья. Разработан и внедряется в промышленность прогрессивный метод непрерывной разгонки древесных смол в трубчатых реакторах, позволяющий получить удвоенный выход масел по сравнению с существующими методами. Экономический эффект от внедрения этого метода на Свальяском лесохимкомбинате составляет 51 тыс. руб. в год.

На основе исследований, выполненных в академии, осуществляется строительство многих газогенераторных установок и тем самым решается проблема использования лесосечных отходов. На базе энергохимического котлоагрегата системы В. В. Померанцева проводятся исследования по технологии пиролиза древесной коры.

В лаборатории изучаются вопросы кинетики сушки измельченной древесины, гидродинамического сопротивления в слоевых сушилках и др. Разработанные новые методы расчета сушильных и углевыжигательных аппаратов используются проектными организациями. Проводятся качественные и количественные исследования оксикислотно-оксидлактонной части растворимой смолы. Разработаны способы получения кристаллического левоглюкозана и скоростного гидролиза левоглюкозана в кристаллическую глюкозу.

На основе нейтральных масел, образующихся при перегонке отстойной смолы получены флотореагенты и мягчители для производства регенерата резины. Созданы новое терморезистивное связующее для древесноволокнистых плит, пенообразователи повышенного качества, регуляторы глинистых суспензий (шликеры) и др.

Из растворимой части кислой воды выделены копильные жидкости («Вахтоль»), не содержащие канцерогенных веществ, используемые в пищевой промышленности для замены дымового копчения мяса и рыбопродуктов с целью профилактики злокачественных новообразований.

Проблемная лаборатория химии целлюлозы и лигнина работает по исследованию химии и физики природного и выделенного лигнинов, механизма сульфитной и сульфатной делигнификации; свойств древесины сибирской лиственницы; механизма образования «карамельей» в заводской аппаратуре и его предупреждения и т. д. Разработаны новые технологические процессы: способ кислородно-щелочной отбелки технических целлюлоз; сульфитной варки древесины без использования «оснований»; выделения сульфатного лигнина из черных щелоков осаждением CO_2 под давлением; очистки сульфитных щелоков и барды от органических веществ путем их нагревания; получения лигнин-фенол-формальдегидных смол для склеивания фанеры; стабилизации битумных эмульсий щелочным лигнином и др.

Основное научное направление проблемной лаборатории целлюлозы для химической переработки — разработка теории и технологии новых способов производства высокооблагороженных целлюлоз для последующего получения из них кордного и ацетатного волокна. Лаборатория разработала и внедрила в целлюлозно-бумажную промышленность ряд новых оригинальных и высокоэкономичных методов варки целлюлозы, например, использование кислоты с растворимым основанием при сульфитной варке, что позволяет уменьшить расход древесины на 6%, серы и пара — на 10%. Сокращение времени варки увеличивает производительность целлюлозных заводов на 15%. При этом получается целлюлоза повышенного качества. Экономический эффект составляет 10 млн. руб. в год.

Внедряются в производство предложения о совместной регенерации щелоков сульфит-сульфатного производства, получении ацетатной сульфитной целлюлозы из лиственной древесины, выработке вискозной кордной целлюлозы сульфит-сульфатным способом из древесины лиственницы.

Лаборатория по использованию живых элементов дерева организована в 1960 г. для получения лечебных пищевых и кормовых продуктов из биологически активных веществ стволовой и зеленой части дерева. Биологически активные вещества древесной зелени находят разнообразное применение в медицине, ветеринарии, витаминной и пищевой промышленности, в рационе животных и т. д.

Использование хвойных пород (сосны, ели) для получения лесофармакологических продуктов открывает новые и мало изученные пути использования леса.

Основное направление лаборатории — разработка теоретических и практических положений об использовании живых элементов дерева, изучение лесобиохимических, кормовых и других свойств древесной зелени, способов ее практического использования, изыскание новых и расширение ранее разработанных в академии областей применения таких ценных продуктов, как хлорофиллины, стерины, фитол, феофитин, каротин и др. Проведено изучение биохимического состава жирорастворимой части древесной зелени — хвойной хлорофилло-каротиновой пасты, выявлены спутники бета-ситостерина, начато исследование производственных пластидных пигментов (хлорофиллина, феофитина и др.).

Продолжаются физиологические, фармакологические и кормовые исследования. Разработана технология получения ТЭМа, очищенного фитостерина и фитола.

Результаты исследований проблемных лабораторий широко освещаются в печати. С 1961 г. по 1969 г. опубликована 471 статья. Изданы такие монографии, как «Производство древесной массы», «Газификация древесины», сборник работ по использованию живых элементов дерева, экстрактивных веществ дерева и др.

Проблемные лаборатории академии — активные участники ВДНХ. В период с 1962 г. по 1969 г. сотрудники лаборатории получили 52 медали ВДНХ.

Приоритет ученых по выполненным исследованиям оформлен авторскими свидетельствами. С 1961 г. по 1969 г. получено 37 авторских свидетельств.

За 9 лет по результатам научно-исследовательских работ проблемных лабораторий защищены 2 докторские и 70 кандидатских диссертаций. В работе проблемных лабораторий принимают участие аспиранты и студенты. В учебные курсы включаются новые данные, полученные в лабораториях. Оборудование лабораторий используется при выполнении студентами лабораторных практикумов и исследовательских дипломных работ, что несомненно повышает их научный уровень и способствует подготовке высококвалифицированных специалистов.

Сотрудники проблемных лабораторий в юбилейном 1970 г. успешно завершают работу по пятилетнему плану. Многие исследования будут внедрены в промышленность в 1971 г. и в дальнейшем.

Директор НИИХПД, проф. Ф. А. Медников.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

О ВЛИЯНИИ ЛЕСА НА ВНЕШнюю СРЕДУ

Проблемы охраны биосферы, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, а также вопросы взаимосвязи отдельных их компонентов в настоящее время приобретают первостепенное значение. Особенно важны вопросы о взаимосвязи между лесными насаждениями и окружающей средой.

Этому важнейшему вопросу был посвящен международный симпозиум, проходивший в Москве с 17 августа по 6 сентября 1970 г. Симпозиум был проведен в соответствии с программой Объединенных Наций по экономическому развитию. В нем приняли участие крупнейшие ученые и специалисты — лесоводы, гидрологи, географы и почвоведы Советского Союза, ряда стран членов СЭВ (Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши), а также Великобритании, США, ФРГ, Швейцарии, Японии. На симпозиуме присутствовали представители развивающихся государств Африки, Ближнего и Среднего Востока, Юго-Восточной Азии.

В работе международного симпозиума принимали участие представители советских центральных органов и ведомств, а также Всемирной метеорологической организации продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН — ФАО, ЮНЕСКО.

Участников международной встречи приветствовал председатель Государственного комитета лесного хозяйства Совета Министров СССР, доктор экономических наук Г. И. Воробьев.

Первым на симпозиуме с докладом «Леса и осадки» выступил доктор Л. Лейтон (Великобритания). Затем было предоставлено слово члену-корр. АН СССР, проф. А. А. Молчанову, который доложил о «циклах атмосферных осадков в различных природных зонах в отдельных типах леса» и «загрязнении атмосферы вредными для растений промышленными выбросами». С большим вниманием были прослушаны доклады: Г. Андерсона (США) «Лес и метеорологические влияния на снег и талые воды и их регулирование», доктора географических наук В. В. Рахманова (СССР) «Зависимость речного стока от лесистости бассейнов» и «Влияние леса на сток рек в бассейне Верхней Волги», доктора Баумгартнера (ФРГ) «Испарение лесов», канд. технических наук А. П. Бочкова (СССР) «Влияние леса и агролесомелиоративных мероприятий на водность рек и малых водотоков», канд. биологических наук Н. А. Воронкова (СССР) «Элементы влагооборота лесных водосборов», проф. А. А. Роде (СССР) «Водный режим лесных почв», доктора П. Зинке (США) «Почвенная влага в условиях леса», доктора сельскохозяйственных наук В. С. Шумакова (СССР) «Особенности физики лесных почв», доктора Д. Д. Хьюллета (США) «Обзор метода определения полного стока посредством экспериментальных водосборов», проф. А. М. Субботина (СССР) «Сток талых и дождевых вод с лесных и безлесных водосборов», проф. А. В. Побединского (СССР) «Влияние способов рубок и организации лесосечных работ на изменение стокорегулирующей роли лесов», канд. сельскохозяйственных наук В. Т. Николаенко (СССР) «Противоэрозийная роль древесно-кустарниковой растительности и влияние леса на повышение качества воды», В. А. Губаревой (СССР) «Химический состав осадков, проникающих через крону, подстилку и почву», доктора Д. С. Ротачера (США) «Влияние лесного хозяйства с целью сохранения качества воды», доктора биологических наук С. Э. Вамперского (СССР) «Влияние осушения болотных лесов на гидрологический режим и лесорастительные свойства почв», канд. сельскохозяйственных наук И. И. Ханбекова «Борьба с эрозией почв и селевыми потоками в горных районах с применением биологических и гидротехнических средств», доктора Г. М. Келлера (Швейцария) «Борьба с селями в Альпах», доктора С. Намбо (Япония) «Борьба с паводками и эрозией на сильно эродированных лесных землях фитомелиоративными и механическими средствами», проф. А. С. Скородумова (СССР) «Система мероприятий по борьбе с водной эрозией почв в лесостепной зоне», доктора Е. Д. Данфорда (США) «Проблемы многостороннего пользования», акад. И. С. Мелехова (СССР) «Многостороннее значение леса и использование его защитной роли», проф. А. А. Цымека (СССР) «Лесоэкономическое и лесохозяйственное районирование при рациональном ведении лесного хозяйства», акад. Н. П. Анучина (СССР) «Современная техника учета леса, система анализа и многостороннее моделирование», доктора

Д. П. Навона (США) «Современные методы планирования использования целинных земель», проф. К. Б. Лосицкого (СССР) «Организация научно-исследовательских работ в СССР по изучению влияния лесохозяйственных мероприятий на лесную среду». Кроме того, на симпозиуме были зачитаны доклады: доктора Г. У. Лалла (США) «Возможности увеличения полного стока посредством лесохозяйственных мероприятий», доктора Р. Ф. Таранта (США) «Изменения качества воды с лесных водосборов, обусловленные деятельностью человека», доктора Р. А. Клавитора (США) «Регулирование водного режима влажных лесов на юго-востоке Соединенных Штатов», доктора М. Клаусона (США) «Планирование регулирования лесных водосборов».

С информационными сообщениями по обсуждаемому вопросу выступили представители Ганы, Индонезии, Иордании, Кении, Ливана, Пакистана, Польши, Турции, Нигерии, Таиланда, ГДР и других стран мира.

Развернувшаяся на симпозиуме дискуссия показала, что вопросы о влиянии леса на внешнюю среду представляют большой интерес для всех стран мира. Особенно сложными и весьма трудными для разрешения остаются вопросы взаимоотношения леса и воды.

Наиболее дискуссионными оказались вопросы о зависимости речного стока от лесистости бассейнов. Одни ученые утверждают, что повышение лесистости увеличивает сток, другие придерживаются противоположного мнения.

Участники симпозиума единодушно высказались за дальнейшую тесную связь между учеными разных стран в целях преодоления нерешенных проблем по влиянию леса на внешнюю среду.

Участников международного симпозиума ознакомили с комплексными исследованиями Валдайской гидрологической лаборатории, с гидрологическим оборудованием. Было организовано посещение ВНИИЛМа, Ивантеевского питомника, Сиверского опытно-показательного мехлесхоза ЛенНИИЛХа, Государственного гидрологического института и др. Кроме того, участникам была предоставлена возможность ознакомиться с достопримечательностями Москвы, Ленинграда, Калининграда, Новгорода и других городов нашей страны.

В. Т. Николаенко.
(Москва)

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА

СЕРГЕЯ НИКОЛАЕВИЧА ИВАНОВА

12 октября 1970 г. скоропостижно скончался старейший работник целлюлозно-бумажной промышленности, крупнейший ученый в области технологии бумаги, профессор Ленинградской лесотехнической академии имени С. М. Кирова, доктор технических наук Сергей Николаевич Иванов.

С. Н. Иванов родился 9 ноября 1901 г. в г. Уржуме, Кировской области. В 1928 г. окончил химическое отделение Ленинградского лесного института. Вся его инженерная и научно-педагогическая деятельность была связана с отечественной бумажной промышленностью. Большая наблюдательность и живой интерес к технологии помогли специалисту бумажного дела. В 1944 г. он был приглашен для чтения лекций по технологии бумаги в Ленинградскую лесотехническую академию. Защитив кандидатскую диссертацию и получив звание доцента, С. Н. Иванов с присущей ему энергией и настойчивостью ведет успешную научную и педагогическую работу на кафедре целлюлозно-бумажного производства.

В 1960 г. вышел учебник-монография «Технология бумаги» (объемом 45 печ. листов) — капитальный труд С. Н. Иванова и ему была присуждена ученая степень, доктора технических наук. В 1963 г. он был утвержден в звании профессора.

Имя проф. С. Н. Иванова широко известно у нас и за рубежом. Ему принадлежат несколько десятков научных работ, явившихся весомым вкладом в разработку теории и практики бумажного производства.

Много внимания уделил Сергей Николаевич созданию современной теории размола бумажной массы и теории механической прочности бумажного листа.

В процессе систематических исследований в области наполнения бумаги С. Н. Ивановым была выяснена роль дзета-потенциала на поверхности волокон и рН среды и разработана стройная теория механизма удержания наполнителей в бумаге.

Проф. С. Н. Иванов внес очень важные уточнения в вопрос о влиянии температуры сушки бумаги на ее проклейку и рекомендовал оптимальный режим сушки, проверенный затем практически на многих видах бумаги в производственных условиях.

Проф. С. Н. Иванов был одним из первых технологов, обративших внимание на возможность использования синтетических волокон для изготовления бумаги.

Большие планомерные работы проведены были С. Н. Ивановым и его аспирантами по изучению бумагообразующих свойств различных целлюлоз из лиственной древесины и других коротковолокнистых растительных материалов (бамбука, багассы и др.), по изучению влияния влажности бумаги на ее скручиваемость и другие свойства, по изучению влияния солей алюминия на прочность бумажного листа и т. п.

Характерным для всех научных работ проф. С. Н. Иванова является теснейшая связь теории и практики. Эта черта научной деятельности снискала С. Н. Иванову глубокое уважение со стороны производственников.

С. Н. Иванов был активным деятелем НТО Бумдревпрома, неоднократно избирался членом Ленинградского и Центрального его правления, был членом ученых Советов ВНИИБа и ЦНИИБуммаша, членом НТС Минбумпрома.

За свою плодотворную производственную и научно-педагогическую деятельность С. Н. Иванов был удостоен нескольких правительственных наград.

Широкие круги работников бумажной промышленности на долгие годы сохранят светлую память о добром и энергичном человеке, беззаветно влюбленном в свое дело, инженере и педагоге, профессоре Сергее Николаевиче Иванове.



СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Н. А. Коновалов, В. А. Шаргунова.* Опыт изучения формирования смешанных молодняков на Среднем Урале
- Г. С. Разин, В. П. Шарко, А. Г. Ибатуллин, А. В. Гребнев.* Точность камеральных способов таксации текущего прироста древесины
- В. И. Вохминцев.* О влиянии интенсивности комплексных рубок на продукцию почвенной углекислоты
- М. Д. Данилов, А. А. Краснов.* О токсическом влиянии соснового подкорного клопа на сосну обыкновенную
- О. Д. Цыплакова, Р. И. Дерюжкин.* Сосновый подкорный клоп *Aradus cinctipennis* Рапз. в культурах лиственницы Воронежской области
- П. Н. Львов.* Некоторые качественные показатели древесины ели, сосны и лиственницы притундровой подзоны
- И. А. Никитин.* Опыт выращивания сосны обыкновенной с помощью интенсивных рубок ухода и распахивания междурядий
- А. С. Царьков.* Изменение таксационных показателей сосновых культур при равной высоте
- Г. Н. Некрасова.* Ядрообразовательный процесс у осины в связи с очищением ствола от сучьев

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- С. И. Рахманов.* Определение времени подачи хлыста под пилу продольным транспортером
- Т. А. Гурьев.* О сравнительных испытаниях круглых и пластинчатых шпал
- В. Н. Сухинин, В. В. Скобей.* Определение основных параметров тягово-удерживающих канатов азростатной трелевочной установки
- С. А. Ворухайлов.* Экспериментальный метод определения продольного смещения полюса вращения при повороте гусеничного трактора
- К. А. Чекалкин, Е. В. Хазов.* К теории процесса сортировки бревенных пучков боковым воздействием гидравлической струи

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- А. Н. Песоцкий, А. П. Брагин.* К расчету параметров участков лесозавода для комплектования рассортированного пиловочника
- В. И. Рогачев.* Температурная оценка работоспособности подшипников скольжения из древлластмасс
- Е. Г. Ивановский, П. В. Василевская, Э. М. Лаутнер.* Исследование процесса затупления реза при строгании древесины
- Б. М. Заливко.* Подбор соснового пиловочного сырья по качеству
- В. В. Бочкарев.* Деформативность древесины контурного прессования при кручении
- А. Б. Кыласов, В. Н. Петри.* Влияние влажности на механические свойства лигно-углеводных пластиков из древесных частиц осины
- В. М. Котов.* Влияние степени уплотнения на коэффициент вязкости прессованной древесины осины
- Ю. М. Стахив.* Резонансные колебания плоских дисковых пил

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Р. З. Пен, Л. Г. Хаустова, Г. М. Иоффе.* Целлюлоза из древесины лиственницы. Сульфатная варка даурской лиственницы
- Э. Д. Левин, Э. В. Мучкина, М. К. Шайхатдинова.* О связи теплофизических свойств полукокса с температурой и продолжительностью пиролиза
- И. В. Хазова, Б. Д. Богомолов.* Определение содержания диметилсульфоксида в водных растворах
- О. В. Бронзов, Н. Н. Скорняков, О. В. Морозова, С. И. Василевская.* О влиянии некоторых условий выжига и прокалывания угля на его структурно-механические и реакционные свойства

В. В. Некрасов, Ю. В. Логинов, И. М. Боховкин. Диэлектрическая проницаемость растворов лигнина в диоксане	98
И. А. Иванов. Бумажная хроматография оксикислот растворимых смол	102
И. П. Сидоровская, Л. В. Меньшикова, З. С. Калугина, С. Я. Коротов	
Карактер критериальной зависимости $Rg' = f(Eu_n')$ для батарейно-противоточного способа экстракции	105

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

П. Г. Штольцер. Передаточные функции некоторых звеньев системы автоматического регулирования скорости подачи	110
Д. Л. Дудюк, Ю. А. Садовский. Математическое описание производственных процессов нижних складов лесопромышленных предприятий	115

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

П. В. Васильев. Вопросы экономической оценки лесных ресурсов	119
И. В. Воронин, В. П. Смородин. О стоимостной оценке леса	123
Л. И. Ильев. Экономические вопросы оценки лесных земель	128
А. П. Иванов. О затратах на подготовку специалистов для целлюлозно-бумажной промышленности	132
Е. Е. Бурсин. Экономические предпосылки реформы оптовых цен 1967 года на продукцию лесопиления и деревообработки	137

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Н. А. Битюков. О климатической и гидрологической роли буковых лесов Черноморского побережья Кавказа	141
Б. И. Бобруйко. Выживаемость подроста дуба скального на сплошных вырубках Северо-Западного Кавказа	143
П. П. Бадалов. Рост молодых культур ели при заглубленной посадке в черничниковом типе леса Ленинградской области	145
А. П. Клинцов. К вопросу о влиянии лесистости на сток воды в малых водотоках Сахалина	148
Э. Д. Лобжанидзе. Особенности распределения влаги в стволе бука восточного (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky) в связи с условиями произрастания	152
Н. В. Подзорнов. Влияние геомагнитного поля на прорастание семян хвойных пород	155
В. В. Сычев. Возобновление ели на кострищах в молодом осиннике	157
Е. М. Безденежных. Агрофизические свойства почвы в плужных пластах и их значение для посевов и посадок леса	159
А. С. Яковлев. О влиянии обрезки корней сеянцев на приживаемость и рост дуба в первые пять лет	162
Н. И. Федоров, И. Т. Ермак. О поражении сосновых насаждений Белоруссии корневой губкой	164
В. А. Бабаханов. Плаган восточный на Кавказе	165
А. Д. Дударев, В. В. Успенский. Ход роста и товарная структура культур сосны Тамбовской области	166
В. Н. Дьяков, Р. Г. Киселевский-Бабинин. К вопросу о ветроустойчивом составе карпатских лесов	168
Н. В. Гладышева. Ход роста и товарная структура елово-березовых насаждений подзоны южной тайги европейской части СССР	170

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

Ф. А. Медников. О работе научно-исследовательского института Ленинградской лесотехнической академии на общественных началах	171
---	-----

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

В. Т. Николаенко. О влиянии леса на внешнюю среду	173
---	-----

НЕКРОЛОГ

Памяти профессора Сергея Николаевича Иванова	175
--	-----

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста. Статьи, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера не должны быть более 3 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркнуть двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и

итических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его номер, соответствующий номеру фамилии автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельных листочках, перепечатанными на ма-

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ обозначенного здесь срока

жет возвращать авторам исходные статьи с требованием изложения и более аккуратно.

Следует право производить редакционные изменения рукописи статей авторам, как предоставляется.

Возврат статей осуществляется бесплатно 15 отрывками (за исключением публикаций библиографии и хроники).

Таблица 1

Возраст, лет	Состав	Ярус	Порода	Основная часть насаждения														Выбираемая часть насаждения		Общая производительность насаждения, м³
				средняя высота, м	средний диаметр, см	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	видовое число, 0,001	запас стволовой древесины, м³					изменение запаса		запас, м³	сумма промежуточного пользования, м³			
									крупной	средней	мелкой	итого деловой	дров	отходов	всего			среднее	периодическое	
Ельники-черничники																				
20	9Б1Ос 8Е2П	I II	Е	4,9	4,9	2810	5,30	654	—	—	10	10	4	3	17	0,85	—	—	—	—
			П	4,4	4,3	694	1,009	677	—	—	1	1	2	—	3	0,15	—	—	—	—
			Б	6,2	4,3	6380	9,28	504	—	—	—	1	25	3	29	1,45	—	—	—	—
			Ос	8,1	6,9	174	0,651	570	—	—	—	—	3	—	3	0,15	—	—	—	—
				Итого		10058	16,24				12	34	6	52	2,60					
40	9Б1Ос 8Е2П	I II	Е	10,1	9,9	1078	8,30	549	—	11	18	29	10	7	46	1,15	1,7	4	8	54
			П	9,0	8,8	326	1,985	561	—	1	4	5	4	1	10	0,25	0,4	1	2	12
			Б	12,1	9,6	1628	11,78	470	—	—	—	11	49	7	67	1,67	2,0	13	25	92
			Ос	14,3	14,1	62	0,975	502	—	—	—	—	7	—	7	0,18	0,2	1	2	9
				Итого		3094	23,04				45	70	15	130	3,25	4,3	19	37	167	
60	4Е1П5Б+Ос		Е	14,9	14,6	783	13,11	517	—	39	23	65	22	14	101	1,68	3,0	4	16	117
			П	13,4	12,9	228	2,987	525	—	7	5	12	6	3	21	0,35	0,6	1	4	25
			Б	16,9	14,8	770	13,25	460	—	—	—	23	71	9	103	1,72	1,6	17	57	160
			Ос	19,6	20,7	29	0,963	478	—	—	—	2	7	—	9	0,15	0,1	1	4	13
				Итого		1810	30,31				102	106	26	234	3,90	5,3	23	81	315	
80	5Е1П4Б+Ос		Е	18,6	18,6	699	18,87	504	7	77	32	116	38	23	177	2,21	4,0	4	24	201
			П	16,7	16,4	183	3,870	510	1	12	6	19	10	4	33	0,41	0,6	2	7	40
			Б	20,1	19,1	423	12,15	455	—	—	—	24	79	8	111	1,39	0,2	21	96	207
			Ос	23,2	26,4	15	0,830	468	—	—	—	3	6	—	9	0,11	—	2	8	17
				Итого		1320	35,72				162	133	35	330	4,12	4,40	29	135	465	
100	7Е1П2Б+Ос		Е	21,2	21,8	643	24,10	497	18	117	36	171	51	32	254	2,54	3,7	7	36	290
			П	19,1	19,2	151	4,385	502	3	14	7	24	13	5	42	0,42	0,4	3	12	54
			Б	22,3	22,2	228	8,81	453	—	—	—	18	67	4	89	0,89	-1,2	21	140	229
			Ос	25,6	31,0	9	0,675	463	—	—	—	2	6	—	8	0,08	-0,1	2	12	20
				Итого		1031	37,97				215	137	41	393	3,93	2,8	33	200	593	
120	7Е1П2Б, ед. Ос		Е	23,0	24,4	587	27,50	493	30	149	37	216	61	35	312	2,60	2,6	11	56	368
			П	20,7	21,6	124	4,557	498	4	15	8	27	15	5	47	0,39	0,2	3	18	65
			Б	23,7	24,5	137	6,45	452	—	—	—	11	55	3	69	0,58	-0,9	15	174	243
			Ос	27,0	34,6	5	0,483	460	—	—	—	1	5	—	6	0,05	-0,1	2	16	22
				Итого		853	38,99				255	136	43	434	3,62	1,8	31	264	698	
140	8Е1П1Б, ед. Ос		Е	24,0	26,4	533	29,20	492	42	167	34	243	66	35	344	2,46	1,3	14	83	427
			П	21,6	23,4	104	4,484	496	5	15	7	27	16	5	48	0,34	—	4	25	73
			Б	24,3	26,1	97	5,19	452	—	—	—	7	47	3	57	0,41	-0,5	8	194	251
			Ос	27,7	37,4	2	0,236	459	—	—	—	—	3	—	3	0,02	-0,2	1	18	21
				Итого		739	39,11				277	132	43	452	3,23	0,6	27	320	772	
160	8Е1П1Б,		Е	24,5	27,8	481	29,20	491	51	170	29	250	66	35	351	2,19	0,1	16	114	465
			П	22,1	24,7	88	4,21	495	5	14	6	25	16	5	46	0,26	-0,1	3	32	78
			Б	24,4	26,9	85	4,81	452	—	—	—	6	44	3	53	0,33	-0,2	3	201	254
			Ос	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	19
				Итого		654	38,22				281	126	43	450	2,81	-0,3	22	366	816	
180	8Е1П1Б		Е	24,6	28,5	442	28,25	491	56	168	22	246	61	34	341	1,90	-0,7	13	140	481
			П	22,2	25,4	75	3,82	495	5	12	5	22	16	4	42	0,23	-0,2	3	38	80
			Б	24,4	27,2	76	4,44	452	—	—	—	4	43	2	49	0,27	-0,2	2	206	255
			Ос	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	19
				Итого		504	36,51				272	120	40	432	2,40	1,1	18	402	825	

40	9Б1Ос 9Е1П	I II	Е	8,0	7,9	1865	9,14	575	—	6	20	26	10	6	42	1,05	1,4	5	5	47
			П	7,2	7,1	299	1,184	589	—	—	2	2	2	2	1	5	0,12	0,2	1	1
			Б	9,8	7,5	2175	9,62	478	—	—	4	35	6	45	1,14	1,3	10	10	55	
			Ос	11,9	11,3	48	0,486	520	—	—	—	3	—	3	0,07	0,1	—	—	3	
			Итого			4387	20,43				32	50	13	95	2,38	3,0	16	16	111	
60	5Е1П4Б+Ос		Е	12,0	11,8	1200	13,13	533	—	25	27	52	20	12	84	1,40	2,4	5	15	99
			П	10,8	10,6	176	1,533	543	—	2	3	5	3	1	9	0,15	0,2	1	3	12
			Б	14,1	11,7	995	10,70	465	—	—	—	14	50	6	70	1,17	1,2	12	33	103
			Ос	16,5	16,8	27	0,617	490	—	—	—	—	5	—	—	5	0,08	0,1	1	1
			Итого			2398	25,98				71	78	19	168	2,80	3,90	19	52	220	
80	6Е1П3Б+Ос		Е	15,2	15,2	1006	18,24	516	—	55	37	92	32	19	143	1,79	3,1	5	25	168
			П	13,7	13,5	148	2,095	523	—	4	4	8	5	2	15	0,19	0,3	1	5	20
			Б	17,2	15,5	565	10,65	459	—	—	—	19	57	8	84	1,05	0,5	15	61	145
			Ос	20,0	21,6	14	0,525	477	—	—	—	—	1	4	—	5	0,06	—	1	3
			Итого			1733	31,51				120	98	29	247	3,09	3,9	22	94	341	
100	7Е1П2Б, ед. Ос		Е	17,7	18,0	905	23,13	506	5	89	42	136	44	27	207	2,07	3,2	6	37	244
			П	15,9	16,0	120	2,450	513	—	7	4	11	6	3	20	0,20	0,2	2	8	28
			Б	19,4	18,5	316	8,48	456	—	—	—	17	52	6	75	0,75	-0,7	18	96	171
			Ос	22,4	25,6	7	0,380	470	—	—	—	1	3	—	4	0,04	-0,1	1	5	9
			Итого			1348	34,44				165	105	36	306	3,06	2,6	27	146	452	
120	7Е1П2Б, ед. Ос		Е	19,3	20,3	824	26,65	502	13	116	42	171	55	32	258	2,15	2,3	9	54	312
			П	17,3	18,0	97	2,509	508	1	7	4	12	7	3	22	0,18	0,1	2	12	34
			Б	20,8	20,8	193	6,55	455	—	—	—	13	45	4	62	0,52	-0,6	13	125	187
			Ос	23,8	28,8	4	0,271	466	—	—	—	1	2	—	3	0,03	-0,1	1	7	10
			Итого			1118	35,98				197	109	39	345	2,88	1,7	25	198	543	
140	8Е1П1Б, ед. Ос		Е	20,1	22,0	750	28,47	500	21	133	40	194	58	34	286	2,04	1,1	11	75	361
			П	18,0	19,5	80	2,42	506	1	7	4	22	7	3	22	0,16	—	2	16	38
			Б	21,4	22,4	141	5,56	454	—	—	—	10	41	3	54	0,39	-0,3	7	142	196
			Ос	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
			Итого			971	36,45				216	106	40	362	2,59	0,6	20	241	603	
160	8Е1П1Б		Е	20,4	23,1	686	28,75	499	24	138	38	200	58	35	293	1,83	0,1	12	98	391
			П	18,3	20,4	66	2,16	505	1	7	4	12	6	2	20	0,13	-0,1	2	20	40
			Б	21,5	23,2	119	5,02	454	—	—	—	8	38	3	49	0,30	-0,2	3	150	199
			Ос	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8
			Итого			871	35,93				220	102	40	362	2,26	-0,2	17	276	638	
180	8Е1П1Б		Е	20,4	23,6	635	27,80	499	25	134	36	195	54	34	283	1,57	-0,7	11	119	402
			П	18,3	20,9	57	1,95	505	1	6	3	10	6	2	18	0,10	-0,1	1	23	41
			Б	21,5	23,5	106	4,61	454	—	—	—	7	35	3	45	0,25	-0,2	3	156	201
			Ос	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8
			Итого			798	34,36				212	95	39	346	1,92	-1,0	15	306	652	

Ельники сфагновые

40	10Б 10Е	I II	Е	6,0	6,2	3225	9,73	617	—	—	22	22	8	6	36	0,90	—	—	—	
			Б	7,5	5,6	3300	8,13	492	—	—	—	—	2	25	3	30	0,75	—	—	—
			Итого			6525	17,86				24	33	9	66	1,65	—	—	—	—	
60	6Е4Б		Е	9,2	9,4	1820	12,65	559	—	14	27	41	15	9	65	1,08	1,6	6	11	76
			Б	11,0	9,0	1450	9,24	473	—	—	—	7	36	5	48	0,80	0,9	8	16	64
			Итого			3270	21,89				48	51	14	113	1,88	2,5	14	27	140	
80	6Е4Б		Е	12,1	12,3	1373	16,30	533	—	33	33	66	24	15	105	1,31	2,1	6	23	128
			Б	14,0	12,3	841	9,99	465	—	—	—	13	46	6	65	0,81	0,8	10	35	100
			Итого			2214	26,29				79	70	21	170	2,12	2,9	16	58	228	
100	7Е3Б		Е	14,3	14,7	1205	20,44	520	—	58	39	97	34	21	152	1,52	2,4	5	34	186
			Б	16,2	15,0	532	9,40	460	—	—	—	16	48	6	70	0,70	—	13	59	129
			Итого			1737	29,84				113	82	27	222	2,22	2,4	18	93	315	
120	8Е2Б		Е	15,7	16,6	1130	24,45	513	2	82	44	128	43	26	197	1,64	2,1	5	44	241
			Б	17,6	17,1	323	7,42	459	—	—	—	13	42	5	60	0,50	-0,6	13	86	146
			Итого			1453	31,87				141	85	31	257	2,14	1,5	18	130	387	
140	8Е2Б		Е	16,3	18,0	1053	26,80	511	6	97	43	146	48	29	223	1,59	1,0	6	56	279
			Б	18,2	18,6	230	6,24	458	—	—	—	12	36	4	52	0,37	-0,3	7	103	155
			Итого			1283	33,04				158	84	33	275	1,96	0,7	13	159	434	
160	8Е2Б		Е	16,4	18,8	985	27,33	511	9	101	41	151	48	30	229	1,43	0,1	6	68	297
			Б	18,3	19,4	194	5,73	458	—	—	—	11	34	3	48	0,30	-0,2	3	111	159
			Итого			1179	33,06				162	82	33	277	1,73	-0,1	9	179	456	
180	8Е2Б		Е	16,4	19,1	912	26,15	511	9	96	39	144	46	29	219	1,22	-0,7	8	83	302
			Б	18,3	19,7	172	5,25	458	—	—	—	10	31	3	44	0,24	-0,2	3	117	161
			Итого			1084	31,40				154	77	32	263	1,46	-0,9	11	200	463	

Таблица 5

Кислоты	Системы растворителей							
	I*		II*		III**		IV***	
	R_f		R_f		R_f		R_f	
	по литера- турным дан- ным [13]	эксперимен- тальные дан- ные	по литера- турным дан- ным [11]	эксперимен- тальные дан- ные	по литера- турным дан- ным [12]	эксперимен- тальные дан- ные	по литера- турным дан- ным [8]	эксперимен- тальные дан- ные
Монокарбоновые оксикислоты								
Гликолевая (оксиуксусная)	0,48	0,43	0,56	0,53	—	0,29	—	—
Молочная (оксипропионовая)	0,65	0,58	0,71	0,74	0,44	0,42	—	—
Глицериновая (α , β -диоксипропио- новая)	—	0,28	—	—	—	—	—	—
α -оксизомасляная	—	0,66	—	0,83	—	—	—	—
α -оксимасяная	—	0,73	—	0,91	—	—	—	—
Глюконовая (альдоновая)	—	0,05	—	0,09	—	0,0	—	—
Дикарбоновые оксикислоты								
Яблочная (оксиянтарная)	0,35	0,36	—	—	—	—	—	—
Винная (диоксиянтарная)	0,13	0,16	0,23	0,28	0,18	0,15	—	—
Трикарбоновые оксикислоты								
Лимонная	0,24	0,28	0,34	0,44	0,07	0,05	—	—
Кетокислоты								
Левулиновая	—	—	—	—	—	—	0,12	0,09

Таблица 6

Компонент	Системы растворителей							
	I*		II*		III**		IV***	
	R_f		R_f		R_f		R_f	
	по литера- турным дан- ным [13]	эксперимен- тальные дан- ные	по литера- турным дан- ным [11]	эксперимен- тальные дан- ные	по литера- турным дан- ным [12]	эксперимен- тальные дан- ные	по литера- турным дан- ным [8]	эксперимен- тальные дан- ные
Неизвестный	—	0,07	—	0,11	—	0,02	—	0,05
"	—	0,15	—	0,17	—	0,05	—	0,08
"	—	0,25	—	0,33	—	0,11	—	—
"	—	0,32	—	0,41	—	0,20	—	—
Гликолевая кислота	0,48	0,44	0,56	0,55	—	0,28	—	—
Неизвестный	—	0,52	—	0,65	—	0,34	—	—
Молочная кислота	0,65	0,58	0,71	0,72	0,44	0,42	—	—
α -оксизомасляная кислота	—	0,65	—	0,83	—	—	—	—
α -оксимасяная	—	0,73	—	0,91	—	—	—	—
Левулиновая кислота	—	—	—	—	—	—	0,12	0,09

* Бумага марки М, проявитель — 0,04%-ный спиртовый раствор бромфенола синего; ** бумага марки Б, проявитель — 0,04%-ный спиртовый раствор хлорфенола красного; *** бумага марки М, проявитель — 0,04%-ный спиртовый раствор бромфенола синего и солянокислый раствор 24-динитрофенилгидразина.

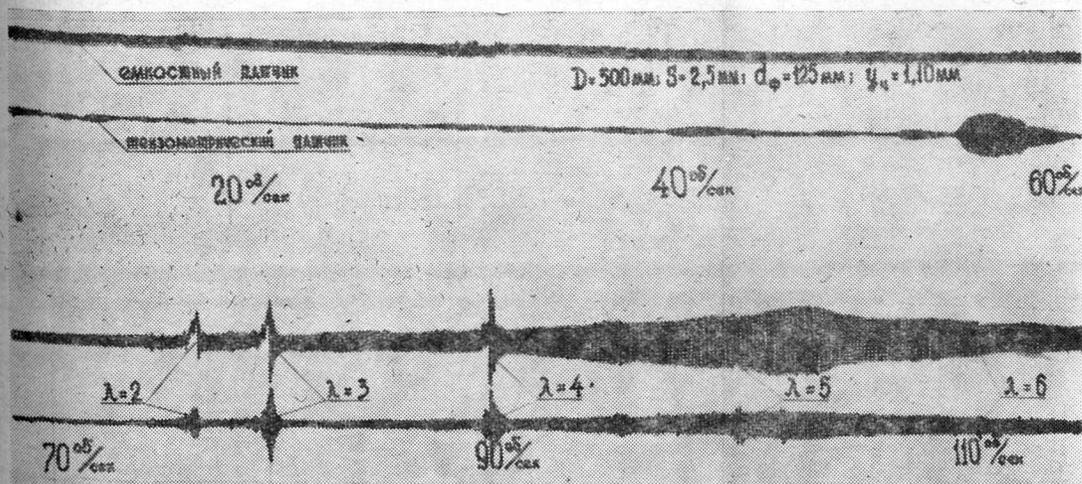
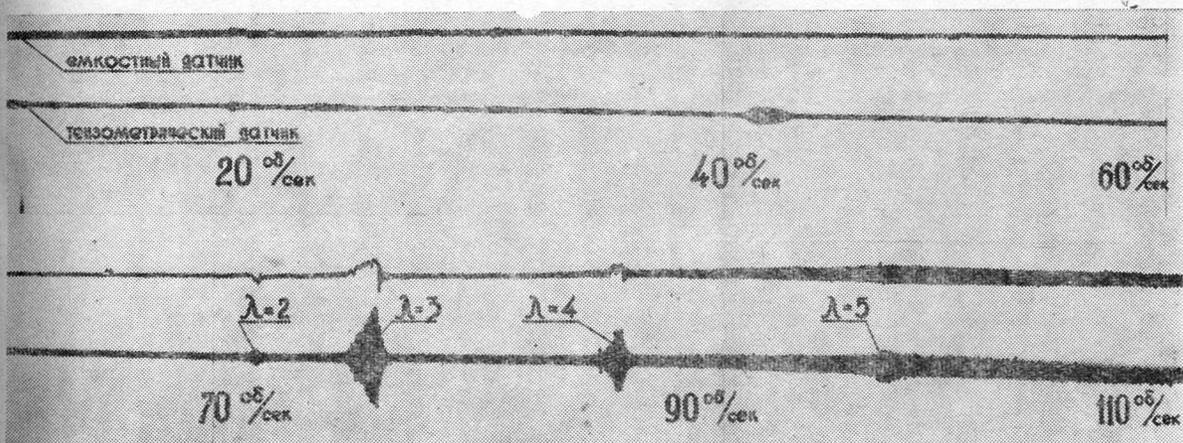
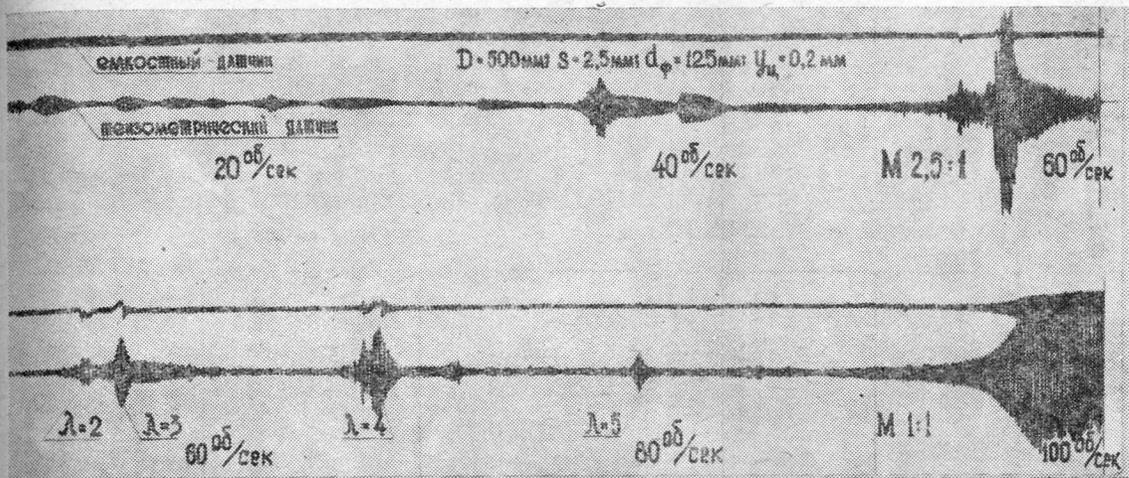


Рис. 1. Осциллограммы колебаний свободно вращающейся пилы $D=500$ мм, $S=2,5$ мм при постепенном увеличении числа оборотов.

а — пила невальцованная; б — пила, провальцованная до нормативов ГОСТа 980—69; в — пила, провальцованная до критического состояния.

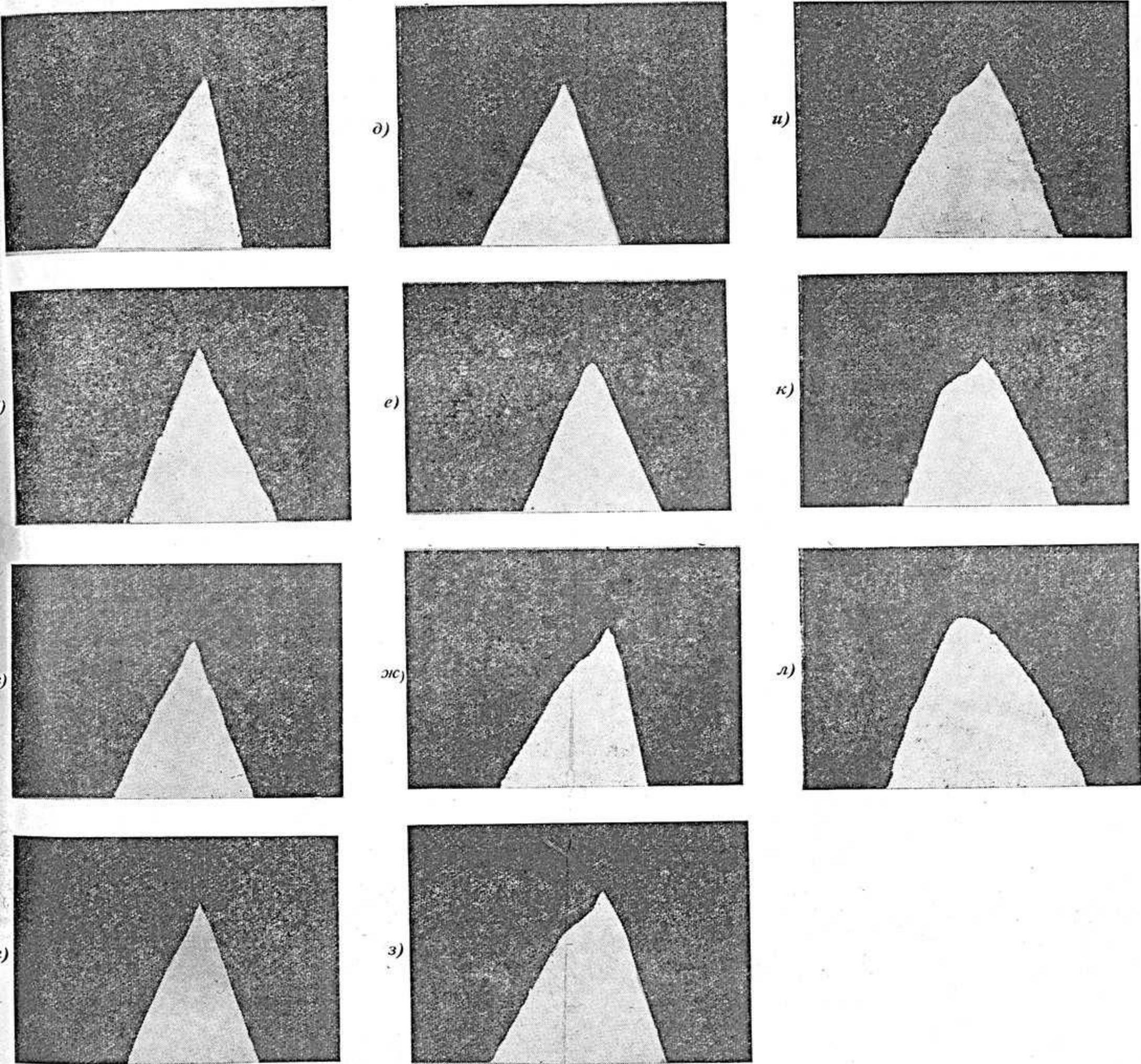


Рис. 2. Изменение профиля реза при увеличении пути резания.

a — 10 м; *б* — 150 м; *в* — 300 м; *г* — 600 м; *д* — 950 м; *е* — 2050 м; *ж* — 3050 м; *з* — 4100 м; *и* — 5100 м; *к* — 6150 м; *л* — 7000 м.

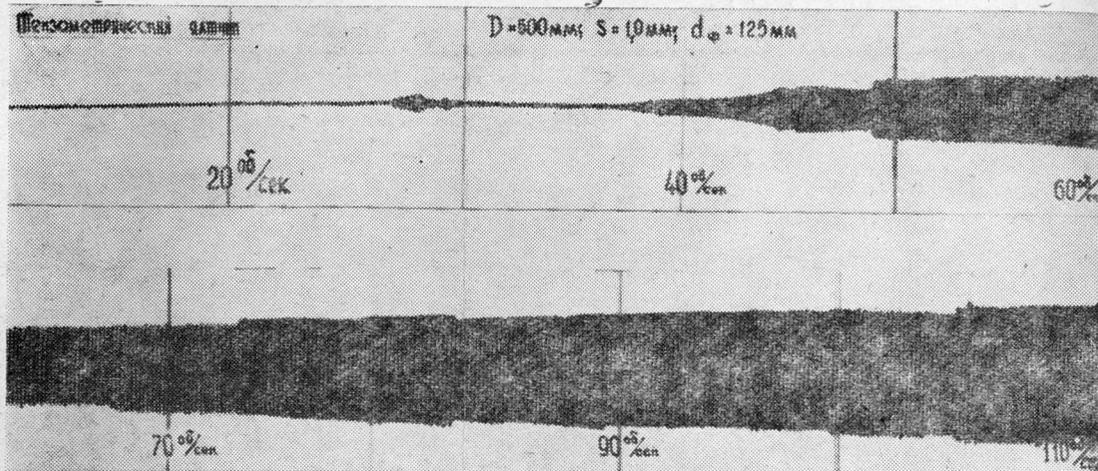


Рис. 2. Осциллограмма колебаний свободно вращающейся пилы $D=500$ мм, $S=1.0$ мм.

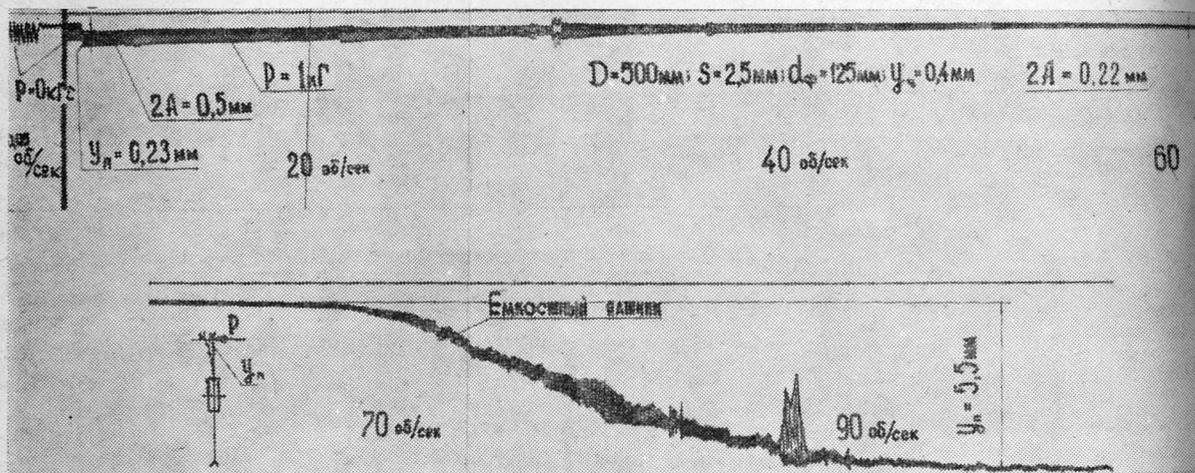


Рис. 3. Осциллограмма колебаний и прогибов вращающейся пилы $D=500$ мм, $S=2,5$ мм при действии поперечной силы $P=1$ кг.

05
11332

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ

