

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ШЕСТНАДЦАТЫЙ

3

1973

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), доц. **С. И. Морозов** (зам. отв. редактора), проф. **Н. М. Белая**, доц. **П. И. Войчалъ**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **Ф. И. Коперин**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. ВАСХНИЛ, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, доц. **В. О. Самуйлло**, проф. **В. Н. Худоногов**, 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.

© «Лесной журнал», 1973.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная **В. И. Ленина**, 17,
Архангельский лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3
(Год издания шестнадцатый)

Сдан в набор 17/IV-73 г. Подписан к печати 31/VII 1973 г. Форм. бум. 70X108^{1/16}.
Печ. л. 15,4+2 вкл. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 15,235. Тираж 2300.
Сл. 00076. Заказ 3194. Цена 1 руб.

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

ГЕРОИЧЕСКИЙ ПУТЬ БОРЬБЫ И СОЗИДАНИЯ

(К 70-летию II съезда РСДРП)

Семьдесят лет назад, 30 июля 1903 г. открылся Второй съезд Российской социал-демократической рабочей партии. «Всемирно-историческое значение съезда, — отмечается в Постановлении Центрального Комитета КПСС «О 70-летию II съезда РСДРП», — состоит в том, что на этом съезде завершился процесс объединения революционных марксистских организаций и была образована партия рабочего класса России на идейно-политических и организационных принципах, которые были разработаны В. И. Лениным».

Главной задачей II съезда РСДРП являлось создание «действительной партии на тех принципиальных и организационных началах, которые были выдвинуты и разработаны «Искрой»*. В острой борьбе с оппортунистами была принята Программа партии — программа борьбы за свержение самодержавия, власти помещиков и капиталистов, за установление диктатуры пролетариата, Идеиное, теоретическое единство было закреплено организационно: на съезде был принят первый Устав партии, установивший нормы внутривнутрипартийной жизни авангарда рабочего класса. Решающая роль в разработке теоретических и организационных основ партии, стратегии и тактики большевизма, норм партийной жизни и принципов партийного руководства принадлежит В. И. Ленину.

Съезд явился поворотным пунктом и в мировом рабочем движении. Партия нового типа, созданная на съезде, — это величайшее наследие, оставленное Лениным всемирному революционному движению, строителям социализма и коммунизма. С момента основания большевистская партия выступала как неразрывная составная часть, как боевой отряд международного рабочего движения.

«За семь десятилетий своей славной истории, — говорил секретарь ЦК КПСС М. А. Сулов в докладе на торжественном заседании, посвященном юбилею II съезда РСДРП, 13 июля 1973 года, — наша партия добилась таких успехов, равных которым не имеет ни одна политическая организация в мире. Под ее руководством осуществлены такие преобразования, которые не только изменили облик нашей страны, но и коренным образом повернули ход мировой истории».

Ленинская партия провела рабочий класс и массы трудового крестьянства сквозь грозы трех революций. Установление диктатуры пролетариата в октябре 1917 г. положило начало новой эре в истории

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 8, стр. 193.

человечества — эре перехода от капитализма к социализму во всемирном масштабе.

После победы Великой Октябрьской социалистической революции наша партия стала правящей. Из орудия разрушения эксплуататорского строя она превратилась в орудие создания нового общества, стала руководящей и направляющей силой советского народа в борьбе за построение социализма и коммунизма.

Главным итогом глубочайших социально-экономических преобразований, осуществленных в нашей стране, явилось построение развитого социалистического общества. Коммунистическая партия сплотила трудящихся всех наций и народностей СССР в единый, спаянный коллектив строителей нового общества.

В Программе КПСС, в решениях XXIII и XXIV съездов и в других документах ленинское учение о партии нашло свое дальнейшее развитие. Современный этап коммунистического строительства характеризуется дальнейшим возрастанием руководящей роли Коммунистической партии Советского Союза на всех участках хозяйственного, государственного и культурного фронта. Л. И. Брежнев говорил на XXIV съезде КПСС: «Чем выше размах нашей созидательной деятельности, чем сложнее проблемы, которые приходится решать, тем выше роль и ответственность Коммунистической партии, идущей во главе масс».

XXIV съезд КПСС, руководствуясь марксистско-ленинской наукой, опираясь на достигнутые успехи, разработал конкретную программу экономического, социального и культурного строительства нашей страны на ближайшее пятилетие, определил ее внутреннюю и внешнюю политику. Вся экономическая деятельность партии на данном этапе призвана решить главную задачу пятилетки — обеспечить значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития производства, повышения его эффективности, научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда.

Внутренняя политика КПСС неразрывно связана с ее внешнеполитической деятельностью, которая призвана обеспечить мирные условия для коммунистического строительства. XXIV съезд КПСС определил комплекс мер в области внешней политики, направленный на укрепление мира и международной безопасности и получивший название Программы мира. Апрельский (1973 г.) Пленум ЦК КПСС подвел итоги деятельности партии по осуществлению Программы мира. Он показал, что инициативная внешняя политика СССР, опирающаяся на могущество социалистического содружества, на поддержку народов всего мира, способствует позитивным сдвигам в международной обстановке.

Новым торжеством советской политики мира и доброй воли явились визиты Генерального секретаря ЦК КПСС Л. И. Брежнева в ФРГ, США, Францию.

КПСС — партия подлинно интернационалистическая. Руководствуясь марксистско-ленинской теорией, она вносит громадный вклад в

укрепление и развитие мировой системы социализма, коммунистического, рабочего и освободительного движения в борьбе за мир, демократию и социальный прогресс.

За 70 лет, истекшие после II съезда РСДРП, ленинское учение о партии выдержало испытание. Из небольшой группы пролетарских революционеров, поднявшихся на героическую битву против царского самодержавия и капитализма, почти 15-миллионная ленинская партия превратилась ныне в ведущий отряд мирового революционного движения, в величайшую политическую силу нашей эпохи.

«Отмечая все эти, вызывающие у нас законное удовлетворение сдвиги,— говорил Л. И. Брежнев на торжественном заседании в Москве, посвященном 70-летию II съезда РСДРП,— мы не забываем и ни когда не забудем о том, что начало пути, приведшего нас к вершинам, на которые мы поднялись сегодня, это — II съезд РСДРП, это принятая им первая ленинская Программа нашей партии. Она, эта первая Программа, была полностью выполнена так же, как и вторая, утвержденная после Октября VIII съездом РКП(б). Наши нынешние достижения говорят о том, что неуклонно выполняется и третья Программа КПСС — программа строительства коммунистического общества в нашей стране».

Вместе с рабочим классом и крестьянством, со всем народом решает задачи по построению коммунистического общества советская высшая школа. Для высшей школы 70-летие II съезда РСДРП не только важная веха истории. Славный юбилей становления ленинской партии обязывает вузы неустанно совершенствовать преподавание истории КПСС, научного коммунизма и других общественных наук, усиливать боевитость и повышать воспитательное воздействие этих курсов. Необходимо на живых примерах показывать авангардную роль партийных организаций в руководстве промышленностью, строительством, сельским хозяйством, в развертывании всенародного социалистического соревнования. Это, в свою очередь, требует от кафедр общественных наук активнее и глубже изучать теорию и практику партийной работы в народном хозяйстве.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 582.632.1 : 634.0.231

АНЕМОХОРИЯ БЕРЕЗ ПУШИСТОЙ И БОРОДАВЧАТОЙ

А. К. ДЕНИСОВ, С. А. ДЕНИСОВ, Е. К. КУДРЯВЦЕВ

Марийский политехнический институт

Выясняются устойчивые различия берез пушистой и бородавчатой в проявлении свойств анемохории (при колебаниях значения веса семян и размеров орешка, семянки и крылышек). Различия эти закономерны, устойчивы и значительны как для отдельных деревьев, так и для популяций. Береза бородавчатая более энергично проявляет свойства породы-пионера, проникает в лесные фитоценозы, заселяет гари, вырубку и другие открытые места.

Березы, в том числе бородавчатая и пушистая, имеющие наибольшее хозяйственное значение, относятся к анемохорным растениям. Благодаря способности легко распространять семена на далекое расстояние, обладая быстрым ростом (что служит препятствием для разрастания сорняков), не страдая от заморозков, они легко заселяют новые, еще не занятые лесом площади.

Область распространения рассматриваемых видов березы, как известно, очень велика. В лесной зоне они растут повсеместно, доходя до границы с тундрой. В суровых условиях Крайнего Севера преобладает пушистая береза, мирясь с сильной заболоченностью почвы, может расти на болотах. До недавнего времени эти виды не различали и называли березой белой. Теперь детально разработаны и изучены вопросы морфологии этих берез, лесоводственные и эколого-биологические свойства их исследованы слабее. Так, нам неизвестны экспериментальные исследования анемохории берез бородавчатой и пушистой. Изучение этого лесоводственно-биологического свойства позволяет установить сравнительные возможности рассматриваемых видов берез заселять открытые пространства (вырубки, гари), выступать в роли пород-пионеров, выявить их значение в динамике фитоценозов, способность к обсеменению лесосек разной ширины при высокоствольном хозяйстве и др.

Мы исследовали особенности анемохории березы бородавчатой и пушистой, то есть выясняли парашютные свойства их семян, и одновременно устанавливали различия в размерах семян, орешков, крылышек и в весе семян. Для опыта, начатого в 1971 г., использовали семена урожая этого же года, собранные с двух деревьев березы пушистой и бородавчатой в условиях березняков таволгового и приручейного (береза бородавчатая) и хранившиеся в холодильнике около двух месяцев при температуре, близкой к нулевой. В 1972 г. опыт был повторен с семенами, собранными (в пору их опадения) с подстилки изпод полога чистых насаждений березы пушистой (березняк таволговый) и березы бородавчатой (березняк кислично-липняковый). При этом преследовалась цель устранить возможное влияние отдельных особей вида при большой изменчивости признаков и дать искомую характеристику семенам целой популяции. Семена вводили в опыт следом

Таблица 1

Год сбора семян	Место сбора семян	Вид березы	Вес 1 тыс. семян, мг	Ширина орешка, мм	Ширина семян, мм	Ширина крылышка, мм	Средняя скорость парашютирования $M \pm m$, см/сек	t	C , %	P , %
1971	Два отдельных дерева	Бородавчатая Пушистая	218 200	1,19 1,04	4,20 2,30	1,50 0,63	55,1 ± 1,72 91,5 ± 2,51	1,4	31,2 27,4	2,7 3,1
1972	Популяция-древостой	Бородавчатая Пушистая	133 174	1,02 1,14	3,47 3,11	1,22 0,98	51,0 ± 1,09 65,9 ± 2,66	9,3	21,4 17,5	2,1 1,8

за их сбором. Для выяснения различий в размерах семени вплотную приклеивали к миллиметровой бумаге, и затем рассчитывали средние показатели. Размеры орешков определяли с помощью измерительного микроскопа. Взвешивали семена на аналитических весах АДВ-200-М. Исследование летных свойств семян берез бородавчатой и пушистой (их способности к парашютированию) проводили в условиях штиля, для чего семена пускали по одному в свободный полет и секундомером замеряли время парашютирования. В 1971 и 1972 гг. в опыт было введено по 100 семян берез пушистой и бородавчатой, тщательно отобранных, без признаков деформации крылышек. Статистическую обработку данных вели по способу большой выборки.

Рассмотрим результаты исследования (табл. 1). Как видно из приведенных данных, семена по весу могут быть близкими (урожай 1971 г. с отдельных деревьев) или значительно различаться в связи с экологическими и погодными условиями. Так, семена березы бородавчатой урожая 1972 г. из березняка кислично-липнякового оказались значительно легче семян березы пушистой из березняка таволгового, что, несомненно, связано с сильнейшей летней засухой этого года, которая на более увлажненных почвах (таволговый тип) сказалась меньше. Размеры семян без крылышек (орешков) также колеблются по годам с превышением их (например, ширины орешков) то в пользу березы бородавчатой, то в сторону березы пушистой. Однако ширина семянок (орешков с крылышками), как и крылышек, устойчиво различается, и во всех случаях крылышки оказываются более развитыми у березы бородавчатой. Ввиду устойчивости этот признак можно считать видовым.

Как следствие большего развития крылышек у семян березы бородавчатой, ее семена имеют и меньшую скорость падения-парашютирования. Большая способность к парашютированию семян березы бородавчатой также оказывается свойством постоянным и проявляется с полной достоверностью ($t > 3$) в разные годы, у отдельных деревьев и в популяциях. Коэффициент изменчивости C скорости парашютирования семян большой и в популяции березы пушистой меньше. Точность опыта P высока.

Средняя скорость падения-парашютирования семян особой березы бородавчатой составляет 60% скорости для березы пушистой.

В популяции эти различия несколько сокращаются (77%), но остаются в пределах достоверности опыта ($t = 9,3$).

Зная скорость падения-парашютирования семян берез в условиях штиля (по вертикали) и скорость ветра (горизонтальную составляющую), можно легко определить равнодействующую и рассчитать дальность разлета семян.

Так, средняя скорость ветра в августе (время разлета основной массы березовых семян в Марийской АССР) по многолетним данным М. А. Першакова* равна 3,5 м/сек, а во время возможных порывов достигает 15 м/сек. Приняв среднюю высоту спелых деревьев березы 24 м, найдем, что при средней скорости ветра основная масса семян березы бородавчатой будет достигать поверхности земли в полосе, удаленной от источника обсеменения на 165 м. Однако в зависимости от скорости парашютирования семян (в опыте от 0,34 до 0,75 м/сек), эта полоса может иметь ширину 140 м и протяженность 110—250 м. Семена березы пушистой при скоростях парашютирования 0,48—0,98 м/сек будут разлетаться на 85—175 м, их основная масса приземлится в 130 м от источника обсеменения. Аналогичным методом можно сделать расчет и при условии порывистого ветра (табл. 2).

Таблица 2

Скорость ветра, м/сек	Вид березы	Дальность разлета семян, м		
		первых	основной массы	последних
3,5	Бородавчатая	110	165	250
	Пушистая	85	130	175
15,0	Бородавчатая	480	705	1060
	Пушистая	370	545	750

Различия в парашютных свойствах семян рассматриваемых берез, приводящие к значительному различию в процессах разлета семян, наглядно представлены на графике (рис. 1).

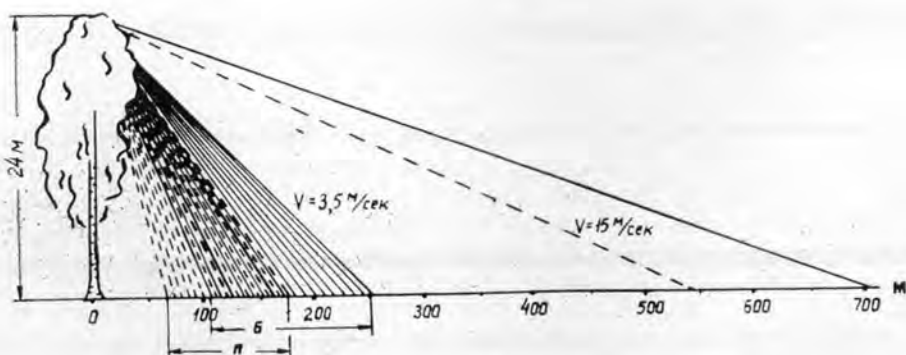


Рис. 1. Расстояние разлета основной массы семян березы бородавчатой (сплошные линии) и пушистой (штриховые).

$П$ — полоса рассевания семян березы пушистой;
 $Б$ — бородавчатой; V — скорость ветра.

* М. А. Першаков. Климат республики. Природа Марийской АССР. Марийское книжное изд-во, 1957.

Как видно из данных табл. 2, семена березы бородавчатой порывами ветра могут разноситься на расстояние до 1 км, березы пушистой — до 750 м. Это различие несомненно сказывается на динамике расселения вида, на проникновении его в лесные фитоценозы. В лесном хозяйстве наибольшее значение имеет распространение основной массы семян при средней скорости ветра. Из приведенных материалов следует, что семена березы бородавчатой распространяются на расстояние до 250 м от источников обсеменения, например, от стены леса на вырубках, пушистой — на 175 м (табл. 2 и рис. 1); это обстоятельство важно при выборе ширины лесосек в высокоствольном хозяйстве.

Итак, береза бородавчатая, имеющая более высокие показатели анемохории, может более энергично, чем береза пушистая, проявлять себя как порода-пионер при заселении открытых пространств.

Поступила 8 января 1973 г.

УДК 634.0.2

СТРОЕНИЕ ПОЛОГА ПОРОСЛЕВЫХ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Я. Я. ПЕТРОВ

Воронежский лесотехнический институт

Излагаются результаты изучения строения полога порослевых дубовых насаждений (согласно методике Г. Г. Самойловича). Объектом работ послужили порослевые дубовые насаждения учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института, в которых заложено 17 пробных площадей.

Полученные результаты дают научную основу для дешифрирования насаждений, а также помогают разработать некоторые лесохозяйственные мероприятия.

Изучение строения полога позволяет выявить специфические особенности насаждений и установить закономерности в отображении их на аэроснимках, дает научную основу для дешифрирования, а также помогает разработать некоторые лесохозяйственные мероприятия.

Строение полога насаждений в различных лесорастительных условиях исследовали Г. Г. Самойлович, В. С. Моисеев, А. Я. Жуков, И. Н. Мажугин, В. И. Сухих и др. Для порослевых дубовых насаждений Центральной лесостепи, занимающих значительную площадь, таких данных нет.

Объектом работ послужили порослевые дубовые насаждения учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института, которые по происхождению и таксационным показателям относятся к наиболее распространенным порослевым дубравам Центральной лесостепи. Преобладающие классы возраста V—VI, полнота 0,7—0,9, производительность характеризуется II классом бонитета.

Строение полога изучали по известной методике Г. Г. Самойловича* на 17 таксационно-дешифровочных пробных площадях, заложенных в наиболее распространенных насаждениях.

* Г. Г. Самойлович. Полевая практика работы с аэроснимками при таксации леса. Изд. ЛТА, 1967.

*О количестве деревьев,
которые могут быть видимы на аэроснимках*

Средние данные о процентном участии «видимых» деревьев в пологе насаждений по количеству, сумме площадей сечений и запасу приведены в табл. 1.

Таблица 1

Класс возраста	Полнота Сомкнутость	По- рода	Процент видимых деревьев по		
			количеству	сумме площадей сечений	запасу
V	$\frac{0,86 \pm 0,031}{0,80 \pm 0,03}$	Д	83,2 ± 3,12	88,6 ± 3,08	93,4 ± 2,1
		Ос	84,4 ± 5,7	93,5 ± 3,53	94,2 ± 2,1
		Яс	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0
VI	$\frac{0,82 \pm 0,021}{0,76 \pm 0,025}$	Д	86,8 ± 2,07	93,2 ± 1,05	92,3 ± 1,44
		Ос	77,0 ± 16,3	84,4 ± 11,1	87,1 ± 9,2
		Яс	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0
		Кл	23,9 ± 6,64	51,2 ± 6,28	57,0 ± 9,24
		Лп	55,0 ± 0,0	85,3 ± 0,0	88,0 ± 0,0

Процент видимых деревьев по запасу больше, чем по количеству. Это объясняется тем, что «невидимыми» оказываются деревья низших ступеней толщины, доля их участия в запасе насаждений незначительна.

Из сопутствующих пород наибольшее участие в пологе принимают ясень и осина, за ними в порядке уменьшения следуют клен и липа. Исходя из высокого процента видимых деревьев дуба по запасу, определить его на аэроснимках можно с точностью, принятой для глазомерной таксации в лесоустроительной инструкции ($\pm 12-15\%$).

Участие видимых деревьев дуба в каждой ступени толщины показано в табл. 2.

Таблица 2

Класс возраста	Средний диаметр насаждения, см	Участие видимых деревьев дуба, %, по ступеням толщины, см							
		12	16	20	24	28	32	36	40
V	20,2 ± 0,71	33,7	67,9	87,2	96,0	100	100	100	—
VI	21,4 ± 0,51	38,4	74,8	80,1	97,4	100	100	100	100

По мере увеличения ступеней толщины возрастает и участие видимых деревьев, которое для ступени 28 см и выше равно 100%.

Распределение видимых деревьев дуба по ступеням толщины приведено в табл. 3. Распределение выражается асимметричными кривыми с максимумом, близким к средним диаметрам, и минимумом в низких и высоких ступенях толщины.

Таблица 3

Класс возраста	Распределение видимых деревьев дуба, %, по ступеням толщины, см							
	12	16	20	24	28	32	36	40
V	1,4	16,0	38,1	31,8	8,6	3,8	0,3	—
VI	0,72	13,1	26,2	34,1	17,5	6,45	1,8	0,13

Полог дубовых насаждений в основном образуется видимыми деревьями, входящими в ступени от 18 до 24 см, на долю которых в насаждениях V класса возраста приходится 94,5%, а в VI классе — 90,9%.

*О количестве деревьев,
находящихся под кронами других или затененных ими*

Распределение невидимых деревьев полога по ступеням толщины приведено в табл. 4. Оно также выражается асимметричными кривыми с максимумом в ступенях толщины от 12 до 20 см.

Таблица 4

Класс возраста	Распределение невидимых деревьев полога, %, по ступеням толщины, см				
	8	12	16	20	24
V	2,4	32,1	37,7	24,6	3,2
VI	1,1	14,3	42,5	38,0	4,1

*О составе горизонтальной проекции полога
дубовых насаждений*

Истинный состав определяли обычным путем, а состав видимой части полога («дешифровочный») — по соотношению запасов видимых деревьев различных пород.

Таблица 5

№ пробной площади	Состав	
	истинный	дешифровочный

V класс возраста

8	10Д	10Д
9	7,5Д1,7Ос0,4Яс0,3Кл0,1Лп	8Д2Ос
10	9,6Д0,3Яс0,1Лп	9,7Д0,3Яс
15	10Д	10Д
17	10Д	10Д
18	7,3Д2,4Ос0,3Б	7,4Д2,3Ос0,3Б
19	9,3Д0,7Ос	9,2Д0,8Ос
20	8,8Д1,2Ос	8,6Д1,4Ос

VI класс возраста

1	10Д	10Д
2	10Д	10Д
3	10Д	10Д
4	9,2Д0,8Ос	9Д1Ос
5	9,5Д0,5Кл	9,5Д0,5Кл
6	6,9Д2,2Ос0,8Лп0,1Б	8Д2Ос
7	9Д0,7Кл0,3Лп	9,7Д0,3Кл
14	9,1Д0,7Яс0,2Кл	9,2Д0,8Яс
16	8,1Д1,1Яс0,6Кл0,2Лп	8,5Д1,1Яс0,4Кл

Результаты определения истинного и дешифровочного состава приведены в табл. 5, из которой видно, что дуб, осина и ясень постоянно находятся в верхнем пологе, а береза, клен и липа в меньшей степени. В связи с этим при дешифрировании состава могут быть преуменьшены коэффициенты для березы, клена и липы.

*О средних высотах и диаметрах деревьев
полога насаждений*

Поскольку в видимом пологе насаждений, в основном, находятся деревья центральных ступеней толщины, их средние высоты и диаметры преувеличиваются.

При анализе полученных данных оказалось, что в дубовых насаждениях V класса возраста преувеличение среднего диаметра деревьев видимого полога составляет в среднем 3,48% (при колебании от 1,8 до 5,7%), а средней высоты 2,11% (от 1,0 до 4,0%); в насаждениях VI класса возраста соответственно 3,62% (от 1,0 до 6,8%) и 2,97% (от 1,5 до 7,5%).

О запасе деревьев видимого полога насаждений

Вследствие того, что в видимый полог насаждения входят не все деревья, то и запас его должен быть меньше общего. Установлено, что запас видимого полога дубовых насаждений V класса возраста меньше в среднем на 7,4% (колебания от 2 до 15,5%), а для насаждений VI класса возраста на 11,4% (от 5,1 до 21,8%). Большая разница у насаждений VI класса возраста объясняется, как видно из табл. 5, большей долей участия пород, не входящих в видимый полог насаждений.

О взаимосвязи между полнотой и сомкнутостью полога

Полнота насаждений непосредственно не отражается на аэроснимках. Ее определяют по взаимосвязи с сомкнутостью полога. Значения относительной полноты, сомкнутости полога и разница между ними показаны в табл. 6. Из таблицы видно, что сомкнутость полога во всех случаях несколько меньше полноты, причем с повышением полноты разница уменьшается.

Таблица 6

№ пробной площади	P	P_c	$P - P_c$
V класс возраста			
8	0,74	0,71	-0,03
9	0,99	0,94	-0,05
10	0,84	0,80	-0,04
15	0,86	0,78	-0,08
17	0,88	0,83	-0,05
18	0,94	0,88	-0,06
19	0,74	0,67	-0,07
20	0,86	0,82	-0,04
VI класс возраста			
1	0,89	0,86	-0,03
2	0,81	0,72	-0,09
3	0,79	0,75	-0,04
4	0,82	0,80	-0,02
5	0,95	0,84	-0,09
6	0,73	0,65	-0,08
7	0,81	0,73	-0,08
14	0,76	0,69	-0,07
16	0,89	0,84	-0,05

Примечание. P — полнота;
 P_c — сомкнутость полога.

Полученные данные показывают, насколько в порослевых дубовых насаждениях таксационные показатели видимого полога соответствуют показателям всего насаждения, что нужно учитывать в практической деятельности.

УДК 634.0.232

**СОСТОЯНИЕ И РОСТ 20-ЛЕТНИХ КУЛЬТУР СОСНЫ,
СОЗДАНЫХ МЕТОДОМ АЭРОСЕВА**

В. Е. КИЗЕНКОВ, Л. Ф. ИПАТОВ

Архангельский лесотехнический институт

Материалы неоднократных обследований площади аэросева сосны 1952 г. по гари показывают, что сформировавшиеся 20-летние сосновые древостой имеют более высокие таксационные показатели, чем сосновые молодняки естественного происхождения в том же возрасте и в тех же типах леса.

В Салтозерском лесничестве Пуксозерского лесхоза Архангельской области в 1952 г. проведен аэросев на вырубках 1948—1951 гг., вышедших из-под ельников-черничников, брусничников и частично долгомошников. Семенники на вырубках не были оставлены, естественное возобновление отсутствовало, сохранился лишь единичный подрост ели.

Рельеф местности волнистый. Почва — подзол маломощный супесчаный, развивающийся на двучленном наносе. Весной 1951 г. верхний слой почвы на значительной площади был минерализован пожаром.

Семена сосны I—II классов сортности, собранные в разных лесхозах Архангельской области, высевали на площади 510 га с самолета ПО-2А сплошным способом сразу после стайвания снега (22—26 мая). Средняя норма высева 1,88 кг на 1 га.

Культуры сосны на всей площади аэросева обследованы нами* трижды: в августе 1953 г., в июле 1961 г. и в мае 1972 г. В 1953 г. было заложено 1040 учетных площадок размером 2 × 2 м. В 1961 и 1972 гг. учетные площадки (по 250) закладывали размером 10 × 10 м статистическим способом через 50 м по ходовым линиям — визирам; на них определяли количество деревьев по породам, шестом измеряли высоту деревьев. В 20-летних молодняках на участках с наилучшими результатами аэросева дополнительно заложено пять пробных площадей на изучение хода роста сосны с рубкой и анализом модельных деревьев.

При обследовании культур учитывали степень воздействия огня на живой напочвенный покров и лесную подстилку. На участке 1 площадью около 230 га пожар 1951 г. полностью уничтожил лесную подстилку. На участке 2 (80 га) прошел беглый пожар, который вызвал частичное прогорание лесной подстилки. На остальной площади (около 200 га, участок 3) воздействия огня не было.

По данным обследования в 1953 г., на первых двух участках в покрове преобладал иван-чай, на третьем — луговик извилистый со степенью покрытия почвы 0,2—0,3. К 1972 г. различий в видовом составе кустарничкового, травяного и мохового покрова на участках уже не было. Независимо от воздействия огня, через 20 лет в напочвенном покрове восстановились брусника, черника и другие растения, характерные для бывших здесь типов леса.

* В 1953 и 1961 гг. обследование проведено В. Е. Кизенковым, в 1972 г. — В. Е. Кизенковым и Л. Ф. Ипатовым.

Таблица 1

Год учета	Количество растущих деревьев, тыс. шт. на 1 га					Состав (по количеству деревьев)
	сосны	ели	березы	осины	всего	
Участок 1						
1953	26,2	—	1,1	0,2	27,5	10С+Б, ед. Ос
1961	13,9	—	3,2	1,3	18,4	7С2Б1Ос, ед. Е
1972	9,2	0,2	1,0	0,4	10,8	8С1Б1Ос+Е
Участок 2						
1953	14,7	—	1,3	0,4	16,4	9С1Б+Ос, ед. Е
1961	6,9	0,1	2,9	0,9	10,8	6С3Б1Ос, ед. Е
1972	5,6	0,3	1,3	0,6	7,8	7С2Б1Ос+Е
Участок 3						
1953	9,1	0,1	1,8	0,6	11,6	8С2Б+Ос, ед. Е
1961	4,0	0,2	6,9	2,1	13,2	3С5Б2Ос+Е
1972	2,2	0,3	3,9	0,9	7,3	3С5Б2Ос+Е

Степень минерализации лесной подстилки наиболее четко проявилась на составе формирующегося молодняка и его густоте. Полное прогорание подстилки благоприятно повлияло на прорастание семян сосны и дальнейшее развитие сеянцев, что видно из табл. 1 и отмечено в ряде литературных источников ([3], [5] и др.). На участке 2 не полностью прогревший слой лесной подстилки препятствовал прорастанию семян. Поэтому результаты посева, по данным обследования в 1953 г., оказались на 45%, а в 1972 г. на 61% ниже, чем на участке 1. Наибольшая густота сосны приурочена здесь к местам обнажения почвы огнем. На участке 3 через год после аэросева всходов сосны насчитывалось в три раза меньше, чем на участке 1. К 1972 г. разрыв увеличился до 4,2 раза, сначала в результате заглушения сорной растительностью, а затем и лиственными породами.

Процесс заглушения сосны березой и осиной в последнее десятилетие приостановлен рубками ухода — осветлениями и прочистками (интенсивностью 10—20% по количеству деревьев). Благодаря вырубке лиственных пород, в составе молодняков не произошло существенных изменений по сравнению с данными 1961 г. (табл. 1).

Согласно обследованиям в 1972 г., проведенным по типам леса, лучшие результаты аэросева наблюдаются в сосняках-брусничниках (табл. 2). Однако анализируя состав и густоту по участкам, можно сделать вывод, что решающим фактором оказался все же не тип леса, а степень воздействия огня на подстилку. Тип леса влияет прежде всего на успешность роста пород в высоту, о чем свидетельствуют данные табл. 2. На участке 1 сосна в сосняках-брусничниках в 20 лет имеет высоту 5,3 м, в сосняках-черничниках на 15% выше, в сосняках-долгомошниках на 20% ниже. Различия в средних высотах березы, осины и сосны в пределах типа леса незначительны ($t < 3$). Таким образом, при доле участия лиственных не более 3 единиц состава они в 20-летнем возрасте не препятствуют росту сосны; при большей доле лиственных наблюдается сильное угнетение сосны (участок 3), и в конечном итоге ее отмирание.

Молодые древостои, сформировавшиеся на площади аэросева, характеризуются в целом высокими таксационными показателями. Так, на участке 1, где результаты аэросева наилучшие, сумма площадей сечений и запас стволовой древесины на 1 га почти в 1,5 раза выше, чем в нормальных 20-летних древостоях сосны естественного происхож-

Таблица 2

Тип леса	№ участка	Состав	Густота, тыс. шт. на 1 га	Средняя высота, м			
				сосны	ели	березы	осины
Сосняк-брусничник	1	9С1Б+Ос, Е	11,8	5,3	2,1	5,0	4,9
	2	8С1Б1Ос+Е	7,3	5,1	2,0	5,1	6,0
	3	4С6Б+Е,Ос	7,1	4,1	2,4	5,5	5,9
Сосняк-черничник	1	8С1Б1Ос+Е	9,5	6,1	3,0	6,4	6,1
	2	7С1Е2Б+Ос	6,4	6,0	2,5	6,6	6,3
	3	3С1Е5Б1Ос	6,9	4,5	2,5	6,8	7,0
Сосняк-долгомошник	1	8С1Б1Ос+Е	10,7	4,2	2,5	4,2	4,0
	2	8С2Б, ед.Е,Ос	8,2	3,9	2,2	3,7	5,0
	3	3С6Б1Ос+Е	8,0	3,6	2,8	3,5	3,8

Таблица 3

№ пробной площади	Состав	Средние		Сумма площадей сечений, м ²	Запас на 1 га, м ³	Количество деревьев сосны, тыс. шт. на 1 га				
		высота, м	диаметр, см			господствующих	подчиненных	итого растущих	сухостойных	всего

Сосняки-брусничники

1	10С, ед. Б	4,9	3,8	25,6	83	13,5	9,9	23,4	2,3	25,7
2	10С, едБ, Е	5,2	4,4	24,6	83	13,4	2,9	16,3	1,0	17,3

Сосняки-черничники

3	8С,2Б, ед.Ос	6,6	6,0	20,4	81	5,1	2,1	7,2	0,8	8,0
4	9С,1Б, ед.Ос,Е	6,3	5,2	18,5	70	4,4	4,5	8,9	1,6	10,5
5	9С,1Б, ед.Ос,Е	6,2	5,0	26,9	101	7,8	5,6	13,4	6,0	19,4

Примечание. На пробных площадях 2, 3 и 4 в 1963 г. проведены рубки ухода слабой интенсивности.

денция для тех же типов леса в условиях средней подзоны тайги [4]. Как видно из табл. 3, составленной по материалам пробных площадей для участка 1, в наиболее продуктивном типе леса сосняке-черничнике запас ствольной древесины в ряде случаев достигает 100 м³ на 1 га, что при естественном возобновлении можно встретить чрезвычайно редко и лишь на незначительных по площади участках.

В то же время, несмотря на высокие густоту и запас, в строении культур, созданных методом аэросева, не выявлено существенных отличий от строения сосновых молодняков естественного происхождения. В частности, характер распределения деревьев по толщине при одинаковых средних диаметрах не отличается от обобщенного ряда, установленного нами для сосновых молодняков естественного и искусственного происхождения [2]. Не обнаружено существенных различий и в форме стволов при сравнении класса формы, коэффициента формы и видовых чисел молодняков, аналогичных по средней высоте и густоте. Это подтверждает наш вывод [1], что при близкой средней высоте молодняков форма ствола сосны определяется прежде всего густотой; влияние других факторов, в том числе и состава, несущественно.

На основе исследований можно сделать следующие выводы.

1. Аэросев сосны — эффективная мера лесовосстановления на сплошных концентрированных вырубках, пройденных пожаром. Сформировавшиеся сосновые древостои в 20-летнем возрасте имеют густоту, сумму площадей сечений и запас на 1 га более высокие, чем нор-

мальные сосновые молодняки естественного происхождения в том же возрасте и в тех же типах леса.

2. Успешность роста сосны в высоту определяется как типом леса, так и долей участия лиственных пород в составе. При густоте 20-летних молодняков свыше 7 тыс. шт. на 1 га и участии лиственных пород свыше 40% рост сосны сильно замедляется, что приводит к большому отпаду.

3. В строении сосновых молодняков, созданных методом аэросева, и естественных не отмечено существенных различий. Это дает основание разрабатывать единые рекомендации по таксации сосновых молодняков.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Л. Ф. Ипатов. О форме стволов сосны в молодняках. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1970. [2]. Л. Ф. Ипатов. Строение сосновых молодняков по толщине. Труды АЛТИ, вып. XXIX, 1971. [3]. В. Е. Кизенков, Ф. Б. Орлов. Результаты аэросева в Квандозерском лесничестве Архангельской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1963. [4]. В. И. Левин. Сосняки Европейского Севера. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [5]. П. Н. Львов, А. Н. Стальский. Аэросев сосны и ели в связи с типами вырубок. Сб. «Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве», изд. Института леса и лесохимии, Архангельск, 1959.

Поступила 1 февраля 1973 г.

УДК 634.056

К ВОПРОСУ О ТЕКУЩЕМ ПРИРОСТЕ И ОБЩЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР ДУБА В ТУЛЬСКИХ ЗАСЕКАХ

М. В. ДАВИДОВ

Украинская сельскохозяйственная академия

Приведены материалы, подтверждающие правильность определения автором величин текущего объемного прироста и общей продуктивности культур дуба в Тульских засеках.

В статье, напечатанной в «Лесном журнале» № 3 за 1972 г., П. В. Воропанов [2], подвергает сомнению правильность определения нами текущего объемного прироста и общей продуктивности культур дуба в Тульских засеках. Заимствуя исходные данные из таблицы хода роста культур дуба [4] и произведя расчеты по своей методике [1], П. В. Воропанов пришел к выводу, что величины текущего прироста и общей продуктивности нами преуменьшены вследствие неправильного, по его мнению, определения величины естественного отпада.

П. В. Воропанов ссылается и на мнение И. М. Науменко [8], сделавшего такое же заключение в отношении таблиц хода роста насаждений. Но это мнение не нашло признания среди специалистов в области лесной таксации [3], [7].

В литературе [6] дана исчерпывающая критика методики определения текущего объемного прироста, предложенной П. В. Воропановым. Поэтому чтобы установить истину и правильно ориентировать читателя в этом вопросе, достаточно рассмотреть лишь технику расче-

Редакция просит специалистов принять участие в обсуждении рассматриваемых вопросов.

Таблица 1

Возраст, лет	Запас на 1 га, м ³			Число стволов, шт.			Объем среднего дерева насаждения, м ³	Разница в объемах, м ³	Текущий прирост, м ³		
	оставляемой части насаждения М	в том числе отпада т	М-т	оставляемой части насаждения N	в том числе отпада л	N-л			среднего дерева	насаждения	
По методу П. В. Воропанова											
Дуб											
50	131	—	—	360	—	—	0,365				
60	162	—	—	292	—	—	0,555	0,190	0,019	5,55	
Липа											
50	66	—	—	252	—	—	0,262				
60	81	—	—	202	—	—	0,400	0,138	0,0138	2,78	
Прочие породы											
50	46	—	—	183	—	—	0,251				
60	51	—	—	126	—	—	0,405	0,154	0,0154	1,95	
По общепринятому методу											
Дуб											
50	131	14	117	360	68	292	0,400				
60	162	—	—	292	—	292	0,555	0,155	0,0155	4,53	
Липа											
50	66	10	56	252	50	202	0,278				
60	81	—	—	202	—	202	0,400	0,122	0,0122	2,46	
Прочие породы											
50	46	11	35	183	57	126	0,278				
60	51	—	—	126	—	126	0,405	0,127	0,0127	1,60	

тов, произведенных П. В. Воропановым при исчислении величины текущего прироста в культурах дуба Тульских засек.

Правильное значение текущего прироста по объему можно получить лишь в том случае, если разница в запасах насаждений в данный момент и n лет назад определена для одного и того же числа деревьев, хотя при этом и не учитывается прирост объемов деревьев, идущих в отпад; но величина этого прироста незначительна, поэтому не может существенно повлиять на конечный результат. Если же при определении прироста исходить из разного числа деревьев, используя при этом метод среднего модельного дерева, как это рекомендует В. П. Воропанов, то результат получится неверным, поскольку сопоставляются несравнимые данные.

В табл. 1 для иллюстрации приведены результаты определения текущего объемного прироста в культурах дуба I класса бонитета за период между 50 и 60 годами (по материалам таблицы, составленной М. В. Давидовым). Как видно из приведенных данных, по методу П. В. Воропанова (вариант 1) объемный прирост определен для разного числа деревьев. Например, средний объем одного дерева 50-летнего дубового древостоя установлен по запасу 360 деревьев, а 60-летнего — по запасу 292 деревьев. С методической точки зрения это неверно, так как для определения истинного объемного прироста необходимо знать первоначальный средний объем 292 деревьев, оставшихся к 60-летнему возрасту.

При определении общепринятым методом (вариант 2) объема среднего дерева в 50-летнем дубовом древостое из расчета исключены как деревья отпада (68 шт.), так и их запас (14 м^3), вычисленный по числу стволов отпада и установленному опытным путем соотношению объемов среднего дерева оставляемой части насаждения и отпада (R_v)*.

В результате, как и следовало ожидать, объем среднего дерева по варианту 1 в 50-летнем возрасте оказался меньше, чем по варианту 2, а объемный прирост, определенный как разность объемов средних деревьев двух смежных возрастов (50 и 60 лет), в первом случае больше, чем во втором. Как следствие, и величина текущего прироста по методу П. В. Воропанова оказалась преувеличенной по сравнению с действительным приростом.

Аналогичные расчеты были произведены и для других элементов леса (липового древостоя и прочих пород). Общий прирост всего насаждения по варианту 1 оказался равным $10,28 \text{ м}^3$, а по варианту 2 — $8,59 \text{ м}^3$ (по таблицам хода роста $8,6 \text{ м}^3$), то есть разница составила $+1,69$, или $+19,6\%$. Преувеличение объемного прироста наблюдается при вычислении по методу П. В. Воропанова и в других возрастных группах (табл. 2), за исключением 90—100-летнего возраста, где расхождение оказалось незначительным.

Ошибочное вычисление величины текущего прироста по запасу, разумеется, влечет за собою неверное определение общей продуктивности и величины естественного отпада, что наглядно иллюстрируется в табл. 2, где для сравнения приведены данные и для семенных дубовых насаждений естественного происхождения.

Анализируя цифры табл. 2, можно убедиться в том, что результаты, полученные разными исследователями, более или менее согласуются между собой. Данные П. В. Воропанова резко выделяются среди сравниваемых величин отпада, прироста и продуктивности дубовых насаждений. Так, величина отпада в 40-летних культурах дуба

* В 50-летнем насаждении $R_v = 0,40$.

Таблица 2

Возраст, лет	Культуры дуба I класса бонитета		Естественные семенные дубовые насаждения			Примечание
	по М. В. Давидову	по П. В. Воропанову	по И. М. Науменко	по М. В. Давидову	по Вимменауру [9]	
			I класс бонитета		(II класс бонитета)	
Естественный отпад, м ³						
40	23	45,4	30	21	24,3	II класс бонитета по Вимменауру соответствует I классу общепонитировочной шкалы
60	35	51,8	32	26	27,0	
80	38	45,7	32	28	28,8	
100	32	35,2	32	31	28,8	
Текущий объемный прирост, м ³						
40	8,0	10,2	9,4	8,3	8,0	В таблицах Вимменаура даны запасы всей древесины (с сучьями). Здесь помещены запасы стволовой древесины
60	8,6	10,3	8,2	7,8	7,7	
80	7,2	8,0	6,8	7,2	7,2	
100	5,3	5,6	6,4	6,5	6,7	
Общая продуктивность, м ³						
40	242	287	298	246	221	
60	414	497	471	405	382	
80	565	670	618	552	526	
100	679	795	746	686	663	

оказалась в 2 раза больше, чем по данным нашим и Вимменаура. Систематическое преувеличение (от 10 до 50%) наблюдается и в старших возрастах. Следует заметить, что таблицы Вимменаура обоснованы результатами многократных наблюдений на постоянных пробных площадях, заложенных в семенных дубовых насаждениях, поэтому приведенные в них данные весьма достоверны и с ними нельзя не считаться при сравнении.

Величины текущего объемного прироста, вычисленные по методу П. В. Воропанова для культур дуба в возрасте от 40 до 80 лет, преувеличены по сравнению с данными других исследователей в среднем на 10—30% (только к 100-летнему возрасту расхождение уменьшается до $\pm 6-17\%$). Как следствие, общая продуктивность культур дуба по П. В. Воропанову в сравнении с данными нашими и Вимменаура также оказалась преувеличенной на 20—30%. Значительно меньшая разница в запасах наблюдается лишь при сравнении с данными таблиц И. М. Науменко (+5—8%), но и здесь расхождение имеет систематический характер.

Таблица 3

№ пробы и ее местонахождение	Год обмера	Возраст культур дуба, лет	Класс бонитета	Полнота	Общий запас на 1 га, м ³	Общий прирост, м ³	
						на пробе	по таблицам М. В. Давидова
Проба № 2, Крапивенский лесхоз, Крапивенское лесничество, квартал 20	1966	98	I	1,0	387	27	26,6
	1972	104	I	1,0	414		
Проба № 4, Крапивенский лесхоз, Крюковское лесничество, квартал 140	1967	55	II	1,0	256	39	37,5
	1972	60	II	0,9	295		

В табл. 3 в заключение приведены результаты повторных наблюдений на двух сохранившихся пробных площадях, заложенных в культурах дуба Крапивинского лесхоза [4], [5]*.

Как видно из таблицы, результаты определения текущего объемного прироста, полученные при таксации на пробных площадях, хорошо согласуются с соответствующими данными таблиц хода роста культур дуба. Расхождение находится в пределах 1,5—3,9%, что подтверждает правильность определения текущего прироста по рассматриваемым таблицам.

Поэтому трудно согласиться с утверждением П. В. Воропанова о том, что наши таблицы, составленные для культур дуба, не пригодны для практических целей, тем более, что они еще до опубликования были проверены в производстве и в 1967 г. использованы при ревизии лесоустройства Крапивинского лесхоза Тульской области.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Воропанов. Метод расчета общей продуктивности насаждений при построении таблиц хода роста. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [2]. П. В. Воропанов. Текущий прирост и общая продуктивность культур дуба в Тульских засеках. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1972. [3]. М. В. Давидов. О таксации текущего объемного прироста насаждений. Научные доклады высшей школы, журн. «Лесинженерное дело» № 1, 1959. [4]. М. В. Давидов. Исследование хода роста культур дуба в Тульских засеках. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1970. [5]. М. В. Давидов. Особенности роста культур дуба в Тульских засеках. Журн. «Лесоведение» № 4, 1970. [6]. В. В. Загребев, В. С. Чуенков, А. В. Вагин. Об установлении возраста количественной спелости. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1971. [7]. А. Г. Мошкалев, Г. В. Филиппов, И. И. Вохмянин. Методические указания по определению текущего прироста запаса насаждений при лесоустройстве. Изд. ЛенНИИЛХа, Л., 1972. [8]. И. М. Науменко. Текущий объемный прирост насаждений. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. XI, 1946. [9]. А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов. Лесная вспомогательная книжка. Гослесбуиздат, изд. 2, 1956.

Поступила 2 декабря 1972 г.

УДК 631.872

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЗАПАСЫ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ ЕЛЬНИКА-ЧЕРНИЧНИКА СВЕЖЕГО

В. А. ШАВРОВСКИЙ

Уральский лесотехнический институт

Рассмотрена динамика запаса и составляющих частей лесной подстилки в связи с изменением полноты и доли участка березы в составе древостоя. Констатируется, что с уменьшением полноты и повышением доли березы запас подстилки снижается. Приведены данные статистической обработки образцов, взятых методом малых учетных площадок.

Морфологический состав и свойства лесной подстилки определяются составом растительных остатков и условиями их разложения. Происходящие изменения, количество опада и подстилки и связь этих факторов с типами леса освещены в ряде работ [2]—[5].

Мы рассматривали морфологический состав и количество лесной подстилки в связи с изменением состава 85—100-летнего древостоя, а

* На остальных 12 пробных площадях, вследствие массового усыхания дуба, целостность опыта была нарушена.

также его полноты в условиях ельника-черничника свежего. Видовой состав травяно-кустарничковой растительности беден, в нем насчитывается немногим более 20 видов. В покрове преобладает черника (*Vaccinium myrtillus* L.), обилие которой составляет от сор¹ до сор³. Обилие других видов травяно-кустарничкового покрова значительно меньше (sp—up). Наиболее часто встречается майник двулистный (*Majanthemum bifolium* D. C.), кислица (*Oxalis acetosella* L.), плаун годичный (*Lycopodium annotinum* L.), грушанка круглолистная (*Pirola rotundifolia* L.), костяника (*Rubus saxatilis* L.), брусника (*Vaccinium vitis idaea* L.) и др. Почвы рассматриваемых насаждений слабо- и сильноподзолистые, песчаные и супесчаные, кислые, с низким содержанием минеральных элементов.

Работу проводили в условиях южной тайги Кировской области на территории Белохолуницкого, Куменского, Слободского и Юрьянского лесхозов. Всего заложено 26 пробных площадей (в среднем по три на каждый вариант опыта). Таксационную характеристику древостоя составляли на основании данных сплошного перечета деревьев. Запас подстилки определяли в июле—августе с помощью стального шаблона—остро заточенного ножа, изогнутого в виде прямоугольника. Площадь, ограниченная внутренней стороной шаблона, равна 0,05 м².

При взятии образцов шаблон клали на поверхность подстилки и вдавливали на всю ее глубину и частично в минеральные горизонты почвы. С поверхности, внутри шаблона, предварительно срезали травянистую растительность и зеленый моховой покров, а затем выбирали лесную подстилку и разделяли на части (неразложившуюся, полуразложившуюся и разложившуюся).

На каждой пробной площади брали по 8 образцов подстилки и доставляли на базу, где неразложившуюся часть разбирали по фракциям. Образцы взвешивали на технических весах с точностью 0,05 г. Затем по каждой фракции пробных площадей отбирали средние образцы для определения влажности отдельных компонентов подстилки. Для этого их высушивали в сушильном шкафу при температуре 105°C до постоянного веса. Полученные данные пересчитывали на абс. сухое вещество отдельно по каждой фракции.

Применение способа малых учетных площадок дало возможность статистически обработать результаты исследования и определить (с высокой степенью точности) изменение запасов и морфологического состава лесных подстилок под пологом древостоев. Данные о запасах подстилки ельника-черничника свежего в зависимости от доли участия березы в составе древостоя приведены в табл. 1. Формула состава средняя для трех пробных площадей. Трудность подбора насаждений с различной долей участия березы в составе древостоя состояла в том, что насаждения различного состава должны были быть условно разновозрастными и иметь полноту 0,9—1,0.

Примесь других пород в составе древостоя незначительна и одинакова почти для всех пробных площадей, поэтому ее влияние на свойства подстилки будет проявляться в равной степени для всех насаждений.

Анализ данных табл. 1 показывает обратную связь между общим запасом лесной подстилки и долей участия березы в составе древостоя, что можно объяснить более быстрым разложением ее благодаря мелиорирующей роли березы. О благоприятном влиянии березы на скорость разложения подстилки можно судить и по соотношению количества разложившейся и полуразложившейся частей подстилки [7], [8]. С ростом доли участия березы в составе древостоя увеличивается

Таблица 1

Состав лесной подстилки	Среднее значение веса подстилки, кг/га	Процент участия в запасе	Коэффи- циент вариации, %	Точность исследова- ния, %
10Е + Б				
Общий запас	36076 ± 1786	100	24,7	4,7
в том числе:				
разложившаяся	7220 ± 378	20,0	26,2	5,2
полуразложившаяся	22042 ± 1128	60,9	25,6	5,1
неразложившаяся	6814 ± 395	19,1	28,9	5,7
в том числе:				
сучки и кора	1453 ± 70	4,1	23,8	4,8
хвоя	2456 ± 83	6,9	16,9	3,4
листья	40 ± 4	0,1	46,5	9,3
шишки	2817 ± 224	7,8	40,1	8,2
трава	48 ± 3	0,2	28,4	5,9
7Е1С10с1Б				
Общий запас	31970 ± 2174	100	34,0	6,7
в том числе:				
разложившаяся	7310 ± 424	22,8	28,9	5,6
полуразложившаяся	19840 ± 1322	62,0	33,9	5,7
неразложившаяся	4820 ± 406	15,2	35,4	7,0
в том числе:				
сучки и кора	1554 ± 127	5,1	35,0	8,4
хвоя	1059 ± 49	3,3	22,6	4,6
листья	500 ± 46	1,5	46,0	9,2
шишки	1675 ± 122	5,2	37,8	7,6
трава	32 ± 2	0,1	26,2	5,4
6Е1С2Б10с				
Общий запас	29246 ± 1962	100	32,9	6,6
в том числе:				
разложившаяся	7932 ± 482	27,1	30,4	6,1
полуразложившаяся	15802 ± 1042	54,0	33,0	6,6
неразложившаяся	5512 ± 375	18,9	34,0	6,8
в том числе:				
сучки и кора	2093 ± 155	7,2	32,5	7,6
хвоя	912 ± 48	3,2	26,3	5,3
листья	838 ± 74	2,8	43,4	8,8
шишки	1624 ± 127	5,5	40,5	8,1
трава	45 ± 3	0,2	27,6	5,7
6ЕЗБ10с+Б				
Общий запас	28286 ± 1713	100	30,0	6,0
в том числе:				
разложившаяся	8750 ± 505	30,9	28,9	5,7
полуразложившаяся	13160 ± 553	46,5	30,8	6,1
неразложившаяся	6376 ± 339	22,6	29,4	5,8
в том числе:				
сучки и кора	3604 ± 210	12,8	28,9	5,8
хвоя	738 ± 45	2,6	30,5	6,2
листья	642 ± 42	2,3	32,7	6,6
шишки	1335 ± 109	4,7	42,6	8,6
трава	57 ± 4	0,2	30,8	6,2

Таблица 2

Состав лесной подстилки	Среднее значение веса подстилки, кг/га	Процент участия в запасе	Кoeffи- циент вариации, %	Точность исследо- вания, %
Полнота 1,0				
Общий запас	36830 ± 2387	100	32,4	6,4
в том числе:				
разложившаяся	8162 ± 562	22,2	34,4	6,6
полуразложившаяся	21628 ± 1384	58,7	31,9	6,4
неразложившаяся	7040 ± 366	19,1	35,9	5,2
в том числе:				
сучки и кора	2165 ± 149	5,6	33,8	6,8
хвоя	2690 ± 116	7,4	21,4	4,3
листья	100 ± 9	0,3	44,0	9,3
шишки	2054 ± 118	5,7	28,1	5,6
трава	31 ± 2	0,1	36,9	7,6
Полнота 0,9				
Общий запас	35838 ± 2257	100	31,5	6,3
в том числе:				
разложившаяся	8496 ± 490	23,7	28,8	5,7
полуразложившаяся	21022 ± 1322	58,7	31,5	6,2
неразложившаяся	6320 ± 430	17,6	34,0	6,8
в том числе:				
сучки и кора	1988 ± 105	5,5	26,9	4,7
хвоя	2220 ± 99	6,2	22,5	4,5
листья	152 ± 13	0,4	42,7	8,7
шишки	1912 ± 141	5,4	41,5	8,3
трава	48 ± 3	0,1	25,6	5,4
Полнота 0,8				
Общий запас	31946 ± 2115	100	32,0	6,4
в том числе:				
разложившаяся	8868 ± 586	27,8	33,1	6,5
полуразложившаяся	17590 ± 1161	55,0	33,0	6,6
неразложившаяся	5488 ± 329	17,2	30,0	6,0
в том числе:				
сучки и кора	1523 ± 107	4,8	36,5	7,3
хвоя	1930 ± 102	6,0	26,5	5,3
листья	184 ± 14	0,6	38,3	7,6
шишки	1802 ± 136	5,6	39,3	7,8
трава	49 ± 3	0,2	28,9	5,7
Полнота 0,7				
Общий запас	30846 ± 2043	100	31,5	6,6
в том числе:				
разложившаяся	9080 ± 564	29,5	31,1	6,2
полуразложившаяся	16384 ± 1183	53,2	35,5	7,0
неразложившаяся	5382 ± 377	17,3	35,0	7,0
в том числе:				
сучки и кора	1424 ± 108	4,5	40,9	8,2
хвоя	1230 ± 63	4,0	25,6	5,1
листья	254 ± 23	0,8	45,8	9,2
шишки	2415 ± 198	7,8	44,3	8,6
трава	59 ± 3	0,2	26,8	5,0

Продолжение табл. 2

Состав лесной подстилки	Среднее значение веса подстилки, кг/га	Процент участия в запасе	Кoeffи- циент вариации, %	Точность исследо- вания. %
Полнота 0,6				
Общий запас	28776 ± 1898	100	32,9	6,5
в том числе:				
разложившаяся	9922 ± 597	34,5	30,1	6,0
полуразложившаяся	13648 ± 939	47,4	34,4	6,9
неразложившаяся	5206 ± 270	18,1	36,0	7,2
в том числе:				
сучки и кора	1433 ± 104	4,9	44,3	8,0
хвоя	1052 ± 63	3,6	28,5	6,0
листья	270 ± 27	0,9	43,5	10,1
шишки	2378 ± 202	8,4	44,7	8,9
трава	73 ± 4	0,3	23,3	4,6

как абсолютное количество разложившейся части подстилки, так и процент ее в общем запасе. В это же время абсолютный вес и процентное содержание полуразложившейся части уменьшаются.

Содержание различных фракций неразложившейся части подстилки в общем запасе зависит от породного состава. В древостоях с единицей березы в составе запас неразложившейся части наименьший; в чистых древостоях он увеличивается за счет больших запасов хвой и шишек, а в насаждениях с двумя и тремя единицами березы в составе вследствие возрастания запасов сучьев.

Изменение количества и морфологического состава лесных подстилок в зависимости от полноты древостоев изучали в чистых еловых насаждениях с примесью березы не более 5,0% запаса древостоя.

Из данных, приведенных в табл. 2 для древостоев состава 10Е + Б, видно, что с полнотой насаждения связано как количество, так и морфологический состав подстилки (в абс. сухом состоянии). Повышенная полнота насаждения вызывает увеличение общего запаса, а также полуразложившейся и неразложившейся частей подстилки. Это можно объяснить тем, что с повышением полноты в насаждении складывается менее благоприятный режим для жизни микроорганизмов, вызывающих разложение опада.

С уменьшением полноты древостоя увеличивается процентное и абсолютное содержание разложившейся части подстилки, а в неразложившейся части растет содержание травы и листьев, которые разлагаются значительно быстрее, чем другие составные части подстилки.

Итак, основную часть лесной подстилки ельника-черничника свежего (46,5—60,9%) составляет полуразложившаяся часть, 20,0—34,6% — разложившаяся и 22,6—25,2% — неразложившаяся.

При решении вопроса о степени варьирования общего запаса, а также частей подстилки в данном типе леса нужно исходить из того, что найденные нами значения коэффициента изменчивости относительно невелики по сравнению с полученными другими авторами [1], [6] и составляют 24,7—36,0%. Такое несоответствие можно объяснить тем, что в каждую совокупность мы включали запасы подстилки в условно разновозрастных насаждениях одного состава и полноты, произрастающих в близких почвенных условиях.

Значения коэффициентов изменчивости для фракций, составляющих неразложившуюся часть подстилки, значительно выше (до 50,0%), что в большой мере определяется составом и полнотой древостоя.

Таким образом, запасы и морфологический состав подстилок для насаждений одного возраста, в пределах одного типа леса изменяются в зависимости от состава и полноты древостоя. Целенаправленно регулируя данные показатели древостоя, можно под пологом насаждения создавать условия, способствующие быстрейшему разложению подстилки. Увеличение количества разложившейся части подстилки в общем запаса способствует созданию благоприятного воздушного, теплового и гидрологического режимов лесных почв. Эта часть подстилки является потенциальным источником обеспечения древесной растительности элементами минерального питания и органическим веществом.

Лесная подстилка значительно влияет на ход роста древостоя и является наиболее доступным слоем почвенного профиля, через который можно воздействовать на повышение продуктивности лесов. Приведенные данные об изменении количества и морфологического состава подстилки в зависимости от количества березы в составе и полноты древостоев могут быть использованы при выборе наиболее рационального решения задач, поставленных рубками ухода за лесом и постепенными рубками, а также при изучении биологической продуктивности лесов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. О. Карпачевский, Н. К. Киселева. О методике учета опада и подстилки в смешанных лесах. Журн. «Лесоведение» № 3, 1968. [2]. Н. А. Луганский, В. М. Земцов. Характеристика лесной подстилки и влияние ее на лесовосстановление в сосновых насаждениях северной половины средней тайги Урала. Сб. «Леса Урала и хозяйство в них». Материалы Уральской зональной конференции по лесному хозяйству, вып. 2, Свердловск, 1968. [3]. И. С. Мелехов. Об отложении лесной подстилки в зависимости от типа леса. Труды Архангельского лесотехнического института, т. 18, Архангельск, 1957. [4]. И. И. Панарин. Отложение лесной подстилки в различных типах горных лесов Забайкальского лесного стационара. Известия Забайкальского филиала Географического общества СССР, т. 4, вып. 2, Чита, 1968. [5]. М. И. Сахаров, Н. М. Сахарова. О влиянии ели на почву в лесу. Журн. «Почвоведение» № 3, 1951. [6]. Д. Ф. Соколов. Влияние лесной растительности на состав гумуса почв различных природных зон. Изд-во АН СССР, М., 1962. [7]. В. Н. Сукачев, С. В. Зонн, Г. П. Мотовилов. Методические указания к изучению типов леса. Изд-во АН СССР, М., 1957. [8]. В. А. Щавровский. Оценка скорости разложения лесных подстилок. Журн. «Экология» № 4, 1971.

Поступила 15 января 1973 г.

УДК 634.0.5

ОБЪЕМ СУЧЬЕВ И ВЕС ХВОЙНОЙ ЛАПКИ В ЕЛЬНИКАХ СЕВЕРА

И. И. ГУСЕВ, Н. Н. СОКОЛОВ

Архангельский лесотехнический институт

Определен объем сучьев первого порядка и вес хвойной лапки для еловых деревьев разной толщины в спелых насаждениях Севера.

Использование всех составных частей дерева имеет большое народнохозяйственное значение. Лесосечные отходы (сучья и хвоя) и продукты их переработки получили широкое применение в химической, целлюлозно-бумажной, парфюмерной, фармацевтической, пищевой промышленности, в сельском хозяйстве и производстве строительных мате-

риалов. Возможности широкого применения технической зелени в ряде отраслей народного хозяйства требуют разработки методов правильного учета и выявления запасов сучьев и хвойной лапки.

Основным материалом для определения объема сучьев и веса хвойной лапки кроны ели послужили 8 пробных площадей, заложенных в спелых ельниках различной продуктивности, с полнотой 0,7—0,9, в Виноградовском, Каргопольском, Плесецком, Шенкурском, Приморском районах Архангельской области и Усть-Цилемском, Ухтинском районах Коми АССР. На пробах методом случайной выборки взяты 135 учетных деревьев ели, на которых в летнее время (июль, август) обмерены все сучья первого порядка по длине и диаметру у основания. У 1919 сучьев (по 15—20 с учетного дерева) исследован относительный сбеги на относительных длинах и у 1350 сучьев определен вес свежесрубленной хвойной лапки. К хвойной лапке условно относили сучья с хвоей не ниже второго порядка. Сначала исследовали форму сучьев первого порядка по относительным длинам (табл. 1).

Таблица 1

Статистические показатели	Относительный сбеги на относительных длинах									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<i>M</i>	108,5	100	92,9	85,1	76,1	66,2	55,5	45,2	34,9	24,5
<i>m</i>	0,17		0,14	0,18	0,21	0,24	0,24	0,24	0,23	0,21
<i>σ</i>	7,61		6,31	8,09	9,33	10,3	10,7	10,4	9,88	9,01
<i>C</i>	7,0		6,8	9,5	12,2	15,6	19,3	23,0	28,4	36,8
<i>P</i>	1,6		1,5	2,1	2,8	3,6	4,3	5,3	6,6	8,6

Анализ полученных вариационных рядов относительного сбега для каждой пробы показал, что средняя форма сучьев ели в большинстве случаев не зависит от условий местопроизрастания и географического положения в пределах Европейского Севера. Это позволило составить общий ряд относительного сбега сучьев на относительных длинах и использовать его в дальнейших расчетах как наиболее вероятный. Точность вычисления относительного сбега на всех относительных длинах достаточно высока.

Форма сучка ели в общем не повторяет формы ствола: сучок имеет больший сбеги. Например, среднее нормальное видовое число древесного ствола ели равно 0,515 [5], а сучка — 0,488. Древесный ствол полндревеснее, чем сучья. Форма сучьев северной ели подчиняется определенным закономерностям, что позволяет при определении их объема применить стереометрические способы. К аналогичным выводам пришли и другие авторы [1] — [3], [6] при исследовании формы сучьев пихты и сосны Сибири.

По средним величинам сбега сучьев ели легко найти абсолютные диаметры на относительных длинах. Для этого диаметр сучка на 0,1 длины надо последовательно умножить на средние величины относительного сбега для сучьев разной длины и толщины. По абсолютным диаметрам и сложной формуле среднего сечения вычисляли объемы сучьев всех размеров. Диаметр на 0,1 длины сучка нашли по эмпирическому уравнению

$$d_{0,1} = 0,88d_0 + 0,054; \quad (1)$$

где $d_{0,1}$ — диаметр на 0,1 длины сучка;

d_0 — диаметр основания сучка.

Эта зависимость первоначально была проверена для каждой пробной площади, и результаты сопоставлены с общим уравнением (1).

Была установлена идентичность связи d_0 с $d_{0,1}$ в ельниках разной продуктивности, что подтвердило целесообразность применения общего уравнения для всех случаев. Связь между этими диаметрами оказалась очень высокой, линейной ($r = 0,971 \pm 0,00128$; $\eta = 0,971 \pm 0,00128$).

Одновременно был определен объем сучьев через нормальное видовое число по формуле

$$v_c = g_{0,1} \cdot l \cdot f_{0,1}, \quad (2)$$

где $g_{0,1}$ — площадь сечения на 0,1 длины сучка;

l — длина сучка;

$f_{0,1}$ — нормальное видовое число сучка ели.

Вычисление объемов сучьев двумя способами дало практически одинаковые результаты. Расхождения не превышают 0,1%. Однако определение объема сучьев через нормальное видовое число и относительный сбег на относительных длинах дает систематическое занижение. Проверка этих способов (по обмерам 1688 сучьев) показала систематическую ошибку — 2,20% и среднюю квадратическую $\pm 17,05\%$.

Поэтому мы применили способ определения объема сучка через абсолютное видовое число

$$f_{abc} = \frac{v_c}{v_{ц}} = \frac{v_c}{g_0 \cdot l}, \quad (3)$$

где v_c — объем сучка;

$v_{ц}$ — объем цилиндра по основанию и длине сучка;

g_0 — площадь сечения сучка у основания;

l — длина сучка;

f_{abc} — абсолютное видовое число сучка.

Все сучья (1895) распределили по длинам и абсолютным видовым числам. Вычисленные средние видовые числа по ступеням длины сучьев характеризуются статистическими показателями, представленными в табл. 2.

Таблица 2

Длина сучка M	Количество сучьев n	Среднее абсолютное видовое число с ошибкой $f_{abc} \pm m$	Основное отклонение σ	Коэффициент вариации $C, \%$	Точность исследования $P, \%$	Видовое число по уравнению (5)
0,4	43	0,472 \pm 0,0137	0,090	19,1	2,9	0,475
0,6	142	0,439 \pm 0,0085	0,101	22,8	1,9	0,450
0,8	250	0,420 \pm 0,0053	0,083	19,1	1,3	0,438
1,0	337	0,431 \pm 0,0042	0,077	17,9	1,0	0,430
1,2	335	0,425 \pm 0,0043	0,079	18,6	1,0	0,425
1,4	295	0,418 \pm 0,0041	0,071	17,0	1,0	0,421
1,6	175	0,427 \pm 0,0053	0,070	16,4	1,2	0,419
1,8	129	0,415 \pm 0,0069	0,078	18,8	1,7	0,417
2,0	102	0,411 \pm 0,0069	0,070	17,0	1,7	0,415
2,2	49	0,404 \pm 0,0108	0,076	18,8	2,7	0,414
2,4	27	0,410 \pm 0,0121	0,063	15,5	3,0	0,412
2,6	11	0,411 \pm 0,0232	0,077	18,8	5,7	0,411
Среднее		0,424 \pm 0,0018	0,079	18,7	0,4	

Данные таблицы показывают плавное уменьшение абсолютных видовых чисел с увеличением длины сучьев. Полученные средние абсолютные видовые числа выравнивали аналитическим путем, используя линейное уравнение

$$f_{abc} \cdot l = a \cdot l + b, \quad (4)$$

где a ; b — постоянные коэффициенты.

Используя фактические данные, вычислили

$$f_{abc} \cdot l = 0,40 \cdot l + 0,026. \quad (5)$$

Объемы сучьев разных длин и диаметров выражаются формулой

$$v_c = g_0 \cdot l \cdot f_{abc} = g_0 (0,40l + 0,026). \quad (6)$$

Вычисленные по формуле (6) объемы сучьев разной длины и толщины сравнивали с объемами сучьев, найденными по сложной формуле для 1688 сучьев. Систематическая ошибка оказалась равной +0,84%, средняя квадратическая $\pm 17,35\%$. Следовательно, определение объемов сучьев через абсолютное видовое число более точно, чем через средний относительный сбег и среднее нормальное видовое число.

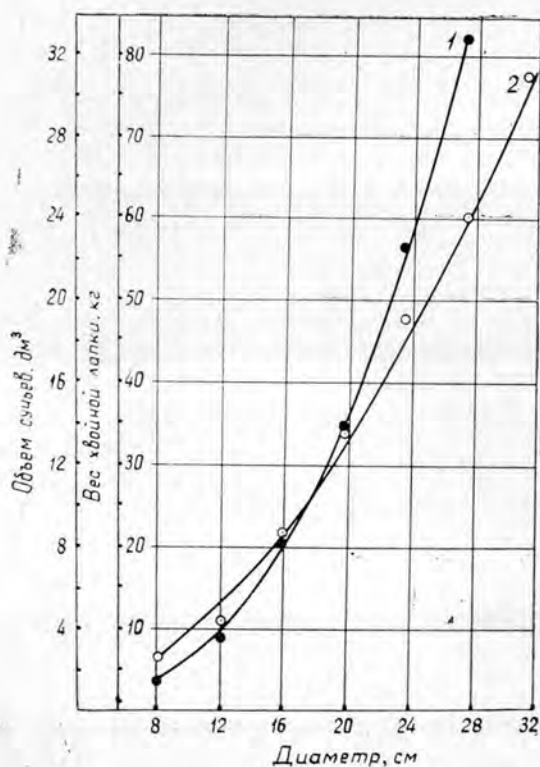


Рис. 1. Изменение объема сучьев первого порядка (1) и веса свежесрубленной хвойной лапки ели (2) с диаметром дерева.

Формулу (6) использовали для нахождения объема сучьев первого порядка 132 деревьев. Для этого был сделан пересчет всех живых сучьев. Объем сучьев дерева имеет тесную связь с таксационным диаметром ($r = 0,821 \pm 0,028$; $\eta = 0,853 \pm 0,024$) и при близких полнотах не зависит от типа леса. С увеличением диаметра дерева увеличивается объем сучьев кроны ели (рис. 1). Связь эта имеет нелинейный характер и хорошо выражается параболой второго порядка

$$V = 3,53 - 0,76D_m + 0,0645D_m^2, \quad (7)$$

где V — объем живых сучьев ели первого порядка, $дм^3$;
 D_m — таксационный диаметр, $см$.

Вес свежесрубленной хвойной лапки тесно связан с диаметром сучьев у основания. Связь эта хорошо выражается уравнением

$$p = 54,85 - 20,42d_0 + 109,93d_0^2, \quad (8)$$

где p — вес хвойной лапки на сучке, г.

Уравнение (8) использовано для определения веса хвойной лапки на каждом учетном дереве, где были измерены диаметры основания всех сучьев. Вес хвойной лапки дерева наиболее тесно связан с таксационным диаметром (рис. 1, $r = 0,878 \pm 0,021$; $\eta = 0,888 \pm 0,019$) и выражается уравнением

$$P = 1,98 + 0,10D_m + 0,07D_m^2, \quad (9)$$

где P — вес хвойной лапки на дереве, кг.

Изменение объема сучьев и веса хвойной лапки ели Севера по ступеням толщины показано в табл. 3. Влажность хвойной лапки ели в среднем равна $117,2 \pm 1,2\%$. На 100 г свежесрубленной приходится 46,2 г абс. сухой еловой лапки и 53,8 г влаги.

Таблица 3

Диаметр дерева на 1,3 м, см	Объем сучьев первого порядка, дм ³		Вес хвойной лапки, кг	
	факти- ческий	вырав- ненный	факти- ческий	вырав- ненный
8	1,5	1,6	6,4	7,3
12	3,6	3,7	10,8	13,3
16	8,3	7,9	21,3	21,5
20	13,9	14,1	34,2	32,0
24	22,6	22,4	47,5	44,7
28	32,7	32,8	59,8	59,7
32	—	45,3	77,0	76,9
36	—	59,8	—	97,3

И. И. Гусев [4], изучая длину кроны ели в Архангельской области, показал, что она мало зависит от типа леса и при одной толщине дерева остается почти постоянной. Поэтому не случайно объем сучьев и вес хвойной лапки ели при близких полнотах в спелых древостоях обуславливается только толщиной дерева. Но при одинаковой толщине деревьев эти данные сильно варьируют. Так, у деревьев ели диаметром 12, 16, 20 и 24 см коэффициенты изменчивости объема сучьев первого порядка соответственно составили 55, 49, 42 и 24%, а веса хвойной лапки — 47, 34, 32 и 12%. Следовательно, табл. 3 даст удовлетворительные результаты только при массовом учете объемов сучьев и веса хвойной лапки ели по данным перечета деревьев на больших площадях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Воробьева. Сбег и объем сучьев сосны района Восточного Саяна. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1968. [2]. В. В. Голиков. Определение биомассы хвои и маломерной древесины пихты сибирской. Автореферат, Красноярск, 1965. [3]. В. В. Голиков. Запасы маломерной древесины пихтовых насаждений. Материалы конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1964 г., Красноярск, 1965. [4]. И. И. Гусев. О строении ельников Архангельской области. Сообщение 2. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1960. [5]. И. И. Гусев. Изменение нормальных видовых чисел ели по разрядам высот. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1972. [6]. Э. Н. Фалалеев, В. В. Голиков. Закономерности строения ветвей сибирских древесных пород. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1966.

УДК 582.28

О РАСПРОСТРАНЕНИИ И УРОЖАЙНОСТИ МАСЛЯНИКА В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

С. Н. КОЗЬЯКОВ

Украинская сельскохозяйственная академия

Методом круговых пробных площадей постоянного радиуса установлены средний процент распространения грибницы масляников в 5—15-летних культурах с преобладанием сосны на сухих, свежих и сырых почвах и хозяйственная урожайность этого вида грибов. Произведено картирование мест распространения масляников в обследованных лесхозагах.

Масляник поздний (*Suillus luteus* (Fr.) S. F. Gray.) и масляник зернистый (*Suillus granulatus* (Fr.) O. Kuntze) относятся к грибам второй категории. Они широко распространены в Полесье и лесостепи Украины ([3], [2], [1], [5] и др.). Заготовкой масляников (без разделения на виды) занимаются предприятия лесного хозяйства, лесной и пищевой промышленности, Центросоюз, а в некоторых районах — совхозы и колхозы, местное население для собственных нужд.

В литературе мы находим мало сведений о распространении и плодородии масляников позднего и зернистого ([1], [5], [4] и др.).

Данные, изложенные в настоящей статье, получены нами при выполнении научно-исследовательских работ по хозяйственной тематике кафедры лесоустройства и геодезии Украинской сельскохозяйственной академии с Украинским предприятием Леспроект и лесхозагами Ровенской, Житомирской и Черниговской областей в течение 1969—1971 гг.

Методика работы

Подготовительные работы. 1. Анализ материалов лесоустройства и выборка по таксационным описаниям площадей с возможным произрастанием масляника. Такими считали площади культур с преобладанием сосны и ели в возрасте от 5 до 15 лет (в отдельных лесхозагах до 25 лет) на сухих, свежих и сырых почвах.

2. Планирование эксперимента — определение мест закладки пробных площадей. На каждые 10 га площади с возможным произрастанием масляников планировали одну пробную площадь размером 0,1 га, то есть процент выборки в базисном лесничестве, принятом в лесхозаге для проведения натуральных работ, равнялся 1%. Центры круговых пробных площадей планировали и выносили в натуру по привязке к квартальным просекам и визирам на лесоустроительных планшетах. Этим устранялся субъективизм в определении выбора места закладки пробных площадей в изучаемой генеральной совокупности.

Полевые работы. 1. Закладка круговых пробных площадей (рис. 1) постоянного радиуса ($R = 17,86$ м) для определения процента распространения грибницы масляника на площади выделов, отобранных по таксационным описаниям. Эти площади закладывали в период массового появления плодовых тел масляников. Грибы не собирали, лишь подсчитывали их число.

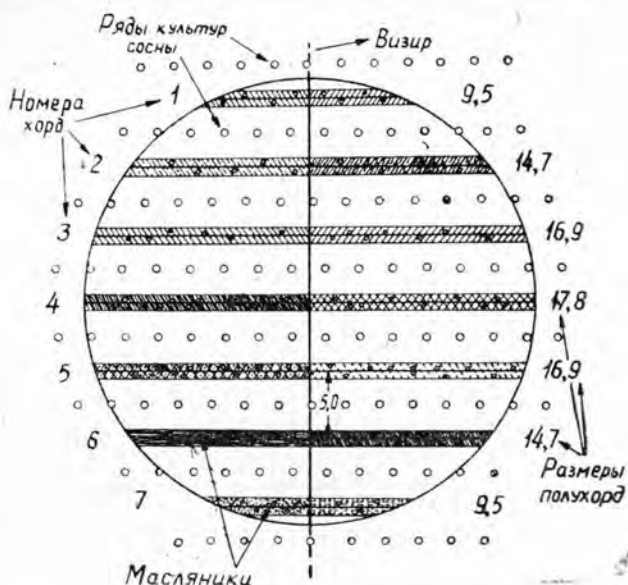


Рис. 1.

Определить процент распространения грибницы в выделах очень сложно. О наличии грибницы данного вида грибов можно судить или на основании специальных лабораторных анализов или по наличию плодовых тел грибов. Лабораторные анализы сложны по исполнению и требуют много времени, поэтому при массовых обследованиях не могут применяться. Остается второй путь — приближенный. В этом случае процент распространения грибницы ставится в зависимость от урожайности, на которую влияют не только наличие грибницы, но и погодные условия. В 1971 г. за 100% мы принимали распространение грибницы в количестве трех плодовых тел масляника на 1 м². При среднем весе гриба 25 г урожай составляет 750 кг/га. Все остальные данные пробных площадей сравнивали с этой «единицей полноты».

2. Закладка пробных площадей для определения урожайности масляника с 1 га площади. Плодовые тела собирали, подсчитывали и взвешивали (отдельно здоровые и червивые). Определяли число грибов, вес одного гриба и общий вес грибов на пробе. Пробные площади этого типа закладывали в период массового появления плодовых тел масляника. Записывали полную таксационную характеристику насаждения и делали чертеж привязки пробной площади.

3. Изучение количества дней плодоношения масляника на одной и той же площади (количество слоев и число дней плодоношения в одном слое).

4. Сбор и анализ данных на заготовительных пунктах.

Камеральные работы. 1. Обработка данных пробных площадей.

2. Раскраска выделов, где есть масляник, на бланках планов лесонасаждений (светло-желтым цветом — гуммигутом).

3. Расчет запасов грибов (по урожайности текущего года) по отдельным лесничествам и лесхозагам. Вычисленные запасы сравнивали с данными фактической заготовки.

Полученные результаты

Для определения урожайности и процента распространения масляника в выделах в 1971 г. было заложено 224 пробные площади в 11 лесхозагах Украинского Полесья. Урожайность масляников варьирует от 32 до 420 кг/га. Процент распространения грибницы в выделах колеблется от 5 до 56%. Это обязывает определять запас грибов в каждом лесхозаге, а не пользоваться средними цифрами.

Результаты первичной статистической обработки рядов распределения по проценту распространения грибницы в выделах, составленных по материалам пробных площадей, представлены в табл. 1. Каждую полухорду круговой пробной площади (рис. 1) рассматривали как самостоятельную учетную площадку, заложенную методом случайной выборки. Ширина полосы сбора плодовых тел — 1 м.

Таблица 1

Область	Число учетных площадок	Средний процент распространения грибницы и его ошибка
Ровенская	1036	20,7 ± 0,6
Житомирская	1064	14,7 ± 0,6
Черниговская	1036	21,3 ± 0,8

Плодоношение масляников зависит от таксационных показателей насаждений. Оно резко различается в культурах сосны, созданных на старопахотях, землях, бывших под сельскохозяйственным использованием, и на нераскорчеванных лесосеках при частичной подготовке почвы. Это отмечается повсеместно в зоне Полесья. Местное население заготавливает масляники прежде всего в культурах, созданных на бывших сельскохозяйственных угодьях.

Поэтому напрашивается вывод, что лесосеки главного пользования перед закультивированием следует раскорчевывать. Пни сосны пойдут на смолокурение и скипидарное производство. Закультивирование можно производить механизированным путем, а площади культур в ближайшие 10—15 лет будут служить базой заготовки масляников. Станет возможным применить метод искусственного занесения спор грибов при посадке сеянцев. Такое комплексное использование земли позволит увеличить прибыль с каждого гектара площади гослесфонда.

Плодоношение масляников тесно связано с возрастом насаждений. Начинается оно сразу после смыкания культур в рядах, достигает максимума в культурах 7—12 лет и постепенно затухает к 20—25 годам. В последний период плодоношения масляники появляются не по всей площади выделов, а ближе к краям, на прогалинах, вдоль дорог, визиров, просек. В 40—100-летних насаждениях сосны плодоношение масляников наблюдается только при наличии подроста, поэтому промышленная заготовка грибов здесь не производится.

Связь плодоношения масляников с полнотой насаждений выражена нечетко, однако оптимальна, по-видимому, полнота 0,7—0,8. Наиболее лесорастительные условия — свежие боры и свежие субори.

Для сопоставления плодоношения масляника по годам исследования на одних и тех же пробных площадях в условиях свежей субори приводим данные В. В. Довгаленко за 1970—1971 гг. по Городницкому лесхозагу Житомирской области (табл. 2).

Плодовые тела масляников начали появляться на второй день после дождя. Количество выпавших осадков в сентябре 1970 г.: 3—5,5,

Таблица 2

№ пробной площади	Состав	Возраст, лет	Полнота	Запас, кг/га		Вес одного гриба, г	
				в 1970 г.	в 1971 г.	в 1970 г.	в 1971 г.
1	7СЗБ	10	0,9	87	98	27	25
2	7СЗБ	10	0,9	93	102	22	21
3	7СЗБ	10	0,9	83	150	27	28
4	7СЗБ	10	0,9	88	183	30	27
5	10С	9	0,9	228	224	30	33
6	10С, ед. Б	9	0,8	93	105	44	22
7	10С, ед. Б	9	0,8	57	53	38	44
Среднее				104	131	31	29

4 — 0,3, 5 — 2,4, 6 — 1,5, 7 — 0,3 мм. Наблюдения производили 5—7 сентября. В эти дни среднесуточная температура воздуха была 13,0; 11,0 и 10,2°; относительная влажность воздуха — 87, 84 и 85%.

Наблюдения на пробных площадях в 1971 г. проводили 6 сентября. Среднесуточная температура воздуха 11,6°, относительная влажность 78%. Плодоношение масляников началось на второй день после дождя (5 сентября выпало 1,3 мм осадков).

В расчет хозяйственных запасов было принято только 50% средней урожайности на пробных площадях и минимальное количество дней возможного хозяйственного сбора на одной и той же площади (3 дня). Поэтому вычисленные запасы минимальны. При планировании заготовок необходимо учитывать, что на одной площади ведут заготовку одновременно несколько заготовительных организаций, а также местное население для собственных нужд. Имеющиеся запасы масляников лесхозагами используются далеко не полностью по причинам главным образом организационного порядка. Некоторые лесхозаги совсем не заготавливают этот ценный пищевой продукт.

Выводы

1. Разработанную нами методику учета урожайности и распространения масляников проверяли в течение трех лет на больших площадях. Она дала положительные результаты и может быть рекомендована для исследований подобного рода.

2. Плодоношение масляников тесно связано с возрастом насаждений. Поэтому запасы этого вида грибов надо рассматривать в динамике. Изменяются возраст насаждений, площади вырубок, культур, а значит и площади с наличием масляников. Вычисленные запасы следует корректировать во время ревизии лесоустройства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. В. Ганжа. О шляпочных грибах и запасах съедобных грибов в сосновых лесах Полтавщины. «Ботанический журнал», т. 44, 2, 1968. [2]. М. Я. Зерова. Істівні та отруйні гриби України. Київ, 1970. [3]. Е. Н. Кондратьюк, С. И. Ивченко, Г. К. Смык. Дикорастущие лекарственные и плодовые растения Украины. Изд-во «Урожай», Киев, 1969. [4]. О. С. Русаков. Материалы по изучению урожайности хозяйственно важных шляпочных грибов. Журн. «Микология и фитопатология», т. 2, вып. 1, 1968. [5]. Д. А. Телишевский. Анализ запасов грибов и ягод в лесах Волынской области и пути их использования. Автореферат кандидатской диссертации, Киев, 1970.

Поступила 26 января 1973 г.

УДК 581.821.2

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРЫ ПИХТЫ БЕЛОКОРОЙ И ПИХТЫ ЦЕЛЬНОЛИСТНОЙ

В. М. ЕРЕМИН

Воронежский лесотехнический институт

Изложены результаты анатомического анализа строения коры пихты белокорой и цельнолистной. Выявлены различия в форме эпидермальных клеток, в структуре и степени развития наружной и повторных перидерм, в строении смолоносной системы, в структуре и возрастных изменениях вторичной флоэмы. Различия в анатомическом строении коры проявляются в любом возрасте и могут иметь значение для диагностики.

Пихта белокорая (*Abies nephrolepis* Maxim.) и пихта цельнолистная (*A. holophylla* Maxim.) довольно широко распространены в естественном произрастании на материковой части Дальнего Востока и имеют большое хозяйственное значение. По внешнему облику коры эти виды столь различны, что их принадлежность к одному роду *Abies*, на первый взгляд, может вызвать сомнение. Если кора пихты белокорой длительное время остается гладкой и корка образуется только в нижней части ствола в довольно зрелом возрасте (примерно с 75 лет), то у пихты цельнолистной кора обильно шелушится уже в верхней части ствола, а в 40—45 лет примерно с середины формируется продолжно-трещиноватая корка, очень напоминающая кору ели корейской. Поэтому пихта цельнолистная получила местное название «черная ель». Такое различие во внешнем строении коры обусловлено различием во внутренней структуре. Результаты изучения анатомического строения коры названных видов приведены в данном сообщении.

Для исследования было отобрано по два 75—100-летних модельных дерева пихты белокорой в Нижне-Тамбовском лесхозе Хабаровского края и пихты цельнолистной в Артемовском лесхозе Приморского края. Модельные деревья пихты белокорой ($H=18,7$ м, $D=25$ см и $H=18,1$ м, $D=26$ см) и пихты сахалинской ($H=13,8$ м, $D=24$ см и $H=14,2$ м, $D=25$ см) отобраны на пробных площадях, заложенных в наиболее характерных условиях местопроизрастания (в пихтаче разнотравном и ельнике папоротниковом). Параметры моделей определены общепринятыми методами таксации. Деревья не имели внешних признаков поражения грибными болезнями и вредителями, кроны нормально развиты. Последний годичный прирост в высоту составлял от 30 до 50 см. Образцы коры из различных точек ствола фиксировали в смеси спирта и глицерина, затем заливали целлоидином и на санном микротоме готовили поперечные и продольные срезы. Постоянные препараты изготавливали по общепринятой методике и исследовали с помощью микроскопа МБИ-6.

В гистологическом отношении наиболее сложна кора молодых побегов. Покровной тканью у них служит эпидермис, различающийся формой клеток. У белокорой пихты клетки его вытянуты вдоль побега, у цельнолистной имеют разнообразные очертания: многоугольные, треугольные и пр.

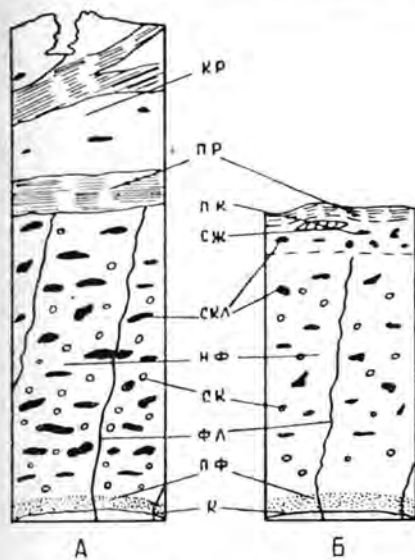


Рис. 1. Схема строения коры пихты цельнолистной.

А — на высоте 1,3 м; Б — на середине ствола; В — на середине двухлетнего побега; Г — на середине однолетнего побега; пр — перидерма; пк — первичная кора; ск — слизевые клетки; дсх — дополнительный смоляной ход; осх — основной смоляной ход; пф — проводящая флоэма; к — камбий; скл — склеренхимные группы; кр — корка; сж — смоляной желвак; нф — непроводящая флоэма; фл — флоэмные лучи.

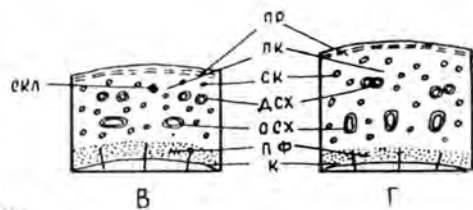
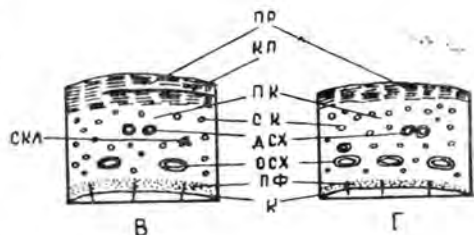
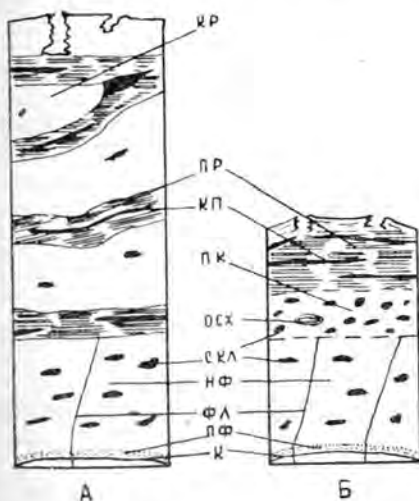


Рис. 2. Схема строения коры пихты цельнолистной.

А — на высоте 1,3 м; Б — на середине ствола; В — на середине двухлетнего побега; Г — на середине однолетнего побега; кл — линзы каменной пробки. Остальные обозначения те же.



Наружная перидерма, образующаяся субэпидермально в однолетних побегах, структурно не различается, феллема ее полностью представлена клетками губчатой пробки. Только у пихты цельнолистной отдельные клетки феллодермы содержат кристаллы оксалата кальция. Общая толщина перидермы у пихты цельнолистной примерно в 4 раза больше, чем у белокорой (соответственно 450—500 мк и 130 мк). С возрастом это различие становится еще большим, так как у белокорой пихты толщина наружной перидермы почти не увеличивается, а у цельнолистной возрастает значительно. В средней части ствола белокорой пихты толщина наружной перидермы составляет всего 180—200 мк, а у цельнолистной 1100—1200 мк (рис. 1 и 2). По мере старения дерева происходят изменения и в структуре феллемы перидерм. Если у белокорой пихты феллема на всем протяжении ствола сложена только клетками губчатой пробки, то у цельнолистной уже

с 2-летнего возраста между слоями губчатой пробки образуются линзы каменистой (рис. 2). Наличие каменистой пробки в составе перидерм отмечалось в литературе только для пихты кавказской [8]. Значительное накопление перидермы и ее гетерогенная структура и обуславливают сильное шшелушивание тонких пластинок по всех верхней половине ствола.

Различие в структуре феллемы сохраняется и у повторных перидерм, которые значительно мощнее у белокорой пихты (800—1000 *мк*), чем у цельнолистной (не более 600 *мк*). Клетки губчатой феллемы этих пихт содержат мелкие призматические кристаллы оксалата кальция.

Первичная кора обеих пихт сложена паренхимными клетками разнообразной формы, но у пихты цельнолистной ее сложение более рыхлое, лучше развита сеть межклетников. Насыщенность слизевыми клетками примерно одинакова. Строение их аналогично описанному для других пихт [1], [3], [6], [7], [9]. Часть клеток первичной коры содержит кристаллы оксалата кальция. Кроме того, с возрастом клетки могут превращаться в склериды, располагающиеся группами более или менее равномерно по площади поперечного среза. Степень склерозиса первичной коры этих видов на середине ствола может достигать 35—40%. Мощность первичной коры в однолетних побегах у пихты белокорой составляет 2100 *мк* и у цельнолистной 1500 *мк*, однако у последней первичная кора меньше деформируется с возрастом, поэтому на середине ствола ее толщина вдвое больше, чем у белокорой, и равна 800—1000 *мк*.

Смолоносная система первичной коры этих пихт представлена основными и дополнительными ходами, количество которых примерно одинаково (30—35 и 25—40 соответственно). Размеры основных ходов, особенно в двухлетних побегах, практически не зависят от видовой принадлежности. В однолетних побегах основные ходы у белокорой пихты ориентированы радиально, а у цельнолистной тангенциально (рис. 1, *г* и 2, *г*). В двухлетнем побеге это различие утрачивается. Вниз по стволу, с уменьшением толщины первичной коры, основные смоляные ходы несколько сплющиваются и становятся извилистыми. С возрастом они в некоторых местах прерываются и превращаются в извилистые изолированные смолеместности. Повторные перидермы, закладывающиеся глубже, отчленяют их в состав корки, и ходы прекращают существование. Сказанное относится к пихте цельнолистной. У белокорой пихты изолированные участки основных смоляных ходов дают начало смоляным желвакам, которые развиваются также и в местах разветвлений основных ходов, что отмечено и другими исследователями [1], [2], [5].

Помимо смоляных желваков, размеры которых достигают 2 *см*, в первичной коре пихты белокорой есть многочисленные смоляные линзы схизогенной природы. Их наибольший размер не превышает 4 *мм*, расположены они группами или извилистыми полосами, генетической связи со смоляными ходами и желваками не имеют. Число желваков на 1 *дм*² поверхности колеблется от 5 до 15 в средней части ствола, а число смоляных линз на этой же площади может быть 200 и более. У пихты цельнолистной желваки и линзы в коре отсутствуют.

В связи с заложением повторных перидерм все описанные ткани со временем отмирают и формируют корку, толщина которой в нижней части ствола даже у 100-летних деревьев пихты белокорой не превышает 4 *мм*, тогда как у 75-летней пихты цельнолистной достигает 6 *мм* и более. У белокорой пихты корка плотная, грубая, тогда как

у цельнолистной она более мягкая и хорошо выражена продольная трещиноватость.

С момента формирования корки в составе коры различаются обычно две комплексные ткани: корка и вторичная флоэма. Элементы первичной флоэмы в сильной степени облитерируются уже в однолетнем побеге. Вторичная флоэма максимально развита на середине ствола: 5200 мк у белокорой и 3100 мк у цельнолистной пихты. В этой же части ствола элементы флоэмы достигают дефинитивных размеров. Уже в двухлетнем побеге вторичная флоэма четко разграничивается на проводящую и непроводящую. Проводящая флоэма представляет собой последний годичный слой, толщина ее равна 450 мк у белокорой пихты и 150 мк у цельнолистной (на середине ствола). Такое различие объясняется в первую очередь разным количественным участием элементов флоэмы в сложении годичного слоя. Если у белокорой пихты нормально развитый годичный слой флоэмы включает обычно четыре прослойки клеток аксиальной паренхимы и 13—15 рядов ситовидных клеток, то у цельнолистной всего две прослойки паренхимных клеток и вдвое меньше ситовидных элементов.

Ситовидные клетки, являющиеся основным элементом флоэмы, на разной высоте ствола имеют неодинаковые размеры. Так, в однолетних побегах их длина 600—900 мк, а на середине ствола 2000—3000 мк и более. На радиальных и косых стенках клеток сосредоточено до 200 ситечек.

Флоэмные лучи узкие (однорядные), многослойные; число слоев, а соответственно и высота, вниз по стволу возрастают. Во вторичной флоэме однолетних побегов практически отсутствуют лучи с числом слоев более 10, а в нижней части ствола 40—70% лучей имеют более 10 слоев. По структуре лучи гетерогенные, горизонтальных смоляных ходов не содержат.

Уже на второй год после отложения элементы флоэмы переходят в состав непроводящей ткани. Ситовидные клетки при этом облитерируются не очень значительно, поэтому резкого уменьшения толщины годичного слоя флоэмы не наблюдается. Вследствие этого флоэмные лучи становятся слабоизвилистыми, но не имеют резкого отклонения от первоначального направления, горизонтальные клетки их не отмирают до момента перехода в состав корки. Клетки Страсбургера (краевые или белковые) отмирают после прекращения функционирования ситовидных элементов. Незначительная и довольно равномерная облитерация обуславливает и невыраженность годичной слоистости.

При переходе в непроводящую флоэму наибольшие изменения претерпевает аксиальная паренхима. Часть клеток ее превращается в склереиды, но утолщению и одревеснению стенок предшествует деление клеток, число которых увеличивается в 3—4 раза. Образующиеся группы склереид имеют эллипсоидную форму, большей осью ориентированы в тангенциальном направлении и располагаются на поперечном срезе в шахматном порядке. В средней части ствола у пихты белокорой обычно до половины площади поперечного среза занято склереидами, у цельнолистной не более 1/3.

В значительной части клеток аксиальной паренхимы откладываются кристаллы оксалата кальция, причем у белокорой пихты во вторичной флоэме побегов этот процесс наблюдается еще до дифференциации паренхимных клеток, а у цельнолистной только после дифференциации. Кристаллы кубической и мелкопризматической формы, число их в клетке может достигать 10—12. С возрастом число кристаллоносных клеток на единицу площади среза уменьшается примерно в два раза.

Важная отличительная черта в строении вторичной флоэмы — наличие слизевых клеток у пихты белокорой и отсутствие их у пихты цельнолистной (рис. 1 и 2). Присутствие слизевых клеток во вторичной флоэме наблюдается у большинства видов пихты [3], [4], [7], [8], а вторичная флоэма без слизевых клеток описана нами ранее у пихты Майра [3].

Следовательно, пихты белокорая и цельнолистная, имеющие различное внешнее строение коры, характеризуются и значительными особенностями в анатомической структуре ее. Различия эти устойчивы и могут иметь большое значение для диагностики видов пихты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Э. И. Адамович. Пихта сибирская. Пермь, 1942. [2]. Э. И. Адамович. Строение смолоносной системы у пихты сибирской. В кн.: Пути расширения сырьевой базы подсоски лесов Урала и Сибири. Свердловск, 1960. [3]. В. М. Еремин. Особенности анатомического строения коры пихт о. Сахалина. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1972. [4]. Л. И. Лотова. Анатомическая структура коры некоторых видов пихт. Вестник МГУ, сер. «Биология, почвоведение» № 3, 1971. [5]. А. А. Никитин. К вопросу о структуре и возникновении смолеместилец пихты сибирской. Труды ботанического института им. Комарова, сер. V, вып. 9, 1961. [6]. П. Б. Раскатов. Структура коры белой пихты. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1964. [7]. П. Б. Раскатов. Особенности строения коры пихты белой и пихты сибирской. Научные записки Воронежского отделения ВБО. Изд-во Воронежского университета, 1968. [8]. П. Б. Раскатов. Об анатомической структуре коры пихты кавказской. Сообщения АН Грузинской ССР, 65, № 1, 1972. [9]. J. Moeller. Anatomie der Baumrinden. Berlin, 1882.

Поступила 11 сентября 1972 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.375.4

ЗАТРАТЫ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ НА СБОР И ТРЕЛЕВКУ ПАЧКИ ДЕРЕВЬЕВ ТРАКТОРОМ ТБ-1

В. Г. КОЧЕГАРОВ, В. В. ФЕДОРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Приводятся результаты исследований поэлементных затрат времени на процесс сбора и трелевки пачки деревьев трактором ТБ-1 при работе в различных лесорастительных условиях Северо-Запада СССР. Даются уравнения связи времени выполнения отдельных операций и движений с основными факторами, влияющими на показатели затрат времени.

Производительность трелевочного трактора ТБ-1 на сборе и трелевке пачек деревьев может быть определена по формуле

$$П_{\text{ч}} = \frac{3600\varphi_1 Q_{\text{п}}}{T_{\text{ц}}} \text{ м}^3/\text{час}, \quad (1)$$

где φ_1 — коэффициент использования машинного времени трактора;
 $Q_{\text{п}}$ — объем трелеваемой пачки деревьев, м^3 ;
 $T_{\text{ц}}$ — время цикла сбора и трелевки пачки деревьев, сек .

Для определения $T_{\text{ц}}$ применяют формулу

$$T_{\text{ц}} = t_1 n_{\text{п}} + t_2 n_{\text{п}} + t_3 + t_{\text{тр}} + t_4 n_{\text{п}} + t_5 n_{\text{п}} + \frac{t_6 n_{\text{п}}}{n_1} + \frac{t_7 n_{\text{п}}}{n_1} + t_8 n_{\text{п}} + t_9 n_{\text{п}} + t_{10} n_{\text{п}} + \frac{t_{11} n_{\text{п}}}{n_1} + \frac{t_{12} n_{\text{п}}}{n_1} + t_{\text{р}} + t_{\text{м}} + \frac{t_{\text{х}}}{100} L_{\text{тр}}, \quad (2)$$

где t_1 — время перемещения дерева при подтаскивании манипулятором, сек ;
 $n_{\text{п}}$ — число деревьев в пачке;
 t_2 — время поворота части дерева манипулятором, сек ;
 t_3 — время перемещения трактора в процессе сбора пачки деревьев, сек ;
 t_4 — время изменения вылета манипулятора без груза, сек ;
 t_5 — время поворота манипулятора без груза в горизонтальной плоскости, сек ;
 t_6 — время открытия зажимов коника, сек ;
 n_1 — число деревьев, собираемых с одной рабочей позиции машины;
 t_7 — время перемещения манипулятора из транспортного в рабочее положение, сек ;
 t_8 — время опускания захвата и зажима дерева, сек ;
 t_9 — время подъема части дерева на высоту 2 м, сек ;
 t_{10} — время опускания дерева в кониковое зажимное устройство с одновременным раскрытием захвата, сек ;
 t_{11} — время закрытия коникового зажимного устройства, сек ;
 t_{12} — время перемещения манипулятора в транспортное положение, сек ;

t_p — время разгрузки пачки деревьев, сек;

t_m — время маневрирования трактора на погрузочном пункте, сек;

$t_{тр}$ — время движения трактора с пачкой деревьев, сек;

t_x — время прохождения трактором на холостом ходу пути 100 м, сек;

$l_{тр}$ — среднее расстояние трелевки, м.

В процессе сбора и трелевки пачек деревьев трактором ТБ-1 основными являются затраты машинного времени. Природные, технологические, организационные и другие факторы, влияющие на величину этих затрат, затрудняют их определение расчетным путем. В нашей статье приводятся результаты обработки данных хронометражных наблюдений за работой трактора ТБ-1 в производственных условиях, характерных для лесозаготовок Северо-Запада СССР. Приемы и движения, продолжительность которых не превышала 3—4 сек, фиксировали на киноплёнке. Перед трактористами трех тракторов ТБ-1 была поставлена задача — получить достаточно высокую, устойчивую производительность трактора во время наблюдений.

Поэлементные затраты машинного времени на движения манипулятора и трактора с грузом получены для случаев сбора пачки и трелевки вершинами и комлями вперед. Количество наблюдений по каждому движению манипулятора и трактора колебалось от 45 до 359 (в зависимости от сложности движений и числа влияющих факторов). Машинное время фиксировали для разных расстояний перемещения, способов трелевки, объемов стволов и трелеваемых пачек.

Взаимосвязь затрат машинного времени и значений входных факторов определена методом многошагового регрессионного анализа по квадратичной зависимости.

Расчеты выполнены на ЭВМ «Минск-22» по программе РА, разработанной филиалом АН Эстонской ССР. В результате обработки данных получены следующие уравнения для определения затрат машинного времени.

1. Затраты времени (сек) на перемещения дерева (зимой и летом):

при подтаскивании дерева вершиной вперед

$$t_1 = -0,315 + 2,25l_v - 1,87q - 0,33l_v^2 + 1,67q^2 \quad (3)$$

то же комлем вперед

$$t_1 = -1,839 + 3,21l_v + 0,46q - 0,43l_v^2 + 0,44q^2; \quad (4)$$

при повороте дерева с поднятой вершиной

$$t_2 = -0,1 + 1,73l_p + 0,37q - 0,21l_p^2; \quad (5)$$

то же с поднятым комлем

$$t_2 = -0,832 + 2,79l_p - 0,52q + 0,87l_p q - 0,53l_p^2. \quad (6)$$

В уравнениях (3) — (6) l_v — изменение вылета манипулятора при подтаскивании дерева, м;

l_p — путь, проходимый захватом в горизонтальной плоскости при повороте дерева (измеряется по хорде), м;

q — объем ствола дерева, м³.

Приводим предельные значения входных факторов для уравнений (3) — (6)

Уравнения	$l_p, м$	$l_b, м$	$q, м^3$
(3)	—	0,8—3,2	0,07—1,35
(4)	—	0,7—2,8	0,29—1,35
(5)	0,7—3,0	—	0,07—1,35
(6)	0,7—3,0	—	0,07—1,35

2. Затраты времени (сек) на перемещения трактора по лесосеке (вне волока) в процессе сбора деревьев в пачки:

при сборе пачки вершинами вперед летом

$$t_s = 5,28 + 2,17l_{сб} + 0,76Q_{ч.п} - 0,0009l_{сб}^2; \quad (7)$$

то же зимой

$$t_s = -0,77 + 1,34l_{сб} + 0,66Q_{ч.п} + 10,08h_c + 0,03l_{сб}Q_{ч.п}; \quad (8)$$

при сборе пачки комлями вперед летом

$$t_s = 2,92 + 2,334l_{сб} + 0,48Q_{ч.п} - 0,019l_{сб}^2; \quad (9)$$

то же зимой

$$t_s = -5,33 + 1,86l_{сб} + Q_{ч.п} + 16,6h_c + 0,69l_{сб}h_c - 0,012l_{сб}^2. \quad (10)$$

В уравнениях (7) — (10) $l_{сб}$ — путь, проходимый трактором в процессе сбора пачки, м;

$Q_{ч.п}$ — объем собранной части пачки, $м^3$;

h_c — глубина снежного покрова, м.

Предельные значения входных факторов для уравнений (7) — (10) следующие:

Уравнения	$l_{сб}, м$	$Q_{ч.п}, м^3$	$h_c, м$
(7)	1—25	0,12—8,99	—
(8)	1—48	0,16—6,39	0,40—0,65
(9)	2—35	0,16—4,78	—
(10)	2—30	0,28—6,01	0,40—0,65

3. Затраты времени (сек) на трелевку пачек по пасечным волокам: вершинами вперед летом

$$t_{тр} = -7,79 + 1,19l_{тр} + 6,48Q_n; \quad (11)$$

то же зимой

$$t_{тр} = 12,17 + 1,11l_{тр} - 6,18Q_n + 0,052l_{тр}Q_n - 0,0014l_{тр}^2 + 0,76Q_n^2; \quad (12)$$

комлями вперед летом

$$t_{тр} = 2,02 + 1,077l_{тр} + 4,52Q_n; \quad (13)$$

то же зимой

$$t_{тр} = 38,01 + 1,13l_{тр} - 17,5Q_n - 0,00096l_{тр}^2 + 2,04Q_n^2. \quad (14)$$

Приводим предельные значения входных факторов для уравнений (11) — (14)

Уравнения	$l_{тр}, м$	$Q_n, м^3$
(11)	25—238	1,99—14,42
(12)	30—200	1,87— 6,87
(13)	20—170	2,25— 6,36
(14)	50—290	1,89— 7,42

4. Затраты времени (сек) на трелевку пачек по лесосеке (вне волока):

вершинами вперед летом

$$t_{\text{тр}} = 1,24 - 1,59L_{\text{тр}} + 1,29Q_{\text{п}} + 0,03L_{\text{тр}} Q_{\text{п}} - 0,002L_{\text{тр}}^2; \quad (15)$$

то же зимой

$$t_{\text{тр}} = 8,09 + 0,71L_{\text{тр}} + 2,64Q_{\text{п}} - 15,33h_{\text{с}} + 0,88L_{\text{тр}}h_{\text{с}} + 0,001L_{\text{тр}}^2; \quad (16)$$

комлями вперед летом

$$t_{\text{тр}} = 0,136 + 1,34L_{\text{тр}} + 2,68Q_{\text{п}}; \quad (17)$$

то же зимой

$$t_{\text{тр}} = 39,24 + 0,95L_{\text{тр}} + 3,39Q_{\text{п}} - 30,33h_{\text{с}} + 0,49L_{\text{тр}}h_{\text{с}}. \quad (18)$$

Предельные значения входных факторов для уравнений (15) — (18) следующие:

Уравнения	$L_{\text{тр}}, \text{ м}$	$Q_{\text{п}}, \text{ м}^3$	$h_{\text{с}}, \text{ м}$
(15)	8—150	1,30—13,30	—
(16)	10—150	1,89— 6,37	1,40—0,65
(17)	10—165	2,47— 6,35	—
(18)	20—138	2,11— 6,24	0,40—0,65

Уравнения регрессии проверены на адекватность, а их коэффициенты на значимость. Коэффициенты множественной корреляции колеблются от 0,86 до 0,99, что свидетельствует о достаточно тесной связи затрат машинного времени со значениями входных факторов.

Исследованы также затраты машинного времени на холостые движения манипулятора, работу коникового зажимного устройства и движения трактора на холостом ходу (по 19—167 наблюдений в зависимости от сложности движения). В результате обработки данных получены следующие значения затрат машинного времени (сек).

1. На движения захвата манипулятора без груза (зимой и летом):

изменение вылета манипулятора

$$t_4 = 0,148 + 1,34l_{\text{в. х}} - 0,067l_{\text{в. х}}^2; \quad (19)$$

разворот манипулятора в горизонтальной плоскости

$$t_5 = 0,065 + 1,31l_{\text{р. х}}, \quad (20)$$

где $l_{\text{в. х}}$ — изменение вылета манипулятора без груза, м;

$l_{\text{р. х}}$ — путь, проходимый захватом в горизонтальной плоскости при повороте манипулятора без груза (измеряется по хорде), м.

2. Затраты времени (сек) на холостые движения трактора (в расчете на 100 м пути): по лесосеке (вне волока) летом $t_{\text{х}} = 119$; зимой при $h_{\text{с}} = 0,4 \div 0,6 \text{ м}$ $t_{\text{х}} = 99$; по волоку летом $t_{\text{х}} = 87$; зимой $t_{\text{х}} = 73$.

3. Затраты времени (сек) на выполнение остальных движений и приемов: разгрузка пачки $t_{\text{р}} = 30,0$; открытие зажимов коника $t_6 = 4,9$; перемещения манипулятора из транспортного положения в рабочее $t_7 = 2,68$; опускание захвата и подхватывание дерева $t_8 = 4,12$; подъем части дерева на высоту 2 м: за комель $t_9 = 4,67$; за вершину $t_9 = 3,56$; опускание дерева в кониковое зажимное устройство с одновременным раскрытием захвата, при подаче комля $t_{10} = 1,11$, при по-

даче вершины $t_{10} = 2,30$; закрытие зажимов коника: при зажиме комлей $t_{11} = 5,73$, вершин $t_{11} = 6,12$; перемещение манипулятора в транспортное положение $t_{12} = 3,4$.

При показателе достоверности, равном единице, ошибка приведенных данных не превышает 3%, что свидетельствует о достаточном числе зафиксированных движений и приемов.

Изложенные в статье материалы получены путем обработки весьма большого числа наблюдений. Они могут быть использованы при установлении норм выработки на сборе и трелевке пачек деревьев тракторами ТБ-1, анализе технологических схем освоения лесосек и разработке автоматизированных систем управления механизмами машины.

В период наблюдений за работой тракторов были выявлены резервы повышения его производительности, заключающиеся в возможности совмещения движений. Например, открытие и закрытие зажимов коника можно выполнять во время перемещения манипулятора и трактора; подтаскивание дерева — при его подъеме; поворот манипулятора — во время изменения его вылета и др. Минимальные удельные затраты времени на сбор деревьев в пачки достигаются при увеличении числа деревьев, собираемых с одной рабочей позиции трактора, и одновременном зажиме двух — трех деревьев малого диаметра.

Поступила 22 января 1973 г.

УДК 677.72.001

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАНАТА И КАТКА НА ВЕЛИЧИНУ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

И. И. СЛЕПКО

Львовский лесотехнический институт

Исследованы контактные напряжения пары канат двойной свивки — каток с полукруглой выточкой. Изучено влияние углов свивки радиуса выточки и диаметра обода катка на величину контактных напряжений. Результаты работы могут быть использованы при определении величины контактных напряжений, а также при установлении оптимальных параметров свивки несущих канатов.

Выносливость канатов двойной свивки, которые на подвесных лесотранспортных установках используются в качестве несущих, зависит от величины и сочетания напряжений, возникающих в проволоках каната при его эксплуатации. На долговечность канатов наибольшее влияние оказывают напряжения изгиба и контакта, которые зависят от конструкционных и эксплуатационных факторов.

Нами исследовано влияние конструкционных параметров каната и катка на величину максимальных контактных напряжений пары несущий канат — каток с полукруглой выточкой обода, с целью определения оптимальных углов свивки несущих канатов и разработки рекомендаций по повышению долговечности канатов.

Максимальные контактные напряжения пары каток — канат открытого типа [4]

$$D_0 = \frac{A_0}{\pi n} \sqrt[3]{\frac{P(1 + C_1 - C_2 + C_3)}{\delta^2}}, \quad (1)$$

где A_0 — коэффициент, зависящий от упругих постоянных материала обода катка и проволоки;
 P — сила давления катка на проволоку в точке контакта;
 δ — диаметр проволоки внешнего слоя пряди;
 C_1, C_2 — коэффициенты

$$C_1 = \frac{\delta}{D}; \quad C_2 = \frac{\delta}{2r_k};$$

D и r_k — диаметр и радиус выточки обода катка;

C_3 — коэффициент соотношения главных кривизн поверхности проволоки в точке контакта;

mn — произведение коэффициентов, зависящих от геометрии тел в точке контакта; является функцией $\cos \Theta$ [4].

Используя выражения главных радиусов кривизны поверхности проволоки в точке контакта, полученные нами ранее [3], и зависимость П. П. Нестерова [2]

$$d_i = d_j \left[1 + \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{i_j}}{\cos \lambda_j} \right)^2} \right], \quad (2)$$

где d_j — диаметр пряди или каната;

d_i — диаметр проволоки или пряди;

λ_i — угол свивки проволоки в прядь или прядей в канат;

i_j — число проволок в наружном слое пряди или прядей в канате,

получим формулу для определения коэффициента C_3 для шестипрядных канатов

$$C_3 = \frac{1}{1 + \sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta}} \left[1 + \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{i_1}}{\cos \alpha} \right)^2} \right] \frac{1}{U}}, \quad (3)$$

где

$$U = \frac{1 + j(1 + 2\omega \cos \beta + \omega^2)}{[1 + j(1 + \omega \cos \beta)]^2 + (\operatorname{ctg} \beta - j\omega \sin \beta)^2};$$

$$\omega = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{j \operatorname{sgn} \beta} - 1 + k_1;$$

α — угол свивки проволок в прядь;

β — угол свивки прядей в канат;

i_1 — число проволок в наружном слое пряди;

k_1 — коэффициент подкрутки при свивке прядей в канат.

$$j = \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{i_1}}{\cos \alpha} \right)^2}}{\left[1 + \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{i_1}}{\cos \alpha} \right)^2} \right] \sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta}}}$$

Угол γ , от которого зависит значение функции $\cos \Theta$, определяется из выражения [3]

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{1 + j(1 + \omega \cos \beta)}{\operatorname{ctg} \beta - j\omega \sin \beta}. \quad (4)$$

Сила P давления катка на канат в точке контакта для катка с полукруглой выточкой

$$P = \frac{Q \cdot k_V}{n_1 n_2}, \quad (5)$$

здесь Q — вес пачки бревен с кареткой;

n_1 — число катков каретки;

n_2 — число проволок каната, которые одновременно соприкасаются с поверхностью обода катка;

$$k_V = k_n k_d k'_n;$$

k_n — коэффициент, который учитывает неравномерность распределения веса груза между катками каретки;

k_d — коэффициент, учитывающий динамику движения груза по канату;

k'_n — коэффициент неравномерности распределения давления катка на прядь между ее проволоками.

С учетом выражения (5) формула (1) примет вид

$$p_0 = k_p A_0 \sqrt[3]{\frac{Q k_V}{n_1} \frac{1}{\delta^2}}, \quad (6)$$

где

$$k_p = \frac{1}{mn} \sqrt[3]{\frac{(1 + C_1 - C_2 + C_3)^2}{n_2}}. \quad (7)$$

Из выражения (6) следует, что величина максимальных контактных напряжений пропорциональна безразмерному коэффициенту k_p , величина которого зависит от геометрии поверхности обода катка и конструктивных параметров каната (углов свивки проволок в прядь α и прядей в канат β , а также диаметра и радиуса выточки обода катка).

Нами на ЭВМ «Мир» подсчитаны значения коэффициента k_p для канатов, используемых в качестве несущих на подвесных лесотранспортных установках.

На рис. 1 приведен график зависимости коэффициента k_p от угла свивки проволок в прядь α (а) и прядей в канат β (б) для каната ГОСТа 3077—69 при исходных данных: $k_1 = 0$; $C_1 = 0,0125$; $C_2 = 0,07$, что соответствует отношениям $\frac{D}{d} = 6,4$ и $\frac{2r_k}{d} = 1,14$ (d — диаметр каната).

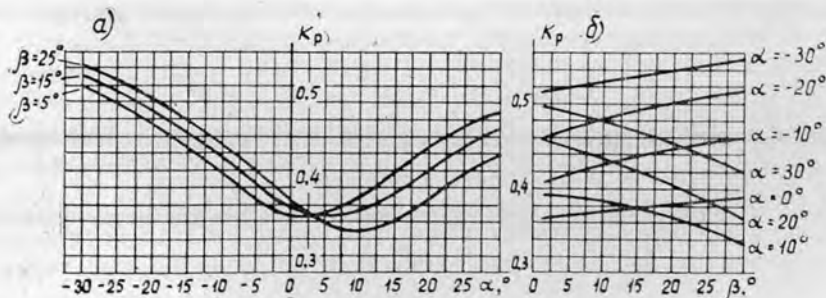


Рис. 1.

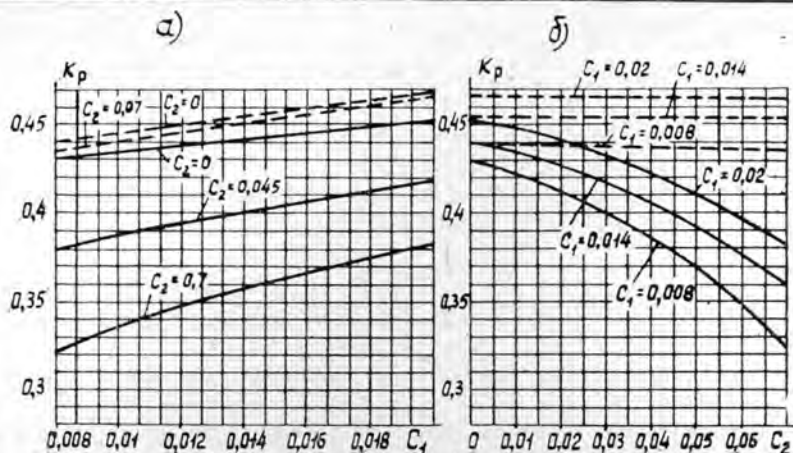


Рис. 2. Сплошной линией обозначены кривые для канатов параллельной свивки; штриховой — для канатов крестовой свивки.

На рис. 2 показана зависимость коэффициента k_p от коэффициентов C_1 (а) и C_2 (б), то есть от отношения диаметра проволоки к диаметру и радиусу выточки обода катка для каната ГОСТа 2688—69 при $\alpha = 14^\circ 18'$, $\beta = 17^\circ 11'$.

Выводы

1. При постоянном угле свивки прядей в канат увеличение угла свивки проволок в прядь в канатах крестовой свивки приводит к росту контактных напряжений, а в канатах параллельной свивки каждому углу свивки прядей в канат соответствует оптимальный угол свивки проволок в прядь, при котором контактные напряжения минимальны (рис. 1, а).

2. Увеличение угла свивки прядей в канат при постоянном угле свивки проволок в прядь повышает контактные напряжения в канатах крестовой свивки и уменьшает при параллельной свивке (рис. 1, б).

3. В канатах крестовой свивки возникают большие контактные напряжения, чем в канатах параллельной свивки при прочих равных условиях (рис. 1, б).

4. Увеличение отношения диаметра катка к диаметру каната, соответствующее уменьшению коэффициента C_1 , приводит к снижению контактных напряжений (рис. 2, а).

5. Уменьшение отношения диаметра выточки обода катка к диаметру каната, соответствующее увеличению коэффициента C_2 , вызывает уменьшение контактных напряжений (рис. 2, б). Так, при замене цилиндрического катка катком с оптимальной полукруглой выточкой контактные напряжения в канатах параллельной свивки уменьшаются на 28%, что, как показали экспериментальные исследования В. Г. Каплуна [1], приводит к повышению выносливости каната.

6. Изменение радиуса выточки обода катка оказывает большее влияние на величину контактных напряжений в канатах параллельной свивки, чем в канатах крестовой свивки при прочих равных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] В. Г. Каплун, Экспериментальные исследования выносливости несущих канатов подвесных лесотранспортных установок. Сб. «Стальные канаты», вып. 4, изд-во

«Техника», Киев, 1967. [2]. П. П. Нестеров. Основы конструирования шахтных подъемных канатов. Изд-во «Углетехиздат», М., 1949. [3]. И. И. Слепко. Деякі питання геометрії тїл в точці контакту пари коток — канат подвійного сплетення. Зб. «Лїсова, паперова та деревообробна промисловїсть», вип. 8, вид-во «Будівельник», Київ, 1971. [4]. И. И. Слепко. Исследование напряженного состояния проволоки несущего каната. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1970.

Поступила 12 июля 1972 г.

УДК 629.1.013

БОКОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СЦЕПА ЦНИИМЭ — ДВЗ НА ПУТЬ В ПРЯМЫХ

В. И. ЖАБИН, В. В. ЩЕЛКУНОВ

Архангельский лесотехнический институт

Исследованы боковые колебания лесовозного сцеп ЦНИИМЭ—ДВЗ, движущегося в рельсовой колее прямолинейного очертания, при расположении рельсовых нитей на одном уровне и с постоянным возвышением одной из них.

Составлены дифференциальные уравнения движения сочлененного экипажа с учетом податливости его элементов и рельсовых нитей в боковом направлении. Для различных условий движения сцепа в колее на ЭЦВМ «Минск-32» решена задача в зависимости от изменения параметров пути подвижного состава.

При движении в рельсовой колее железнодорожный экипаж испытывает сложные боковые колебания, характер которых определяется его динамическими свойствами и техническим состоянием пути. В связи с этим интересно исследовать влияние ширины колеи и положения рельсовых нитей по уровню на характер взаимодействия пути и подвижного состава.

Предпосылки, используемые при составлении математической модели движения железнодорожного экипажа в рельсовой колее, рассмотрены нами ранее [1].

Лесовозный сцеп (рис. 1) представляем в виде динамической системы из пяти абсолютно жестких твердых тел (четыре тележки и нагрузка), двух упругих тел (хребтовые балки полусцепов) и упругих связей-рессор*. Сцеп ЦНИИМЭ—ДВЗ состоит из двух полусцепов, сочлененных ударно-тяговым прибором. Оба полусцепа в горизонтальной плоскости могут иметь различные поперечные и угловые перемещения.

Если предположить, что сочленение допускает установку одного полусцепа по отношению к другому только под углом, без поперечного

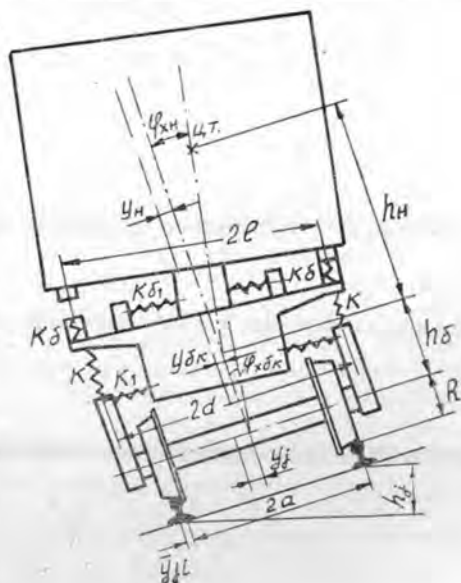


Рис. 1. Расчетная схема сцепа ЦНИИМЭ—ДВЗ.

* Условные обозначения параметров расчетной схемы приведены ниже.

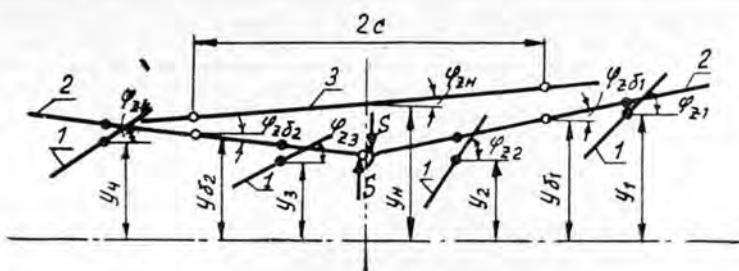


Рис 2 Проекция продольных плоскостей симметрии тележек (1), хребтовых балок (2) и нагрузки (3) на плоскость осей колесных пар.

смещения, то отмеченные выше перемещения не являются независимыми.

В расчетной схеме взаимное влияние полусцепов учитывается введением в сочленение переменной горизонтальной силы S (рис. 2). Кроме того, между углами поворота хребтовых балок φ_{z61} и φ_{z62} и боковыми перемещениями их центров симметрии y_{61} и y_{62} очевидна связь, выражаемая соотношением

$$\varphi_{z61} + \varphi_{z62} = \frac{y_{61} - y_{62}}{C}. \quad (1)$$

Известно, что на свободно движущуюся колесную пару в точке контакта ее с рельсом действуют силы упругого скольжения (крип). Для случая набегания колеса на рельс величины сил трения в точке контакта, находящейся на выкружке бандажа или гребне, еще не выяснены [4]. Поэтому для простоты исследования в связи с отсутствием надежных экспериментальных данных предполагается, что силы крипа для набегающего колеса выражаются так же, как и для ненабегающего, то есть между колесом и рельсом всегда имеется «одноточечный» контакт.

Методика определения поперечных и продольных сил упругого скольжения, а также сил от упругости рельсовых нитей для набегающих колесных пар изложена в работе Н. А. Ковалева [3].

Для определения движения железнодорожного экипажа вводится декартова система координат со следующим направлением осей: x — вдоль пути в сторону движения, y — в сторону левого по ходу рельса, z — нормально к плоскости осей колесных пар.

Уравнения движения составляются из условий равновесия всех действующих сил и сил инерции (принцип Даламбера). Все перемещения считаются положительными влево по ходу движения, а углы — против часовой стрелки (за исключением углов крена).

Дифференциальные уравнения движения рассматриваемой динамической системы имеют вид

$$\begin{aligned} m\ddot{y}_j = & -K_1(y_j - y_{6kj}) - \frac{P\chi}{v}(\dot{y}_j - v\varphi_{zj})[4 - 1(y_{j1}) - 1(y_{j2})] - \\ & - K_p \bar{y}_{j1} 1(y_{j1}) - K_p \bar{y}_{j2} 1(y_{j2}) + \frac{P\chi}{v} b_1 \dot{\varphi}_{zj} [1(y_{j1}) - 1(y_{j2})] + mg \frac{h_j}{2a}; \\ m\rho_z^2 \ddot{\varphi}_{zj} = & \frac{P\chi}{v} b_1 (\dot{y}_j - v\varphi_{zj}) [1(y_{j1}) - 1(y_{j2})] - 4 \frac{P\chi}{v} a^2 \dot{\varphi}_{zj} - \\ & - K_p b_1 \bar{y}_{j1} 1(y_{j1}) + K_p b_1 \bar{y}_{j2} 1(y_{j2}) - \frac{P\chi}{v} b_1^2 \dot{\varphi}_{zj} [4 - 1(y_{j1}) - \\ & - 1(y_{j2})] - 4P\chi \frac{v}{R} a y_j; \end{aligned}$$

$$m_6 \ddot{y}_{6k} = -m_6 h_6 \ddot{\varphi}_{x6k} - K_{61} (y_{6k} - h_6 \varphi_{x6k} - y_{nk}) + \\ + K_1 \Sigma (y_j - y_{6kj}) + m_6 g \frac{\Sigma h_j}{4a};$$

$$m_6 \rho_{z6}^2 \ddot{\varphi}_{z6k} = K_1 b_0 \Sigma - (y_j - y_{6kj}) (-1)^j SC;$$

$$m_6 (\rho_{x6}^2 + h_6^2) \ddot{\varphi}_{x6k} = -K_{61} h_6 (y_{6k} - h_6 \varphi_{x6k} - y_{nk}) - m_6 \ddot{y}_{6k} h_6 - \\ - 4Kd^2 \varphi_{x6k} + K_6 l^2 (\varphi_{xH} - \varphi_{x6k}) + m_6 g h_6 \varphi_{x6k} + 4Kd^2 \frac{\Sigma h_j}{4a};$$

$$m_n \ddot{y}_n = -m_n h_n \ddot{\varphi}_{xH} + K_{61} [y_{61} + y_{62} - h_6 (\varphi_{x61} + \varphi_{x62}) - y_{n1} - y_{n2}];$$

$$m_n \rho_{zH}^2 \ddot{\varphi}_{zH} = K_{61} C [y_{61} - y_{62} - h_6 (\varphi_{x61} - \varphi_{x62}) - y_{n1} + y_{n2}];$$

$$m_n (\rho_{xH}^2 + h_n^2) \ddot{\varphi}_{xH} = -m_n h_n \ddot{y}_n - K_6 l^2 (2\varphi_{xH} - \varphi_{x61} - \varphi_{x62}) + m_n g h_n \varphi_{xH};$$

$$y_{ji} = y_j - b_i \varphi_{zj} (-1)^i; \quad \bar{y}_{ji} = y_{ji} - \delta \operatorname{sign}(y_{ji});$$

$$j = 1, 2, 3, 4; \quad i = 1, 2;$$

$$y_{6kj} = y_{6k} - b_0 \varphi_{z6k} (-1)^j; \quad k = 1, j = 1, 2; \quad k = 2, j = 3, 4;$$

$$y_{nk} = y_n - C \varphi_{zH} (-1)^k;$$

$$l(y_{ji}) = \begin{cases} 1 & \text{для } |y_{ji}| \geq \delta; \\ 0 & \text{для } |y_{ji}| < \delta, \end{cases}$$

где j, i, k — соответственно номера тележек, их колесных пар и хребтовых балок полусцепов;

y_j, y_{6k}, y_n — отклонения относительно оси x центров симметрии тележек, хребтовых балок и нагрузки;

$\varphi_{zj}, \varphi_{z6k}, \varphi_{zH}$ — углы поворота тележек, хребтовых балок и нагрузки относительно вертикальной оси z ;

$\varphi_{x6k}, \varphi_{xH}$ — углы крена хребтовых балок и кузова;

y_{ji} — боковое отжатие рельса под набегающей i -той колесной парой j -той тележки;

δ — половина зазора в колее.

Первая пара дифференциальных уравнений отображает поведение в рельсовой колее неподдрессированных масс (тележек) сцены, следующие три уравнения относятся к хребтовым балкам полусцепов, а последние три — к нагрузке.

Таким образом, полученная система включает семнадцать дифференциальных уравнений второго порядка с восемнадцатью неизвестными*. Недостающее уравнение для исключения неизвестной силы S получим из условия (1)

$$\ddot{\varphi}_{z61} + \ddot{\varphi}_{z62} = \frac{\ddot{y}_{61} - \ddot{y}_{62}}{C}.$$

Нелинейность системы обусловлена наличием зазоров между гребнями колес и головками рельсов.

Приводим условные обозначения параметров системы и некоторые их численные значения:

m, m_6, m_n — массы тележки, хребтовой балки и нагрузки;

$\rho_z, \rho_{z6}, \rho_{zH}$ — радиусы инерции тележки, хребтовой балки и нагрузки относительно вертикальной центральной оси;

* На первый взгляд может показаться, что задача излишне усложнена. Однако это не так. Расчет отдельного полусцепы, а также пренебрежение упругостью хребтовых балок показали несовпадение с экспериментальными данными, имеющимися на кафедре сухопутного транспорта леса АЛТИ.

- ρ_{x6}, ρ_{xn} — то же относительно продольной центральной оси;
 $2b_1, 2b_0$ — соответственно база тележки и полусцепа;
 $2C$ — расстояние между кониками сцепа;
 $2l$ — расстояние между роликовыми опорами коника;
 $2d$ — расстояние между рессорными комплектами тележки;
 $2a$ — расстояние между кругами катания колес;
 R — радиус колеса;
 h_6 — расстояние от центра крена хребтовой балки до ее центра тяжести;
 h_n — расстояние от центра крена нагрузки до ее центра тяжести;
 μ — конусность кругов катания колесных пар;
 P — статическая нагрузка от колеса на рельс;
 $P\chi$ — коэффициент крипа, имеющий размерность силы (χ принято равным 30 [2]);
 h_j — возвышение рельсовой нити;
 v — скорость качения колеса (скорость движения экипажа);
 K_p — боковая жесткость рельса, равная 4000 кГ/см;
 K — жесткость рессорного комплекта тележки при сжатии и растяжении;
 K_1 — жесткость двух комплектов рессор при скручивании, равная 3500 кГ/см;
 K_6 — жесткость хребтовой балки на кручение (по Сен-Венану) и ее консоли на изгиб (численное значение K_6 составляет $18 \cdot 10^4$ кГ/см);
 K_{61} — боковая жесткость балки ($18 \cdot 10^3$ кГ/см), определенная как жесткость тонкостенного стержня прямоугольного сечения*.

Полученная система не поддается интегрированию аналитическими способами. Решение ее может быть выполнено численным методом Рунге—Кутты. Для этого дифференциальные уравнения необходимо разрешить относительно старших производных и введением новых переменных свести к системе уравнений первого порядка.

Указанное преобразование и сам метод решения позволили запрограммировать задачу для ЭЦВМ «Минск-32».

При решении системы уравнений для скорости 30 км/час принят шаг интегрирования, равный 2 см [1]. Для решения системы на участке пути длиной 75 м требуется около 25 мин машинного времени (с учетом ввода программы и числового материала).

Критерием оценки бокового воздействия экипажа на путь выбраны такие показатели, как упругие отжатия рельсов от действия гребней набегających колесных пар и модули средних арифметических и наибольших вероятных значений их боковых ускорений. Боковую силу при набегании можно определить, умножив величину боковой упругости рельса на величину его отжатия.

Решение задачи о боковом воздействии груженого сцепа при движении его в прямых участках может быть выполнено для различных параметров пути (ширины колеи, возвышения одной рельсовой нити, боковой жесткости рельса) и подвижного состава (базы тележек, коничности кругов катания колесных пар, жесткости рессорного подвешивания и др.).

* Величины K_p и K_1 определены опытным путем. Остальные значения параметров паспортные, либо вычислены по чертежам сцепа.

Расчетными были приняты следующие данные: суммарный зазор в колее $2\delta = 6,5; 16,5; 26,5$ мм (ширина колеи 740, 750, 760 мм) при расположении рельсовых нитей в одном уровне и при возвышении h одной из них на 10, 20 и 30 мм.

На графиках (рис. 3) в качестве примера представлены результаты решения задачи при суммарном зазоре в колее 26,5 мм и возвышении правой рельсовой нити на 30 мм.

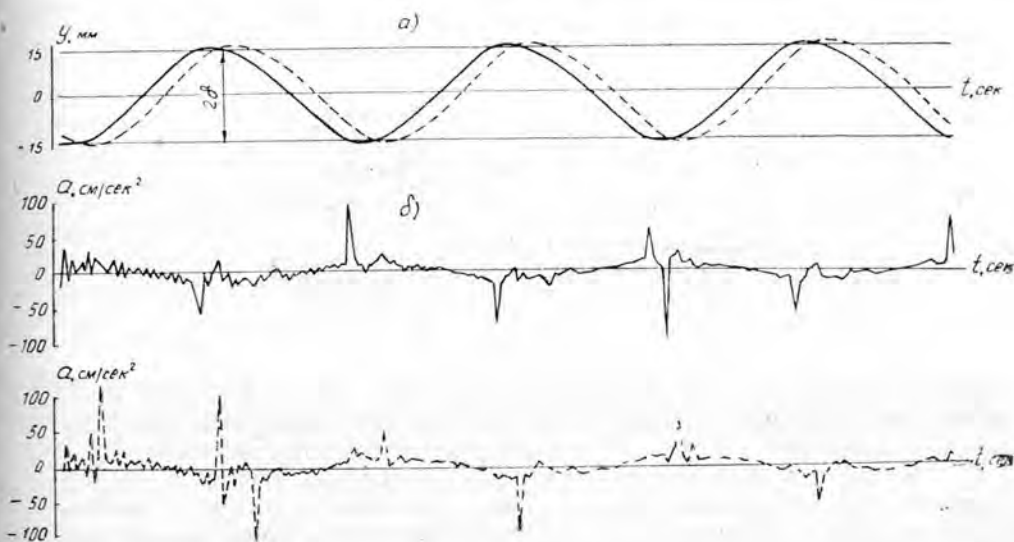


Рис. 3. Боковые перемещения (а) и ускорения (б) первой (сплошные линии) и второй (штриховые) колесных пар передней тележки сцены.

Видно, что движение тележки имеет волнообразный, незатухающий характер. Упругие отжатия пониженной рельсовой нити больше, чем нити, имеющей возвышение. Максимумы боковых ускорений имеют место в зонах контакта гребня колеса с головкой рельса, то есть при действии силы упругости на колесную пару со стороны рельса.

На рис. 4 (а, б, в) даны обобщающие графики изменения средних из наибольших упругих отжатий пониженной (штриховая линия) и приподнятой (сплошная) рельсовых нитей для нечетных (1) и четных (2) колесных пар сцены в зависимости от величины возвышения.

Как видно из графиков, нечетные колесные пары тележек воздействуют на обе рельсовые нити в каждом варианте возвышения примерно одинаково; на поведение четных осей возвышения влияют значительно *. С увеличением возвышения отжатие пониженной рельсовой нити возрастает, а приподнятой — уменьшается. При ширине колеи 740 мм с наличием возвышения гребни колес, катящихся по приподнятой рельсовой нити, не прижимаются к ней (рис. 4, в).

Для иллюстрации влияния размеров жесткой базы тележек сцены на величину упругих отжатий рельсовых нитей на рис. 4, г приведены результаты расчетов для базы 900, 1150 и 1400 мм (конструктивный размер базы тележки сцены составляет 1150 мм). С увеличением

* Аналогичная зависимость получена в результате экспериментальных исследований, проведенных в ДИИТе [5].

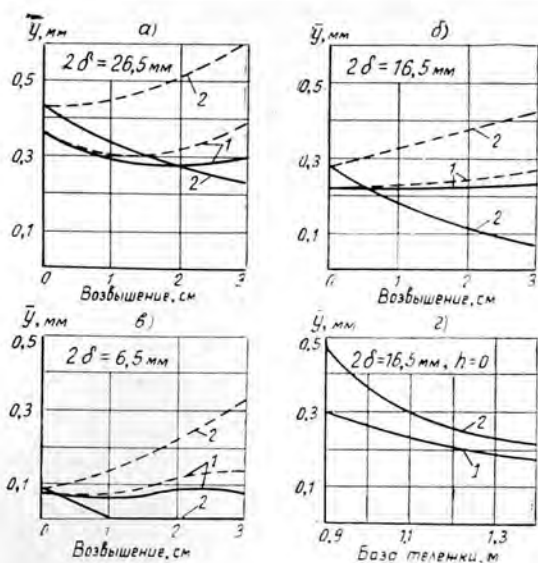


Рис. 4. Отжатия рельсовых нитей.

длины базы тележки (вызывающим уменьшение углов набегания) боковое воздействие на путь со стороны колесных пар уменьшается.

Упругие отжатия рельсовых нитей — показатель бокового воздействия подвижного состава на путь только в момент прижатия гребней колесных пар к рельсам. Общим критерием оценки этого воздействия могут служить значения модулей средних арифметических и наибольших вероятных боковых ускорений колесных пар.

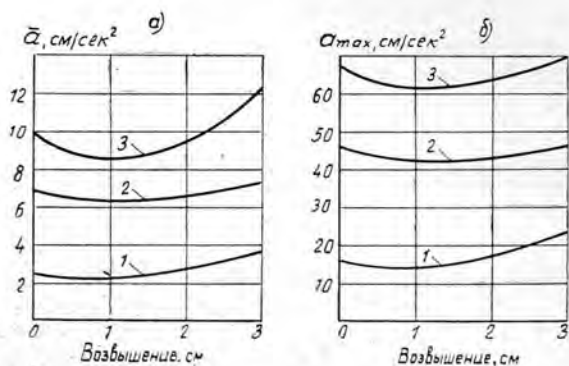


Рис. 5. Зависимость величины боковых ускорений колесных пар при различных значениях возвышения рельсовой нити.

1 — $2\delta = 6,5$ мм; 2 — $2\delta = 16,5$ мм;
3 — $2\delta = 26,5$ мм.

Из представленных на рис. 5 графиков видно, что изменение как средних (а), так и наибольших вероятных значений ускорений (б) в зависимости от величины возвышения нелинейно, и при некоторых значениях h наблюдается их минимум. Уменьшение зазора в колее в прямых участках пути приводит к снижению величины боковых сил при вливании экипажа.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод, что система дифференциальных уравнений, описывающих движение железнодорожного экипажа в прямых участках пути, дает возможность исследовать его динамику в горизонтальной плоскости.

Использованный метод расчета с применением ЭЦВМ позволяет сравнительно легко получить нужные сведения о характере бокового воздействия на путь одиночного и сочлененного экипажей в зависимости от изменения параметров рельсовой колеи и динамических свойств подвижного состава.

В результате расчетов выяснилось, что наибольшие отжатия рельсовых нитей возникают от действия четных осей тележек сцепа, что согласуется с опытными данными для железных дорог нормальной колеи.

Не наблюдается резкого изменения величины как средних, так и наибольших вероятных боковых ускорений колесных пар для каждого варианта ширины колеи в зависимости от возвышения. Увеличение последнего до 10 мм приводит к некоторому уменьшению этих ускорений.

Сужение колеи вызывает уменьшение как упругих отжатий рельсовых нитей, так и величины боковых ускорений колесных пар, то есть обеспечивает более благоприятные условия бокового взаимодействия сцепа и пути.

Уменьшение углов набегания тележек за счет увеличения размеров их жесткой базы ведет к снижению сил бокового воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. И. Ж а б и н. Боковое воздействие тепловоза ТУ-4 при движении по прямолинейным участкам узкоколейного пути. Труды АЛТИ, вып. XXXIII, Архангельск, 1972. [2]. Г. Г. Ж е л н и н. Боковое воздействие подвижного состава на путь в прямых участках. Труды ЦНИИ МПС, вып. 424, изд-во «Транспорт», М., 1971. [3]. Н. А. К о в а л е в. Боковые колебания подвижного состава. Трансжелдориздат, М., 1957. [4]. Ю. С. Р о м е н. Исследование бокового воздействия подвижного состава на путь с применением электронных вычислительных машин. Труды ЦНИИ МПС, вып. 385, изд-во «Транспорт», М., 1969. [5]. М. А. Ф р и ш м а н, А. Г. П о л е в и ч е н к о. Экспериментальные исследования по влиянию четырехосного вагона на прямом участке пути в зависимости от положения рельсовых нитей по уровню. Труды ДИИТА, вып. 42, 1962.

Поступила 22 января 1973 г.

УДК 624.138

УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ АЛЮМОФТОРФОСФАТНЫМИ ВЯЖУЩИМИ

В. М. КНАТЬКО, Э. А. СЕЛЕЗНЕВА

Московский лесотехнический институт

Установлены оптимальные дозировки фторидов (1—4%) и фосфорной кислоты (2—3% от веса грунта) для укрепления глинистых грунтов. Применение указанных комплексных добавок позволяет получать укрепленный грунт, отвечающий требованиям СН-25—64, при наименьших затратах на реагенты.

Грунты, укрепленные алюмофторфосфатными вяжущими в присутствии экстракционной фосфорной кислоты, имеют повышенную прочность, водо- и морозоустойчивость, поэтому пригодны для устройства оснований и покрытий с защитным слоем на лесовозных дорогах во II—IV климатических зонах СССР. Установлено, что преимущество экстракционной фосфорной кислоты по сравнению с технической обес-

печивается благодаря наличию примеси фторсодержащих соединений (H_2SiF_6) в жидкой фракции кислоты [1].

Важно было установить оптимальные соотношения комплексных добавок (фосфорной кислоты и фторидов) для укрепления глинистых грунтов алюмофторфосфатными вяжущими. В качестве добавок к фосфорной кислоте (технической и экстракционной) были выбраны кремнефтористый и фтористый натрий (Na_2SiF_6 и NaF) как наиболее распространенные продукты массового производства. Кроме того, кремнефтористый натрий — самый дешевый и доступный химикат, являющийся отходом суперфосфатной промышленности. Таким образом, решается и другая важная проблема — рациональная утилизация отходов многотоннажного производства. В опытах использовали тяжелый пылеватый суглинок (Московская область) и фториды в количестве от 1 до 5% по весу. После их перемешивания смесь обрабатывали фосфорной кислотой в количестве 1; 3 и 5%. Методика изготовления и испытания образцов соответствовала стандартной [2]. Полученные экспериментальные данные определения влияния фторидов на прочность грунто-фосфатных образцов приведены в табл. 1. Выявлено, что фторсодержащие вещества оказывают разное действие на грунт. Так, добавки

Таблица 1

Дозировка H_3PO_4 , % от веса грунта	Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, $KГ/см^2$, при добавке фторидов, % от веса грунта								
	Na_2SiF_6					NaF			
	0	1	2	3	4	5	1	2	3
1	7	13	17	20	15	13	12	11	8
	10	15	21	22	20	17	13	12	11
3	15	20	30	40	38	35	18	24	27
	18	25	33	39	42	41	22	26	33
5	21	25	24	23	20	18	33	36	32
	24	25	28	28	26	23	30	34	40

Примечание. В числителе данные для технической кислоты; в знаменателе — для экстракционной. Результаты получены для тяжелого суглинка, место залегания — лесхоз Шаховской Московской области.

к кислотам Na_2SiF_6 оказались в 1,5 раза эффективнее, чем добавки NaF . Это объясняется тем, что неорганические соединения фтора, растворимые в воде и диссоциирующие с выделением ионов $[SiF_6]^{2-}$, более эффективны, чем с выделением ионов F^- . Установлено, что для каждой дозировки кислоты есть оптимальные значения указанных добавок фторидов. Для всех трех дозировок фосфорной кислоты (1; 3 и 5% по весу) наиболее приемлемы добавки фторидов от 1 до 4%. При этом для 1%-ной H_3PO_4 оптимальные дозировки кремнефтористого натрия находятся в пределах от 2 до 4%; для 3%-ной H_3PO_4 — 2 — 4%, а для 5%-ной H_3PO_4 — 1 — 3%. Аналогичные результаты получены и для фтористого натрия. Однако увеличение дозировок этой комплексной добавки более 3% приводит к разрушению образцов в воде. Это объясняется тем, что в результате совместного воздействия на грунт фтора и фосфорсодержащих реагентов при повышенном расходе кислоты и добавок нарушается оптимальный состав катионов и анионов, принимающих активное участие в синтезе вяжущих веществ. Фосфор и фторсодержащие вещества (соли) приобретают повышенную растворимость, поэтому существенно увеличивается их активность при взаимо-

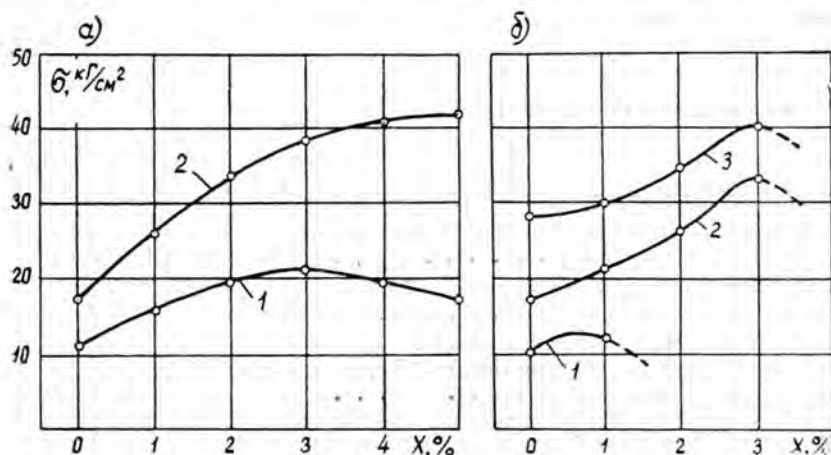


Рис. 1.

а — добавка Na_2SiF_6 ; 1 — 1%-ная H_3PO_4 ; $\sigma = -0,835x^2 + 5,525x + 11,06$; 2 — 3%-ная H_3PO_4 ; $\sigma = -1,015x^2 + 9,8x + 17,3$; б — добавка NaF ; 1 — 1%-ная H_3PO_4 ; 2 — 3%-ная H_3PO_4 ; $\sigma = 0,84x^2 + 2,789x + 17,4$; 3 — 5%-ная H_3PO_4 ; $\sigma = 1,11x^2 + 0,595x + 28,25$.

действию с грунтовыми частицами и окислами. На рис. 1 показано изменение прочности при сжатии водонасыщенных образцов σ в зависимости от эффективности добавок-фторидов. Из графиков видно, что укрепление грунтов комплексными добавками реагентов (кислот и солей) в технико-экономическом отношении наиболее выгодно, так как при этом расход основного реагента снижается на 20—30% и более по сравнению с результатами укрепления грунта одним реагентом при прочих равных условиях (например, равной прочности). Технология укрепления грунтов на основе синтеза алюмофторфосфатных вяжущих включает следующие операции:

определение и анализ свойств грунтов, предназначенных для укрепления;

подбор дозировок фторсодержащих реагентов, пригодных для осуществления синтеза соответствующих вяжущих в результате взаимодействия этих добавок с алюмосиликатами грунтов;

подготовка реагентов и грунтов, их смешение, уплотнение полученных смесей.

Экстракционная кислота и фториды не опасны в обращении. Кислота — жидкий реагент средней силы. При попадании на кожу она не вызывает ожогов, удаляется водой. Фосфорная кислота способна равномерно распределяться в грунтовой смеси за счет диффузии, что позволяет исключить жесткие ограничения при измельчении грунтов перед внесением реагента. Фториды представляют собой сыпучие мелкокристаллические порошки. Технология применения их не отличается от рекомендуемой при укреплении грунтов цементом, известью и т. п.

Очередность внесения реагентов в грунт и их дозировки следует устанавливать для каждого вида грунта опытным путем.

Оптимальные дозировки фторсодержащих реагентов определяются требованиями, предъявляемыми к укрепленному грунту в зависимости от его исходного состояния (уровня естественной влажности), а также условий приготовления, формования и твердения смеси.

Установив оптимальные соотношения комплексных добавок фторидов и фосфорной кислоты, мы выполнили лабораторные исследова-

Таблица 2

Физико-механические свойства грунтов	Дозировка реагентов, % от веса грунта экстракционной фосфорной кислоты				
	1		3		
	кремнефтористого натрия				
	2	3	0	2	3
Модуль деформации образцов после суточного водо-насыщения, $кГ/см^2$	600	1000	1200	2000	3000
Предел прочности при сжатии образцов после су-точного водо-насыщения, $кГ/см^2$	18	25	30	35	40
Предел прочности при сжатии образцов после пяти циклов замораживания—оттаивания (со-гласно СН-25—64), $кГ/см^2$	15	20	26	30	36
Предел прочности при сжатии после пяти циклов водо-насыщения—высушивания (согласно СН-25—64), $кГ/см^2$	16	23	27	33	45

Примечание. 1. Дозировки реагентов указаны в пересчете на сухое вещество. 2. Осредненные показатели физико-механических свойств образцов соответ-ствуют показателям тяжелых пылеватых суглинков некарбонатных. 3. Результаты испы-таний соответствуют образцам 28-суточного хранения в эксикаторе.

ния физико-механических свойств укрепленных грунтов согласно мето-дике СН-25—64 [2]. При этом дозировки фосфорной экстракционной кислоты принимали равными 1; 3; 5% от веса грунта, а дозировки кремнефтористого натрия — 2 и 3%. Осредненные показатели физико-механических свойств укрепленных грунтов в зависимости от дозиро-вок экстракционной фосфорной кислоты и кремнефтористого натрия приведены в табл. 2. По физико-механическим свойствам грунты, укрепленные алюмофторфосфатными вяжущими, отвечают требованиям, предъявляемым СН-25—64. При этом минимальные дозировки экстрак-ционной фосфорной кислоты (1—2%) и фторидов (1—2%) позволяют получить укрепленный грунт, физико-механические свойства которого отвечают требованиям, предъявляемым к грунтам III класса прочности (например, для цементогрунта согласно СН-25—64), используемым для нижних слоев оснований дорожных одежд. Применение добавок в оп-тимальных дозировках (2—3% экстракционной фосфорной кислоты и 2—4% фторидов) позволяет укреплять тяжелые глинистые грунты. По физико-механическим свойствам они могут быть использованы для конструктивных слоев дорожных покрытий (I—II классы прочности).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Кнатько, Э. А. Селезнева, А. А. Долгов. Исследование эффек-тивности добавок экстракционной фосфорной кислоты для укрепления грунтов. Труды ВАУГА, вып. 39. Л., 1969. [2]. Указания по применению в дорожном и аэродромном строительстве грунтов, укрепленных вяжущими материалами (СН-25—64). Госстрой-издат, М., 1965.

Поступила 15 января 1973 г.

УДК 629.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАБИЛИЗАТОРОВ БОКОВЫХ КРЕНОВ НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИНАХ

А. В. ЖУКОВ

Белорусский технологический институт

Рассматривается вопрос эффективности установки стабилизаторов боковых кренов на лесозаготовительных и лесотранспортных машинах. Примененная методика позволяет оценить поперечную статическую и динамическую устойчивость различного типа лесных машин.

Как известно, эксплуатация лесных машин, связанных с транспортировкой леса и другими заготовительными операциями, производится в сложных путевых условиях. При движении лесовозных автопоездов, челюстных погрузчиков, трелевочных, валочно-трелевочных и других машин, особенно на подъездных путях, не имеющих усовершенствованных покрытий, на лесосеке наблюдаются случаи значительного бокового крена машин. При работе на косогорах, в условиях пересеченной местности нередко создаются опасные ситуации в отношении поперечной устойчивости машины.

Поперечная устойчивость лесной машины может быть нарушена на стоянке. Это особенно характерно для трелевочных машин, подтаскивающих хлысты на косогорах, машин, имеющих гидроманипуляторы для бесчокерного набора пакета, валочно-пакетирующих, валочно-трелевочных и др.

Одно из эффективных средств повышения боковой устойчивости транспортных систем — установка стабилизаторов поперечной устойчивости. В зависимости от условий эксплуатации, типа и назначения машины параметры стабилизатора и эффективность его использования могут быть различны. Наиболее прост, надежен и распространен торсионный стабилизатор. При несимметричных воздействиях от неровностей на ходовые органы правого и левого бортов машины торсион скручивается, препятствуя боковому крену подрессоренной массы машины. Это же происходит и при действии постоянных боковых сил (движение или стоянка на косогоре, боковое подтаскивание груза, движение по криволинейной траектории и др.).

Конструкция стабилизатора такова [3], что он реагирует только на поперечные или вертикальные несимметричные воздействия и не препятствует вертикальным перемещениям подрессоренных масс машины. Таким образом, вертикальная жесткость подвески при установке стабилизатора не изменяется, но увеличивается ее угловая жесткость. Поэтому в случае установки стабилизатора при значительных скоростях движения следует ожидать некоторого ухудшения динамической поперечной устойчивости машины и плавности ее хода.

Рассмотрим поперечную устойчивость наиболее типичной и распространенной транспортной системы (например, автомобиля, колес-

ного или гусеничного трактора и др.), имеющей упругую подвеску корпуса к ходовым органам. Коэффициент статического крена для такой системы определяется выражением [5], [1]

$$K_v^{ст} = \frac{C_\varphi}{C_\varphi - Mg\rho_{кр}}, \quad (1)$$

где C_φ — суммарная угловая жесткость подвески транспортной системы;

M — величина подрессоренной массы;

g — ускорение свободного падения;

$\rho_{кр}$ — радиус крена системы.

При вычислениях приняты следующие значения расчетных параметров: $M = 24 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2/\text{см}$; $\rho_{кр} = 98 \text{ см}$; $C_\varphi = 6,7 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}/\text{рад}$.

Для рассматриваемого случая коэффициент статического крена составил 1,52. При установке стабилизатора с угловой жесткостью $C_{ст} = 4,3 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}/\text{рад}$ коэффициент $K_v^{ст}$ снизился до 1,26.

Приведенные данные указывают на значительное улучшение статической устойчивости системы в случае применения стабилизатора. Критический угол косогора для системы без стабилизатора составляет $13,7^\circ$, а со стабилизатором 21° , то есть устойчивость возрастает на 35%.

Коэффициент динамического крена для рассматриваемой транспортной системы без учета величины неподрессоренных масс, запаздывания воздействия на ось, при линейных характеристиках подвески может быть определен по формуле [5]

$$K_v = \sqrt{\frac{m^4 + 4h^2\omega^2}{(n^2 - \omega^2)^2 + 4h^2\omega^2}}, \quad (2)$$

где ω — частота возмущающей силы (при гармоническом воздействии $\omega = \frac{2\pi v}{L_n}$, v — скорость движения, L_n — длина неровности пути);

$2h = \frac{k_\varphi}{I}$ (k_φ — коэффициент сопротивления подвески поперечно-угловым колебаниям, I — момент инерции полуприцепа в поперечной вертикальной плоскости);

$$m^4 = \frac{C_\varphi^2}{I^2};$$

$$n^2 = \frac{C_\varphi - Mg\rho_{кр}}{I}.$$

По приведенной формуле вычислены (при $k_\varphi = 16,3 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{сек} \cdot \text{см}/\text{рад}$, $I = 1,7 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 \cdot \text{см}$) зависимости $K_v = f(\omega)$ для системы без стабилизатора и с ним, представленные на рис. 1 (кривые 1 и 2).

Как видно из рисунка, система без стабилизатора в условиях статического нагружения ($\omega = 0$) менее устойчива, чем со стабилизатором. Это наблюдается при значениях ω до 1,8 1/сек. С увеличением ω более 8 1/сек стабилизатор ухудшает поперечную устойчивость рассматриваемого объекта.

При повышении жесткости стабилизатора (кривая 3) устойчивость системы сначала улучшается, а затем снижается. При $\omega > 8$ 1/сек, как и ранее, K_v практически неизменно.

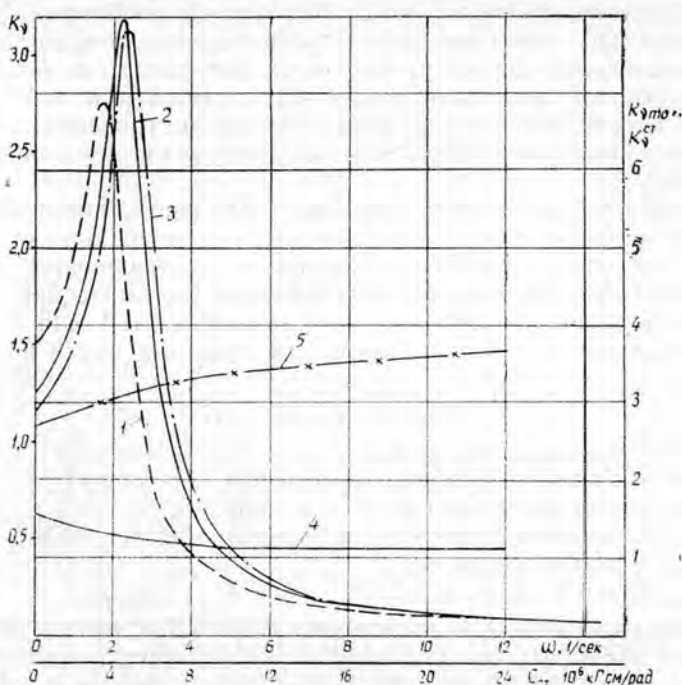


Рис. 1. Зависимость коэффициентов динамического и статического крена от частоты ω и жесткости стабилизатора.

$$1 - K_v = f(\omega); C_{ст} = 0; 2 - K_v = f(\omega); C_{ст} = 4,33 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}/\text{рад};$$

$$3 - K_v = f(\omega); C_{ст} = 7 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}/\text{рад}; 4 - K_v^{ст} = f(C_{ст});$$

$$5 - K_{v, \max} = f(C_{ст}).$$

На рис. 1 (кривая 4) графически показана зависимость коэффициента статического крена от жесткости стабилизатора. Характер кривой указывает на существенное уменьшение K_v при увеличении $C_{ст}$ до $8 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}/\text{рад}$. При $C_{ст} > 8 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}/\text{рад}$ значение K_v почти постоянно.

Увеличение коэффициента динамического крена при возрастании $C_{ст}$ представлено кривой 5. Особенно сильно растет $K_{v, \max}$ при изменении $C_{ст}$ от 0 до $12 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}/\text{рад}$.

Повышение жесткости стабилизатора для улучшения статической устойчивости транспортной машины целесообразно только до определенного предела (в рассматриваемом случае до $8 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}/\text{рад}$).

Итак, введение в подвеску транспортной машины стабилизатора улучшает ее статическую устойчивость. Это же можно сказать и о динамической устойчивости, но только для небольших скоростей движения.

Вопрос о целесообразности установки стабилизатора на лесных машинах следует рассматривать конкретно для определенной системы с учетом анализа частотных характеристик воздействия и самой машины. Если диапазон частот воздействия рассмотренной транспортной системы, заключенный в пределах от 1,8 до 5—6 1/сек является нерабочим, кратковременным, то целесообразно вводить стабилизатор с боковой жесткостью $4,33 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}/\text{рад}$ и даже несколько большей. Этот вывод можно отнести к транспортной системе типа лесовозного автопоезда, но с учетом конкретных условий эксплуатации.

Исследования показали, что стабилизаторы необходимо устанавливать на машинах, выполняющих технологические операции на стоянках (подтаскивание деревьев, их повал, погрузка), особенно в условиях пересеченной местности и горных, а также при небольших скоростях движения. Это можно прямо отнести к трелевочным и транспортным тягачам, валочно-трелевочным, валочно-пакетирующим и другим машинам.

Для примера рассмотрим влияние установки стабилизатора боковых кренов на динамическую устойчивость самоходно-погрузочной машины при подъеме хлыстов в процессе их подтаскивания гидроманипулятором. При исследованиях использована динамическая модель системы [6], примененная при изучении трактора ТБ-1 для бесчokerной трелевки хлыстов. Условие устойчивости трактора имеет вид

$$M_c > \frac{4PLm_2 k_1^2}{(2m_2 + 3m_1)(k_1^2 + k_2^2)}, \quad (3)$$

где P — ускоряющая сила;
 m_1 и m_2 — дискретные массы хлыста [5];
 k_1 и k_2 — составляющие частоты колебаний;
 L — расстояние от оси опрокидывания до точки сосредоточения массы m_2 .

При подъеме хлыста весом $G_x = 0,5 T$ за комель при значениях ускоряющей силы 200 кг и расстоянии $L = 12,3 \text{ м}$ момент сопротивления крену статических сил больше опрокидывающего момента, то есть $M_c > 4 T \cdot \text{м}$. Статический момент M_c без учета ветровой нагрузки составляет $4,75 T \cdot \text{м}$.

Установка на тракторе стабилизатора боковых кренов с угловой жесткостью $40 T \cdot \text{м/рад}$ способствует повышению поперечной устойчивости системы при тех же условиях. Проверка по формуле (3) дает $M_c > 3,5 T \cdot \text{м}$, то есть опрокидывающий момент снизился на $0,5 T \cdot \text{м}$. Угол статического крена уменьшился от $1^\circ 5'$ до $54'$, а динамического от 48 до $42'$. Исследования показывают, что в случае применения стабилизатора могут быть увеличены значения ускоряющих (замедляющих) сил, вследствие чего существенно возрастает производительность погрузочных операций.

Рассмотрим более сложный случай применительно к двухосному колесному транспортно-трелевочному тягачу с учетом запаздывания воздействия на его заднюю ось.

Формула коэффициента динамичности, выведенная по методике Н. А. Взятышева [1], с учетом запаздывания воздействия на оси и в предположении линейности подвески имеет вид

$$K_v^T = \sqrt{\frac{(k_{\varphi_2} \omega \sin \omega \tau_2 + C_{\varphi_1} + C_{\varphi_2} \cos \omega \tau_2)^2 + (k_{\varphi_2} \omega \cos \omega \tau_2 + k_{\varphi_1} \omega - C_{\varphi_2} \sin \omega \tau_2)^2}{(n^2 - \omega^2)^2 + 4h^2 \omega^2}}, \quad (4)$$

где C_{φ_1} и C_{φ_2} , k_{φ_1} и k_{φ_2} — угловые жесткости и коэффициенты сопротивления угловым колебаниям соответственно передней и задней осей трактора;

$\tau_2 = \frac{L}{v}$ — запаздывание воздействия на заднюю ось по отношению к передней (L — база трактора);

$$n^2 = \frac{C_{\varphi_1} + C_{\varphi_2} - Mg\rho_{кр}}{I},$$

где I — момент инерции трактора и пакета хлыстов в поперечной плоскости;

$\rho_{кр}$ — радиус крена подрессоренной массы;

$$2h = \frac{k_{\varphi_1} + k_{\varphi_2}}{I}.$$

Приняты следующие основные параметры тягача: вес трактора вместе с приходящейся на него частью веса пакета хлыстов — 12 400 кг; коэффициент сопротивления шин — 24 кг·сек/см; вертикальная жесткость шин — 450 кг/см; вертикальная жесткость рессор — 550 кг/см; колесная колея — 216 см; рессорная колея — 127 см.

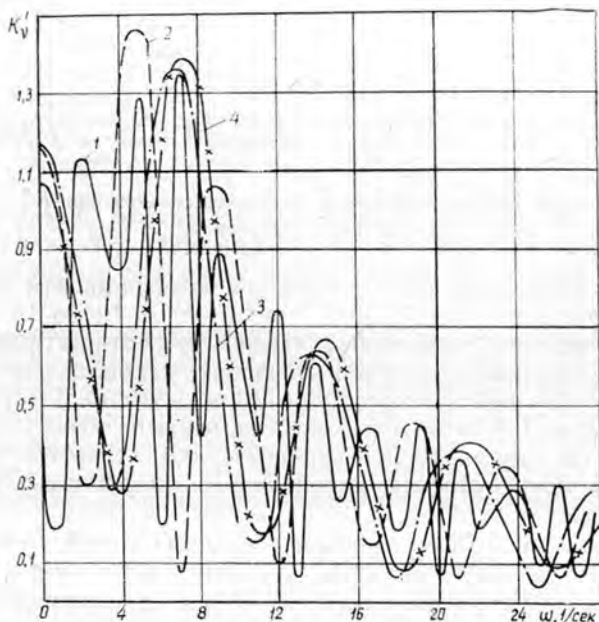


Рис. 2. Зависимость K_d^T от частоты ω для двухосного транспортно-трелевочного тягача.

1 — $v = 5$ км/час; 2 — $v = 10$ км/час; 3 — $v = 15$ км/час;
4 — $v = 15$ км/час ($C_{ст} = 6 \cdot 10^6$ кг·см/рад).

Вычисленные с помощью ЭЦВМ «Минск-22» зависимости $K_d^T = f(\omega)$ для скоростей движения 5, 10 и 15 км/час приведены на рис. 2. Каждой скорости движения соответствует отдельная кривая с несколькими максимумами, что вызвано запаздыванием воздействия. Для кривых $K_d^T = f(\omega)$ характерно быстрое затухание. Так, при частоте 28 1/сек и всех скоростях движения максимальные значения коэффициента динамичности 0,25—0,30. Наибольшие максимумы наблюдаются при малых частотах. Статический коэффициент бокового крена составляет 1,19. Максимальное значение коэффициента динамичности, равное 1,5, как показывают исследования, наблюдается при $v = 12$ км/час. При длине неровности 1 м и скорости 5, 10, 15, 20, 30 км/час коэффициент динамического крена составляет соответственно 0,88; 0,25; 0,15; 0,20; 0,25.

На резонансном режиме, как видно из рис. 3, коэффициент K_d^T возрастает до скорости 12 км/час, затем плавно снижается до $v = 30$ км/час. При дальнейшем увеличении скорости K_d^T снова растет.

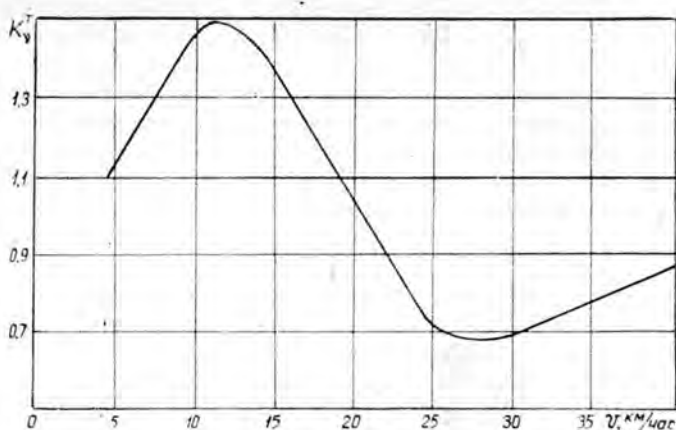


Рис. 3. График изменения резонансных значений K_v^T от скорости движения.

Таким образом, наибольшее значение коэффициента динамического крена наблюдается в диапазоне скоростей от 10 до 15 км/час. Для $v = 15$ км/час на рис. 2 построена кривая 4, соответствующая работе транспортно-трелевочного тягача, имеющего стабилизатор поперечной устойчивости с угловой жесткостью $6 \cdot 10$ кг·см/рад. Из рисунка видно, что устойчивость рассматриваемой системы со стабилизатором при данной скорости движения улучшается до частоты воздействия 6 1/сек. Затем динамическая устойчивость транспортно-трелевочного тягача несколько снижается, однако указанное ухудшение несущественно, так как абсолютные значения K_v^T при $\omega > 9$ 1/сек уже невелики.

При скоростях движения меньше 15 км/час влияние стабилизатора на увеличение поперечной устойчивости более существенно.

Учитывая, что в среднем рабочие скорости транспортно-трелевочных колесных машин, особенно в условиях неровного пути, не превышают 10—15 км/час [4], можно считать оправданной установку стабилизатора для повышения поперечной устойчивости.

Применение стабилизаторов боковых кренов позволит существенно повысить производительность труда на погрузке, трелевке и других операциях по заготовке леса. Выбор параметров стабилизаторов и оценка степени целесообразности их установки могут быть произведены по предложенной методике.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. А. Взятыйшев. Поперечная устойчивость седельного автопоезда. Журн. «Автомобильная промышленность» № 12, 1964. [2]. Б. Г. Гастев, В. И. Мельников. Основы динамики лесовозного подвижного состава. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [3]. Б. В. Гольд, Г. В. Бромберг. Стабилизаторы поперечной устойчивости транспортных средств с балансирной подвеской. Журн. «Автомобильная промышленность» № 8, 1972. [4]. В. А. Горбачевский. Колесные трелевочно-транспортные машины. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [5]. А. В. Жуков и др. Исследование и выбор параметров поперечной устойчивости прицепных автотранспортных средств. Журн. «Автомобильная промышленность» № 1, 1972. [6]. А. В. Жуков. О динамической устойчивости лесозаготовительных самоходно-погрузочных машин. Журн. «Тракторы и сельхозмашины» № 5, 1972.

УДК 634.0.31

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ГРАФИКАМ проф. Г. ЛАРССОНА
ПРИ ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ ЛЕСА

М. М. КОРУНОВ, Л. М. ДИДКОВСКАЯ

Уральский лесотехнический институт

Показана зависимость оптимальных параметров схем, а также минимальной стоимости вывозки 1 м³ леса от ее составляющих. Предлагаемые графики могут быть использованы для решения задач при выборочных рубках не только в шведских, но и отечественных лесах.

За показатель экономичности схемы транспортного освоения, как правило, принимают минимальную полную стоимость вывозки 1 м³ леса $K_{эф}$, которая складывается из отдельных составляющих: A — стоимости трелевки; B — стоимости доставки рабочих к месту рубки леса; C — стоимости перевозки леса по дороге; D — стоимости строительства дороги; E — стоимости содержания.

Очевидно, что полная стоимость трелевки A зависит от расстояния трелевки и стоимости трелевки 1 м³ леса на расстояние 1 км. Такая зависимость выражается функцией вида

$$A = f(t_0, a),$$

где t_0 — стоимость трелевки, руб./м³км;

a — половина оптимального расстояния между дорогами, км.

В свою очередь, расстояние между дорогами a определяется по стоимости трелевки t_0 и запасу вырубемого леса с единицы площади p , м³/га, а следовательно, величины a и A взаимозависимы.

Определенная взаимозависимость существует между длиной дороги b и ее категорией. Иначе говоря, каждая из составляющих полной стоимости вывозки леса зависит от величины параметров транспортной схемы и в то же время каждая из них влияет на оптимальную величину параметров этой схемы. Долю влияния этих зависимостей на конечный результат (минимальную стоимость вывозки) можно установить специальными исследованиями. Научно обоснованному решению этого и ряда других вопросов лесовозного транспорта посвящена многолетняя работа шведского ученого, проф. Г. Ларссона [1], [2]. Пользуясь результатами его исследований, установим взаимосвязь между длиной дороги b , км; категорией дороги, определяемой средними скоростями v , км/час; расстоянием между дорогами a , км и минимальной стоимостью вывозки 1 м³ леса при изменении ликвидного запаса с единицы площади p , м³/га. Данный вопрос рассматривается применительно к условиям шведской практики выборочных рубок, а интересующие нас стоимости выражены в шведских кронах.

Характер изменения зависимостей: $a = f_1(v, p, b)$; $v = f_2(a, p, b)$ и $K_{эф} = f(p, b, a, v)$ определяется путем вычисления оптимальных значений a, v и $K_{эф}$ при следующем обязательном условии: длина дороги b и запас вырубемого с единицы площади леса p изменяются; стоимости $A—E$ постоянны. Поэтому Г. Ларссон принимает конкрет-

ный случай, соответствующий средним условиям лесозаготовок и для принятого примера находит стоимость $A-E$. Их величины для дорог шести категорий представлены в табл. 1, где y — годовая стоимость дороги (амортизация, содержание, ремонт и прочие годовые расходы).

Таблица 1

Категории дороги	Средняя скорость v , км/час	Годовая стоимость y , шв. крон/км	Доставка рабочих B , шв. крон/м ³	Перевозка леса C , шв. крон/м ³ км	Строительство дороги D , шв. крон/пог.м	Содержание дороги E , шв. крон/км
1	40	1725	0,390	0,058	25	500
2	30	1440	0,420	0,077	21	400
3	25	1255	0,450	0,092	18	350
4	20	1075	0,480	0,115	15	300
5	15	885	0,540	0,153	12	250
6	10	780	0,580	0,230	10	225

Примечание. Стоимость трелевки леса $A = \frac{a}{2} \cdot t_0$ для всех категорий дорог равна 3,50, 0,5а шв. крон/м³.

На рис. 1 представлены кривые для a , v и $K_{эф}$, полученные при постоянных (равных табличным) значениях стоимостей $A-E$ и разных b и p . Сплошными линиями обозначена зависимость оптимального расстояния между дорогами (от 0,5 до 1,3 км) от категории и длины дорог: $a = f(v, b, p)$. Пунктирные линии характеризуют связь категорий дорог (выраженных средними скоростями от 15 до 30 км/час) от длины дорог и расстояний между ними при разных запасах леса: $v = f(a, b, p)$. Изменение минимальной суммы стоимости 1 м³ леса (от 2 до 8 шв. крон/м³) для соответствующих условий показано штрих-пунктирными линиями.

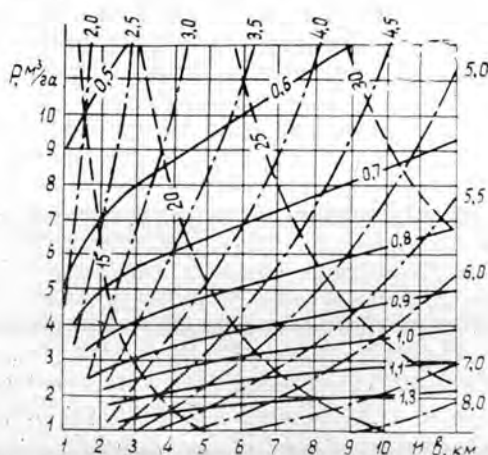


Рис. 1.

Рассматривая рис. 1, можно сделать следующие выводы.

1. Значительные изменения годового объема рубок p и особенно длины дороги b вызывают относительно небольшое изменение густоты сети дорог.

2. Категория дороги в большей степени зависит от ее длины, чем от объема вырубаемого леса. При больших длинах возможно повышение категории дороги, независимо от годового объема рубки с единицы площади.

Для подтверждения выводов обратимся к рис. 1. Если ликвидный запас $p = 4 \text{ м}^3/\text{га}$ и длина дороги $b = 6 \text{ км}$, экономически выгодна дорога 4-й категории ($v = 20 \text{ км/час}$) и половинное расстояние между дорогами $a = 0,90 \text{ км}$; тогда $K_{vf} = 4,6 \text{ шв. крон/м}^3$. Увеличение запаса в 2 раза ($p = 8 \text{ м}^3/\text{га}$) при той же длине дороги 6 км и прочих равных условиях вызывает уменьшение оптимального расстояния до $a = 0,64 \text{ км}$, а категория дороги должна соответствовать скорости $v = 21 \text{ км/час}$, то есть остается такой же; себестоимость 1 м^3 леса $K_{vf} = 3,8 \text{ шв. крон/м}^3$.

Увеличение длины дороги в 2 раза ($b = 12 \text{ км}$) при том же $p = 4 \text{ м}^3/\text{га}$ вызывает повышение категории дороги до $v = 27 \text{ км/час}$ (3-я категория); оптимальное половинное расстояние между ними a становится равным $0,98 \text{ км}$ и $K_{vf} = 6,5 \text{ шв. крон/м}^3$.

Чтобы выявить влияние стоимостей $A-E$, сделаем следующее допущение: за постоянные примем запас p , $\text{м}^3/\text{га}$ и длину дороги b . Каждую из стоимостей $A-E$ будем поочередно менять в пределах от 50 до 100% (относительно величин табл. 1), остальные стоимости оставим без изменения (то есть равными 100%).

Чтобы установить зависимость оптимальных a, v и K_{vf} от стоимости трелевки A , зададим ей значения от 50 до 150% соответствующей величины табл. 1 и для каждого значения A определим величины оптимальных параметров. Результаты такого подсчета для $p = 7 \text{ м}^3/\text{га}$ и $b = 6 \text{ км}$ представлены в виде кривой $A-A$ на рис. 2, 3 и 4, где величины a, v и K_{vf} выражены в процентах от соответствующих величин табл. 1. Сопоставляя кривые, нетрудно заметить, что стоимость трелевки A наиболее существенно влияет на расстояние между дорогами a (рис. 2). Так, уменьшение стоимости трелевки A до 50% дает увеличение оптимального расстояния между дорогами до 130%. Категория дороги v (рис. 3) при этом тоже повышается, хотя и менее заметно. Очевидно, что необходимость повышения категории дорог при уменьшении A вызвана увеличением расстояния между ними, поскольку в этом случае возрастает объем леса, тяготеющего к дороге, и тогда при больших скоростях перевозок дорога может быть использована с большим эффектом. Иначе говоря, при больших расстояниях между дорогами необходимо повышать их категорию (скорости), в противном случае неизбежны денежные потери, что особенно заметно при значительных объемах перевозимого леса и длинах дорог.

Зависимости оптимальных параметров схемы от других стоимостей (B, C, D, E) представлены на рис. 2, 3, 4 другими кривыми. Из рис. 4 видно, что минимальная сумма стоимости вывозки 1 м^3 древесины K_{vf} растет с увеличением каждой из стоимостей $A-E$, причем относительное возрастание K_{vf} зависит от доли каждой из составляющих. Однако если допустить, что время, затраченное на доставку рабочих к месту заготовки леса, оплачивается из расчета средней почасовой ставки (как это принято в примере), тогда минимум себестоимости 1 м^3 наиболее чувствителен к изменению затрат по доставке рабочих.

Хотя зависимости, представленные на рис. 1—4, не являются общими, а изменяются от принятых величин, тем не менее они могут быть использованы для решения ряда задач при внесении соответствующих поправок к найденным по рис. 1 величинам.

Например, для некоторых условий оказалось, что стоимости A, B, C на 30% выше, чем для среднего случая. Стоимости D и E совпадают с величинами табл. 1. Запас $p = 10 \text{ м}^3/\text{га}$, длина $b = 6 \text{ км}$.

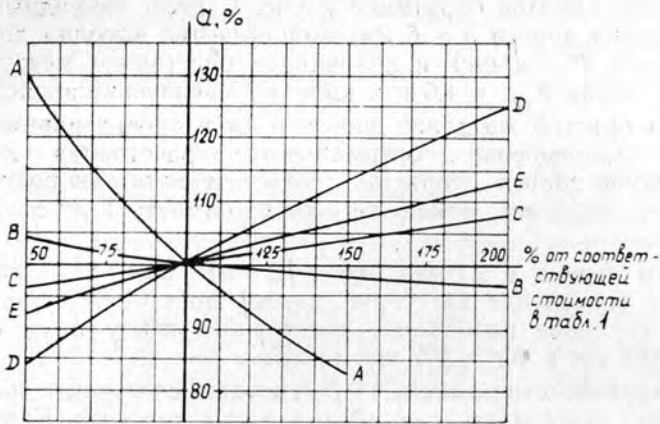


Рис. 2.

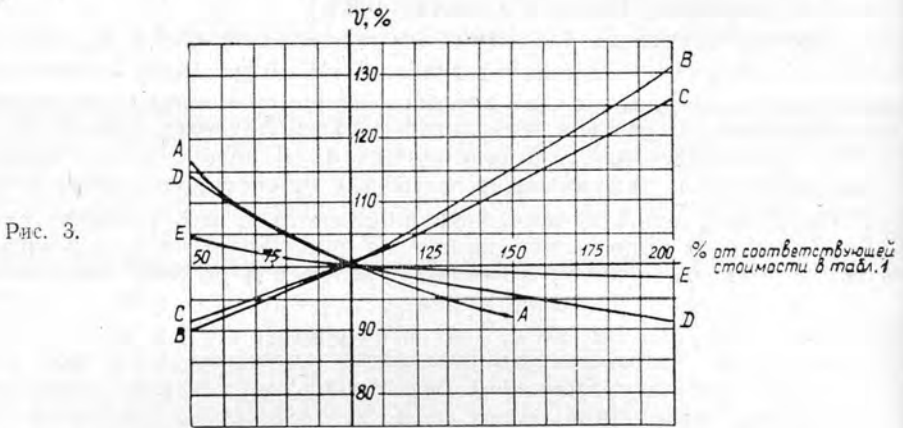


Рис. 3.

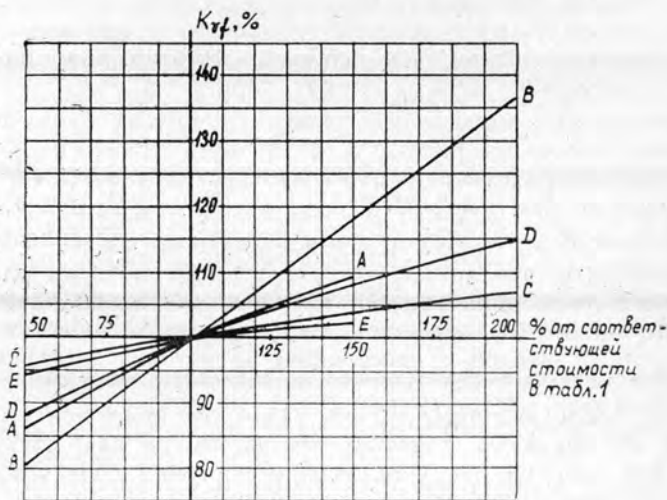


Рис. 4.

Требуется определить для данных условий оптимальные величины a , v и K_{vf} .

По графику рис. 1 находим: $a = 0,6$ км, $v = 24$ км/час, то есть дорога относится к 3-й категории, ее годовая стоимость $y = 1255$ шв. крон/км (табл. 1); $K_{vf} = 3,6$ шв. крон/м³. Поправку для a находим по графику рис. 2, из которого видно, что увеличение стоимости A до 130% вызывает снижение оптимального расстояния между дорогами до 88%. Кроме того, a уменьшится до 99%, если стоимость доставки рабочих B увеличится до 130% (кривая $B-B$, рис. 2). Но повышение стоимости C до 130% вызовет увеличение расстояния между дорогами до 103% (кривая $C-C$, рис. 2). Следовательно, для заданных условий оптимальное расстояние между дорогами $a = 0,6 \cdot 0,88 \cdot 0,98 \cdot 1,03 = 0,533$ км.

Таким же способом по графику рис. 3 находим поправки (на стоимости A , B и D) для категории дороги: $v = 24 \cdot 0,95 \cdot 1,09 \cdot 1,07 = 27$ км/час. Тогда минимальная сумма стоимости с учетом поправок (по рис. 4) равна: $K_{vf} = 3,6 \cdot 1,06 \cdot 1,12 \cdot 1,02 = 4,35$ шв. крон/м³.

В заключение следует отметить, что графики Г. Ларссона построены по строгим математическим формулам, а полученные результаты подтверждены практикой работы лесных предприятий Швеции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. G. Larsson. Studies of forest road planning. Stockholm, 1959. [2]. G. Larsson, O. Rydrstern. Economic design of motor track haul road systems in forest areas. Stockholm, 1968.

Поступила 15 января 1973 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.023

К ВОПРОСУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДРЕВЕСИНЫ С ЗАДНЕЙ ГРАНЬЮ РЕЗЦА ПРИ РЕЗАНИИ

Е. Г. ИВАНОВСКИЙ, Л. Е. ЗАГОРУЛЬКО,
А. Б. ИЗРАЕЛИТ, Э. М. ЛАУТНЕР

Ленинградская лесотехническая академия

Изложены результаты теоретических исследований взаимодействия задней грани резца с древесиной с учетом ее реологических свойств. Приведены зависимости от ряда факторов относительной деформации в каждый момент восстановления древесины с вынужденной постоянной скоростью, времени контакта задней грани с древесиной при резании, величины и характера эпюр усилий и напряжений по задней грани.

Эпюра распределения напряжений на задней грани резца во многом определяется контактными напряжениями, которые появляются в результате сдерживания задней гранью свободного восстановления древесины, подмятой в процессе резания лезвием резца. В первом приближении процесс взаимодействия древесины с задней гранью резца можно представить как частный случай процесса взаимодействия упруго восстанавливающейся древесины с некоторой площадкой, ограничивающей это восстановление по скорости.

Рассмотрим в наиболее простом и общем виде схему восстановления древесины с вынужденной постоянной скоростью (рис. 1). Пусть в момент времени $t = 0$ слой древесины имеет относительную деформацию $\epsilon_0 \neq 0$, и с этого момента производится «разгрузка» древесины площадкой $A-A$, движущейся вверх с постоянной скоростью v_n . Если скорость свободного восстановления древесины меньше скорости площадки v_n , то контакта между ними нет.

Расчеты ведем для вертикального столбика в слое древесины с весьма малым сечением $dF = dl \times db$, считая поперечную деформацию равной нулю. Принимаем [1], что древесина — вязкое упруго-пластическое тело, и процесс «разгрузки» можно описать реологическим уравнением А. Р. Ржаницына [3], связывающим контактное напряжение σ , относительную деформацию древесины ϵ и их производные по времени,

$$\sigma + n\dot{\sigma} = nE_2\dot{\epsilon} + E\epsilon, \tag{1}$$

где E — приведенный модуль упругости;
 E_2 — адиабатический (мгновенный) модуль упругости;
 n — время релаксации.

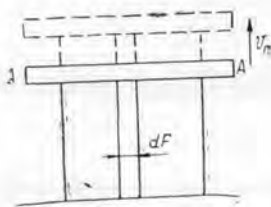


Рис. 1.

Величины E и n определяем по формулам

$$E = \frac{E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2};$$

$$n = \frac{\eta}{E_1 + E_2},$$

здесь E_1 — изотермический модуль упругости;

η — коэффициент вязкости материала.

Уравнение (1) преобразуем применительно к частным случаям.

При свободном восстановлении древесины $\sigma = 0$ и $\dot{\sigma} = 0$ (древесина получила относительную деформацию ε , после чего нагрузку мгновенно убрали) имеем

$$\dot{\varepsilon} = -a\varepsilon, \quad (2)$$

где $a = \frac{E}{nE_2}$.

При восстановлении с вынужденной постоянной скоростью дифференциальное уравнение имеет вид

$$\dot{\varepsilon} = -v_\varepsilon = \text{const.} \quad (3)$$

В уравнениях (2) и (3) знак минус показывает, что величина ε со временем уменьшается.

Проинтегрировав уравнение (3), получим величину относительной деформации в каждый момент процесса восстановления с заданной вынужденной скоростью

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - v_\varepsilon t. \quad (4)$$

При $\frac{E\varepsilon}{nE_2} \geq v_\varepsilon$ восстанавливающаяся древесина находится в контакте с площадкой $A-A$.

Время контакта T , по истечении которого древесина перестает взаимодействовать с ограничивающим скорость восстановления телом, найдем при совместном решении уравнений (2) и (3).

Проинтегрировав выражение (2) по t и определив постоянную интегрирования из условия $\varepsilon_{t=0} = \varepsilon_0$, получим

$$\varepsilon = \varepsilon_0 e^{-at}. \quad (5)$$

Подставив величину ε из уравнения (5) в выражение (2), найдем

$$\dot{\varepsilon} = -a\varepsilon_0 e^{-at}. \quad (6)$$

Уравнение (6) определяет величину скорости восстановления в зависимости от времени t , прошедшего после начала процесса восстановления, при свободном восстановлении древесины.

Приравняв правые части уравнений (3) и (6), после несложных преобразований получим

$$t = t^* = \frac{1}{a} \ln \frac{a\varepsilon_0}{v_\varepsilon}. \quad (7)$$

Через t^* секунд скорость изменения относительной деформации при свободном восстановлении была бы равна скорости изменения относительной деформации v_ε , задаваемой ограничивающим телом.

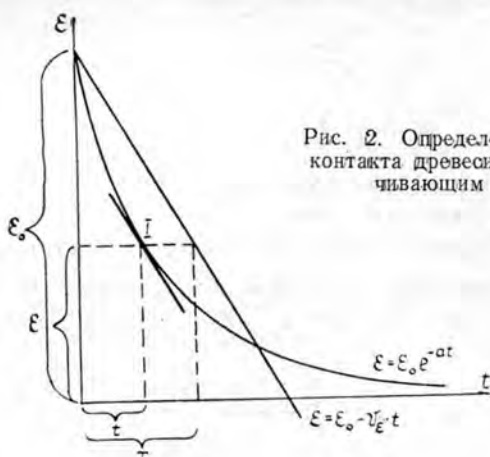


Рис. 2. Определение времени контакта древесины с ограничивающим телом.

На рис. 2 показано уменьшение со временем относительной деформации при свободном восстановлении древесины и то же при ее восстановлении со скоростью изменения относительной деформации $\dot{\varepsilon} = -v_{\varepsilon}$, когда

$$|v_{\varepsilon}|_{t=0} < \left| \frac{E\varepsilon_0}{nE_2} \right|.$$

При восстановлении с вынужденной постоянной скоростью величина ε равна тангенсу угла наклона прямой к оси абсцисс (рис. 2). Скорость $\dot{\varepsilon}$ в каждый момент времени свободного восстановления равна тангенсу угла наклона касательной к экспоненте $\varepsilon = \varepsilon_0 e^{-at}$ в точке кривой, соответствующей этому моменту.

Время t^* определится точкой I, когда касательная к кривой свободного восстановления параллельна прямой вынужденного восстановления. Из уравнений (6) и (7) находим величину ε , соответствующую моменту свободного восстановления (рис. 2),

$$\varepsilon = \frac{v_{\varepsilon}}{a} = \frac{v_{\varepsilon} \cdot n \cdot E_2}{E}.$$

Время ($t = T$) восстановления с вынужденной скоростью от ε_0 до $\varepsilon = \frac{v_{\varepsilon}}{a}$ определяем из формулы (4)

$$T = \frac{\varepsilon_0}{v_{\varepsilon}} - \frac{nE_2}{E}. \quad (8)$$

Чтобы в любой момент найти величину контактного напряжения для случая восстановления древесины с заданной скоростью, в уравнение (1) подставим значения $\dot{\varepsilon}$ и ε из формул (3) и (4); при этом учтем уменьшение напряжения контакта между древесиной и площадью $A-A$ со временем (знак «минус» перед σ). Тогда получим

$$\dot{\sigma} = A\sigma + B + Bt, \quad (9)$$

$$\text{где } A = \frac{1}{n}; \quad B = E_2 v_{\varepsilon} - \frac{E\varepsilon_0}{n}; \quad B = \frac{E v_{\varepsilon}}{n}.$$

Решив уравнение (9), найдем [2]:

$$\sigma = E v_{\varepsilon} n \left(1 - e^{-\frac{T-t}{n}} \right) - E_2 v_{\varepsilon} n + E (\varepsilon_0 - v_{\varepsilon} t). \quad (10)$$

Постоянную интегрирования определяли из условия $\sigma = 0$ при $t = T$.

Рассмотрим схему взаимодействия задней грани резца с древесиной при резании (рис. 3). Предположим, что над самой нижней точкой резца i находится вертикальный столб древесины шириной $dl \rightarrow 0$. При продвижении резца этот столб получит возможность упруго восстанавливаться со скоростью, определяемой профилем задней грани резца ibk , углом наклона задней грани к плоскости резания α и скоростью резания v . На участке bk при постоянной скорости резания вынужденная скорость восстановления столба постоянна.

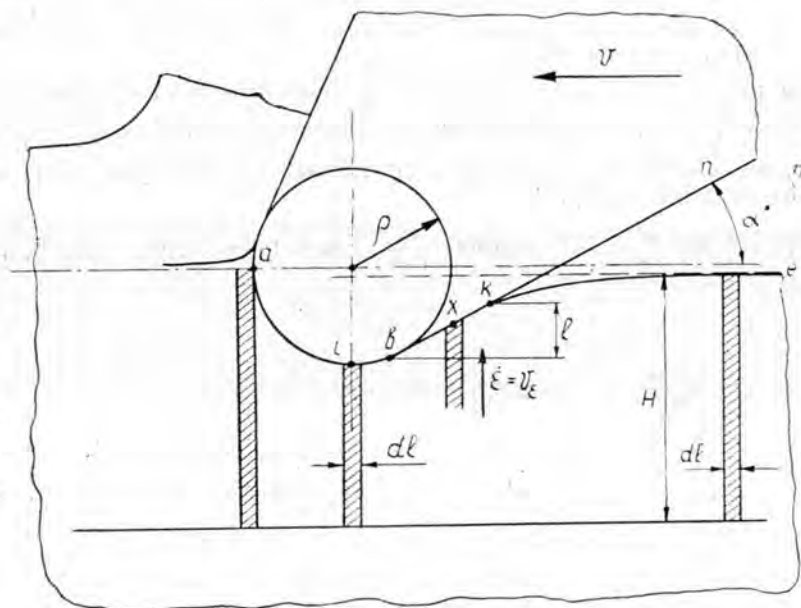


Рис. 3.

Участок задней грани резца ibk можно рассматривать как контактирующий с различными во времени состояниями вертикального столба древесины, получившего в момент, соответствующий точке резца i , начальную относительную деформацию ε . Тогда для участка задней грани резца bk формулы (3), (4), (8), (10) справедливы при следующих ограничениях: 1) древесина рассматривается как состоящая из отдельных, не связанных между собой вертикальных столбов, ширина dl которых близка нулю; 2) контактные напряжения, возникающие в результате трения древесины по задней грани резца, не учитываются.

Можно считать, что с некоторой погрешностью первое из указанных ограничений выполняется, так как связь между соседними слоями может проявляться при наличии разницы в скоростях их восстановления. Скорость восстановления на участке bk постоянна, а переменна лишь на участке ke . При таких ограничениях эпюра напряжений на участке bk определяется выражением (10).

Для построения эпюры распределения напряжений уравнение (10) можно представить в виде

$$\sigma = E\varepsilon_0 \left[\xi \frac{E}{E_2} \left(1 - e^{-\frac{T}{n} (1-\mu)} \right) + (1-\mu)(1-\xi) \right], \quad (11)$$

где ε_0 — величина относительной деформации в точке b ;
 μ — коэффициент пропорциональности в выражении $t = \mu T$ (поскольку вынужденная скорость восстановления постоянна, то в момент времени $t = \mu T$ напряжение определяется в особой точке x на прямой bk выражением $b\bar{x} = \mu \cdot bk$; $0 \leq \mu \leq 1$);

ξ — коэффициент, позволяющий выразить скорость изменения относительной деформации v_ε в долях от наибольшего значения $v_\varepsilon^{max} = \frac{\varepsilon_0 E}{n E_2}$, при котором скорость вынужденного восстановления равна скорости свободного восстановления (в момент $t = 0$); $0 \leq \xi \leq 1$.

На рис. 4 показана теоретическая зависимость относительного напряжения $\left(\frac{\sigma}{\sigma_{max}}\right)$ на участке bk от относительного времени $\left(\frac{t}{T}\right)$ при различных скоростях резания, вычисленных по формуле (11), и следующих величинах [4], [5]:

$$E = 5200 \frac{\kappa\Gamma}{\text{с.м}^2}; \quad E_2 = 7800 \frac{\kappa\Gamma}{\text{с.м}^2}; \quad n = 1 \cdot 10^{-4} \text{ сек}; \quad \varepsilon_0 = 0,2.$$

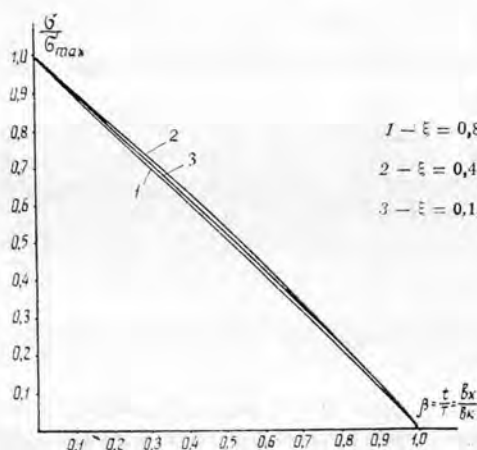


Рис. 4.

- 1 — $\xi = 0,8$, $v_\varepsilon = 0,8 v_\varepsilon^{max}$;
 2 — $\xi = 0,4$, $v_\varepsilon = 0,4 v_\varepsilon^{max}$;
 3 — $\xi = 0,1$, $v_\varepsilon = 0,1 v_\varepsilon^{max}$

Среднее напряжение на участке bk находим, проинтегрировав выражение (10) по времени и разделив полученное уравнение на время контакта T . Пределы интегрирования определяются из условия, что в момент, соответствующий точке b задней грани, $t = 0$, а соответствующий точке k величина $t = T$.

$$\sigma_{cp} = v_\varepsilon n [E - E_2] + E\varepsilon_0 - v_\varepsilon E \cdot \frac{T}{2} - \frac{v_\varepsilon n^2 E}{T} \left(1 - e^{-\frac{T}{n}} \right). \quad (12)$$

Соотношение между скоростью резания v и скоростью перемещения по вертикали v_b некоторой точки x древесины (рис. 3), контактирующей с задней гранью реза, имеет вид

$$v_b = v \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (13)$$

где α — задний угол реза.

Точка древесины при перемещении по вертикали со скоростью v_b из положения b в положение k за время T пройдет следующий путь:

$$l = T \cdot v_b = T v \operatorname{tg} \alpha.$$

Длина контакта по задней грани

$$\overline{bk} = \frac{l}{\sin \alpha} = \frac{T \cdot v \operatorname{tg} \alpha}{\sin \alpha}. \quad (14)$$

Скорость изменения величины относительной деформации

$$v_\varepsilon = \frac{v_b}{H} = \frac{v \operatorname{tg} \alpha}{H}, \quad (15)$$

где H — расстояние между упруго восстановившейся поверхностью резания и слоем древесины, на уровне которого деформации полностью затухают,

откуда

$$v = \frac{v_\varepsilon \cdot H}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (15')$$

Подставив значения v из уравнения (15') и T из выражения (8) в уравнение (14), после преобразований получим*

$$\overline{bk} = \frac{H}{\sin \alpha} \left(\varepsilon_0 - v_\varepsilon n \frac{E_2}{E} \right). \quad (16)$$

Усилие по задней грани от восстановления древесины

$$P = \sigma_{cp} \cdot \overline{bk} \cdot B, \quad (17)$$

где σ_{cp} — среднее напряжение по площади контакта;
 B — ширина площади контакта.

Используя формулы (8), (10), (16), при принятых выше значениях E и E_2 после преобразований получим

$$P_{\theta v_{max}} = 2P_{v=0} (1 - \theta) \left\{ 0,684 \theta \left[1 - 0,684 \frac{\theta}{1 - \theta} \left(1 - e^{-1,38 \frac{1 - \theta}{\theta}} \right) \right] + \frac{1}{2} (1 - \theta) \right\}, \quad (18)$$

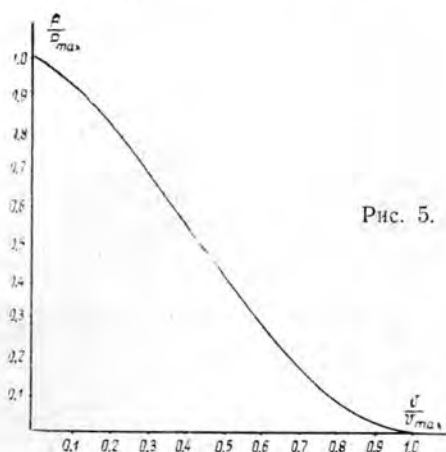
где $\theta = \frac{v}{v_{max}}$ — коэффициент пропорциональности; $0 \leq \theta \leq 1$.

В уравнении (18) учтено, что

$$P_{v_{max}} = 0; \quad P_{v=0} = \frac{HBE\varepsilon_0^2}{2 \sin \alpha} = 1; \quad v_{max} = \frac{E\varepsilon_0 H}{nE_2 \operatorname{tg} \alpha}.$$

* При необходимости можно учесть и влияние скорости восстановления на участке ke на общую картину взаимодействия восстанавливающейся древесины с задней гранью реза. Однако отмеченный С. А. Воскресенским [1] факт сопряжения задней грани реза с древесиной в точке k (как касательной kn к кривой поверхности древесины ke) в этой точке является основанием для предположения, что изменение скорости на участке ke не может существенно изменить картину явления.

На рис. 5 показана теоретическая зависимость относительного усилия $\left(\frac{P}{P_{max}}\right)$ на задней грани резца от относительной скорости резания $\left(\frac{v}{v_{max}}\right)$ при подстановке значений $\theta = 0,2 \div 0,8$ в формулу (18).



Из рис. 4 и 5 следует, что при принятых значениях параметров закон распределения напряжений по задней грани близок к линейному, и скорость резания мало влияет на форму эпюры напряжений.

Однако изменение скорости резания оказывает влияние на длину контакта bk , а следовательно, и на величину усилия по задней грани. Без учета силы трения по задней грани сила P уменьшается почти пропорционально увеличению скорости резания (при изменении скорости резания в пределах $0,2 < \frac{v}{v_{max}} < 0,8$).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. А. Воскресенский. Вопросы реологии в теории резания древесины. Сборник работ МЛТИ № 30, М., 1968. [2]. Л. Е. Загорюлько. Некоторые вопросы деформирования древесины при ее резании. Диссертация на соискание ученой степени кандидата техн. наук, Лесотехническая академия, Л., 1970. [3]. А. Р. Ржаницын. Некоторые вопросы механики систем, деформирующихся во времени. Гостехтеориздат, М., 1949. [4]. Н. Я. Солечник. Производство древесноволокнистых плит. Гослесбумиздат, М., 1963. [5]. Б. Н. Уголев. Деформативность древесины поперек волокон. Сборник работ, вып. 21, Московский лесотехнический институт, М., 1969.

Поступила 15 декабря 1972 г.

УДК 674.023

ДИНАМИКА ПРОЦЕССА ПИЛЕНИЯ НА ЛЕГКИХ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМАХ

А. С. КОРГУШОВ

Московский лесотехнический институт

Изложены результаты экспериментальных исследований динамики процесса пиления на тарных лесорамах типа РТ-2. Получены эмпирические формулы для расчета усилий пиления в зависимости от основных технологических факторов — подачи на зуб и высоты пропила.

В данной статье изложены результаты исследований по определению сил резания на легких лесопильных рамах с непрерывной подачей на специальной лабораторной установке, созданной на базе тарной лесорамы РТ-2 без каких-либо переделок привода подачи.

Вертикальную и горизонтальную составляющие силы взаимодействия пилы с древесиной регистрировали методом осциллографирования с помощью динамометра, усилителя сигнала ТА-5, осциллографа Н-700. Динамометр (рис. 1) состоит из основания, двух упругих чувствительных элементов (пустотелых цилиндров) с наклеенными по образующим в вертикальных и горизонтальной плоскостях тензодатчиками, двух державок для базирования и крепления образца.

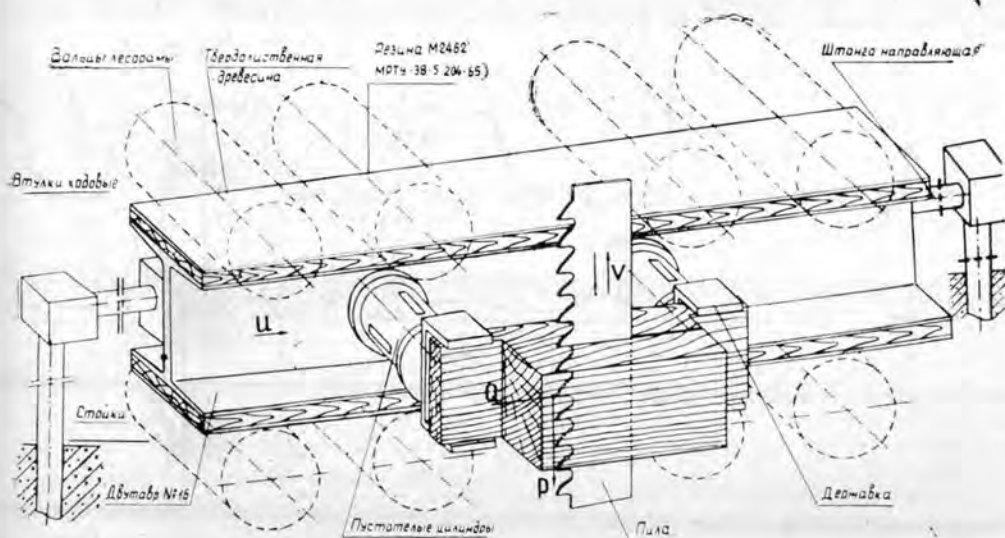


Рис. 1. Схема динамометрического суппорта.

Опыты были проведены при следующих условиях: порода древесины — сосна; влажность 50—70% при комнатной температуре; степень затупления зубьев $\rho < 15$ мк; уширение зубьев на сторону 0,5 мм; толщина пил 1,4 мм; шаг зубьев 15 мм (по ГОСТу 10482—63); угол передний 15°, задний 20°, угол заточки 55°, уклон пил 0,6 Δ; жесткость передней зубчатой кромки 8,0 кГ/мм.

Переменные в опытах: высота пропила $H = 80, 120, 160$ мм; скорость подачи $U_z = 0,25; 0,49; 0,73; 0,92$ мм. Методами тензометрии регистрировали следующие усилия:

- $P_{\text{ср. р. х}}$ — средняя касательная сила за условный* рабочий ход (средняя сила резания), кгГ;
 $P_{\text{max р. х}}$ — наибольшая касательная сила при рабочем ходе (наибольшая сила резания), кгГ;
 $P_{\text{min р. х}}$ — наименьшая касательная сила при рабочем ходе (наименьшая сила резания), кгГ;
 $P_{\text{ср. х. х}}$ — средняя касательная сила за условный* холостой ход (средняя сила скобления), кгГ;
 $P_{\text{max х. х}}$ — наибольшая касательная сила при холостом ходе (наибольшая сила скобления), кгГ;
 $P_{\text{ср}}$ — средняя касательная сила за один оборот коренного вала, кгГ;
 $Q_{\text{ср. р. х}}$ — средняя нормальная сила (средняя сила сопротивления подаче) за условный рабочий ход, кгГ;
 $Q_{\text{ср. х. х}}$ — средняя нормальная сила (средняя сила сопротивления подаче) за условный холостой ход, кгГ;
 $Q_{\text{max х. х}}$ — наибольшая нормальная сила (наибольшая сила сопротивления подаче) при холостом ходе, кгГ;
 $Q_{\text{ср}}$ — средняя нормальная сила (средняя сила сопротивления подаче) за один оборот коренного вала, кгГ.

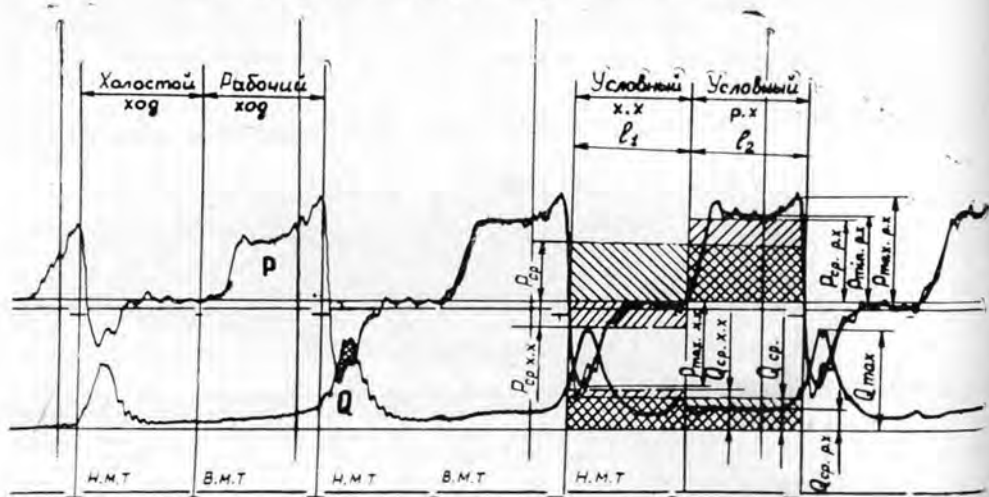


Рис. 2.

P — касательная (вертикальная) сила; Q — нормальная (горизонтальная) сила; н.м.т. и в.м.т. — соответственно нижняя и верхняя мертвые точки положения пильной рамки.

Характер изменения усилий пиления за один оборот коренного вала представлен на осциллограмме (рис. 2), полученной нами для случая пиления разведенными зубьями. Осциллограммы расшифрованы по импульсу силы, поэтому

$$P_{\text{ср. р. х}} = \frac{F_{\text{р. х}}}{l_1}; \quad P_{\text{ср. х. х}} = \frac{F_{\text{х. х}}}{l_2},$$

* Период одностороннего (однозначного) действия касательной силы; начало и конец периода — моменты исчезновения этой силы ($P=0$).

где $F_{p.x}$ и $F_{x.x}$ — площади сил резания и скобления (P , Q) на осциллограмме;

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{ср.р.х}} l_1 + P_{\text{ср.х.х}} l_2}{l_1 + l_2}.$$

Экспериментально установлено, что силовые показатели процесса рамного пиления растут линейно с изменением высоты пропила и скорости подачи*. Обобщая экспериментальные данные, мы получили следующие полуэмпирические формулы для расчета усилий пиления, действующих на зуб рамной пилы, в зависимости от указанных технологических факторов (табл. 1).

Таблица 1

Фактор	Полученные зависимости при	
	разводе зубьев	плющении зубьев
$P_{з. \text{max р.х}}$	$0,70 + (9,82 + 0,011H)$	$1,26 + (9,97 + 0,013H)$
$P_{з. \text{min р.х}}$	$0,70 + (6,75 + 0,015H)$	$1,26 + (5,66 + 0,018H)$
$P_{з. \text{ср. р.х}}$	$0,70 + (6,39 + 0,014H)$	$1,26 + (5,55 + 0,016H)$
$P_{з. \text{max х.х}}$	$0,31 + (10,97 + 0,008H)$	$0,53 + (12,69 + 0,010H)$
$P_{з. \text{ср. х.х}}$	$0,31 + (2,20 + 0,010H)$	$0,53 + (1,30 + 0,013H)$
$P_{з. \text{ср}}$	$0,50 + (4,30 + 0,012H)$	$0,89 + (3,42 + 0,0145H)$
$Q_{з. \text{ср. р.х}}$	$0,28 + (1,16 + 0,003H)$	$0,54 + (1,01 + 0,004H)$
$Q_{з. \text{ср. х.х}}$	$0,15 + (4,55 + 0,001H)$	$0,26 + (3,68 + 0,002H)$
$Q_{з. \text{max х.х}}$	$0,15 + (15,92 + 0,001H)$	$0,26 + (19,24 + 0,002H)$
$Q_{з. \text{ср}}$	$0,22 + (2,85 + 0,002H)$	$0,40 + (2,35 + 0,003H)$

Общие уравнения позволяют рассчитать усилия пиления, действующие на пилу при любых режимах,

$$P = P_з \cdot \frac{H}{t}; \quad Q = Q_з \cdot \frac{H}{t},$$

где $P_з$, $Q_з$ — усилия, отнесенные к одному зубу пилы (их находят по приведенным выше общим уравнениям связи, кг);

H — высота пропила, мм;

t — шаг зубьев, мм.

Усилия, рассчитанные по предлагаемым нами формулам, хорошо согласуются с экспериментальными данными**; в частности, расхождения в подавляющем большинстве случаев не превышают 5%, а в целом не выходят за пределы 10%, за исключением двух режимов: 1) $H = 120$ мм, $U_z = 0,92$ мм — при разводе зубьев; 2) $H = 160$ мм, $U_z = 0,92$ мм — при плющении зубьев, где расхождение составляет около 20%. Значительное превышение фактических сил над расчетными при этих режимах объясняется большой напряженностью впадины.

Выводы

1. Наибольшие силы скобления и отжима при холостом ходе выше у плющенных зубьев, чем у разведенных. Это положение согласуется

* За исключением случаев переполнения впадины стружкой, о чем будет сказано ниже.

** Поэтому мы их не приводим.

с теорией. Дело в том, что максимальное значение сил соответствует такому положению пильной рамки, когда она поднялась из нижней мертвой точки на ординату, примерно равную шагу зубьев. В этом положении глубина сминаемого слоя древесины одинакова [2] при плющенных и разведенных зубьях, однако, ширина слоя различна: при плющенных зубьях она равна ширине пропила, а при разведенных — толщине пилы. Разность сил по передней грани (задняя грань зуба при холостом ходе играет роль передней) определяет суммарную разность усилий.

2. Средние силы за холостой ход (и касательные, и нормальные) при разведенных зубьях выше, чем при плющенных, и темп роста их с увеличением подачи на зуб также возрастает. Это тоже согласуется с теорией. Во-первых, характер изменения касательных сил при холостом ходе адекватен характеру изменения нормальных сил. Во-вторых, зона действия наибольших усилий при холостом ходе больше у разведенных* зубьев, чем у плющенных. В-третьих, разведенные зубья при скоблении через одну кинематическую ступеньку (например, на пути скобления от ординаты $y_1 = t \cdot \cos \varphi$ до $y_2 = 2t \cdot \cos \varphi$) оказываются в условиях, аналогичных условиям рабочего хода по отношению к плющенным зубьям (значения силы больше по боковым лезвиям).

3. Плющенные зубья, имеющие один и тот же шаг, что и разведенные, позволяют реализовать большую посылку, то есть экспериментально** подтверждены теоретические положения, впервые выдвинутые нами [3], о большей емкости междузубных впадин при пилении плющенными зубьями, чем разведенными. Так, например, при высоте пропила 120 мм и высоте подачи 0,92 мм произошло переполнение впадин*** у разведенных зубьев; у плющенных зубьев это явление при данном режиме не зарегистрировано.

4. Сила трения стружки о стенки пропила при плющенных зубьях выше, чем при разведенных. Это явление впервые экспериментально отмечено нами и может быть объяснено лишь меньшим зажимом стружки в пропилах при разведенных зубьях. В расчетных формулах усилий пиления третья слагаемое представляет собой не одну силу трения, как об этом иногда пишут, а сумму сил трения и инерции стружки. Поскольку площади поперечного сечения срезаемых стружек (а следовательно, и массы) равновелики при разведенных и плющенных зубьях****, то силы инерции стружек можно считать равными, а потому можно оперировать суммарными значениями сил и утверждать, что силы трения в том и другом случаях различны.

5. Опыты показали, что шаг 15 мм при плющении зубьев позволяет реализовать наибольшую посылку при достаточно большой высоте пропила (120 мм).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Бершадский. Резание древесины. ГЛБИ, М.—Л., 1956. [2]. А. С. Коргушов. Кинематические соотношения при пилении на лесорамах с акси-

* Это положение впервые экспериментально отмечено нами (см. осциллограмму усилий пиления). Если зубья плющенные, то после подъема пильной рамки свыше шага зубьев скобление идет по деформированному слою древесины, что связано с резким спадом давлений на зубья пилы. Разведенные зубья находятся в иных условиях. При подъеме их от первой до второй кинематической ступеньки каждый зуб сминает слой недеформированной древесины шириной $(b-s)$ и слой деформированной древесины шириной $(2s-b)$, вследствие чего при ординате положения пильной рамки $\approx 2t$ имеет место второй сильный всплеск сил.

** Ранее аналогичный результат экспериментальных исследований был получен А. Л. Бершадским [1].

*** Об этом можно судить по косвенному показателю — силам пиления.

**** При одном и том же шаге зубьев и одной и той же посылке.

альным механизмом резания и непрерывной системой подачи с учетом конечной длины шатуна и профиля дна пропила. Сборник научных трудов ЦНИИМОДа, вып. 24, т. 1, Архангельск, 1969. [3]. А. С. Коргушов. Аналитическое определение рабочей площади междузубной впадины при рамном пилении. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1972.

Поступила 2 января 1973 г.

УДК 674.028.7

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО РАДИУСА ИЗГИБА ШПОНА

А. И. ЯНСОН, Э. И. ДЯЧУН

Львовский лесотехнический институт

Даны результаты исследований сложного гнутья шпона в зависимости от его толщины, влажности, температуры пуансона и величины удельного давления прессования в месте изгиба. Для определения минимально допустимого радиуса изгиба березового шпона в зависимости от указанных факторов получена формула; метод вычисления радиуса решен графическим способом.

Широкое развитие производства гнутоклееных элементов из шпона требует тщательного изучения технологических режимов их изготовления. При изгибе пакета в прессформе, еще до запрессовки, возникает опасность излома его отдельных листов. Чтобы избежать этого дефекта, необходимо знать минимально допустимый радиус изгиба шпона в зависимости от ряда факторов технологического режима. Минимально допустимым радиусом изгиба шпона назван минимальный внутренний радиус его изгиба $R_{м.д}$, при котором не наблюдается следов разрушения древесины.

Задача наших исследований — определение минимально допустимого радиуса изгиба шпона в зависимости от его толщины, влажности, температуры пуансона, который его изгибает, и величины удельного давления прессования в месте изгиба.

Процесс изгиба пакета шпона в жесткой прессформе показан на рис. 1. Сила P_1 , действуя по оси пуансона, преодолевает усилие сопротивления изгиба пакета. Величина силы P_1 зависит от модуля упругости отдельных листов шпона и должна учитывать силы трения между соседними листами шпона и между наружным листом пакета и кромкой матрицы. При достаточной толщине пакета под действием силы P_1 его верхние листы подвергаются упрессовке (в месте изгиба) по месту контактирования с пуансоном. По мере удаления листов от пуансона их упрессовка уменьшается. Такое гнутье, когда бруску или пластине придается криволинейная форма при одновременном прессовании древесины (уменьшение первоначального сечения), называют сложным. Нижний лист пакета в этом случае не упрессовывается, что отвечает условиям простого гнутья. При простом гнутье бруску или пластине придают криволинейную форму, но поперечное сечение изгибаемой древесины остается практически неизменным.

Допустим, что в процессе сложного гнутья шпон упрессовывается, тогда

$$\delta_1 = \delta (1 - \epsilon_r), \quad (1)$$

где δ , δ_1 — соответственно толщина до и после упрессовки шпона в месте изгиба;

ϵ_r — относительная упрессовка шпона по толщине.

На основании выражения (1) нами теоретически получена формула для определения минимально допустимого радиуса изгиба шпона при сложном гнутье

$$R_{м,д}^c = R_{м,д}^п (1 - \varepsilon_T), \quad (2)$$

здесь $R_{м,д}^c$, $R_{м,д}^п$ — соответственно минимально допустимый радиус изгиба шпона при сложном и простом гнутье.

Выражение (2) показывает, что при сложном гнутье увеличение относительной упрессовки шпона по толщине, а соответственно и удельного давления прессования шпона в месте изгиба приводят к уменьшению радиуса изгиба.

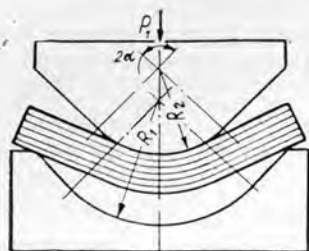


Рис. 1.

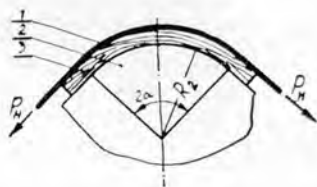


Рис. 2.

Исследование сложного гнутья шпона мы проводили на специальной установке. Принципиальная схема нагружения образца при испытаниях на установке показана на рис. 2.

Брали березовый шпон толщиной 0,70; 0,95; 1,50 и 1,85 мм при влажности 6—15% с градацией через 2—3% и температурах пуансона 25, 75, 100 и 150°C. Размеры образцов 150×30 мм. Предварительно их выдерживали в эксикаторах для выравнивания влажности, которую определяли по ГОСТу 1143—41. Отклонения от толщины образцов не превышали регламентаций по ГОСТу 99—57 «Шпон лущеный». Удельное давление прессования шпона в месте изгиба изменялось от 0 до 50 кг/см². На выпуклой поверхности располагалась правая сторона шпона.

Ленте 1 (рис. 2), которая огибала рабочую поверхность пуансона со скоростью 9 град/сек, давалось натяжение P_n . Шпон 3 размещался между лентой и пуансоном 2, благодаря чему и происходило сложное гнутье шпона. Пуансон нагревался до необходимой температуры. Изменение величины натяжения гибкой ленты P_n и сменные пуансоны с переменным радиусом (3, 5, 7, 12, 15, 20, 25, 30 и 45 мм) позволили проводить исследования при различных удельных давлениях прессования.

Среднее удельное давление прессования шпона в месте изгиба определяли по формуле

$$P_{cp} = \frac{P_n}{B \cdot R_2} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha}, \quad (3)$$

где P_n — усилие натяжения гибкой ленты;

B — ширина пуансона;

R_2 — радиус пуансона;

α — половина угла охвата гибкой лентой рабочей поверхности пуансона (половина угла контактирования).

Критерием оценки являлся минимальный радиус изгиба шпона, при котором партия, состоящая из 16 образцов, не имела дефекта изгиба. Он и принимался за минимально допустимый радиус изгиба. Для каждой серии образцов постоянными величинами были толщина шпона, влажность и температура пуансона, а переменными — удельное давление прессования и радиус пуансона. По методической сетке было проведено 257 опытов с количеством наблюдений 4110.

Анализ экспериментов показал, что для всех значений толщин шпона минимально допустимый радиус изгиба уменьшается с увеличением удельного давления прессования и влажности шпона. При всех значениях температуры пуансона минимально допустимый радиус изгиба шпона наиболее интенсивно снижается при повышении удельного давления прессования от 0 до 10 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$. При постоянном давлении прессования минимально допустимый радиус изгиба шпона увеличивается с уменьшением температуры пуансона и влажности шпона.

Обработка данных исследований методом математической статистики дала возможность получить общую формулу для расчета минимально допустимого радиуса изгиба шпона в зависимости от исследуемых технологических факторов

$$R_{\text{м.д}}^c = \frac{47,609\% - 14,326 - (0,08478\% - 0,02935) t - [1,0513\% - 0,1527 + (0,002522\% - 0,000929) t] \cdot W}{(1 + P_{\text{ср}})^{0,143 + 0,0103W + t(0,000048W + 0,000041)}} \quad (4)$$

Из формулы (4) видно, что при $P_{\text{ср}} = 0$ (случай простого гнутья) знаменатель превращается в единицу, а числитель представляет собой минимально допустимый радиус изгиба шпона $R_{\text{м.д}}^n$ при простом гнутье. Тогда при $P_{\text{ср}} \neq 0$ выражение (4) можно записать так:

$$R_{\text{м.д}}^c = \frac{R_{\text{м.д}}^n}{d}, \quad (5)$$

$$\text{где } d = (1 + P_{\text{ср}})^b.$$

Для определения величин $R_{\text{м.д}}^n$ и d построены номограммы, что позволило задачу определения минимально допустимого радиуса изгиба решать графическим способом.

Номограмма для вычисления минимально допустимого радиуса изгиба $R_{\text{м.д}}^n$ березового шпона при простом гнутье представлена на рис. 3. Если, например, дано, что $\delta = 1,50$ мм, $W = 10\%$, $t = 100^\circ\text{C}$, то $R_{\text{м.д}}^n = 30,2$ мм.

Для определения коэффициента d при сложном гнутье березового шпона применяют номограмму, приведенную на рис. 4. Например, если $\delta = 1,50$ мм, $W = 10\%$, $t = 20^\circ\text{C}$, $P_{\text{ср}} = 5$ $\kappa\Gamma/\text{см}^2$, то $d = 1,60$.

Пользуясь номограммами, приведенными на рис. 3 и 4, вычислим $R_{\text{м.д}}^c$ для следующих условий: $\delta = 1,50$ мм, $W = 10\%$, $t = 20^\circ\text{C}$, $P_{\text{ср}} = 5$ $\kappa\Gamma/\text{см}$. Искомый минимально допустимый радиус при сложном гнутье

$$R_{\text{м.д}}^c = \frac{40,3}{1,6} = 25,2 \text{ мм.}$$

Отклонения между значениями $R_{\text{м.д}}^c$, вычисленными по формуле (4) или по номограммам и найденными опытным путем, составляют в среднем 8%. Отклонения более 10% наблюдаются при больших удельных давлениях прессования (35—50 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$), что редко встреча-

ется в производственных условиях. Это позволяет формулу (4) и номограммы использовать в практических целях.

При применении результатов данных исследований в производственных условиях необходимо для заданного конкретного размера пакета шпона и геометрических параметров прессформ по формулам сопротивления материалов рассчитать $P_{ср}^n$ — среднее удельное давление прессования верхнего листа пакета шпона. Если $P_{ср}^n \geq P_{ср}$, то гарантирован бездефектный изгиб листа. При соблюдении указанных выше условий гарантируется бездефектный изгиб всех внутренних листов пакета.

При расчете $P_{ср}^n$ необходимо учитывать напряжения от перерезающей силы (как составляющей изгибающего момента), существенно влияющей при малых радиусах изгиба и зависящей от модулей упругости первого и второго рода для древесины шпона.

Для получения малых радиусов изгиба (3—10 мм) пакета шпона (например, блоки гнукотклеенных ящичков) необходимо конструктивно предусматривать дополнительное усилие прессования пакета в месте изгиба при помощи натягиваемых шин или лент.

Поступила 19 октября 1972 г.

УДК 674.023

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЗУБЦОВ И СТРУЖКИ ПРИ ПИЛЕНИИ УНИВЕРСАЛЬНЫМИ ПИЛЬНЫМИ ЦЕПЯМИ

В. А. УСПЕНСКИЙ, А. И. НЕВЛЕВ, В. М. МАКСИМОВ

Воронежский лесотехнический институт

Уточнены некоторые закономерности стружкообразования для серийно выпускаемых универсальных пильных цепей, обоснованы и предложены конструкции цепей, при пиленнии которыми процесс стружкообразования более совершенен.

Для изучения взаимодействия зубцов и стружки в пропиле нами произведено опытное пиление универсальными пильными цепями на испытательном стенде при различных толщинах стружки. После остановки пильного аппарата пропил вскрывали и при продвижении пильной цепи на медленной скорости при одновременном действии усилия надвигания визуально наблюдали процесс взаимодействия зубцов и стружки. Наиболее характерные моменты фотографировали.

На рис. 1 представлен снимок реза сосны после вскрытия пропила, где ясно видна стружка, подрезанная позади идущим зубцом. Концы стружки приподняты кверху и обращены внутрь — к стенке пропила, от которой стружку отделяет Г-образный зуб, то есть в сторону зуба. На этом же рисунке стружка, надрезанная впереди идущим зубцом, также отогнута кверху, но обращена своими концами наружу. Надрезанная стружка отрывается и транспортируется ограничителем подачи последующих зубцов. Стружка толщиной 0,3 мм и менее обычно подминается ограничителем подачи; процесс стружкообразования в этом случае происходит нормально (ограничитель не выполняет функции резания), вследствие чего кинематическая связь между параметрами пиления соответствует теоретическим исследованиям, согласно которым толщина стружки

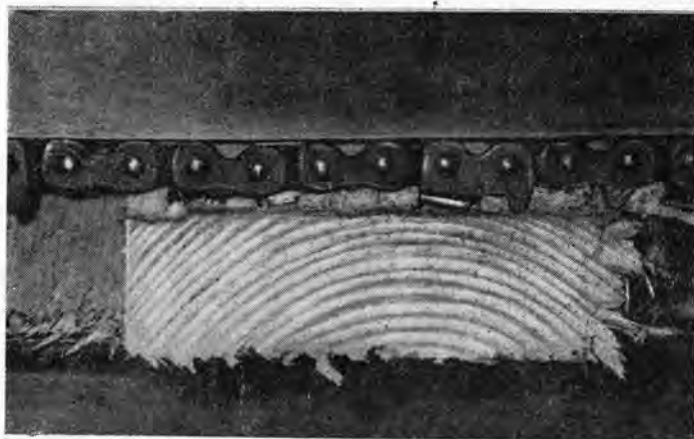


Рис. 1.

$$h = \frac{4}{7} \cdot m,$$

где m — величина снижения ограничителя подачи*.

Однако практически пиление производится с образованием стружки толщиной более 0,3 мм, и, следовательно, процесс образования стружки происходит аномально. Это резко меняет существующие до сих пор представления о кинематике пиления цепями типа ПЦУ и о роли ограничителя подачи в процессе стружкообразования. Отрыв стружки ограничителем, несмотря на криволинейность конфигурации последнего, можно объяснить значительным усилием внедрения ограничителя подачи в дно пропила в результате действия сил, нарушающих продольную устойчивость.

Наблюдениями установлено, что ограничитель последующего зуба движется по траектории режущей кромки впереди идущего зуба, а режущая кромка позади идущего зуба, в связи с непрерывностью подачи, проходит ниже режущей кромки впереди идущего зуба, надрезая новую стружку. Схема стружкообразования при поперечном пилении древесины универсальными пильными цепями показана на рис. 2. Согласно теории, в данном случае имеет место следующая кинематическая связь:

$$h = \frac{t_p \cdot m}{2t_p - a}, \quad (1)$$

где a — расстояние между режущей кромкой Г-образного зуба и точкой касания дна пропила ограничителем зуба;

t_p — шаг между разноименными Г-образными зубьями в цепи.

В действительности, по нашим наблюдениям, при толщине стружки более 0,3 мм указанная кинематическая связь нарушается, так как пиление происходит либо с нарушением продольной устойчивости, либо с внедрением ограничителя в древесину. Толщину стружки следует определять или по уравнению кинематики (1), или на основе данных

* В. А. Успенский. Пильные цепи на лесозаготовках. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967.

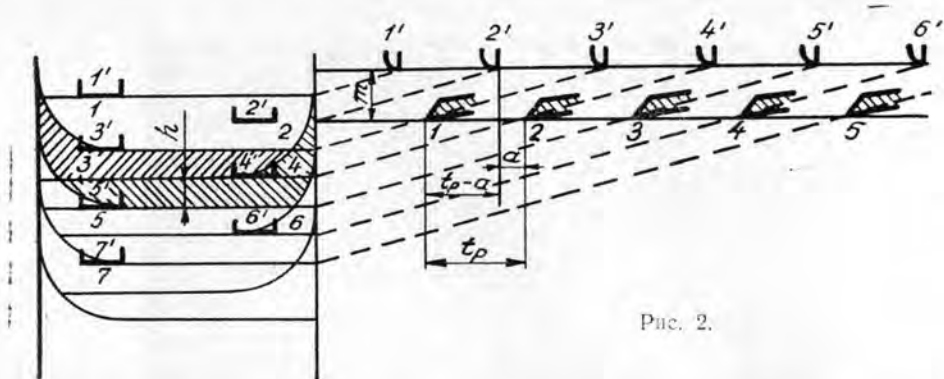


Рис. 2.

о величине производительности чистого пиления при известных значениях высоты пропила и скорости резания.

Значительные сопротивления движению ограничителя по дну пропила и отрыв стружки тупой кромкой ограничителя — все это говорит о недостатках конструкций универсальных пильных цепей любого назначения. Нами предложена конструкция универсальной пильной цепи, имеющая существенные преимущества перед выпускаемыми серийно (авторское свидетельство № 309814 от 3.05.71 г. по классу В 27в 33/14. Б. И. № 23, 1971).

Поступила 14 декабря 1972 г.

УДК 674.047

К ВОПРОСУ О КОНДИЦИОНИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПОСЛЕ КАМЕРНОЙ СУШКИ*

Ю. Н. КОНДРАТЬЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Приведены результаты экспериментальных исследований корреляционной связи между конечной влажностью сосновых пиломатериалов и перепадом влажности по их толщине.

В руководящих материалах по камерной сушке пиломатериалов [1] установлены допускаемые пределы перепада влажности по толщине высушенных пиломатериалов в зависимости от качества сушки. Однако без кондиционирующей обработки пиломатериалов практически невозможно получить допустимый перепад влажности после сушки, а это приводит к резкому снижению качества готовой продукции.

Исследования, проведенные в лаборатории сушки ЛТА, позволили экспериментальным путем установить линейную корреляционную зависимость между конечной влажностью W_k отдельных досок и перепадом влажности ΔW по их толщине (рис. 1).

Опыты проводили на сосновых образцах толщиной 32 мм, шириной 150 мм и длиной 450 мм. Торцы образцов были замазаны смолой ВИАМ-БЗ. Сушку проводили по нормальному режиму. Начальная влажность образцов — 40—80%, конечную влажность находили весовым способом; замеры перепада влажности определяли методом, при-

* Работа выполнена под руководством проф. А. Н. Песоцкого.

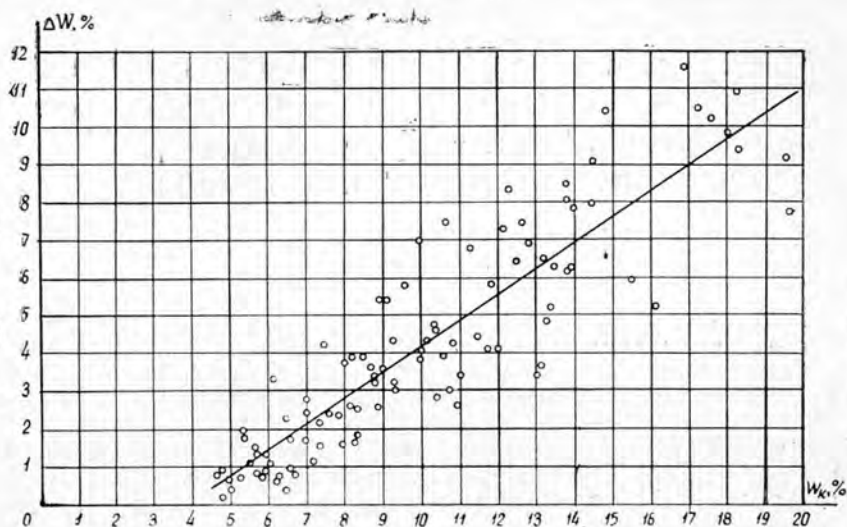


Рис. 1.

веденным в руководящих материалах [1]. Секции для определения общей конечной и послойной влажности вырезали из средней части образцов.

В результате обработки экспериментальных данных, полученных при исследовании конечной влажности и перепада влажности по толщине, был вычислен коэффициент корреляции

$$r = 0,9 \pm 0,018$$

и получено уравнение связи

$$\Delta W = 0,68 W_k - 2,61 \pm 1,3\%,$$

где ΔW — перепад влажности по толщине доски, %;

W_k — конечная влажность доски, %.

Корреляционная связь между W_k и ΔW в процессе сушки пиломатериалов возникает лишь тогда, когда влажность в средней части материала достигает точки насыщения волокна.

Результаты исследований подтверждают необходимость кондиционирующей обработки высушенных пиломатериалов. Впервые полученное уравнение связи дает возможность определить величину, на которую требуется уменьшить перепад влажности по толщине материала кондиционирующей обработкой при любом качестве сушки и для любой средней конечной влажности.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Руководящие материалы по камерной сушке пиломатериалов. ЦНИИМОД, Архангельск, 1971.

Поступила 25 декабря 1972 г.

УДК 621.317 : 674.815-41

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО МОМЕНТА ДИПОЛЯ

А. Н. ЖИЛИН, В. Н. ВОСТРОВ, А. А. ВАИС

Сибирский технологический институт

Приведено описание и принцип работы устройства для измерения механического момента диполя (древесных частиц), помещенного в электрическое поле. Показание механического момента снимается непосредственно по шкале прибора.

Электронно-ионная технология (ЭИТ) получила широкое признание [3]. При использовании ЭИТ в производстве древесностружечных плит [1] важно установить количественные связи между электрическим полем и электромеханическими моментами, поворачивающими древесные частицы (диполи) для ориентированной укладки их в ковер плиты.

В большинстве случаев моменты диполей определяют аналитически [2], [3]. В основные уравнения процесса входят величины, учитывающие физические свойства материала диполя, но обычно эти величины неизвестны. Поэтому расчеты получаются объемными, с допущениями, снижающими их достоверность.

Экспериментальные измерения значительно упрощают рассматриваемый вопрос. Но так как приборов для исследований подобного рода нам не удалось обнаружить, то мы разработали специальное измерительное устройство с непосредственным отсчетом величины момента диполя по шкале.

Конструктивно основные части устройства выполнены следующим образом. Объект измерения—древесную частицу—симметрично устанавливают на подвижной части устройства, изготовленной в виде легкой тонкой трубки диаметром 1—1,5 мм с конусными наконечниками. Трубку можно сделать из любого изоляционного материала, например, листа тонкой плотной бумаги, пропитанной клеем или лаком, а конусы с подпятниками взять от непригодного школьного прибора.

Подпятники устанавливают так, чтобы трубка занимала вертикальное положение над горизонтально поставленным электроизмерительным прибором магнитоэлектрической системы, имеющим большую чувствительность и высокий класс точности с нулем в центре шкалы, например, М105. В дальнейшем этот прибор будем называть измерителем. В корпусе измерителя над верхним подпятником сверлят отверстие диаметром 10—15 мм, через которое подвижная часть легким поводком жестко связывается с трубкой над прибором. Это обеспечивает полную синхронность в углах поворота обеих частей, составляющих подвижную часть устройства.

Для создания равномерного горизонтального электрического поля вокруг объекта измерения—диполя—над измерителем в вертикальном положении устанавливают два металлических плоских параллельных друг другу электрода (дюралевые пластины). Электроды размещают так, чтобы трубка и укрепленный на ней диполь находились в центре, то есть в наиболее равномерной области поля, где краевой эффект предельно ослаблен и практически не влияет на величину измеряемого момента.

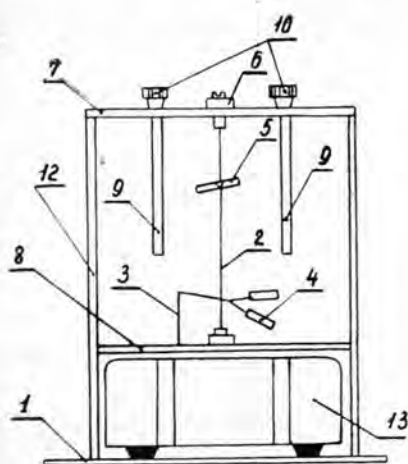


Рис. 1. Общий вид измерительного устройства.

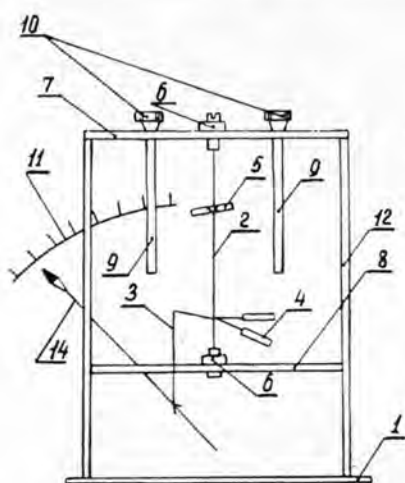


Рис. 2. Измерительное устройство без измерителя.

Принципиальная схема измерительного устройства показана на рис. 1 и 2, где обозначено: 1—нижняя стенка каркаса (оргстекло), используется для крепления узлов устройства; 2—подвижная часть—трубка из бумаги, передает момент диполя 5 к поводку 3; 3—металлический поводок, соединяет трубку 2 с подвижной частью измерителя 13; 4—противовесы трубки 2, предназначены для балансировки подвижной системы; 5—объект измерения—диполь; 6—агатовые подпятники конусов трубки 2; 7—верхняя стенка каркаса (оргстекло), используется для крепления узлов; 8—металлическая пластина, служит электростатическим экраном измерителя 13 и крепежом для нижнего подпятника 6 (дюраль); 9—электроды, формирующие рабочее электрическое поле устройства; снабжены приспособлением для регулировки расстояния между ними (дюралевые пластины); 10—зажимы электродов для подвода высокого регулируемого полярного напряжения; 11—шкала измерителя; 12—боковые стенки каркаса (оргстекло), охраняющие устройство от движения воздушной среды; 13—измеритель; 14—стрелка измерителя.

Работа устройства основана на использовании взаимодействия биполярно заряженной частицы с электрическим полем. Под воздействием поля в объекте измерения происходит поляризация (рис. 3). Заряды противоположных знаков образуют с полем пару сил; возникает дипольный электромеханический момент, который через систему 2—3 передается на измеритель. Стрелка измерителя отклоняется, в зависимости от полярности поля, в ту или иную сторону до положения, когда момент диполя уравновешивается противодействием пружин подвижной части измерителя (электрическая часть прибора не подключается, прибор является лишь высокоточным измерителем механических моментов). По шкале отсчитывают электрическую величину и с помощью таблицы или градуировочного графика переводят ее в механический момент диполя.

Дипольный момент (например, древесных частиц) измеряют в следующем порядке. Подготовленную частицу определенной породы, размеров и влажности симметрично зажимают на трубке 2 (рис. 1). Винтами устройство приводят в такое положение, при котором труб-

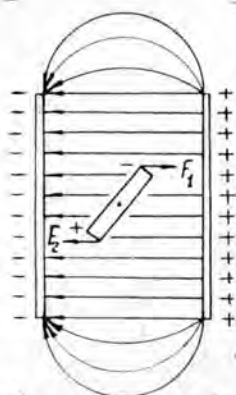


Рис. 3. Схема взаимодействия диполя с электрическим полем.

ка располагается вертикально. Корректор устанавливает стрелку измерителя в нулевое положение. На электроды подается полярное напряжение. При отклонении стрелки измерителя по шкале прибора снимают показание вращающего момента.

Мы широко применяли это устройство в исследованиях по внедрению ЭИТ в производство древесностружечных плит. При использовании устройства установлено следующее.

1. Устройство для измерения механического момента диполя безотказно в работе, позволяет просто, быстро и достаточно точно измерять дипольные моменты твердых частиц. Измеряет не только максимальные моменты, но и любые другие при неполной ориентации частиц относительно линий поля.

2. Дает возможность определять общий момент нескольких диполей, жестко ориентированных относительно друг друга и поля, а также средневзвешенный момент одного диполя в такой композиции.

3. Позволяет выяснить в поле влияние одного диполя на другой, если измерение проводить сначала с одним, а затем с двумя, тремя и так далее диполями (эффект близости).

4. Дает возможность измерять моменты ориентации компенсационным способом, если измеритель подключить к источнику электрической энергии и за счет его электромеханического момента возвращать диполь, против сил поля, в исходное нулевое положение.

5. Позволяет фиксировать в записи скорость процесса ориентации диполя в поле, если подать ЭДС, возникающую в обмотке магнитоэлектрического измерителя, на осциллограф через соответствующий усилитель. Таким же путем можно записывать и динамику мощности процесса ориентации, если в установке в качестве измерителя использовать милливольтметр электродинамической системы.

6. Позволяет, дополнительно к регулируемому источнику высокого напряжения, плавно и дистанционно корректировать напряженность рабочего поля за счет микрометрического механизма перемещения электродов.

7. Боковые стенки каркаса из оргстекла дают возможность визуально вести наблюдения, а также фиксировать процесс с помощью кинокамеры или фотоаппарата.

8. Устройство собирают, в основном, из стандартных узлов, оно весьма просто в изготовлении, имеет малый вес, небольшие габариты, вполне транспортабельно. Стоимость устройства определяется, по сути, стоимостью измерителя.

9. Измерительное устройство можно использовать не только для исследования диполей в виде древесных частиц, но также в ЭИТ

очистки семян и зерна перед посевом, а также в ЭИТ ворсистых изделий, в нанесении различных покрытий и в других производствах, работающих на использовании электрических полей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Востров, А. А. Вайс. Ориентация древесных частиц в электрическом поле. Журн. «Фанера и плита», ВНИИПИЭН/Леспром, 1, 1972. [2]. С. Г. Калашников. Общий курс физики. Т. II. Электричество, ПИТТЛ, М., 1956. [3]. А. Т. Наги-Заде. Зарядка частиц удлиненной формы на плоских электродах. Известия АН СССР. «Энергетика и транспорт» № 1, 1966.

Поступила 24 ноября 1972 г.

УДК 674.049.2

КОМПРЕССИОННЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ И РАСХОД ЭНЕРГИИ НА ИХ ПРЕССОВАНИЕ

И. Т. МАТЮШИН

Московский лесотехнический институт

Приведена аналитическая зависимость высоты обжимаемого материала от удельного давления прессования, представляющая интерес для решения ряда практических задач, связанных с технологией таблетирования древесно-клеевых композиций, и при конструировании новых таблеточных машин.

При использовании таблеточных машин для прессования древесно-клеевых композиций важно знать математическую зависимость между величиной удельного давления p и высотой прессуемого материала H .

При измерении высоты обжимаемой древесно-клеевой композиции в зависимости от удельного давления прессования было установлено, что сжимающий пуансон около 0,8—0,9 пути проходит без заметного сопротивления со стороны прессматериала. На оставшейся части пути давление растет сначала медленно, а потом по прямой вертикальной линии до значения p_m . В конце прессования высота таблетки имеет минимальное значение H'_2 , а после извлечения таблетки из матрицы высота ее увеличивается до величины H_2 .

Характер компрессионной кривой представлен на рис. 1.

Для упрощения решения задачи найдем на кривой положение вспомогательной точки A , где было замечено нарастание давления $p \geq 1$ ($\text{кгс}/\text{см}^2$); при этом объемный вес материала

$$\gamma'_1 = \gamma_1 \cdot \frac{H_1}{H'_1},$$

откуда

$$H'_1 = \frac{\gamma_1}{\gamma'_1} \cdot H_1,$$

где H'_1 — высота обжимаемого прессматериала с момента заметного нарастания давления, мм;

H_1 — начальная высота прессматериала при обжатии, мм;

γ_1 — насыпной вес прессматериала, $\text{г}/\text{см}^3$.

Зависимость между p и H можно выразить равенством, применяющимся иногда для описания процесса обжатия пористых тел,

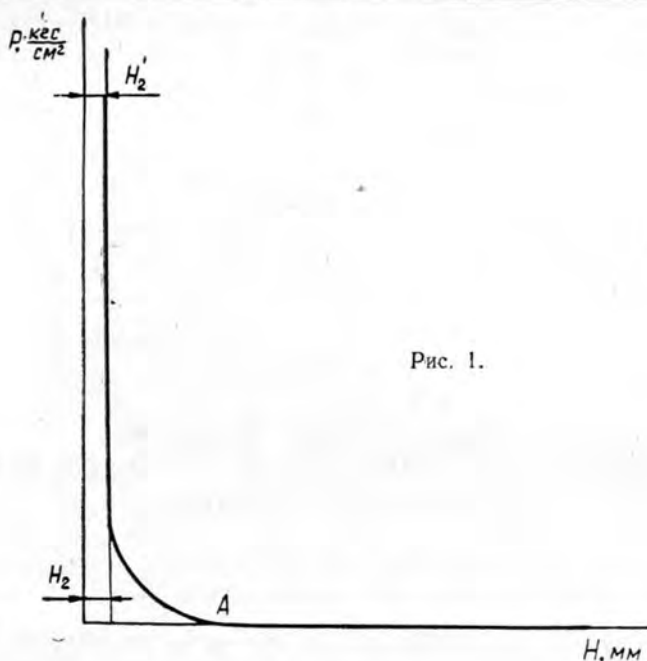


Рис. 1.

$$H = H'_1 - A \ln p, \quad (1)$$

где H — текущее значение высоты обжимаемого материала, мм;
 p — текущее значение удельного давления прессования;
 A — коэффициент пропорциональности.

Коэффициент пропорциональности определяют из условий прессования, когда $H = H'_2$ и $p = p_M$. Тогда

$$H = H'_1 - \frac{H'_1 - H'_2}{\ln p_M}. \quad (2)$$

Поскольку обжатие прессматериала происходит без потерь и выдавливания, справедливо следующее равенство:

$$H'_2 \gamma'_2 = H'_1 \gamma'_1. \quad (2')$$

Подставив в уравнение (2) значение H'_1 из равенства (2'), получим

$$H = H_2 \left[\frac{\gamma'_2}{\gamma'_1} - \left(\frac{\gamma'_2}{\gamma'_1} - \frac{1}{k} \right) \frac{\ln p}{\ln p_M} \right], \quad (3)$$

где γ'_1 — объемный вес прессматериала в момент нарастания давления;

k — коэффициент упругого расширения таблетки при извлечении ее из матрицы;

$$k = \frac{H_2}{H'_2}.$$

Формулу (3) можно применить для практических расчетов процесса прессования древесно-клеевых композиций. Задаваясь величиной деформации или высоты обжимаемого слоя материала при расчете

таблеточных машин, можно получить значение p в любой точке кривой. При этом достаточно знать конечные параметры процесса прессования H_2 ; γ'_1 ; k .

Пользуясь формулой (3), можно также определить расход энергии, идущей на деформацию при получении одной таблетки, а затем и удельный расход энергии $E_{уд}$ на весовую единицу готовых таблеток.

При величине деформации dH

$$dE = p\omega dH \text{ кгсм}, \quad (4)$$

где ω — площадь поперечного сечения таблетки.

После подстановки значения $dH = f(p)$ из уравнения (3) в равенство (4) имеем

$$dE = \omega H_2 \left(\frac{\gamma_2}{\gamma_1} - \frac{1}{k} \right) \frac{dp}{\ln p_m}. \quad (5)$$

Интегрируя выражение (5), получим

$$E = \omega H_2 \left(\frac{\gamma_2}{\gamma_1} - \frac{1}{k} \right) \frac{p_m}{\ln p_m} \text{ кгсм}. \quad (6)$$

Формула (6) позволяет вычислить расход энергии, затраченной на прессование одной таблетки, площадь поперечного сечения которой равна ω и высота H_2 .

Для определения удельного расхода энергии на прессование 1 кг или 1000 кг таблеток следует работу, выраженную равенством (6), отнести к весу таблетки

$$g = \omega H_2 \gamma'_2. \quad (6')$$

Подставив значение ω из равенства (6') в формулу (6), получим

$$E_{уд} = \frac{E}{g} = \left(\frac{1}{\gamma_1} - \frac{1}{\gamma_2 k} \right) \frac{p_m}{\ln p_m} \text{ кгсм/г}$$

или

$$E_{уд} = \left(\frac{1}{\gamma_1} - \frac{1}{\gamma_2 k} \right) \frac{p_m}{36,6 \ln p_m} \text{ квт} \cdot \text{ч}/1000 \text{ кг}, \quad (7)$$

где 36,6 — коэффициент перевода полученных единиц энергии (квт.ч), отнесенной к 1000 кг таблеток.

Формула (7) позволяет определить удельный расход энергии при различных значениях p_m по известным величинам γ_2 , γ'_1 и k . Энергия затрачивается на преодоление упругой и пластической деформаций прессуемого материала, а также на трение материала о стенки матричного канала.

Чтобы определить мощность двигателя прессовой установки $N_{эд}$, надо знать механический к.п.д. этой установки $\eta_{мех}$, ее производительность Q и к.п.д. привода $\eta_{прив}$

$$N_{эд} = \frac{Q \cdot E_{уд}}{\eta_{мех} \eta_{прив}}.$$

Для определения мощности, подводимой к электродвигателю прессовой установки, нужно учесть величину электрического к.п.д. электродвигателя.

УДК 674.023

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕТЫРЕХКАНТНЫХ БРУСЬЕВ-ПОЛУФАБРИКАТОВ

Г. П. МУСИХИН

Ленинградская лесотехническая академия

Теоретически рассмотрен вопрос выпилки квадратных брусьев с обзолом, то есть со стороны, большей 0,707 вершинного диаметра. Приведена формула определения длины обзольной части для разных сечений брусьев, сбега и длины бревен. Рекомендуется брус $(0,75-0,85)d$ при выпилке на обычном оборудовании и брус до $0,95d$ при получении его на фрезерно-брусующих агрегатах.

Как отмечалось в ряде работ [1], [2], целесообразно поставлять брусья вместо пиловочных бревен из лесоизбыточных районов (в основном, из Сибири) в малолесные районы.

Руководствуясь этими положениями, теоретически исследуем возможность и целесообразность выпилки «квадратных» брусьев (брусьев квадратного сечения) со стороной более 0,707 вершинного диаметра, то есть брусьев с обзолом. При этом обзол может быть: 1) незначительным, допустимым для досок при раскрое бруса; 2) значительным по длине $\leq \frac{2}{3}l$ (требуется обрезка крайних досок по длине); 3) по всей длине; а) обзол заканчивается в комлевом торце бревна; б) обзол заканчивается за пределами комлевого торца бревна.

Различные случаи выпилки четырехкантных брусьев показаны на рис. 1.

Для брусьев сечениями $(0,75 \times 0,75)d$, $(0,8 \times 0,8)d$, $(0,85 \times 0,85)d$, $(0,9 \times 0,9)d$ и $(0,95 \times 0,95)d$ определим величину обзолов в вершинном торце по ширине и высоте брусьев

$$O = \frac{H - B}{2}, \quad (1)$$

где O — обзол на одну сторону бруса, мм;

H — высота (сечение) бруса, мм;

B — ширина постели бруса в вершине для различных диаметров бревен, мм.

Для определения величины обзольной части бруса по длине рассмотрим рис. 1, на котором обозначено: d_v — вершинный диаметр бревна; d_k — комлевый диаметр бревна; l — длина бревна; d_i — диаметр бревна в месте конца сбега и начала чистообрезного бруса (безотносительно к сбегу бревна); l_i — длина обзольной части бруса (расстояние от d_v до d_i).

Для $H = 0,75d_v$ величину d_i вычислим из уравнения

$$0,75d_v = 0,707d_i;$$

отсюда

$$d_i = \frac{0,75d_v}{0,707} = 1,06d_v = K_id_v. \quad (2)$$

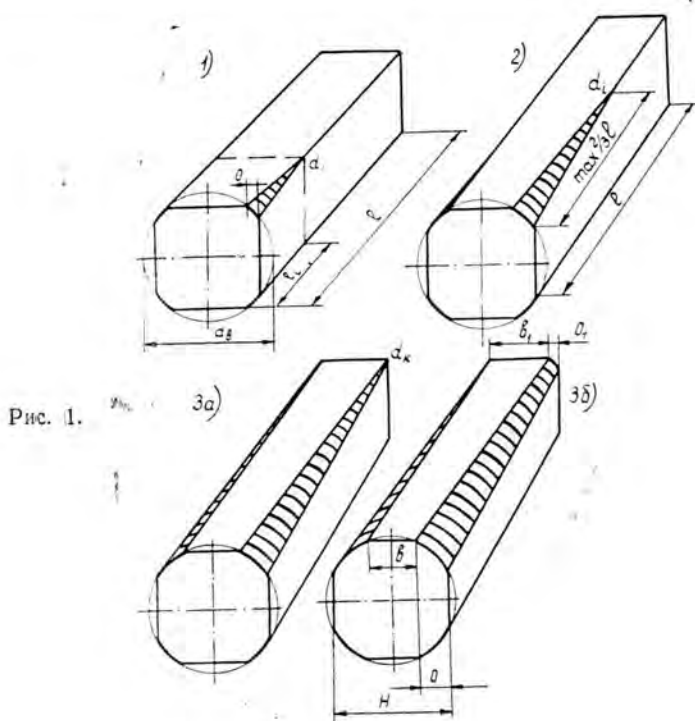


Рис. 1.

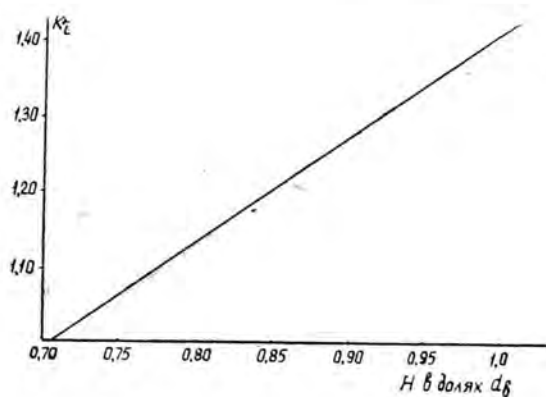


Рис. 2.

Так можно определить d_i для различных H .
 Зависимость коэффициента K_i от высоты бруса H приведена на рис. 2. Определив диаметр d_i для различных сечений квадратных брусьев, находим длину обзольной части бруса с учетом сбега бревен

$$l_i = l_{обз} = \frac{d_i - d_B}{S}, \quad (3)$$

где S — сбег бревна, см/м.

Так как

$$S = \frac{d_k - d_B}{l}, \quad (4)$$

ТО

$$l_{обз} = \frac{d_i - d_B}{\frac{d_K - d_B}{l}} = \frac{(d_i - d_B) l}{d_K - d_B} \quad (5)$$

Разделив числитель и знаменатель правой части на d_B , получим

$$l_{обз} = \frac{(K_i - 1) l}{K - 1}, \quad (6)$$

где K — коэффициент сбега всего бревна;

K_i — коэффициент сбега бревна, имеющего верхний диаметр d_B и нижний d_i .

По формуле (6) для значений K от 1,1 до 1,6 и различных сечений брусев определяем длины обзольной части квадратных брусев.

Для наглядности построен график (рис. 3) зависимости длины обзольной части бруса от K и H для $l = 6$ м. Изменение длины обзольной части квадратного бруса в зависимости от K для всех длин и сечений (за 100% принята длина обзола при $K = 1,1$) показано на рис. 4, в зависимости от H для всех значений K и длин (за 100% принята длина обзольной части бруса сечением $(0,75 \times 0,75) d$) — на рис. 5, в зависимости от длины бревен в пределах одного значения K для всех сечений брусев — на рис. 6.

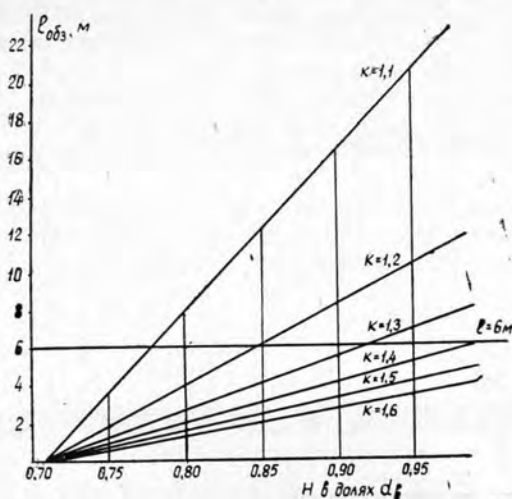


Рис. 3.

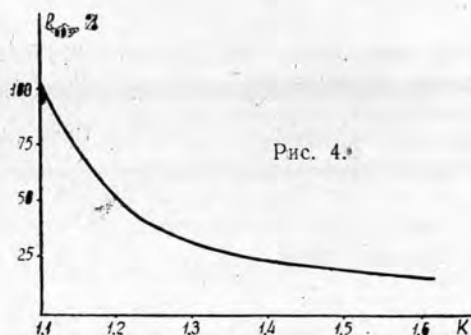


Рис. 4.

Рис. 5.

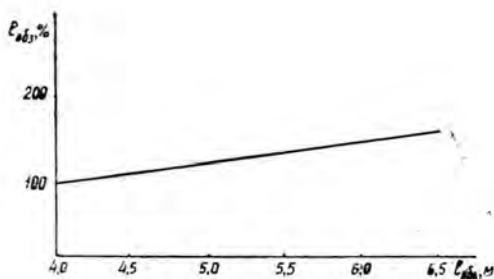
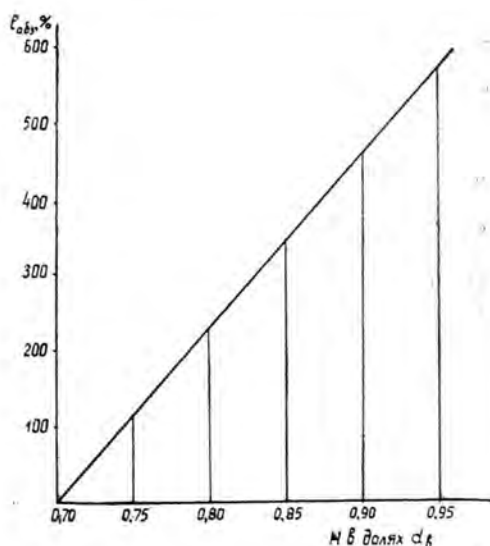


Рис. 6.

В табл. 1 приведены данные изменения площади поперечного сечения для брусьев различных размеров.

Таблица 1

Высота бруса H в долях диаметра d_B	Ширина постелей бруса в вершине B в долях диаметра d_B	Площадь поперечного сечения бруса $H \times B$	Отношение площади поперечного сечения чистообрезного прямоугольного бруса к площади поперечного сечения квадратного бруса максимального объема	Площадь поперечного сечения квадратного бруса с обзолом	Отношение площади поперечного сечения квадратного бруса с обзолом к площади бруса $0,707 d_B$
0,707	0,707	$0,5d^2$	100	$0,5d^2$	100
0,75	0,65	$0,495d^2$	99,8	$0,5625d^2$	111
0,80	0,60	$0,48d^2$	96,0	$0,64d^2$	128
0,85	0,53	$0,47d^2$	90,0	$0,7225d^2$	133,9
0,90	0,44	$0,396d^2$	81,5	$0,81d^2$	162
0,95	0,33	$0,314d^2$	62,8	$0,9025d^2$	181

Для случаев, приведенных на рис. 1 (1, 2, 3а), объем обзольных частей $V_{обз,ч}$, не достигающих до полного квадрата, приближенно определяют по формуле

$$V_{\text{обз. ч}} = 4V_{\text{пир}}, \quad (7)$$

где $V_{\text{пир}}$ — объем пирамиды;

$$V_{\text{пир}} = \frac{1}{3} S_{\Delta} h; \quad h = L_{\text{обз. ч}}. \quad (8)$$

Площадь основания пирамиды

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} O^2. \quad (9)$$

Поскольку брус квадратный, обзол по ширине и высоте одинаков. Окончательная формула для объема обзолных частей:

$$V_{\text{обз. ч}} = \frac{2}{3} \left(\frac{H-B}{2} \right)^2 \cdot \left(\frac{K_1-1}{K-1} \right) L. \quad (10)$$

Понижение объема (в процентах) квадратных брусьев из-за обзола находят по формуле

$$\beta = \frac{V_{\text{обз. ч}} \cdot 100}{V_{\text{бр}H}}, \quad (11)$$

где $V_{\text{бр}H}$ — объем чисто квадратного бруса (без учета обзолов).

Для случая, приведенного на рис. 1 (3б), когда обзол не заканчивается в комлевом торце бревна, объем обзолов определяют по формуле

$$V_{\text{пир}} = \frac{1}{3} (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2}) H, \quad (12)$$

где S_1 и S_2 — площади оснований усеченной пирамиды;

H — высота пирамиды, в данном случае равная длине бревна;

$$V_{\text{пир}} = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} O^2 + \frac{1}{2} O_1^2 + \sqrt{\frac{1}{2} O^2 + \frac{1}{2} O_1^2} \right) L; \quad (13)$$

$$V_O = \frac{2}{3} (O^2 + O_1^2 + O \cdot O_1) L, \quad (14)$$

где O_1 — обзол на одну сторону бруса в комлевом торце;

B_1 — ширина постели в комлевом торце бревна.

Увеличение объема бруса (в процентах) с обзолом по сравнению с объемом чистообрезного квадратного бруса ($H = 0,707 d_a$) вычисляют по формуле

$$\gamma = \frac{(V_{\text{бр}H} - V_O) \cdot 100}{V_{\text{бр}H=707d}}. \quad (15)$$

На рис. 7 приведена зависимость коэффициента γ от высоты бруса H , а на рис. 8 — зависимость коэффициента β от высоты бруса H .

В табл. 2 представлены данные изменения объемного выхода брусьев в зависимости от K и H . С увеличением H объемный выход брусьев из бревен увеличивается, а с возрастанием K — уменьшается. В последнем случае брус становится в большей мере чистообрезным, поскольку величина сбеговой (обзолной) зоны уменьшается, но одновременно увеличивается объем древесины, остающейся за брусом, что приводит к относительному уменьшению объема брусьев при увеличении K .

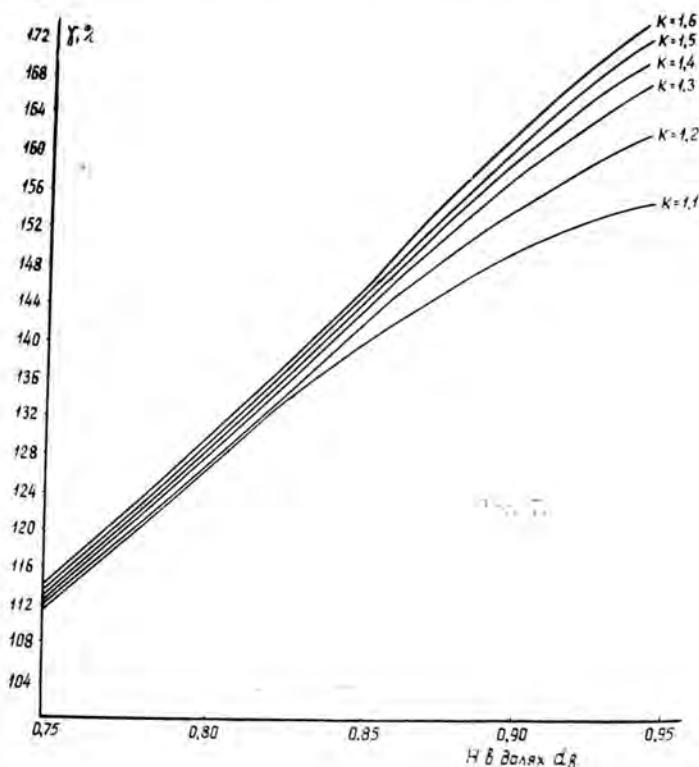


Таблица 2

Коэффициент обсега K	Объем бревна d^2l	Высота брусьев								
		0,75			0,85			0,9		
		объем бруса d^2l	объемный выход брусьев, % от объема бревна	уменьшение объема бруса с увеличением K	объем бруса d^2l	объемный выход брусьев, % от объема бревна	уменьшение объема бруса с увеличением K	объем бруса d^2l	объемный выход брусьев, % от объема бревна	уменьшение объема бруса с увеличением K
1,1	0,865	0,5615	64,8	1,0	0,691	79,8	1,0	0,7705	89,1	1,0
1,2	0,95	0,5620	59,2	0,91	0,7029	73,9	0,92	0,8063	84,7	0,96
1,3	1,03	0,5622	54,1	0,83	0,709	68,8	0,86	0,829	80,5	0,90
1,4	1,13	0,56225	49,6	0,76	0,7115	62,9	0,79	0,846	74,8	0,84
1,5	1,23	0,5623	45,6	0,70	0,7132	57,9	0,72	0,857	69,6	0,78
1,6	1,33	0,56233	42,2	0,65	0,7143	53,7	0,67	0,864	64,9	0,73

При анализе квадратных брусьев размером от $0,707d$ (от чистообрезного) до $0,95d$ установлено, что объемный выход наибольший для брусьев сечением $(0,95 \times 0,95)d$. При $K = 1,1 \div 1,3$ выход равен 89,1—80,5%; увеличение объема этих брусьев по сравнению с объемом чистообрезных брусьев существенно (151,1—166%). Брус сечением $(0,9 \times 0,9)d$ незначительно уступает по упомянутым показателям брусу $(0,95 \times 0,95)d$.

При производстве и поставке брусьев объем их можно определять с учетом обзола, применяя поправочный коэффициент β . Брус $(0,9 \times 0,9)d$, выпиливается в пределах основного постава на обычном лесопильном оборудовании, больше отвечает существующей теории

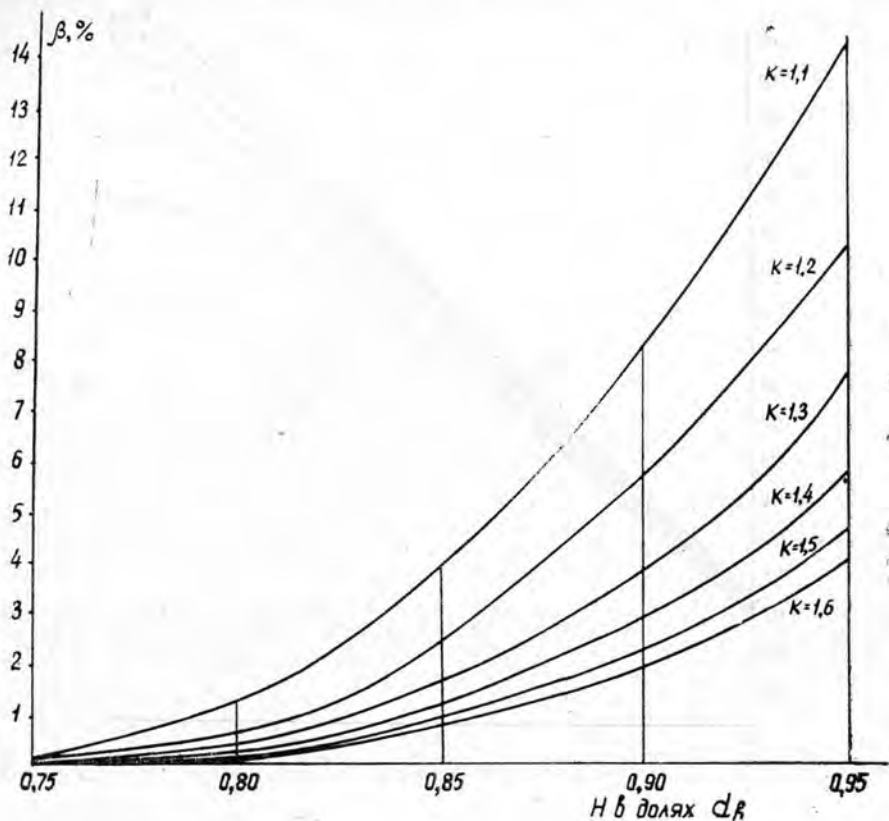


Рис. 8.

раскроя. В этом случае с боков бруса выпиливают доски, затем укорачиваемые и обрезаемые по ширине.

Для более свободного варьирования стандартных размеров брусьев основной размер H рекомендуется брать в пределах $(0,75 \div 0,85) d$, доводя его в отдельных случаях до $0,9 d$.

Что касается бруса $0,95 d$, то при ширине постели бруса $0,33 d$ в вершинном торце база для складирования, погрузки, перевозки, по-видимому, достаточна. Потери объема бруса из-за обзольных кромок находятся в пределах допустимого (особенно при $K \geq 1,2$). В этом случае возникает осложнение по использованию зоны за брусом, так как стандартные пиломатериалы могут не получиться. Брусью этого сечения можно получить, на наш взгляд, на принципиально новом оборудовании — фрезерно-брусующих агрегатах.

Должны быть найдены оптимальные соотношения между размерами брусьев в случае получения их на обычном бревнопильном оборудовании и на фрезерно-брусующих агрегатах, так как последние перерабатывают сбеговую зону на более дешевую продукцию по сравнению с пиломатериалами — технологическую щепу, и объем перерабатываемой на щепу зоны должен быть ограничен рамками экономической целесообразности.

При выпилке квадратных брусьев поставки при первом и втором проходах полностью симметричны, что значительно упрощает последующую обработку досок и весь производственный процесс.

Возможность удовлетворения потребителей в спецификации значительно выше при выпуске бруса с обзолом, чем чистообрезного бруса сечением $(0,707 \times 0,707)$ d. Особенно это важно для пиломатериалов эпизодической потребности [3].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Д. Власов, Г. П. Мусихин. Перевозки лесоматериалов: границы эффективности. Журн. «Лесная промышленность» № 8, 1972. [2]. Г. П. Мусихин. Некоторые вопросы организации лесопильного производства в лесозаготовительных предприятиях многолесных районов. Материалы научно-технической конференции, ЛТА, 1971. [3]. В. И. Нельзин, И. М. Сенькин, В. А. Красовская. Специализация лесопильно-деревообрабатывающего производства Восточной Сибири. Сб. «Лесопиление на предприятиях Восточной Сибири» (обзор), ВНИПИЭлеспром, М., 1972.

Поступила 4 октября 1972 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.813

О ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЫКАНИЯ
ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА СУШКИ И ПИРОЛИЗА КОРЫ
ЗА СЧЕТ «СОБСТВЕННОГО» ТЕПЛА

Э. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

Показана возможность проведения сушки и пиролиза коры за счет тепла сжигания образующихся неконденсирующихся газов и тепла экзотермических реакций. Расчеты показывают, что подобную переработку можно осуществить даже при условии начальной температуры коры — 30°C и исходной влажности 55%.

На действующих предприятиях по пирогенетической переработке древесины тепловой баланс замыкается вследствие сжигания какого-либо «постороннего» топлива (дров, мазута и т. п.), что приводит к удорожанию процесса.

Разработанный нами метод пиролиза дисперсной коры во взвешенном состоянии и тонком слое [3], [4] в случае проведения его по жесткому режиму позволяет замкнуть тепловой баланс за счет тепла, выделяющегося при сжигании неконденсирующихся газов (образующихся в этом же процессе), и тепла экзотермических реакций. Конструкция производственных устройств пиролиза и выход основных продуктов приведены нами ранее [7].

Для расчета теплового баланса в качестве исходных данных принимаем следующие выходы продуктов пиролиза коры (% от абс. сухой коры) при 500°C: полукокс 31,2; суммарная смола 13,5; пирогенная вода 10,7; сырой бензол 1,98; газ 40,62; потери 2.

Расчеты произведем применительно к целлюлозно-бумажному комбинату, перерабатывающему в год 3 млн. *пл. м*³ древесины. На таком предприятии ежегодно скапливается до 300 тыс. *пл. м*³ коры влажностью после отжима 55% [10]. Если учесть, что вес 1 *пл. м*³ коры (в нашем случае лиственницы сибирской) равен 418 *кг* [10], то ежегодное количество абс. сухой коры составит 125 400 *т*. После сушки в этой коре содержится 20% влаги.

Для расчета теплового баланса примем следующее: а) температура сырья — 30°C; б) температура пиролиза 500°C; в) температура химических продуктов на выходе из реторты 400°C (отсасываются навстречу поступающему сырью); г) температура обратного газа, подаваемого на обогрев реторт, а также температура воздуха, используемого для горения, 20°C; д) плотность газа 1,125 *кг/м*³ [8]; е) температура продуктов сгорания обратного газа (отходящих на сушку из отопительной системы реторт) — 500°C; ж) температура выходящего из сушилки влажного газа 120°C; з) при относительной влажности 55% в сырье содержится 550 *г* воды в виде льда и 450 *г* абс. сухой коры. Расчет произведем на 1 *кг* сырья 55%-ной влажности.

Расход тепла на весь процесс складывается: а) из тепла, затрачиваемого в сушильной установке, где подогревается и плавится лед, нагревается материал и вся содержащаяся в нем влага, испаряется большая часть этой воды и компенсируются теплопотери; б) из тепла, затрачиваемого в установке пиролиза, где нагревается кора, влажность которой 20%. Кора эта остывает до 20°C в промежуточном бункере между сушилкой и блоком реторт. Кроме того, в реторте тепло затрачивается на испарение и нагрев оставшейся после сушки влаги, на подогрев всех химических продуктов пиролиза до 400°C, а полукочка до 500°C.

Расход тепла в сушилке подсчитаем, приняв к.п.д. равным 60% [2]. Как известно, к.п.д. сушилки представляет собой отношение количества тепла, воспринятого влагой высушиваемого материала $Q_{\text{пол}}$, к количеству всего тепла, затрачиваемого в сушилке $Q_{\text{затр}}$,

$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{затр}}} = 0,6. \quad (1)$$

Для нашего случая тепло, воспринятое влагой материала,

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{под}}^{\text{льда}} + Q_{\text{пл}} + Q_{\text{исп}} + Q_{\text{под}}^{\text{вод}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{под}}^{\text{льда}}$ — тепло, затрачиваемое на нагревание льда от температуры $t_0 = -30^\circ\text{C}$ до 0°C ;

$Q_{\text{пл}}$ — тепло, пошедшее на плавление льда;

$Q_{\text{исп}}$ — тепло, пошедшее на превращение воды (от 0°C) в пар атмосферного давления при температуре, при которой он выходит из сушилки, то есть его энтальпия; она составляет 649 ккал/кг [11].

В нашем случае в сушилке испаряется из сырья не вся влага, а только 0,46 кг на каждый килограмм; оставшаяся вода в сушилке только нагревается, испаряется она непосредственно в реторте. Тогда тепло, затрачиваемое на испарение воды в сушилке,

$$Q_{\text{исп}} = 0,46 \cdot 649 = 298 \text{ ккал} \approx 300 \text{ ккал}.$$

После сушки в коре остается $0,55 \text{ кг} - 0,46 \text{ кг} = 0,09 \text{ кг}$ влаги на килограмм исходного сырья. При выходе из сушилки эта вода имеет температуру, практически равную температуре коры. Последняя неодинакова по толщине частиц; на поверхности она близка к температуре отходящего из камеры сушильного агента, то есть равна 120°C , и снижается к центру частицы. При атмосферном давлении жидкая вода не может иметь температуру выше 100°C . Однако чтобы не завысить расход тепла, затрачиваемого в сушилке, примем, что температура воды, не испарившейся в сушилке, составляет 100°C . Тогда тепло, пошедшее на нагрев этой воды,

$$Q_{\text{под}}^{\text{вод}} = 0,09 \cdot 100 = 9 \text{ ккал}.$$

$$Q_{\text{под}}^{\text{льда}} = G_{\text{льда}} \cdot C [0 - (-30)] = 0,55 \cdot 0,43 \cdot 30 = 7,1 \approx 8 \text{ ккал},$$

где C — теплоемкость льда [11];

$$Q_{\text{пл}} = \rho G_{\text{льда}} = 80 \cdot 0,55 = 44 \text{ ккал},$$

здесь ρ — теплота плавления льда [11].

Все тепло, воспринимаемое влагой в сушильной установке,

$$Q_{\text{пол}} = 8 \text{ ккал} + 44 \text{ ккал} + 300 \text{ ккал} + 9 \text{ ккал} = 361 \text{ ккал}.$$

Из выражения (1) находим все необходимое количество тепла, включающего в себя тепло, затрачиваемое на нагрев абс. сухой коры, а также тепло, теряемое с отходящим газом и через стенки сушилки в окружающую среду,

$$Q_{\text{затр}} = \frac{Q_{\text{пол}}}{\eta} = 603 \text{ ккал} \approx 610 \text{ ккал} = 1325 \text{ ккал} \\ \text{на 1 кг испаренной влаги.}$$

Затраты тепла в установке пиролиза. Расход тепла на нагрев коры от 20°C до начала экзотермического разложения, то есть до 250°C [9], подсчитываем по формуле

$$Q_{\text{коры}} = 0,45 \cdot 0,3 \cdot (250 - 20) = 31 \text{ ккал.}$$

Расход тепла на превращение воды, оставшейся в коре после сушки, и на превращение пирогенной воды в пар атмосферного давления с температурой 400°C, равной температуре продуктов пиролиза на выходе их из реторты. Энтальпия такого пара составляет 783,1 ккал/кг [11]. За начальную температуру воды примем 20°C, так как пирогенная вода также образовалась из коры, остывшей до 20°C в бункере после сушилки. Тогда расход тепла на испарение всей влаги

$$Q_{\text{вл}} = (G_{\text{физ}}^{\text{вл}} + G_{\text{пир}}^{\text{вл}}) \cdot (i - t_c) = (0,09 + 0,0049) \cdot (783,1 - 20) = 72 \text{ ккал.}$$

Из 450 г абс. сухой коры, помимо воды, образуется 0,190 кг неконденсирующегося газа (сюда же добавлены и потери 2% от абс. сухой коры) со средней изобарной теплоемкостью $C_p = 0,29 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град}$ и 0,061 кг суммарной (отстойной и растворимой) смолы с теплотой парообразования 100 ккал/кг [1]. Теплоемкость смолы в жидком состоянии равна 0,39 ккал/кг·град, а в парообразном — 0,37 ккал/кг·град [1]. Количество образующегося сырого бензола 0,009 кг; его теплота испарения составляет 90 ккал/кг, теплоемкость в жидком состоянии 0,473 ккал/кг·град, а в парообразном — 0,368 ккал/кг·град [1]. Среднюю температуру испарения сырого бензола при атмосферном давлении принимаем равной 120°C, а смолы 200°C.

Тогда количество тепла, необходимого для нагрева неконденсирующегося газа,

$$Q_{\text{газа}} = 0,190 \cdot 0,29 \cdot (400 - 20) = 21 \text{ ккал.}$$

Расход тепла на испарение и нагрев смолы

$$Q_{\text{смолы}} = 0,061 [0,39 \cdot 200 + 100 + 0,37 \cdot (400 - 200)] = 15,4 \text{ ккал} \approx 16 \text{ ккал.}$$

Расход тепла на испарение и нагрев сырого бензола

$$Q_{\text{бенз}} = 0,009 [0,473 \cdot 120 + 90 + 0,368 (400 - 120)] = 2,25 \text{ ккал} \approx 3 \text{ ккал.}$$

Количество тепла, теряемого с полукоксом,

$$Q_{\text{кокс}} = G_{\text{кокс}} \cdot C(t_k - t_0) = 0,141 \cdot 0,3 (500 - 20) = 20,4 \text{ ккал} \approx 21 \text{ ккал.}$$

Суммарный расход тепла в установке пиролиза с учетом потерь, равных 10%,

$$Q_{\text{сум}} = 1,1 (31 + 72 + 21 + 16 + 3 + 21) = 181 \text{ ккал,}$$

Общий расход тепла на весь процесс в зимних условиях

$$Q_{\text{общ}}^{\text{расх}} = 610 \text{ ккал} + 181 \text{ ккал} = 791 \text{ ккал} \approx 800 \text{ ккал.}$$

Приход тепла. Основное количество тепла образуется за счет сжигания неконденсирующегося газа, теплотворная способность которого составляет 4658 ккал/нм³, а плотность 1,125 кг/нм³ [5]. Количество газа из 1 кг коры при 55%-ной влажности

$$V_{\text{газа}} = \frac{0,181}{1,125} = 0,161 \text{ нм}^3 \text{ (потери из расчета исключены).}$$

При сжигании выделяется количество тепла

$$Q_{\text{газа}} = 4658 \cdot 0,161 = 750 \text{ ккал.}$$

Другой источник тепла — экзотермические реакции, обеспечивающие положительную величину суммарного теплового эффекта пиролиза. Количество этой теплоты [9]

$$Q_{\text{экз}} = 0,45 \cdot 262 = 118 \text{ ккал.}$$

Сумма прихода тепла

$$Q_{\text{сум}}^{\text{прих}} = 750 \text{ ккал} + 118 \text{ ккал} = 768 \text{ ккал.}$$

Сравнивая общее количество необходимого и получаемого тепла, убеждаемся в том, что весь процесс сушки и пиролиза даже в зимних условиях можно осуществить за счет собственного тепла. Это значительное преимущество предлагаемого способа пиролиза коры во взвешенном состоянии и тонком слое перед обычными методами переугливания древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Е. Коробачанский, М. Д. Кузнецов. Расчет аппаратуры для цехов улавливания химических продуктов коксования. Металлургияиздат. Харьков—Москва, 1952, 269. [2]. Д. М. Левин. Термодинамическая теория и расчет сушильных установок. Пищепромиздат, М., 1958, 83, 150. [3]. Э. Д. Левин, Г. А. Малков. Труды СТИ. Вып. XXXVI, 94, 1963. [4]. Э. Д. Левин, Н. А. Чупрова, Г. А. Малков. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 3, 1966, 15. [5]. Э. Д. Левин, П. П. Дровников. Химическая переработка древесины. Реферативная информация № 17, 1966, 11. [6]. Э. Д. Левин, Н. А. Чупрова. ИВУЗ. «Лесной журнал» № 4, 1968, 101; № 5, 1968, 121; № 6, 1968, 109. [7]. Э. Д. Левин. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 1970, 16. [8]. Э. Д. Левин. ИВУЗ, «Химия и химическая технология», т. XIII, вып. 1, 1970, 127. [9]. Э. Д. Левин, М. К. Шайхатдинова. Сб. «Химия древесины», № 5, Изд-во «Зинатне», Рига, 1970, 139. [10]. М. В. Мардер. Опыт сжигания коры на целлюлозно-бумажных комбинатах. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [11]. Тепло-технический справочник. Т. II, Госэнергоиздат, М., 1958.

Поступила 12 февраля 1973 г.

УДК 547.724.1 + 547.563.13

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФУРФУРОЛА С КРЕЗОЛАМИ

И. М. БОХОВКИН, Б. К. СЕМЕНОВ

Архангельский лесотехнический институт

По полосам поглощения валентных колебаний гидроксильных и карбонильных групп изучались межмолекулярные водородные связи, образуемые о-, м-, п-крезолами с фурфуролом.

Данные физико-химического исследования бинарных систем фурфурола с о-, м-, п-крезолами методами плавкости, плотности, вязкости, поверхностного натяжения и удельной электропроводности приведены в одной из работ [1]. Диаграммы плавкости бинарных систем фурфурола с о-, м-, п-крезолами характеризуются стеклообразованием. Изучение жидкой фазы этих систем не дало явных указаний на взаимодействие между компонентами.

В связи с использованием фурфурола и крезолов в производстве искусственных смол [3] необходимо учитывать особенности их взаимодействия. Поэтому нами было изучено межмолекулярное взаимодействие фурфурола с о-, м-, п-крезолами методом ИК-спектроскопии.

Известно, что фенолы, содержащие одну или несколько гидроксильных групп, способны к ассоциации посредством водородной связи. Свойства гидроксильной группы как донора и акцептора протонов позволяют фенолам образовывать комплексы с веществами, содержащими донорно-акцепторные группировки атомов.

Нами [2] было установлено, что фурфурол с фенолом, м-, п-нитрофенолами образует комплексы с водородными связями, а с о-нитрофенолом фурфурол не образует комплексов.

В настоящей работе приводятся результаты исследования ИК-спектров бинарных систем, образованных фурфуролом с о-, м-, п-крезолами в жидкой фазе.

Экспериментальная часть

ИК-спектры снимали на спектрофотометре UR-20 в кюветках из NaCl на 4-й программе при масштабе регистрации 20 мм/100 см⁻¹ и скорости 160 см⁻¹·мин⁻¹. Спектры исследовали в области частот 1500—1800 см⁻¹ и 3000—3600 см⁻¹, где находятся полосы поглощения валентных колебаний групп С=О и О—Н. Способы очистки и константы исходных веществ приведены в работе [1]. Образцы приготавливали в виде суспензии в вазелиновом масле.

Система фурфурол — о-крезол. Для изучения взаимодействия сопоставляли спектры фурфурола, о-крезола и четырех смесей (рис. 1). Анализ спектров показал, что в области частот 1600—1700 см⁻¹ дублетная полоса валентных колебаний С=О фурфурола с увеличением концентрации о-крезола постепенно смещается в сторону меньших частот и в спектре смеси 50 мол.% о-крезола эта полоса явно

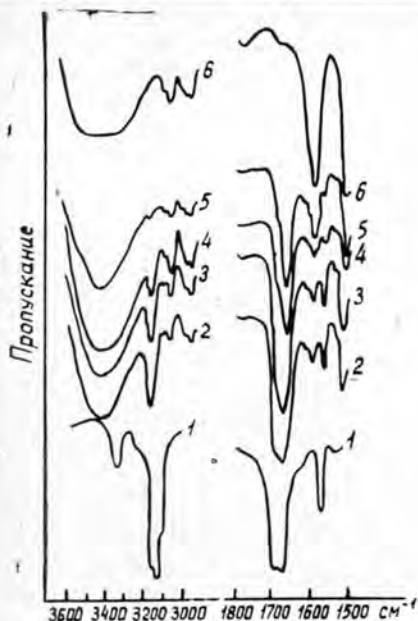


Рис. 1. ИК-спектры системы фурфурол — о-крезол (жидкая фаза).

1 — фурфурол; 2 — содержание о-крезола 20 мол.%; 3 — 33 мол.%; 4 — 50 мол.%; 5 — 80 мол.%; 6 — фенол.

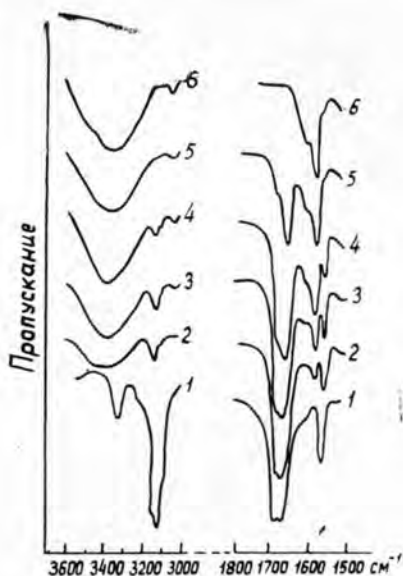


Рис. 2. ИК-спектры системы фурфурол — м-крезол (жидкая фаза).

1 — фурфурол; 2 — содержание м-крезола 20 мол.%; 3 — 33 мол.%; 4 — 50 мол.%; 5 — 80 мол.%; 6 — м-крезол.

выражена и имеет частоту 1665 см^{-1} . Смещение в сторону меньших частот составляет 10 см^{-1} . Это указывает на ослабление связи $\text{C}=\text{O}$ и участие кислорода в водородной связи.

В области частот $3200\text{—}3600\text{ см}^{-1}$ полоса валентных колебаний O—H о-крезола широкая с центром 3410 см^{-1} . С увеличением содержания фурфурола она смещается в сторону меньших частот и имеет частоту 3390 см^{-1} . Фурфурол с о-крезолом образует комплексы с участием водородных связей по схеме $\text{C}=\text{O}\dots\text{H—O}$.

Система фурфурол — м-крезол. ИК-спектры сняты для фурфурола, м-крезола и четырех смесей (рис. 2). С увеличением молярной доли м-крезола в области $1600\text{—}1700\text{ см}^{-1}$ наряду с полосой валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ фурфурола, интенсивность которой уменьшается, появляется новая полоса с меньшей частотой; в спектре смеси 50 мол. % м-крезола полоса явно выражена и имеет частоту 1665 см^{-1} . Полоса валентных колебаний O—H м-крезола смещается в сторону больших частот с 3345 см^{-1} до 3385 см^{-1} .

Система фурфурол — п-крезол. Изменение в характере спектров смесей в системе фурфурол — п-крезол аналогично системе фурфурол — м-крезол (рис. 3). В области $1600\text{—}1700\text{ см}^{-1}$ появляется полоса с частотой 1665 см^{-1} , а полоса валентных колебаний O—H п-крезола смещается в сторону больших частот с 3335 см^{-1} до 3370 см^{-1} . Образование комплексов фурфурола с м- и п-крезолами идет с участием водородных связей по схеме $\text{C}=\text{O}\dots\text{H—O}$. Однако в отличие от о-крезола смещение полос валентных колебаний O—H в сторону больших частот, по-видимому, указывает на разрушение полимерных ассоциатов м- и п-крезолов при образовании комплексов с фурфуролом, что согласуется с данными работ [4], [5].

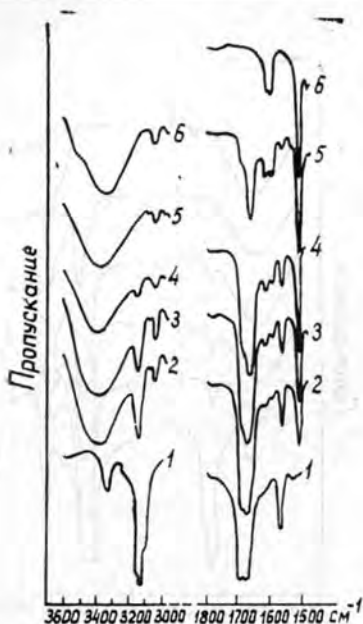


Рис. 3. ИК-спектры системы фурфурол — п-крезол (жидкая фаза).

1 — фурфурол, 2 — содержание, п-крезола 20 мол.%; 3 — 33 мол.%; 4 — 50 мол.%; 5 — 80 мол.%; 6 — п-крезол.

Таким образом, нами изучены ИК-спектры смесей бинарных систем фурфурол — о-, м-, п-крезолы в области частот 1500—1800 см^{-1} и 3000—3600 см^{-1} . Установлено, что фурфурол с о-, м-, п-крезолами образует комплексы с участием водородной связи по схеме $\text{C}=\text{O} \cdots \text{O}-\text{H}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] И. М. Боховкин, Е. О. Вертман. ЖОХ, 33, 2083, 1963. [2] И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1971. [3] Е. В. Оробченко, Н. Ю. Прянишникова. Фурановые смолы. Киев, 1963. [4] В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин, И. В. Хазова. ЖОХ, 39, 1969. [5] В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин. ЖОХ, 40, 528, 1970.

Поступила 20 марта 1973 г.

УДК 676.2 : 678.031 : 541.18

О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА РАСХОД КОАГУЛЯНТА ПРИ ЛАТЕКСНОЙ ПРОКЛЕЙКЕ БУМАГИ В МАССЕ

В. Л. КОЛЕСНИКОВ, Б. З. РАСКИНА

Белорусский технологический институт

Рассматривается влияние переменного расхода, природы проклеивающих агентов, степени размола бумажной массы на расход коагулянта при латексной проклейке бумаги в массе. Получено уравнение множественной линейной регрессии для расчета оптимального расхода сульфата алюминия при проклейке бумаги в массе хлорпеновым латексом ЛНТ.

Главные факторы процесса проклейки бумаги в массе — расход проклеивающих агентов на 1 т бумаги и изменение рН среды за счет введения сульфата алюминия или других его солей в массу.

Для управления процессом коагуляции проклеивающих дисперсий в волокнистой массе предложено [2] применять регуляторы проклейки — поверхностно-активные вещества, которые при оптимальном расходе обеспечивают процесс гетероадагуляции и принимают участие в гидрофобизации бумаги. Гетероадагуляция значительно улучшает качество готового продукта при более низких затратах материалов.

При классическом способе проклейки бумаги в массе, когда в качестве коагулянта применяют технический сульфат алюминия, наилучший эффект проклейки достигается при оптимальном расходе сульфата алюминия, необходимом для создания рН среды в пределах 4,8—4,4 (в среднем 4,5) после введения проклеивающей дисперсии. Это справедливо и для латексной проклейки бумаги в массе.

Сложность процесса латексной проклейки бумаги в массе обусловлена различными коллоидно-химическими свойствами веществ, участвующих в проклейке: степенью адсорбционной насыщенности каучуковых частиц эмульгатором в латексе, значением его рН, концентрацией, полидисперсностью, природой фазового вещества латекса, неоднородностью химического состава целлюлозы, различной характеристикой поверхности ее волокон, физико-химическими свойствами солей коагулянта, воды и другими переменными факторами технологического процесса.

Все указанные параметры влияют и на оптимальный расход коагулянта. В литературе мы не обнаружили рекомендаций относительно требуемых значений оптимальных расходов сульфата алюминия при различных условиях латексной проклейки.

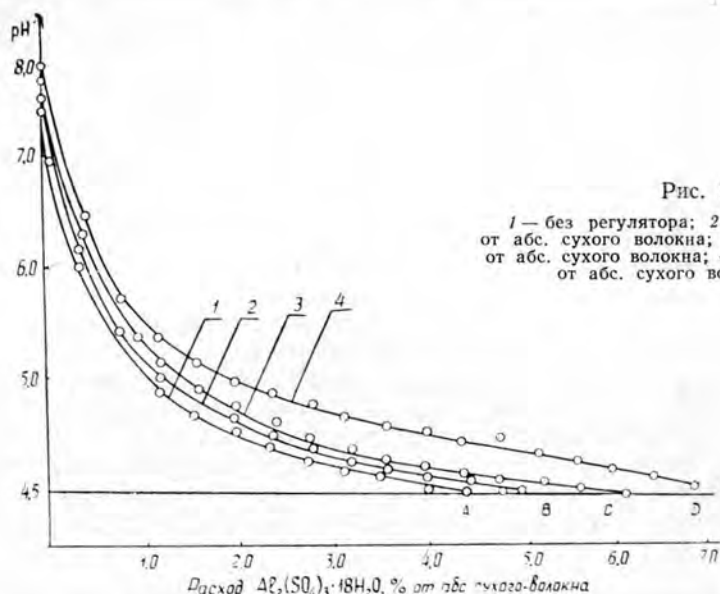
Цель настоящей работы — математическая оценка долевого участия некоторых факторов, влияющих на оптимальный расход коагулянта, и составление уравнения множественной регрессии для подсчета требуемого расхода сульфата алюминия при конкретных технологических условиях.

Для исследования применяли бумажную массу из сульфитной небеленой целлюлозы Калининградского ЦБК, синтетические каучуковые латексы: хлорпреновый ЛНТ (сухой остаток 55,13%, рН=9,55, $\sigma = 42,5$ дн/см), бутадиев-стирольный СКС 65 ГП (сухой остаток 43,5%, рН=9,90, $\sigma = 44,4$ дн/см), дивинил-нитрильный СКН-40 IX (сухой остаток 34,1%, рН=7,81, $\sigma = 41,4$ дн/см), дивинил-нитрильный карбоксилатный СКН-40-1 ГП (сухой остаток 31,75%, рН=5,10, $\sigma = 44,8$ дн/см); регулятор проклейки — резинат натрия (ReNa), полученный из канифоли по методике варки бурого (нейтрального) клея; технический сульфат алюминия (ГОСТ 6912—64).

Рабочие концентрации дисперсий и растворов: целлюлозной массы 2%; каучуковых латексов 10%; регулятора проклейки 1,41%; сульфата алюминия 10% (по навеске исходного вещества). Методика исследования заключалась в записи на лабораторном рН-метре ЛПУ-01 динамики изменения рН среды в зависимости от расхода сульфата алюминия, добавляемого в проклеиваемую систему.

Последовательность операций при проклейке бумаги в массе: а) расчетные объемы латекса и раствора регулятора проклейки смешивают между собой в течение 3 мин; б) проклеивающую смесь вводят в проклеиваемую волокнистую массу (в нашем случае объем массы во всех опытах составлял 200 мл, где содержался 1 г абс. сухого волокна) и спокойно перемешивают в течение 5 мин; в) в волокнистую массу, содержащую проклеивающую смесь, начинают вводить раствор коагулянта до достижения рН = 4,5.

На рис. 1 приведены кривые изменения рН среды при проклейке бумаги в массе в зависимости от расхода $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$, вводимого



в волокнистую массу (со степенью размола 40°ШР и концентрацией 2%), содержащую 2% (от абс. сухого волокна) латекса ЛНТ и переменное количество регулятора проклейки ReNa.

Пересечениями кривых 1, 2, 3 и 4 с ординатой 4, 5, определяются положения точек А, В, С, Д, а проекциями указанных точек на ось абсцисс — оптимальные расходы коагулянта для указанных условий. Так были получены все цифровые значения оптимальных расходов $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ во всех опытах.

В табл. 1 сведены данные статистической обработки для хлорпренового латекса и волокнистой массы с концентрацией 2%. В качестве входных параметров выбраны следующие факторы: x_1 — расход каучукового вещества из латекса, % от абс. сухого волокна; x_2 — рас-

Таблица 1

№ п/п	x_1	x_2	x_3	у	№ п/п	x_1	x_2	x_3	у
1	1	0	20	1,6	17	3	0	40	3,8
2	1	0,1	20	2,0	18	3	0,1	40	5,2
3	1	0,5	20	2,8	19	3	0,5	40	5,0
4	1	1,0	20	5,0	20	3	1,0	40	5,4
5	2	0	20	3,0	21	1	0	60	4,6
6	2	0,1	20	3,0	22	1	0,1	60	4,4
7	2	0,5	20	4,0	23	1	0,5	60	4,8
8	2	1,0	20	4,7	24	1	1,0	60	6,0
9	3	0	20	4,0	25	2	0	60	4,8
10	3	0,1	20	4,2	26	2	0,1	60	5,0
11	3	0,5	20	5,0	27	2	0,5	60	5,4
12	3	1,0	20	4,2	28	2	1,0	60	5,6
13	1	0	40	4,6	29	3	0	60	5,0
14	1	0,1	40	4,7	30	3	0,1	60	6,0
15	1	0,5	40	4,8	31	3	0,5	60	6,8
16	1	1,0	40	5,6	32	3	1,0	60	7,0

ход регулятора проклейки (ReNa), % от абс. сухого волокна; x_3 — степень размола волокнистой массы, °ШР.

В качестве критерия, выходного параметра, в данной работе взята величина y — оптимальный расход $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$, % от абс. сухого волокна.

Математический аппарат методики достаточно быстрого определения оптимального расхода коагулянта должен быть предельно простым, поэтому результатом математической обработки экспериментальных данных табл. 1 мы выбрали составление уравнения множественной линейной регрессии вида

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3. \quad (1)$$

Для определения коэффициентов b_i составляем и решаем систему нормальных уравнений [3]

$$\left. \begin{aligned} \Sigma y &= nb_0 + b_1\Sigma x_1 + b_2\Sigma x_2 + \dots + b_n\Sigma x_n; \\ \Sigma yx_1 &= b_0\Sigma x_1 + b_1\Sigma x_1^2 + b_2\Sigma x_1x_2 + \dots + b_n\Sigma x_1x_n; \\ \Sigma yx_n &= b_0\Sigma x_n + b_1\Sigma x_1x_n + b_2\Sigma x_2x_n + \dots + b_n\Sigma x_n^2. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Для решения системы мы формировали расширенную матрицу из коэффициентов при неизвестных и из столбца свободных членов, а затем по методу Гаусса матрицу перевели в трапециевидную форму [1] и, последовательно исключая неизвестные, определяли b_i :

$$b_0 = 1,34; \quad b_1 = 0,45; \quad b_2 = 1,42; \quad b_3 = 0,046.$$

Уравнение линейной регрессии

$$y = 1,34 + 0,45x_1 + 1,42x_2 + 0,046x_3. \quad (3)$$

Анализируя полученное уравнение, видим, что при латексной проклейке бумаги наибольшее влияние на расход сульфата алюминия оказывает весовой расход регулятора проклейки, что легко объясняется большой реакционной способностью резината натрия по отношению к сульфату алюминия с образованием водонерастворимого продукта и выведением за счет необратимого химического взаимодействия молекул коагулянта из акта влияния их на рН среды.

Физический смысл величины b_0 — условный расход сульфата алюминия, необходимый для того, чтобы снизить рН воды до 4,5.

В условиях проведенного эксперимента действие степени размола массы как фактора практически не проявилось.

Уравнение (3) справедливо в случае применения для проклейки только хлорпренового латекса ЛНТ. В табл. 2 приведены значения оптимальных расходов сульфата алюминия при проклейке бумаги в массе каучуковыми латексами СКС-65ГП, СКН-40-1ГП и СКН-40ИХ в количестве 2% от абс. сухого волокна.

Таблица 2

Количество регулятора проклейки, % от а.с.в.	Расход $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, % от а.с.в., при проклейке латексом		
	СКС-65 ГП	СКН-40-1ГП	СКН-40ИХ
0	1,3	4,0	2,0
0,1	1,5	4,2	2,3
0,5	2,0	5,0	2,8
1,0	2,2	5,2	3,6

Карбоксилатный латекс СКН-40-1ГП по сравнению с СКС-65ГП и СКН-40ИХ требует значительно большего расхода глинозема. Это можно объяснить тем, что гидрофильность каучука увеличивается за счет введения в полимер карбоксильных групп, а это приводит к повышению устойчивости латекса по отношению к электролитам и увеличению адсорбционной емкости глобул к продуктам гидролиза сульфата алюминия. Различные оптимальные расходы коагулянта могут также определяться природой поверхностно-активных веществ, примененных при эмульсионной полимеризации.

Выводы

1. Для расчета оптимального расхода коагулянта при проклейке бумаги в массе хлорпреновым латексом ЛНТ нами выведено уравнение множественной линейной регрессии.

2. На оптимальный расход сульфата алюминия наибольшее влияние из исследованных факторов оказывает расход регулятора проклейки.

3. Наибольший расход сульфата алюминия требуется при проклейке бумаги в массе карбоксилатным латексом СКН-40-1 ГП.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. З. И. Борович. Определители и матрицы. Изд-во «Наука», М., 1970.
 [2]. В. Л. Колесников, Н. П. Перекальский, Р. Э. Рейзинь. Известия АН Латвийской ССР, серия «Химия», № 6, 1967, 740—743. [3]. Р. Шторм. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества, изд-во «Мир», М., 1970, 205.

Поступила 19 мая 1971 г.

УДК 668.473

ИЗУЧЕНИЕ ОТВАЛА, ПОЛУЧАЕМОГО ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ФИТОСТЕРИНА-СЫРЦА ИЗ СУЛЬФАТНОГО МЫЛА

Э. И. ЕВСТИГНЕЕВ, В. Б. НЕКРАСОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Показано, что выход отвала зависит от крепости спирта в спирто-мыльных растворах и составляет 2,9—3,1% от сухого сульфатного мыла. Большую часть отвала (свыше 40%) составляет лигнин; определены таниды — 2—3%, неорганические компоненты — свыше 30%, механические примеси — 1—2%.

Одна из первых стадий получения фитостерина-сырца из сульфатного мыла по способу ЛТА — растворение мыла в спирте и отстаивание горячего спирто-мыльного раствора с целью отделения отвала. Основной раствор отделяется от отвала декантацией и фильтрацией.

В настоящее время отвал считают отходом производства. На промышленной установке Кехраского ЦБК ежегодно скапливается до 2,5 т отвала. На Соломбальском ЦБК с вводом в действие промышленного цеха по производству β -ситостерина количество отвала увеличится до 200 т в год. Поэтому остро встает проблема утилизации этого отхода. Согласно проекту фитостеринового цеха для Соломбальского ЦБК, отвал нужно сжигать.

Отвал — коричневатый аморфный продукт с вкраплениями волокон, имеет слабый, но характерный запах сульфатного мыла. Количество отвала, выпадающего из горячего спирто-мыльного раствора при отстаивании, зависит от концентрации сухого вещества (сухого сульфатного мыла) и крепости спирта в растворе. Очевидно, с увеличением сухого вещества в растворе возрастает и количество отвала, выпадающего в осадок. С повышением крепости спирта в растворе выход отвала также увеличивается (рис. 1). При выделении фитостерина-сырца из сульфатного мыла Сегежского, Кехраского и Соломбальского ЦБК в лабораторных условиях выход отвала составлял 2,9—3,1%.

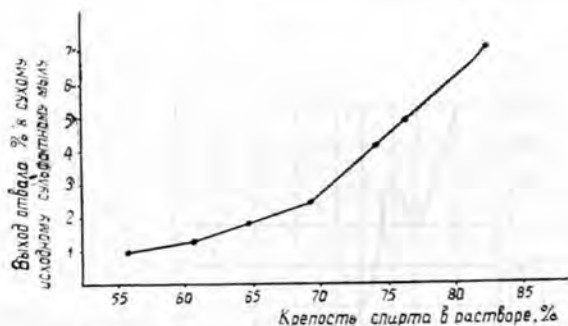


Рис. 1.

Нами исследовались образцы отвала, выделенные в лабораторных условиях из сульфатного мыла Светогорского и Соломбальского ЦБК, а также производственные образцы Кехраского ЦБК. Изучая состав черного щелока и сульфатного мыла, мы пришли к выводу, что в состав отвала, помимо неорганических компонентов и механических примесей (волокон, песка), входят щелочной сульфатный лигнин и таннины.

Количество неорганических компонентов определяли по величине зольности (табл. 1). Лигнин выделяли из отвала по следующей методике. Отвал Кехраского ЦБК (влажность 9,8%, зольность 33,1%) растворяли в 1 н. NaOH, полученный раствор подкисляли 5%-ной HCl и отстаивали. Осажденный лигнин фильтровали через тканевый фильтр, промывали горячей водой до нейтральной реакции и сушили под вакуумом при $t = 60^{\circ}\text{C}$. В результате переосаждения получили порошок темно-коричневого цвета, содержащий 3,2% влаги и 1,7% золы.

Таблица 1

Комбинат	Содержание лигнина в образцах отвала, % к сухому отвалу	Зольность образцов отвала, % к сухому отвалу	Зольность выделенного лигнина, %
Светогорский	60,00	20,40	0,70
Кехраский	81,33	17,05	0,56
Соломбальский	62,09	31,52	2,81

Примечание. Образец отвала Кехраского ЦБК — средняя проба из 10 производственных партий, а образцы Светогорского и Соломбальского ЦБК — средние пробы соответственно из 15 и 7 партий, полученных в лабораторных условиях.

Далее изучали спектральные характеристики выделенного лигнина. Полученные ИК- и УФ-спектры сравнивали с представленными в литературе [5], [6], [7]. На рис. 2 показан УФ-спектр выделенного щелочного сульфатного образца лигнина (0,0006%-ный раствор в 0,1 н. NaOH). Как видно из рисунка, характер кривой такой же, как и у нефракционированного диоксанлигнина [6], [7]. Максимум поглощения сульфатного лигнина лежит в области 278 см^{-1} , а диоксанлигнина — в области 280 см^{-1} . В области $285\text{—}295 \text{ см}^{-1}$ (область поглощения фенольных гидроксильных групп) имеются различия. Так, если в УФ-спектре диоксанлигнина максимум поглощения достаточно четок, то в УФ-спектре изучаемого образца он только намечается.

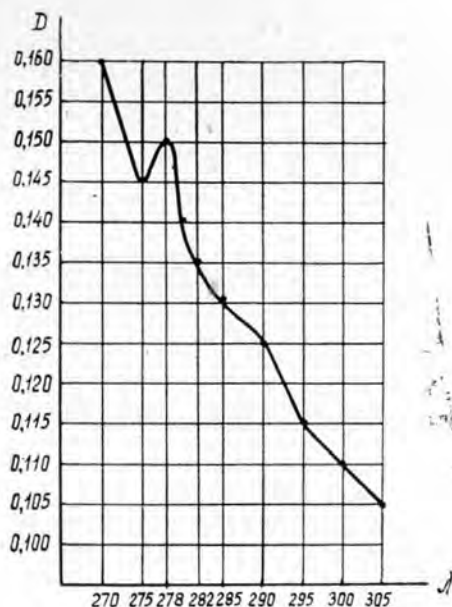


Рис. 2.

На рис. 3 представлен ИК-спектр изучаемого образца щелочного сульфатного лигнина (запрессовка с KBr). Кривая по характеру идентична кривой ИК-спектра лигнина Бьеркмана ели [5]. Полосы поглощения обоих образцов лежат в одних и тех же областях; незначительное смещение некоторых полос можно отнести за счет примесей. Различия в спектрах объясняются, по-видимому, тем, что в жестких условиях сульфатной варки природный лигнин претерпевает структурные изменения.

Один из важных показателей активности лигнина — содержание метоксильных групп. По литературным данным [2], в различных препаратах лигнина количество метоксильных групп колеблется от 10 до 25% в зависимости от метода выделения препарата и природы исходной древесины. В лигнине коры сосны и ели содержание метоксильных групп составляет соответственно 7,4 и 1,4%.

Для определения количества метоксильных групп в изучаемом сульфатном лигнине применяли объемно-аналитический метод [1]. Сравнительно невысокое содержание метоксильных групп (7,9%), вероятно, можно объяснить тем, что на Кехраском ЦБК сырьем для сульфатной варки служит неокоренная древесина сосны и ели.

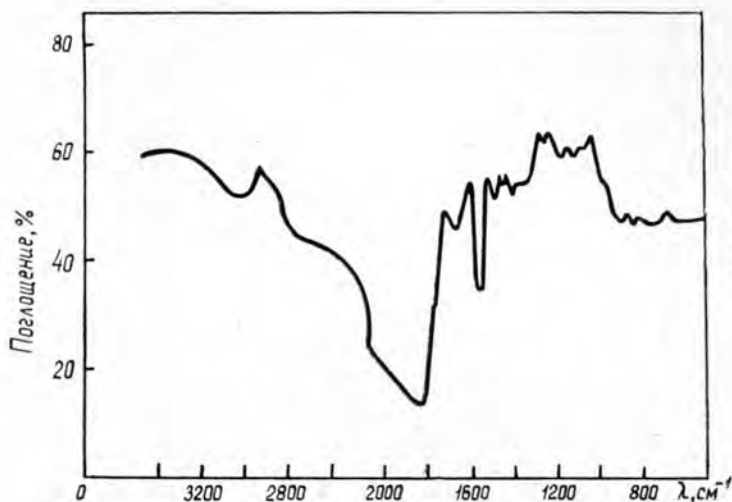


Рис. 3.

Затем по методу Кенига в модификации Комарова [4] определяли содержание лигнина в различных образцах отвала (табл. 1), вычисляли также зольность выделенного лигнина. Полученные значения зольности хорошо согласуются с литературными данными для различных препаратов лигнина.

Содержание танидов определяли по стандартному методу в Центральной лаборатории кожевенного завода [3]. Производственный образец отвала Кехраского ЦБК имеет следующий групповой состав (% к сухому отвалу): лигнин 41,80; таниды 2,30; зольность 33,10; механические примеси 1,45; 21,35% отвала не изучено. Значительную часть отвала составляет не растворимая в спирте фракция лигнина и неорганические компоненты. Соотношения компонентов в отвале меняются в зависимости от исходного сырья, условий сульфатной варки и пр.

О практическом использовании отвала говорить пока рано. Однако пути его утилизации могут быть аналогичны путям использования щелочного сульфатного лигнина и танидов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, 1962 г. [2]. Ф. Э. Браунс. Химия лигнина. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [3]. Всесоюзный единый метод. Химико-аналитический контроль в кожевенном и дубильно-экстракционном производстве, М., 1955. [4]. А. В. Оболенская и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [5]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. Инфракрасная спектроскопия лигнина. Сб. «Химия древесины» № 1, изд-во «Зинатне», Рига, 1968. [6]. Aulin Erdtman, G. Svensk. Papper stidn 57, 745, 1954. [7]. Aulin Erdtman, G. Svensk. Kemisk Fidekrift 70, 4, 1958.

Поступила 18 сентября 1972 г.

УДК. 547.992.3

О ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКИХ ВОЛНАХ ЛИГНИНА НА ФОНЕ ГИДРООКСИ ЛИТИЯ

О. Ф. ГОРБУНОВА, Б. Д. БОГОМОЛОВ

Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института

Полярографирование различных препаратов лигнина при использовании гидроокиси лития в качестве фонового электролита показало на присутствие волны в области от $-1,0$ в до $-1,3$ в. Установлено, что на потенциал полуволны лигнина влияют условия его обработки и выделения из древесины. Отмечено присутствие волн для некоторых образцов лигнина в области от $-1,65$ в до $-1,7$ в.

При исследовании органических веществ все чаще используют полярографический метод. Этот метод можно применить и для изучения лигнинов.

Японские авторы [6], [10] показали, что щелочные лигнины дают характерные каталитические волны в аммонийных буферных растворах, содержащих ионы кобальта. Подобные волны образовывали и продукты сульфатных варок лигниновых моделей гваяцилглицерин- β -гваяцилового эфира и изоэвгенола.

Финские исследователи [7], [8] провели работу по изучению влияния различных заместителей в гваяцилпропановой структуре лигнина на потенциал полярографической волны на модельных веществах. Активность различных элементов лигнинных структур определяли, исходя из способности к восстановлению карбонильной группы.

В отличие от ранее проведенных нами работ [3], [4] в данных исследованиях в качестве фона мы использовали водный раствор гидроокиси лития, так как в этой среде хорошо растворяется большинство препаратов лигнина, а ион лития восстанавливается в сильно отрицательной области.

Результаты показали, что для всех образцов лигнина характерна полярографическая волна в пределах между $-1,0$ и $-1,35$ в, причем на потенциал полуволны лигнина влияют условия его обработки и выделения из древесины (табл. 1).

Из данных табл. 1 следует, что чем мягче условия получения лигнина, тем ниже потенциал. Для натронных лигнинов повышение температуры варки на 20° не оказывает влияния на изменение потенциала; для сульфатных лигнинов при низких температурах варки потенциал полуволны почти такой же, как для натронного лигнина, но с повышением температуры и увеличением времени варки потенциал сдвигается в сторону более положительных значений.

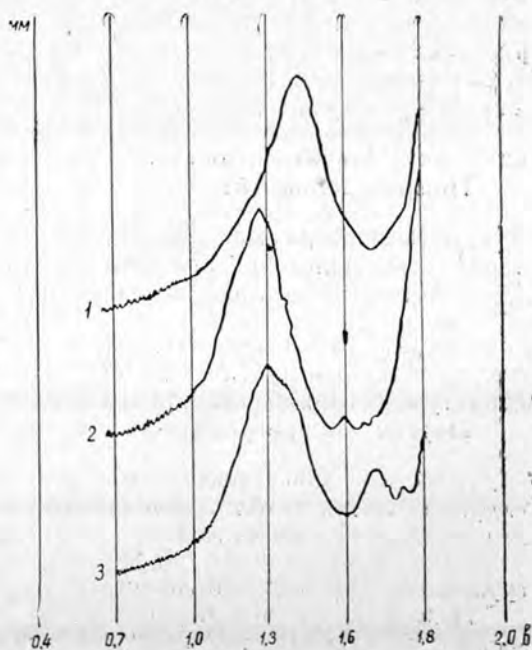
При рассмотрении дифференциальных (нормальных) полярограмм натронных лигнинов обращает на себя внимание присутствие второй волны с потенциалом $E_{\frac{1}{2}}$, равным $-1,65$ в и $-1,7$ в (рис. 1). Диффузионный ток этой волны сравним по величине с током волны при $E_{\frac{1}{2}} = -1,25$ в. В этой области образцы натронных лигнинов, полученных щелочной варкой древесины, значительно отличаются от полученных той же варкой диоксанлигнинов, так как в полярограммах по-

Таблица 1

Препарат	Потенциал $E_1, \text{ в.}$ $\frac{1}{2}$ волны*	
	первой	второй
Лигнин Бьеркмана	-1,36	—
Диоксанлигнин	-1,27	—
Натронный лигнин от варки древесины сосны при температуре, °C		
140	-1,29	-1,7
160	-1,27	-1,68
Натронный лигнин от варки соснового диоксанлигнина	-1,28	—
Сульфатный лигнин от варки древесины сосны при температуре, °C		
120	-1,25	—
140	-1,25	—
160	-1,20	—
180	-1,13	—
180**	-1,06	—
Промышленный сульфатный лигнин ПП-67	-1,0	-1,9

* Приведены значения потенциалов полуволн нормальных полярмограмм. ** Варка в течение 12 час с подъемом в 1 час.

Рис. 1. Дифференциальные полярмограммы.
1 — лигнина Бьеркмана; 2 — диоксанлигнина; 3 — натронного лигнина от варки древесины при 140° (НВ-399-140).



следних отсутствует вторая волна при $-1,7 \text{ в.}$ В других препаратах лигнина хотя и заметны волны, но выражены они недостаточно отчетливо (рис. 1).

Для выяснения происхождения указанных выше волн были записаны полярмограммы нескольких модельных веществ (табл. 2): кислот, альдегидов, кетонов, спиртов, ненасыщенных и димерных соединений. Кислоты (коричневая, ванилиновая, пара- и орто-фталевая и др.), за исключением бензоилбензойной (в которой имеется карбонильная группа), не дают волн на фоне гидроокиси лития, что по-видимому, мож-

Таблица 2

Модельное вещество	Потенциал полувоны $E_{1/2}$, в
Дегидроизоэвгенол	-1,22
Бензоилбензойная кислота	-1,43
Диваниллилдисульфид	-0,7*
	-1,0**
Пропаиогуаякол	-1,87
Ванилин	-1,68 ÷ 1,7
Протокатеховый альдегид	-1,68 ÷ 1,7

* Для первой полувоны. ** Для второй полувоны.

но объяснить отсутствием в данной среде протонов; спирты (ванилиновый, гваяцилпропанол) также не дают полярографических волн.

Сравнение полярограмм лигнинов, обработанных различными реагентами, с полярограммами модельных веществ позволило установить принадлежность полярографических волн исходных лигнинов определенным структурам лигнина.

Поскольку обработка натронного лигнина бисульфитом натрия привела к исчезновению второй полярографической волны и то же самое произошло при обработке боргидридом натрия (табл. 3), то можно сказать, что эта волна принадлежит карбонильным группам и скорее альдегидной, чем кетонной, так как для кетонной группы характерна волна с потенциалом полувоны — 1,87 в (табл. 2, порядковый № 4). Первая волна с $E_{1/2} = -1,2$ в ÷ -1,3 в в натронном лигнине после обработки остается без изменения.

Помимо волны ($E_{1/2} = -1,7$ в), принадлежащей альдегидным группам, в полярограммах некоторых образцов сульфатных лигнинов от варки древесины с большей щелочностью появляется волна с $E_{1/2} = -1,44$ в, которая исчезает при восстановлении как боргидридом натрия, так и алюмогидридом лития. Эта волна также принадлежит карбонильному типу, но структура ее, возможно, более близка к структуре бензоилбензойной кислоты (табл. 2, порядковый № 2).

Первая полярографическая волна сульфатного лигнина с $E_{1/2} = -1,03$ ÷ -1,06 в, восстановленного боргидридом натрия или алюмогидридом лития (табл. 3, порядковый № 3), сдвигается в область с более низким потенциалом ($E_{1/2} = -1,22$ в), то есть лигнин становится трудно электровосстанавливаемым.

Известно, что чем больше длина сопряжения в молекуле органического соединения, тем легче оно электровосстанавливается (при более положительном потенциале). Действие алюмогидрида лития приводит к гидрированию двойных связей и карбонильных групп, вследствие чего, вероятно, укорачивается длина сопряжения в молекуле и восстанавливается она труднее (при более отрицательном потенциале). Отсюда можно заключить, что более положительный потенциал полувоны исходных сульфатных лигнинов по сравнению с восстановленными лигнинами (табл. 3, порядковые № 3 и 4) вызван присутствием в их структуре сопряженных двойных связей.

Сравнение полярографических волн лигнинов и модельных веществ позволило сделать предположение о принадлежности основной

Таблица 3

№ п/п	Лигнин	Потенциал $E \frac{1}{2}$, в. волны		Высота, мм, волны		Чувствительность, А/мм
		первой	второй	первой	второй	
1	Натронный					
	исходный	-1,26	-1,66	21	9	$2 \cdot 10^{-7}$
	обработанный бисульфитом натрия	-1,25	-	60	-	$2 \cdot 10^{-7}$
	обработанный боргидридом натрия	-1,25	-	33	-	$1 \cdot 10^{-7}$
2	Сульфатный					
	исходный*	-1,23	-	36	-	$1 \cdot 10^{-7}$
	обработанный алюмогидридом лития	-1,25	-	49	-	$2 \cdot 10^{-7}$
	3 Сульфатный					
	исходный**	-1,03	-1,44	28	16	$1 \cdot 10^{-7}$
	обработанный боргидридом натрия	-1,26	-	45	-	$2 \cdot 10^{-7}$
	обработанный алюмогидридом лития	-1,22	-	64	-	$2 \cdot 10^{-7}$
	4 Сульфатный***					
	исходный	-1,05	-	58	-	$2 \cdot 10^{-7}$
	обработанный боргидридом натрия	-1,18	-	66	-	$2 \cdot 10^{-7}$
5	Натронный					
	исходный	-1,27	-1,67	42	17	$2 \cdot 10^{-7}$
	обработанный элементарной серой в диоксиде при 160°	-1,15	-1,68	44	13	$2 \cdot 10^{-7}$

* От варки по одностороннему графику при температуре 140°, концентрация сульфидов в исходном щелоке составляла 4,2% от древесины. ** Концентрация сульфидов натрия в исходном щелоке 8,65% от древесины. *** От варки в течение 12 час.

полярнографической волны лигнина структуре, подобной дегидроизоэвгенолу. Отклонение величины потенциала полуволны следует отнести к присутствию тех или иных заместителей, облегчающих или затрудняющих восстановление.

Полярнографические исследования производили на венгерском полярнографе Orion KTS типа 7-77-4 с чувствительностью от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ А/мм. В качестве анода использовали донную ртуть, а в качестве катода — капаящий ртутный электрод. Полярнографирование производили с капилляром $m = 16,7$ мг/сек; $t = 0,96$ сек; $m^2 t^3 = 6,25$. Высота ртутного столба $H = 485$ мм, концентрация лигнина до $25 \cdot 10^{-3}$ М/л ($MV = 182$), концентрация модельных веществ $(1-2) \cdot 10^{-3}$ М/л. Раствор продували аргоном в течение 10—15 мин, а затем поток аргона пропускали под раствором. Записывали как дифференциальные, так и нормальные полярнограммы, причем почти во всех случаях величина $E \frac{1}{2}$ дифференциальных полярнограмм смещалась на 0,1 в сторону более отрицательных значений.

Нами установлено, что высота полярнографической волны связана линейно с высотой столба ртути, то есть соблюдалось равенство: $id = k\sqrt{H}$; это свидетельствовало о том, что определяемый ток являлся нормальным, а не увеличенным диффузионным током.

Образцы лигнина. Лигнин Бьержмана был выделен из древесины сосны [2], диоксанлигнин — по методу Пеппера из этой же древесины [1]. Щелочные лигнины получены лабораторными варками сос-

новой древесины по однотипным графикам и выделены из черных щелоков осаждением 1—2 н. соляной кислотой.

Модельные вещества. Дегидродиизоэвгенол получен по методике [5] из изоэвгенола, выход 20%, температура плавления 129—130°. Бензоилбензойная кислота была получена Г. Ф. Закисом в Институте химии древесины АН Латвийской ССР и любезно нам представлена. Диванилилдисульфид получен из ванилина по методике, приведенной в одной из работ [9]. Остальные вещества были реактивных кондиций и специальным обработкам не подвергались.

Таким образом, нами определены потенциалы полуволн препаратов лигнина, близких к природному, натронных и сульфатных лигнинов, а также некоторых модельных веществ при использовании в качестве фонового электролита 0,2 М раствора гидроокиси лития. Количество полярографических волн и их потенциалы зависят от условий выделения лигнинов и их обработки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, Г. И. Попова, В. Ф. Карабанова, Л. Н. Прокшина, А. П. Масленникова. Отчет Проблемной лаборатории АЛТИ за 1969 г. [2]. Б. Д. Богомолов, В. А. Пивоварова, Н. Д. Бабикова. Отчет Проблемной лаборатории АЛТИ за 1970 г. [3]. О. Ф. Горбунова, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1965. [4]. О. Ф. Горбунова, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1968. [5]. H. Erdman. Biochemische Zeitschrift, 258, 179, 1933. [6]. T. Kanda, K. Kawakami and N. Terashima. Japan Wood Rec. Soc., 2, 1956, 124; 1957, 201; 4, 1958, 41; 7, 1961, 112, 117; 8, 1962, 138, 142; 258. [7]. I. I. Lindberg, K. Penttinen, C. Majani. Acta Chem. Scand., 19, № 8, 1965, 1991—1992. [8]. I. I. Lindberg, K. Penttinen, F. Sundholm. Papper och Trä, Nr. 11, 1969, 823—828, 844. [9]. Manchot und Zahn. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Bd. 345, 1906, 320—321, Leipzig. [10]. Terashima Nortsugu, Tamao Masato, Kanda Takashi, Mokusei Gakkashi. 1968, 14 (4), 220—6, цитировано по Chemical Abstracts, vol. 170, № 6, 1969, (210992); Japan Wood Rec. Soc., 13, 1967, 208.

Поступила 25 января 1973 г.

УДК 676.16.022.5 : 628.312

ОКСИКИСЛОТЫ СУЛЬФАТНЫХ ЩЕЛОКОВ

А. Н. ИВАНОВ, Л. Г. ПОПОВА, В. Н. ПИЯЛКИН,
Ю. И. ЧЕРНОУСОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Исследован состав оксикислотно-лактонной части черного щелока сульфатно-целлюлозного производства Котласского ЦБК. Методом бумажной хроматографии в составе оксикислот щелока идентифицированы гликолевая, молочная, лактилмолочная, диоксимасляная и сахарные кислоты.

В настоящее время технология сульфатного производства целлюлозы достигла такого уровня, при котором становится возможным использование органической части сульфатных щелоков. Целесообразность этого направления подтверждается литературными данными: предложены способы получения щелочного лигнина [4], [6], ванилина [2], [5], низших жирных кислот [21], диметилсульфида [8], [9], диметилсульфоксида [1] и других продуктов.

Основное внимание исследователи обращали на использование главных компонентов органических веществ сульфатного щелока — лигнина (до 50% от суммы органических веществ щелока) и оксикислот и лактонов (около 30%).

Было разработано несколько перспективных способов применения оксикислотно-лактонной части сульфатных щелоков — получение акрилатов [16], биомассы [10], [19], дикарбоновых кислот, являющихся важным сырьем для синтеза полиамидов и полиэфиров [3], [22].

В настоящей работе приведены результаты исследования состава оксикислотно-лактонной части сульфатного щелока Котласского ЦБК. (Для производства сульфатной целлюлозы здесь применяют древесину сосны с примесью лиственных пород не более 10%). Щелок отбирали в промывном цехе перед подачей на выпарные станции. Основные характеристики щелока: плотность (при 20°C) 1,042 г/см³; сухой остаток 106 г/л; минеральная часть 32,4 г/л; органическая часть 73,6 г/л.

На основании литературных данных и результатов предварительных исследований были разработаны и испытаны четыре схемы разделения органических веществ щелока. В I—III схемах для выделения лигнина щелок подкисляли сильными минеральными кислотами (HCl, H₂SO₄). После удаления лигнина и эфирорастворимых компонентов водный раствор оксикислот и лактонов содержал значительное количество минеральных солей (NaCl, Na₂SO₄) и некоторый избыток неорганических кислот, отделить которые сложно. Для устранения этих недостатков в IV варианте для выделения лигнина щелок обрабатывали сильнокислотным катионитом КУ-1 в H-форме.

По принятой схеме (рис. 1) сульфатный щелок насыщали CO₂ до pH = 8,5 и экстрагировали диэтиловым эфиром для извлечения фенолов и нейтральных веществ. Прозэкстрагированный раствор центрифугировали для отделения лигнина, лигнин промывали водой и промывные воды присоединяли к основному водному раствору, который обрабатывали катионитом КУ-1 до постоянного значения pH деионизированного раствора. Катионит отфильтровывали, промывали водой и промывные воды присоединяли к основному водному раствору, содержащему лигнин, кислоты и оксикислоты, водорастворимые нейтральные вещества. Лигнин центрифугировали, промывали водой, промывные воды присоединяли к основному водному раствору, который экстрагировали диэтиловым эфиром для извлечения летучих, высших жирных и смоляных кислот. Эфирный экстракт промывали небольшим количеством дистиллированной воды для извлечения низкомолекулярных оксикислот, частично растворимых в диэтиловом эфире, и промывные воды присоединяли к основному водному раствору, содержащему оксикислоты и лактоны. После упаривания водного раствора в вакууме (при температуре ≤ 50°C) в остатке получали оксикислоты и лактоны с небольшой примесью водорастворимых веществ.

В результате разделения органических веществ сульфатного щелока получено (в процентах от суммы органических веществ щелока): количество эфирорастворимой части (фенолы, жирные и смоляные кислоты) 4,27; содержание водорастворимой части (летучие кислоты, оксикислоты и лактоны, нейтральные вещества) 31,90. Выход смоляных и жирных кислот занижен из-за адсорбции их с катионитом КУ-1. При упаривании водорастворимой части в вакууме получено летучих кислот в пересчете на уксусную 10,08%.

Выход водорастворимых нелетучих кислот (оксикислот — 21,82%) несколько завышен за счет присутствия в них небольшого количества нейтральных веществ и из-за неполного удаления летучих кислот при упаривании в вакууме. Состав выделенных оксикислот щелока исследовали современными методами бумажной и газо-жидкостной хроматографии.

В данном сообщении описан метод бумажной хроматографии, которую осуществляли на бумаге марок М (Ленинградская бумажная

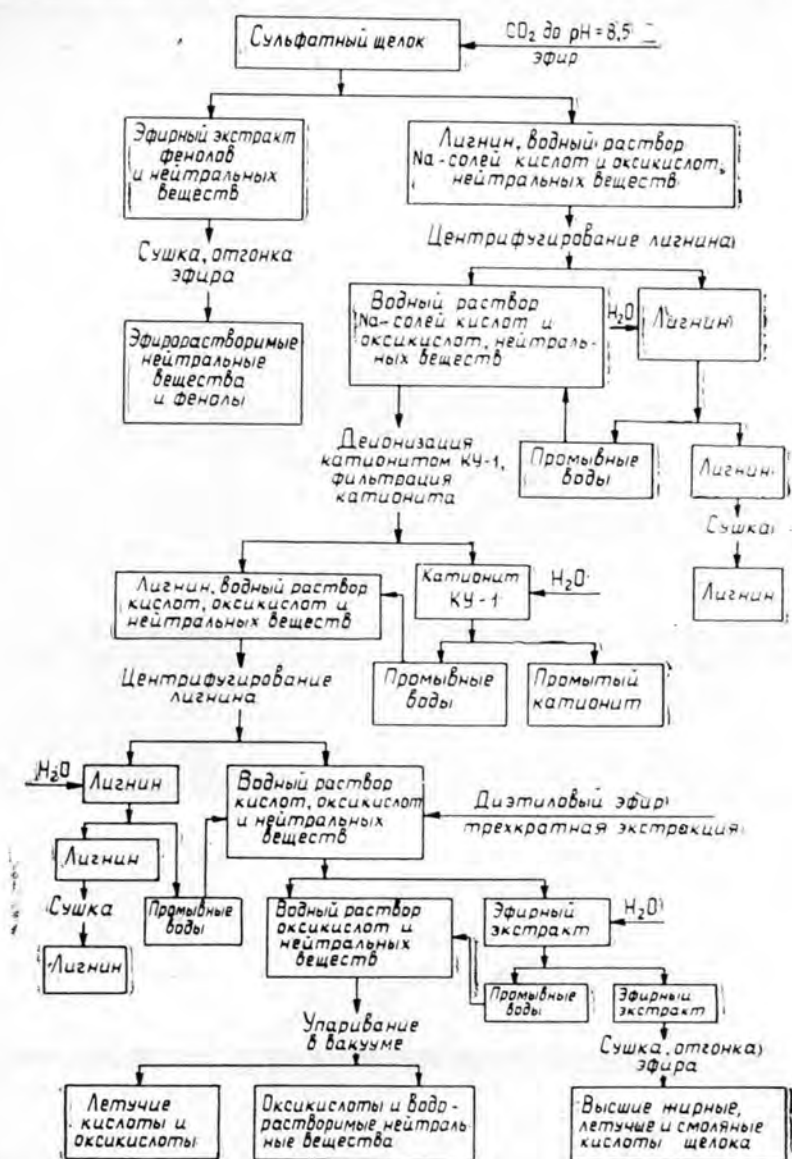


Рис. 1. Схема выделения оксикислот и лактонов сульфатного щелока.

фабрика № 2) и NF № 15 (ГДР). Наиболее удовлетворительное разделение оксикислот было достигнуто на бумаге марки М. Кислоты наносили на лист хроматографической бумаги в виде 8—10%-ного водного раствора.

На основании литературных данных [13], [14], [15], [18], [20] были подобраны и экспериментально испытаны следующие системы растворителей: I — этилацетат — ледяная уксусная кислота — вода (10:1,3:1); II — н-бутанол — вода — уксусная кислота (4:5:1); III — бензиловый спирт — н-бутанол — вода — муравьиная кислота (5:5:1:0,1).

Для выявления пятен оксикислот и лактонов применяли 0,05%-ный спиртовой раствор бромфенолблау, бензидиновый и гидроксимламино-

вый реактивы. Идентификацию пятен осуществляли по литературным данным и по значению R_f свидетелей. В качестве свидетелей применяли 10%-ные водные растворы гликолевой и молочной кислот, а также 10%-ные водные растворы сахариновых кислот, полученных путем щелочного разрушения глюкозы, фруктозы, лактозы и ксилозы [11], [12], [17].

Данные бумажной хроматографии оксикислот щелока (табл. 1) показывают, что в состав оксикислот входят гликолевая, молочная, лактиломолочная, диоксималяная и сахариновые кислоты.

Таблица 1

Компонент	Система растворителей							
	I		II		III			
	значения $R(f)$ по данным							
	литературным [14], [15]	экспери- менталь- ным	литературным [7], [13]	экспери- менталь- ным	литера- турным [18]	экспери- менталь- ным		
Гликолевая кислота	0,52	0,50	0,51	0,48	0,56	0,58	0,44	0,44
Молочная "	0,67	0,66	0,70	0,68	0,71	0,73	0,62	0,58
Лактиломолочная "	—	0,73	0,83	—	—	—	—	0,70
Диоксималяная "	—	—	—	—	—	—	0,38	0,37
1, 3, 4-триоксивалериановая (эритроновая) кислота	—	—	—	—	—	—	0,21	0,20
D-глюконозосахариновая кислота	—	0,10	0,10	—	—	—	—	—
D-глюкометасахариновая кислота	—	—	—	—	—	—	0,07	0,08
Лактон β-D-глюкометасахариновой кислоты	—	0,41	0,39	—	—	—	—	—
Лактон α-галактометасахариновой кислоты	0,30	—	0,29	—	—	—	—	—

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Г. Ведерников, В. Ф. Максимов. Журн. «Бумажная промышленность» № 11, 1966. Бюллетень изобретений № 20, стр. 14, 1964. Авторское свидетельство 165713 от 24.9.63. [2]. Н. Ф. Комшилов, Т. А. Селиванова. Журн. «Бумажная промышленность» № 1, 1967. [3]. В. Б. Литвинова, Н. Ф. Комшилов. Журн. «Бумажная промышленность» № 11, 1966. Бюллетень изобретений № 2, 1966. Авторское свидетельство № 177872 от 21.12.63. [4]. В. М. Никитин, А. В. Оболенская. Труды ЛТА, Гослесбумиздат, № 85, 1966. [5]. А. А. Соколова, Н. А. Баранов, Е. В. Назарова. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 3, 1957. [6]. М. И. Чудаков. Промышленное использование лигнина. Гослесбумиздат, 1962. [7]. Р. Я. Школьник. ДАН СССР, 90, № 5, 1953, 847. [8]. T. Enkvist, E. Hagglund. «Engineering news» 1, 1956, 172. Патент США, 2711430, 1953. [9]. T. Enkvist. Paperi ja puu, 4, 29, 1960. [10]. J. Hostomsky, M. Kosik. Vysk. zprava. SVST Bratislava, 1964. [11]. H. Kiliani. Ber., 15, 2953, 1882. [12]. H. Kiliani. Ber., 42, 3903, 1909. [13]. F. Kosmal, J. Hostomsky, M. Kosik. Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych, 52, 1965, 311. [14]. G. Machell, G. N. Richards. J. Chem. Soc., 1960, 1924. [15]. M. Moilanen, H. Richtzenhain. Acta Chem. Scand., 8, 4, 704, 1954. [16]. R. Montgomery, R. Ronca. Jnd. Eng. Chem., 45, 1953, 1136. [17]. J. U. Nef. Ann., 78, 1, 1910. [18]. V. Prey, A. Kabil. Holzforschung, 13, VI, 2, 1959, 33. [19]. Z. Radei, Z. Kristofova. Papir a cell., 19, 6, 1964, 152—153. [20]. G. N. Richards, H. H. Sephton. J. Chem. Soc., 1957, 4492. [21]. L. T. Sandborn, W. B. Stengle. Патент США, 2750413, 2.06.56. [22]. W. Voss. Sitzungberichte d. D. A. W., der DDR zu Berlin, 1962. Pat. NDR, с. 14796, 1958; с. 14812, 1958; с. 14548, 1959.

УДК 634.0.892.6

О НЕОДНОРОДНОСТИ СОСТАВА СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ ПНЕВОГО ОСМОЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ИХ ЛОКАЛИЗАЦИИ В ДРЕВЕСИНЕ

А. Е. СОСНИН, М. М. ЗАГУЛЯЕВА, Л. А. МАЛЮТИНА

В. А. ШИШКИН

Архангельский лесотехнический институт

Показано, что состав смолистых веществ, выделенных из пневого осмола прессованием, существенно отличается от состава смолистых, оставшихся в древесине после прессования. В первом случае живица содержит летучих в 2,1 раза больше, чем во втором. Разнородность состава подтверждена качеством канифоли, сваренной в одинаковых условиях.

Процессы естественного и искусственного просмоления древесины сосны протекают примерно одинаково и заключаются в том, что живица, содержащаяся в смоляных ходах заболони, вытекает из них вследствие отмирания выстилающих клеток и распространяется по частично обезвоженной древесине ядра или заболони.

В сильно просмоленной древесине большая часть полостей трахеид, а в отдельных случаях практически все поры древесины заполнены живицей. Во время засмоления, а также в период созревания пневого осмола происходят физико-химические и биохимические процессы, которые приводят к тому, что состав живицы, заполняющей поры просмоленной древесины, оказывается отличным от состава живицы, вытекающей из смоляных ходов при подсочке.

Обычно принимают, что смолистые вещества в древесине пневого осмола распределены довольно равномерно, а состав их практически одинаков во всех анатомических элементах древесины. Это допущение дает возможность при исследовании процесса экстракции канифоли органическими растворителями применять методики, по которым природное расположение смолистых веществ в древесине заменяется искусственным, полученным пропиткой растворами смолистых в органических растворителях.

Иногда некоторые свойства живицы, выделенной из осмола механическим путем (выдавливанием), принимают идентичными свойствам всех смолистых, содержащихся в осмоле. Если принять во внимание анизотропность древесины и различное поведение ее элементов при механической обработке (прессовании), то такое допущение возможно только при условии, если живица, расположенная в различных анатомических элементах просмоленной древесины, имеет одинаковый состав; имеющиеся же литературные данные не подтверждают этого положения.

Например, исследованиями А. Л. Пирятинского и М. М. Сорокина [2] установлено, что канифоль, сваренная из живицы, полученной по методу В. Л. Агентова прессованием предварительно разогретых кусков осмола, имела свойства, несколько отличающие ее от обычной экстракционной канифоли. Кроме того, выдавленная живица содержа-

ла скипидара значительно больше (26,5—26,9%), чем можно было ожидать при анализе исходного осмола. Данные работы [2], а также наши наблюдения за выделением живицы при прессовании пневого осмола на холоду позволили предположить, что смолистая масса, пропитывающая пневый осмол, различается по своему составу и свойствам в зависимости от места ее локализации в древесине; один из способов доказательства этого — сопоставление показателей качества и свойств смолистых веществ, выделенных из осмола при прессовании и оставшихся в осмоле после прессования.

Предварительные опыты были проведены при прессовании образцов пневого осмола на гидравлическом прессе с целью оценки деформации отдельных анатомических элементов древесины и изменения ее объемной массы во время прессования и при последующей распрессовке. В этих опытах живица и вода вытекали, в основном, через торцевые поверхности образцов. Некоторое количество выдавленной массы было собрано и подвергнуто разделению отстаиванием.

В результате была получена светло-желтая легкоподвижная жидкость, которая содержала 29,1% скипидара. Из многолетней практики канифольно-экстракционных заводов и по литературным данным известно, что количество летучих от суммы смолистых веществ, содержащихся в пневом осмоле, в среднем не превышает 20%, а живица, вытекающая из смоляных ходов при подсочке сосны, содержит 35—38% скипидара. Если учесть возможные потери скипидара при выдавливании живицы и ее отстаивании, то полученный нами продукт по содержанию летучих был довольно близок к живице, заполняющей смоляные ходы заболони сосны. Эти данные позволили сделать вывод, что по содержанию скипидара живица, находящаяся в пневом осмоле, неоднородна. При этом отмеченную разницу в содержании летучих можно объяснить и потерями скипидара с поверхности древесины при ее разделке и хранении.

Чтобы получить более обстоятельные и достоверные данные, которые позволили бы подробнее характеризовать разницу в свойствах смолистых веществ, нами было проведено специальное исследование. Для опытов использовали образец осмола, произвольно выбранный на бирже завода «Вахтан». Из стволовой части пня, примыкающей к корневой шейке, был выпилен отрезок длиной около 30 см, который после подсушивания на воздухе до влажности 15—18% разделан на стандартные кубики размером 20×20×30 мм (20 мм—размер по длине волокон). Общая масса полученных образцов 1045 г при массе одного образца 9—10 г. Все кубики прессовали на гидравлическом прессе в поперечном направлении до полного разрушения в специально сконструированной и изготовленной прессформе с приспособлениями для быстрого сбора вытекающей из осмола живицы. При этом в конце сжатия максимальное значение удельного давления на образец достигало 330 кг/см².

В результате было получено 145 г мутной подвижной жидкости, которая постепенно, при отстаивании в течение нескольких суток разделилась на два слоя. Верхний прозрачный слой живицы сливали и анализировали; нижний слой содержал капли воды и незначительное количество белого осадка, не растворимого даже в спирте. Общее количество воды и механических примесей составило 4,86% от живицы. Механические примеси, скорее всего, представляют собой измельченную древесину, оставшуюся на поверхности образцов после разделки.

При 20°C плотность осветленной живицы 992 кг/м³; часть ее использовали для анализа на содержание скипидара по методике, рекомендованной для определения летучих в пневом осмоле [1], а ос-

новное количество — для варки канифоли по специальному режиму под атмосферным давлением при конечной температуре варки 165°C; конец варки определяли по прекращению отгонки летучих. Выход канифоли составил 65,4% от живицы.

Смолистые вещества, оставшиеся в осмоле после прессования, извлекали серным эфиром в аппаратах Иванова. После упаривания эфирного экстракта на водяной бане было получено около 200 г продукта, который представлял собой довольно светлую вязкую жидкость. Примерно половину общего количества экстракта использовали для варки канифоли по режиму, описанному выше, а вторую половину поставили на хранение в плотно закрытой колбе. Выход канифоли из экстракта составил 85%. Дальнейшие наблюдения за экстрактом показали, что через несколько дней в нем появились центры кристаллизации, а спустя две недели образовалась сплошная твердая кристаллическая масса. Выдавленная живица не обнаруживала признаков кристаллизации в течение многих месяцев.

Специальными анализами было определено содержание летучих по отношению к канифоли в осмоле после выдавливания живицы прессованием. Для этого подвергнутые прессованию кубики сразу же разделили на две примерно равные части и из них составили две пробы, навески которых немедленно использовали для определения летучих и канифоли по обычным методикам. Опыты позволили составить также и баланс смолистых. Расчеты показали, что в древесине после прессования осталось 65,4% исходных смолистых веществ, а в выделенную живицу перешло 34,6%. Примерно столько же живицы удавалось извлечь из осмола и по методу В. Л. Агента [2].

В результате нами были получены две фракции смолистых веществ пневого осмола: 1) живица, выделенная прессованием осмола на холоду; 2) остаток смолистых в древесине при экстракции серным эфиром. Из каждой фракции смолистых по однотипному режиму была сварена канифоль, которую анализировали по ГОСТу 797—64 и определяли групповой состав [1].

Результаты представлены в табл. I и подтверждают, что по всем показателям оба вида смолистых веществ пневого осмола значительно различаются. Если принять во внимание, что условия варки канифоли были одинаковыми, а температура кипения серного эфира всего 34,6°C, то становится очевидным, что наблюдаемая разница в составе канифоли, например, в содержании окисленных, не может быть объяснена

Таблица I

Показатели живицы	Численное значение показателей для живицы, выделенной	
	прессованием	экстракцией серным эфиром после прессования
Общее количество смолистых, % от суммы исходных смолистых веществ	34,6	65,4
Содержание летучих, %	32,07	14,85
Плотность летучих при 20°C, кг/м ³	869	872
Температура размягчения канифоли, °C	46,7	66,0
Состав канифоли		
неомыляемые, %	13,89	6,00
окисленные, %	3,34	8,89
смоляные кислоты, %	71,10	74,88
жирные кислоты, %	12,20	7,09
кислотное число, $\frac{\text{мг КОН}}{\text{г}}$	140,3	158,1

различными температурными условиями во время выделения смолистых из древесины. По нашему мнению, разные анатомические элементы древесины пневого осмола содержат различные по составу смолистые вещества.

Исходя из известных представлений о механизме деформации древесины при прессовании ее в поперечном направлении, можно предположить, что выдавленная таким методом живица содержит относительно больше смолистых веществ, заполнявших полости ранних трахеид. Если учесть, что через слой ранней древесины проходят только радиальные смоляные ходы, а проницаемость ранней древесины значительно меньше, чем поздней, что снижает возможные потери летучих при созревании и хранении осмола, то, в какой-то мере, можно объяснить и различия в составе смолистых, выделенных двумя разными методами. Возможны и другие объяснения полученных результатов.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что состав смолистых веществ, заполняющих поры в просмоленной древесине пневого осмола, неоднороден и зависит от места локализации смолистых в древесине. Это следует учитывать при разработке методик процессов экстракции канифоли из осмола, а также при оценке качества смолистых, выделяемых различными способами.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. И. Вершук, Н. А. Гурич. Методы анализа сырья и продуктов канифольно-скипидарного производства. Гослесбумиздат, 1960. [2]. А. Л. Пирятинский, М. М. Сорокин. Журн. «Лесохимическая промышленность» № 5, 1933.

Поступила 27 ноября 1972 г.

УДК 667.657.2

ЗАЩИЩАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ РАСТВОРОВ ПЕНТАХЛОРФЕНОЛА (ПХФ) В РАЗЛИЧНЫХ НЕФТЕПРОДУКТАХ

С. Н. ГОРШИН, И. Г. КРАПИВИНА

Сенежская лаборатория ЦНИИМОДа

На основании материалов, полученных при испытании защищающей способности растворов пентахлорфенола в 24 нефтепродуктах различных типов, установлено, что наиболее эффективны в условиях контакта с землей продукты, не испаряющиеся в атмосферных условиях, содержащие фракцию 260—320° и имеющие вязкость не более 20—22 сст при 20°C, например, газойли, легкие соляры или тяжелые керосины.

Известно, что растворы ПХФ в зависимости от растворителя существенно различаются по токсичности [3], [4] и защищающей способности [1], однако критерии отбора эффективных растворителей не установлены.

Нами приведена характеристика защищающей способности растворов ПХФ в 24 продуктах из бакинских нефтей, относящихся к различным группам (табл. 1).

Эксперименты проводили в камере ускоренных испытаний Сенежской лаборатории консервирования древесины. Образцы размером 6×6×120 мм (последний размер — вдоль волокон) из заболони сосны, пропитанные под давлением с поглощением ПХФ от 0,5 до 5 кг/м³ и в одной серии от 3 до 10 кг/м³ (при поглощении раствора около

Группа продукта	Нефтепродукты	Вязкость при 20°C <i>сст</i> *	Объем
			до 240°C
Лигроино-керосиновая	Нафта каталитического крекинга	1,7	100
	Лигроин тракторный	1,0	100
	Керосин тракторный	1,7	80
Керосиновая и керосино-газойлевая	Дизельное топливо зимнее	2,2—3,2	
	Дизельное топливо балаханской масляной нефти	3,2	50
	Керосин АМГ	4,5	30
	Дизельное топливо из смеси нефтей балаханской и бинагадинской	4,2	5
	Дизельное топливо из нефти сураханской отборной и карачухурской верхнего отдела	5,3—5,5	20
	Мириндизель	5,7	20
	Дизельное топливо специальное	5,8	20
	Дизельное топливо нефти „нефтяные камни“	5,7—6,8	5
	Легкий газойль каталитического крекинга	4,8—5,9	—
	Газойль для сульфирования из смеси нефтей балаханской и бинагадинской	6,8	—
	Газойль балаханской масляной нефти	7,5	—
	Газойль тяжелый каталитического крекинга	10,9	10
	Зеленое масло	6,3	10
	Лакойль	22,1	До 260°
	Мазуты	Соляр поглотитель из бакинских нефтей II группы	18,2
Соляр балаханской масляной нефти		21,2	—
Соляр из смесей нефтей балаханской и бинагадинской		25,8	5
Соляр тяжелой нефти „нефтяные камни“		55,4	—
Мазут флотский 100			
	12***		
	Нигрол из смеси нефтей (балаханской тяжелой и бинагадинской)	8650,0	—

* Вязкость и фракционный состав приведены по данным одной из наших работ [2] строя через год. *** Кинематическая вязкость при 80°C—44 *сст*.

370 кг/м³), помещали в ящики с лесной землей. Эффективность защиты при каждом поглощении ПХФ устанавливали на 10 образцах. Изменение состояния древесины определяли при периодических учетах по условным индексам, характеризующим глубину гнили в зоне максимального разрушения (индекс 100 — без гнили; 90 — гниль глубиной менее 2 мм; 70 — гниль глубокая, но не сквозная; 40 — гниль сквозная; 0 — перелом образца в зоне максимального разрушения).

В течение всего года в камере поддерживали температуру 15—20°C.

Результаты экспериментов (табл. 1) показали, что растворы ПХФ во всех испытанных нефтепродуктах значительно, хотя и в разной степени, повышают стойкость древесины. Наблюдается зависимость защищающей способности растворов от вязкости и фракционного состава растворителей.

Растворы, хорошо защищающие древесину, получены при использовании в качестве растворителей нефтепродуктов с вязкостью 4—20 *сст* при 20°C. Это, в первую очередь, дизельные топлива, газойль*

Таблица 1

фракций, %*			Показатели защищающей способности при поглощении ПХФ около 4 кг/м ³			Поглощение ПХФ, кг/м ³ , защищающее древесину до индекса в течение 4-х лет		
240—260°С	260—320°С	выше 320°С	индекс состояния к 4-му году	количество образцов, выбывших из строя к 4-му году**	время разрушения древесины до индекса 50, годы	50	95	
—	—	—	33	90	1—2	>3,4	≈6,3	19
—	—	—	61	30	3	2,8		
10	10	—	70	20	4	7		25
	30—40	—	73	20	—	1,8		6,5
20	30	—	93	0	>5	0,9		1,3
30	40	—	97	0	>4	<4		
15	50	30	86	10	3,5—4	0,7		3,6
20	40	20	100	0	>5	1,18		1,96
20—30	50—60	—	86	10		<5		
30	50	—	83	10				7—8
25	65	5	99	0	>5	0,2		1,9
40	60	—	44	50	2,5—3	3,86		>4
20	60	20	97	0	>5			0,74
5	75	20	79		4—4,5	0,9		2,24
10	50	30	100	0	>5	0,4		2,6
20	50	20	95	0				
=60%			95	0				4,6
—	60	40	90	10	4,5—5	—		3,5
—	60	40	99	0	4,5—5	1,3		3,0
5	30	60	27	80	1,5—2	>3,9		>3,9
—	—	100	37	50	1,5—2	>3,7		>3,7
—	—	100	64	10	3,5—4	2,8		>3,1
—	—	100	71	20	4—4,5	2,8		>3,9
—	—	100	84	20	2,5—3	1,4		>3

и А. М. Алиева (ИНХП АН Аз. ССР). ** 95% непропитанных образцов вышло из

(независимо от места происхождения нефти), а также некоторые наиболее легкие соляры (из бакинских нефтей II группы и балаханской масляной нефти).

Растворы, умеренно защищающие древесину, получили, применяя в качестве растворителей как маловязкие нефтепродукты (до 3 сст при 20°С), так и сильновязкие (выше 20 сст при 20°С — тяжелые соляры, автол, нигрол и т. д.), а также один из продуктов типа газойля (легкий газойль каталитического крекинга).

Различия в защищающей способности обеих групп довольно существенны и по данным четвертого года испытаний для поглощения около 4,0 кг/м³ характеризуются показателями, приведенными в табл. 2.

Поскольку вязкостью в значительной степени определяется проницаемость растворов в древесину, а фракционным составом — испаряемость растворителей из древесины, то умеренную защищающую способность растворов на слабвязких (до 3 сст) растворителях (содержащих, в основном, фракции, испаряющиеся в атмосферных усло-

Таблица 2

Растворы	Индекс состояния	Количество выбывших образцов, %	Время разрушения до индекса 50, годы	Поглощение, ПХФ, кг/м ² , защищающее древесину до индекса 50
Хорошо защищающие древесину	100—70	10—0	Более 4	Менее 3
Умеренно защищающие древесину	20—70	10—100	Менее 4	Более 3

виях и выкипающие примерно до 240°C) можно объяснить низкой эффективностью кристаллического ПХФ, неизбежно выпадающего на поверхности древесины при испарении растворителя. Умеренно защищающая способность растворов на высоковязких (выше 20 сст при 20°C) растворителях обусловлена слабой проникаемостью их в субмикроструктуру древесины и снижением токсичности ПХФ; при вязкости до 22 сст при 20°C оказывает влияние, по-видимому, и химический состав растворителя.

Результаты определения защищающей способности растворов ПХФ по ускоренной методике (на фильтровальной бумаге) показали наибольшую эффективность фракций, выкипающих при температуре выше 260° (от 260 до 320°) и соответствующих двуядерной ароматике и, в частности, производным метилнафталина (табл. 3).

Таблица 3

Продукты	Площадь бумаги, разрушенной через 40 дней, %
Уайт-спирит (конечная температура кипения 220°C)	100
Нафта каталитического крекинга (конечная температура кипения 275°C)	87
Фракции смеси бурого и легкого масел, отгоняющиеся до 160° С	100
от 160 до 220°C	100
от 220 до 260°C	76
от 260 до 320°C	33

Таким образом, в качестве растворителей ПХФ, эффективных для защиты древесины, следует применять нефтепродукты, практически не испаряющиеся или незначительно испаряющиеся из древесины в атмосферных условиях, включающие фракцию 260—320°C и имеющие вязкость не более 20—22 сст при 20°C.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Н. Горшин, И. А. Чернцов. Полигонные испытания антисептиков. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [2]. С. Н. Горшин, И. Г. Крапивина, И. И. Намазов, В. П. Осипов, Л. А. Актямова. Исследование проникаемости в древесину растворов пентахлорфенола и нафтената меди в различных нефтепродуктах. Научные труды ЦНИИМОДа, вып. 21. Архангельск, 1967. [3]. С. G. Duncan, C. A. Richards. Evaluating Wood Preservatives by Soil—Block Tests. Proc. AWWA, vol. 46, 1950. [4]. С. G. Duncan, C. A. Richards. Evaluating Wood Preservatives by Soil—Block Tests. 3. The Effect of mixing a Coal Tar Creosote and a Pentachlorophenol Solution With a Petroleum; a Creosote With a Coke Oven Tar of Pentachlorophenol Solution. Proc. AWWA, vol. 47, 1951.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 62-525

О РЕЖИМАХ ИЗМЕНЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ
В КОЛЛЕКТОРЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПНЕВМОТРАНСПОРТНОЙ
СИСТЕМЫ
С РЕГУЛИРУЕМОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

Г. Ф. КОЗОРИЗ

Львовский лесотехнический институт

Дана методика и приведены результаты экспериментальных исследований режимов изменения статического давления в коллекторе универсальной пневмотранспортной системы с регулируемой производительностью.

Работа универсальной пневмотранспортной системы с регулируемой производительностью, например, в деревообрабатывающей промышленности основана на существовании зависимости между производительностью Q выключаемых или включаемых ответвлений и статическим давлением в коллекторе H_0 . Для выбора чувствительности датчика необходимо знать соотношение между Q и H_0 .

На рис. 1 приведена схема экспериментальной установки [2], состоящей из ответвлений с приемниками 1—10, подсоединенными к коллектору (магистральному трубопроводу) 14, а также из вентилятора 12 с измерительным патрубком 13. Ответвления включают и выключают с помощью установленных на них приводных шиберов 11. Переход с одного номинального статического давления на другое давление и, следовательно, на другую производительность ответвлений осуществляли путем изменения скорости вращения вентилятора с помощью цепного вариатора скорости, встроенного в привод.

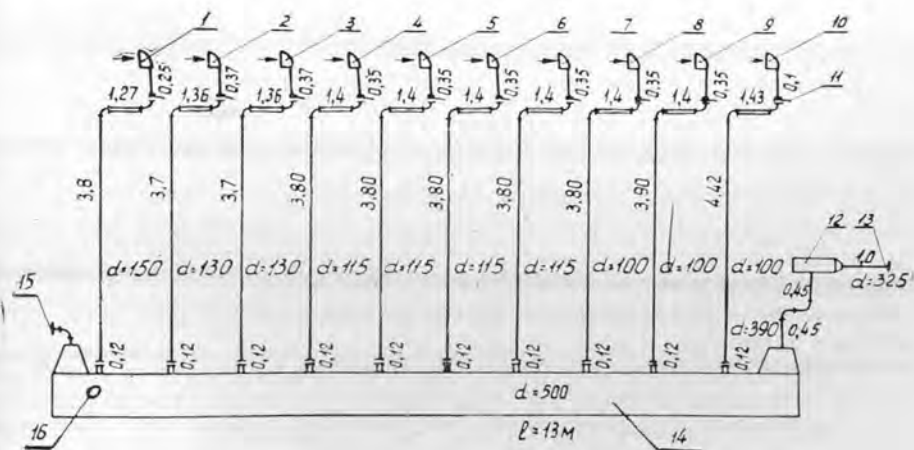


Рис. 1.

При проведении экспериментов величины номинальных статических давлений H_0 и соответственно номинальных производительностей Q по первому режиму сравнивали с этими величинами по четырем другим режимам, при которых ответвления включались или выключались в разном сочетании и соответственно менялось статическое давление. Вентилятор в это время работал при постоянном числе оборотов, соответствующем номинальному режиму. Одновременно измеряли производительность вентилятора; скорость его вращения оставалась постоянной для данного номинального статического давления.

При измерении производительности вентилятора в качестве приемника динамического давления применяли комбинированную пневмометрическую трубку, установленную в измерительном патрубке с выравнивающей диафрагмой [1]. Статическое давление отводилось через отверстие в стенке коллектора с помощью укрепленного на нем штуцера 16. Системы, воспринимающие и фиксирующие полученные давления, состояли из дифференциальных тягомеров типа ДТ2 (датчиков) и автоматического показывающего самопишущего прибора с дифференциально-трансформаторной схемой типа ДС1.

Для каждого датчика, работающего с данным самописцем, строили тарифовочный график, по которому величины, записанные на диаграммной ленте, переводили в давления; затем величины давлений приводили к стандартным условиям

$$H_0 = H \frac{760(273 + t)}{293B},$$

где H_0 — давление при стандартных условиях;

H — давление, полученное на основании диаграммы по тарифовочному графику;

t — температура воздуха, °С;

B — атмосферное давление, мм рт. ст.

По динамическому давлению $H_{\text{д}}$, приведенному к стандартным условиям, определяли скорость движения воздуха $V_0 = \sqrt{\frac{2H_{\text{д}}}{\rho}}$ в центре измерительного патрубка, а по ней — среднюю скорость потока

$$V_{\text{ср}} = k_{\text{п}} V_0,$$

где $k_{\text{п}}$ — коэффициент скоростного поля, найденный экспериментально методом снятия поля скоростей.

Производительность вычисляли по формуле

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} V_{\text{ср}} \text{ м}^3/\text{сек},$$

где d — диаметр измерительного патрубка, м.

Измерения производили при номинальных статических давлениях H_0 , равных 30, 36, 44, 68 кг/м² (дан/м²), и производительностях Q , соответственно равных 5970, 6630, 7250, 8380 м³/час.

Выключение ответвлений производили по режимам, приведенным в табл. 1.

На рис. 2 показаны диаграммы производительности Q вентилятора и статического давления H_0 в коллекторе при номинальном статическом давлении 68 кг/м² (дан/м²). Из диаграмм видно, что при выключении ответвлений статическое давление в коллекторе увеличивается. Чем больше расходуется воздуха одновременно выключаемыми ответвлениями (меньше производительность вентилятора), тем значительнее изменяется статическое давление.

Таблица 1

Ответвления	Сочетания работы ответвлений при режиме №							
	1	2	1	3	1	4	1	5
Включенные (работающие)	1—10	2—10	1—10	3—10	1—10	4—10	1—10	5—10
Одновременно выключенные	—	1	—	1—2	—	1—3	—	1—4

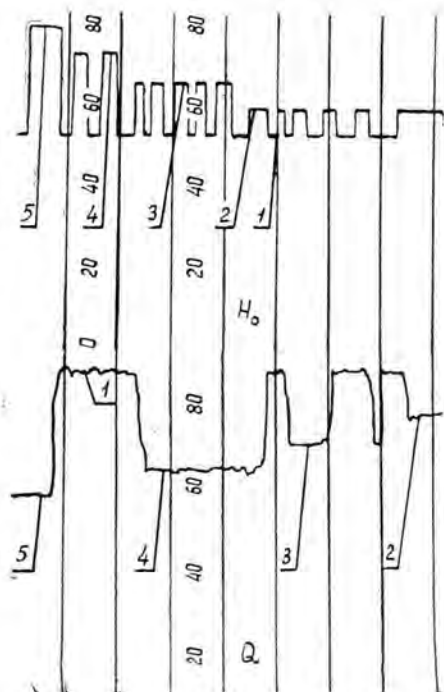


Рис. 2.

1, 2, 3, 4, 5 — номера режимов, при которых производили исследования.

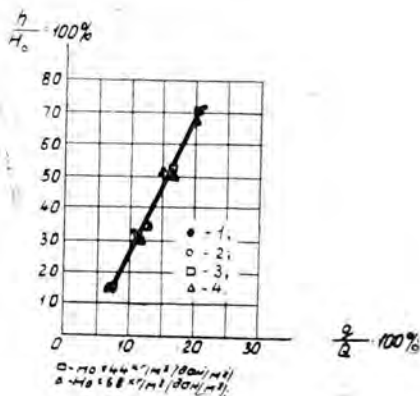


Рис. 3.

1 — $H_0 = 30 \text{ кг/м}^2$; 2 — 38 кг/м^2 ;
3 — 44 кг/м^2 ; 4 — 68 кг/м^2 .

На основании экспериментов построен график (рис. 3) зависимости относительного изменения статического давления $\frac{h}{H_0} \cdot 100\%$ от относительного изменения расхода воздуха $\frac{q}{Q} \cdot 100\%$ одновременно выключаемыми ответвлениями. (Здесь h — изменение статического давления в сторону увеличения; q — расход воздуха одновременно выключенными ответвлениями). Как видно из рис. 3, относительное изменение статического давления прямо пропорционально изменению относительного расхода воздуха одновременно выключаемыми ответвлениями и не зависит от абсолютных величин H_0 и Q .

Включение ответвлений показано в табл. 2.

На рис. 4 приведены диаграммы производительности Q вентилятора и статического давления H_0 в коллекторе при номинальном статическом давлении 68 кг/м^2 (дан/м²). Как видно из диаграмм, при включении ответвлений статическое давление в коллекторе уменьшается. Чем больше расходуется воздуха одновременно выключаемыми

Таблица 2

Ответвления	Сочетания работы ответвлений при режиме №							
	1	2	1	3	1	4	1	5
Включенные (работающие)	5-10	4-10	5-10	3-10	5-10	2-10	5-10	1-10
Одновременно выключенные	—	4	—	3-4	—	2-4	—	1-4

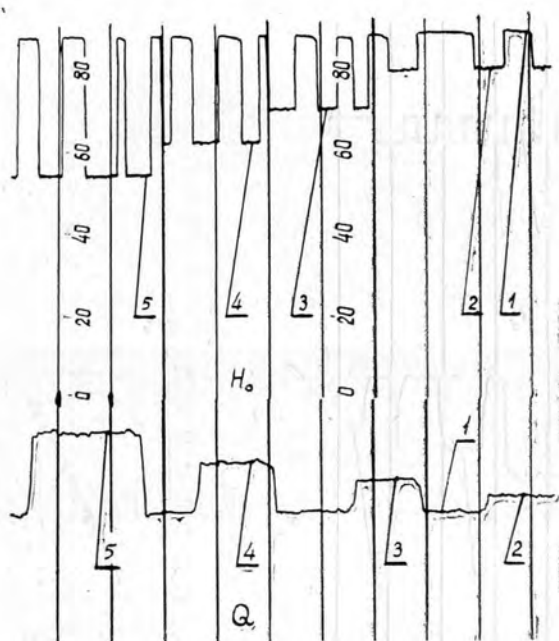


Рис. 4.

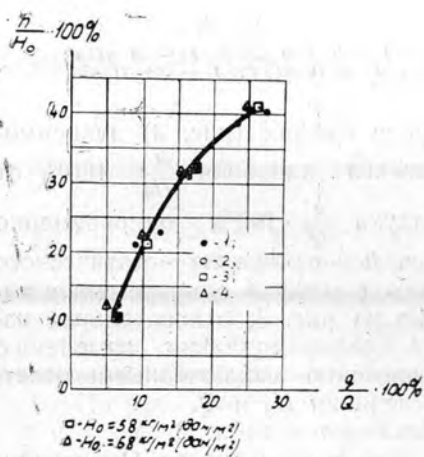


Рис. 5.

1 — $H_0 = 30 \text{ кг/м}^2$; 2 — 44 кг/м^2 ;
 3 — 58 кг/м^2 ; 4 — 68 кг/м^2 .

ответвлениями (больше производительность вентилятора), тем сильнее изменяется статическое давление.

На основании экспериментов построен график (рис. 5) зависимости относительного изменения статического давления $\frac{h}{H_0} \cdot 100\%$ от относительного изменения расхода воздуха $\frac{q}{Q} \cdot 100\%$ одновременно включаемыми ответвлениями. (Здесь h — изменение статического давления в сторону уменьшения; q — расход воздуха одновременно включенными ответвлениями). Из рис. 5 видно, что относительное изменение статического давления пропорционально изменению относительного расхода воздуха одновременно включенными ответвлениями и не зависит от абсолютных значений H_0 и Q .

В результате проведенных исследований нами получены графики зависимостей относительного изменения статического давления в коллекторе от относительного изменения расхода воздуха одновременно включаемыми и выключаемыми ответвлениями. Эти графики можно использовать для выбора чувствительности датчиков в универсальных пневмотранспортных установках с регулируемой производительностью.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. Я. Гембаржевский. Испытание центробежных вентиляторов в трубопроводах. Сб. «Промышленная аэродинамика» № 4, ЦАГИ им. Н. Е. Жуковского, 1953. [2]. А. И. Гофман, А. И. Бордюг, Г. Ф. Козориз. Регулируемые пневмотранспортные установки для деревообрабатывающей промышленности. Комплексная механизация и автоматизация подъемно-транспортных работ в лесной и деревообрабатывающей промышленности. Всесоюзное научно-техническое совещание. Доклады, ч. III, МЛТИ, М., 1970.

Поступила 22 января 1973 г.

УДК 65.011.56

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ АНАЛИЗА ШТОРОЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ДИАМЕТРОВ БРЕВЕН

А. М. КИЛЯКОВ

СевНИИП

Обращено внимание на расхождения и неточности в результатах анализа шторочных измерителей диаметров. Введено понятие добротности как характеристики, учитывающей одновременно чувствительность и ошибку измерительного механизма. Уточнены некоторые формулы для расчета ошибок.

В ряде работ [1]—[3] приведены результаты исследований влияния смещения продольных осей сортимента и транспортера на точность измерения диаметров бревен. Физическую сторону явления авторы объясняют одинаково, однако в выводах и расчетных формулах есть расхождения и неточности, в связи с чем мы считаем целесообразным остановиться на следующих вопросах.

1. В одной из работ [1] на рис. 1, б показан двухшторочный механизм с совмещенными осями вращения и сделан вывод о том, что, с точки зрения точности, этим механизмом выгоднее измерять большие диаметры бревен. В статье [2] на рис. 4 (где фактически $R \neq \text{const}$) представлен механизм с поворотным корпусом; в результате упрощения этот механизм превратился в механизм с совмещенными осями вращения. Из этой работы [2] можно сделать вывод, обратный предыдущему [1].

2. Точный ответ на вопрос о расстоянии между осями шторок, дающем минимальную ошибку измерения диаметра, можно получить из рассмотрения условий, при которых $k \rightarrow 0$ [2]. Ответ формулируется в виде следующего требования: это расстояние должно равняться сумме диаметров измерительного ролика и сортифта.

3. В указанных работах [1], [2], [3] нет четкого разграничения понятий об ошибках отсчитываемой величины (угла, расстояния) и измеряемой величины (диаметра). Между тем вторая ошибка получается из первой делением на чувствительность отсчитываемой величины к изменению диаметра при некоторых нормальных параметрах (не обязательно нулевых). Ошибки совпадают только в том случае, когда нормальная чувствительность равна единице, например, при измерении диаметра по расстоянию между концами шторок. Ошибку отсчитываемой величины можно использовать для анализа влияния параметров на точность измерения в том смысле, что условия минимума обычно совпадают с условиями минимума ошибки диаметра. Попытки применить ошибку отсчитываемой величины для точной оценки ошибки диаметра искажают результат. Так получается, например, в случае принятия относительной ошибки угла за относительную ошибку диаметра.

4. Оценка измерительного механизма только по величине ошибки, по-видимому, не может быть достаточно исчерпывающей. Важна также чувствительность механизма к изменению диаметра, условия максимума которой иногда противоречат требованиям точности. Например, увеличение длины шторки при съеме результата измерения по углу, снижая ошибку, делает механизм мало чувствительным к изменению диаметра. К такому же результату приводит уменьшение масштабного коэффициента, получающееся в случае съема результата измерения не между концами шторок [2], а между их промежуточными точками [3], равноудаленными от осей вращения. Чтобы при оценке способа съема не упускать из виду чувствительность, полезно рассматривать добротность механизма, под которой будем понимать отношение величины чувствительности к величине ошибки. Например, без рассмотрения добротности, на первый взгляд, кажется неинтересным факт уменьшения ошибки при снижении масштабного коэффициента [3], так как одновременно уменьшается и чувствительность. Однако оказывается, что при не очень малых расстояниях между осями шторок со снижением масштабного коэффициента добротность растет, то есть ошибка уменьшается быстрее, чем чувствительность.

Рассмотрим эти вопросы более строго, придерживаясь обозначений, приведенных в работе [2] и принимая за φ — угол поворота левой шторки, за β — угол поворота правой шторки, причем углы будем отсчитывать относительно направления транспортера. При этих условиях суммарный угол, соответствующий диаметру,

$$\varphi + \beta = 2 \arcsin \frac{H}{2L} - \arcsin \frac{H-h-2C}{2L} - \arcsin \frac{H-h+2C}{2L}, \quad (1)$$

где H — расстояние между осями шторок;

L — длина шторок;

C — смещение продольных осей сортифта и механизма;

$$h = d + d_1,$$

здесь d и d_1 — диаметры сортифта и измерительного ролика.

Если обозначить

$$\sqrt{4L^2 - (H-h-2C)^2} = A_1,$$

$$\sqrt{4L^2 - (H - h + 2C)^2} = A_2,$$

то чувствительность угла к диаметру

$$\frac{\partial(\varphi + \beta)}{\partial d} = \frac{A_1 + A_2}{A_1 A_2}. \quad (2)$$

При $L \rightarrow \infty$ величина чувствительности стремится к нулю, то есть механизм как измерительный элемент перестает существовать; увеличение L делает механизм громоздким и приводит к необходимости создания значительных интервалов между обмеряемыми сортаментами.

Ошибку от смещения находят при вычитании двух значений угла $\varphi + \beta$, определенных при $C \neq 0$ и $C = 0$,

$$\Delta(\varphi + \beta) = \arcsin \frac{H - h - 2C}{2L} + \arcsin \frac{H - h + 2C}{2L} - 2 \arcsin \frac{H - h}{2L}. \quad (3)$$

Считая, что формула (2) приближенно верна и для конечных приращений, и полагая в ней $C = 0$, получим

$$\Delta d \approx \sqrt{4L^2 - (H - h)^2} \cdot \frac{\Delta(\varphi + \beta)}{2}, \quad (4)$$

здесь угол выражен в радианах.

При $C \rightarrow 0$ или $H \rightarrow h$ величина $\Delta(\varphi + \beta) \rightarrow 0$, следовательно, $\Delta d \rightarrow 0$. Минимальную ошибку при $H = h$ легко объяснить физически: в этом случае механизм уподобляется параллелограмму. При $L \rightarrow \infty$ величина Δd неопределенна, однако при реальном увеличении L ошибка убывает.

Условие минимальной ошибки в виде $H = h$ подсказывает следующий способ уменьшения ошибки на малых диаметрах, когда для простоты конструкции выбирают значение $H > d_{max}$: диаметр измерительного ролика надо увеличивать.

Существенное расхождение относительных ошибок угла и диаметра показывают расчетные данные*, полученные при $L = H = 80$ см, $C = 15$ см, $h = 16 + d$ (табл. 1).

Таблица 1

d , см	6	10	20	30	40	50	64	70	80
$\frac{\Delta(\varphi + \beta)}{\varphi + \beta}$, %	5,44	4,05	2,27	1,36	0,74	0,41	0	-0,11	-0,31
$\frac{\Delta d}{d}$, %	20,63	10,92	4,27	2,19	1,09	0,56	0	-0,14	-0,38

В случае отсчета результата измерения диаметра по расстоянию между шторками формула для определения отсчитываемой величины y имеет вид

$$y = \sqrt{h_m^2 + \frac{m^2}{4} (A_1 - A_2)^2}, \quad (5)$$

где $h_m = H - m(H - h)$; $m = \frac{L'}{L}$; $h = d + d_1$.

В последних формулах буквой L' обозначено расстояние точек съема результата измерения от осей вращения шторок.

* Расчеты выполнены Л. А. Юшмановой.

Чувствительность отсчитываемого расстояния к диаметру

$$\frac{\partial y}{\partial d} = m \frac{H}{y} - m^2 \frac{H-h}{2y} \left[1 + \frac{4(L^2 + C^2) - (H-h)^2}{A_1 A_2} \right]. \quad (6)$$

При $L \rightarrow \infty$ величина $\frac{\partial y}{\partial d} \rightarrow m$, а при $m \rightarrow 0$ $\frac{\partial y}{\partial d} \rightarrow 0$. Когда $C = 0$, $\frac{\partial y}{\partial d} = m$, эта величина — делитель при переходе от Δy к Δd .

Абсолютная ошибка отсчитываемого расстояния

$$\Delta y = y - h_m. \quad (7)$$

Абсолютная ошибка диаметра

$$\Delta d = \frac{\Delta y}{m}. \quad (8)$$

При $C \rightarrow 0$ или $H \rightarrow h$, или $L \rightarrow \infty$, или $m \rightarrow 0$ величина $\Delta d \rightarrow 0$. Когда $H = 0$, Δd не зависит от m :

$$\Delta d = \sqrt{h^2 + \frac{1}{4}(A_1 - A_2)^2} - h. \quad (9)$$

При очень малых H уменьшение m приводит лишь к заглублению механизма.

Добротность

$$D = \frac{\partial y}{\partial d} : \Delta d = m^2 \frac{H - m \frac{H-h}{2} \left[1 + \frac{4(L^2 + C^2) - (H-h)^2}{A_1 A_2} \right]}{y^2 - h_m y}, \quad (10)$$

причем

$$\lim_{m \rightarrow 0} D = \frac{8H}{(A_1 - A_2)^2}. \quad (11)$$

При $C \rightarrow 0$ или $H \rightarrow h$, или $L \rightarrow \infty$ величина $D \rightarrow \infty$.

Таблица 2

H/h	0	0,2	0,5	0,7	1	1,2	1,5	2	4	6
$D, \frac{1}{см}$	0,56 2,77	1,64 4,34	6,60 11,11	22,75 30,70	∞	79,22 68,09	15,18 10,71	4,82 2,57	0,87 0,20	0,30 0,02

Примечание: В числителе данные для $m = 0,2$, в знаменателе — для $m = 1$.

Зависимость $D = f\left(\frac{H}{h}\right)$ при $L = 80$ см, $C = 15$ см, $h = 20$ см и при двух значениях m иллюстрируется данными (табл. 2), из которых видно, что с точки зрения добротности выбор величины $m = 0,2$ вместо $m = 1$ выгоден при $H > h$. При $H < h$ потеря чувствительности уменьшением ошибки полностью уже не компенсируется.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. И. Беседия. Аналитические исследования ошибок при измерении диаметров бревен. Труды СНИИЛПа, вып. 5, Средне-Уральское книжное издательство, 1970. [2]. А. М. Куляков. О точности определения диаметров бревен измерительными механизмами автокубатурников интегрирующего типа для продольных потоков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1962. [3]. Н. Г. Штольцер. Влияние геометрии шторочных измерителей на точность измерения диаметров бревен. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1971.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.907

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЕСОВ ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ

Л. И. ИЛЬЕВ, Р. Н. ГОРДИЕНКО

Воронежский лесотехнический институт

На основании данных о комплексном благотворном влиянии лесов зеленых зон на окружающую территорию авторами определены основные полезные функции лесов зеленой зоны. По специальной методике определен экономический эффект *I ga* насаждений зеленой зоны Воронежа.

Здоровье и работоспособность человека в значительной степени зависят от условий среды, в которой он работает и отдыхает. Из всех средств регулирования среды в больших масштабах на первом месте стоит лес. Его массивы существенно изменяют химический состав окружающей атмосферы, ее температуру, влажность, циркуляцию. Лесонасаждения имеют исключительное ландшафтно-эстетическое и лечебное значение.

В лесонасаждениях больше активных форм кислорода, меньше вредных газов и почти нет пыли. Древесная растительность, окружающая города, — самый мощный фильтр. Лесные насаждения выделяют в атмосферу особые вещества — фитонциды в составе и количествах, обеспечивающих наилучшее очищение воздуха от вредных микробов.

Лесопарковые зоны — важный фактор формирования городского микроклимата. В жаркий день возникают освежающие воздушные течения от зеленых массивов лесопарков, а вечером и ночью быстро охлаждающийся воздух города направляется к зеленым массивам лесопарков, имеющим более устойчивый тепловой режим.

В жизни любого населенного пункта, тем более крупного города, пригородные лесные массивы имеют большое значение; без учета их размещения планировка города и территории пригородной зоны будет неполноценной.

Дальнейшее территориальное развитие городов и улучшение условий жизни их населения тесно связаны с наличием зеленого пояса, выполняющего важные санитарно-гигиенические функции и служащего местом отдыха трудящихся.

В настоящее время более двух тысяч городов и населенных пунктов имеют зеленые зоны общей площадью более 15 млн. га. Насаждения зеленой зоны Воронежа, например, занимают площадь свыше 67 тыс. га, или 12% всех лесов области.

В погожие летние воскресные дни из Воронежа одновременно выезжают за город на кратковременный отдых до 200 тыс. человек. В пригородных лесах расположено 140 домов и баз отдыха, пансионатов, пионерских лагерей и других учреждений длительного отдыха, в которых в течение лета проводят отпуск более 150 тыс. человек.

С дальнейшим ростом благосостояния трудящихся, повышением транспортной доступности пригородной зоны, комфортабельности поездов загородный отдых будет приобретать все более массовый характер. Быстрый рост урбанизации, увеличение свободного времени тру-

дящихся (два выходных дня в неделю) приводят к дальнейшему расширению туризма, особенно в его малых формах, — туризма выходного дня. Расчеты специалистов градостроения показывают, что в ближайшие годы в нерабочие дни в пригородной зоне будут отдыхать 40—45% населения городов.

Важное значение лесов зеленых зон, их комплексное положительное воздействие, специфические особенности функционирования требуют особого подхода к изучению экономического эффекта использования этих земельных территорий. Кафедрой экономики Воронежского лесотехнического института проведено исследование экономического эффекта, получаемого от лесов зеленой зоны Воронежа.

Были изучены санитарно-гигиеническая роль леса, значение его как места массового отдыха трудящихся, эстетическая и хозяйственная ценность древостоев. При изучении санитарно-гигиенической роли леса привлечены данные о количестве выделяемого насаждениями кислорода (С. В. Белова) и о пылепоглотительной способности древостоев (А. И. Молчанова).

Был применен метод косвенной оценки этих свойств леса по экономическим показателям работы механических установок по очищению воздуха от пыли (скрубберов) и по производству медицинского кислорода. Сравнивая производительность промышленных установок и аналогичное действие единицы площади леса, можно отнести стоимость указанных сооружений на единицу площади, адекватную по своему эффекту работе установок. Оказалось, что по своему санитарно-гигиеническому действию 1 га леса равнозначен работе пылеулавливающей установки и установки по производству кислорода на общую сумму 427,4 руб.

Комплексное благотворное влияние леса на состояние человека выражается в росте производительности труда. Кратковременное (один — два выходных дня) и продолжительное (неделя и более) пребывание на базах отдыха, в кемпингах, пансионатах, отелях и других учреждениях массового отдыха или просто в палатке на свежем воздухе восстанавливает силы человека, повышает работоспособность, укрепляет его соматику и психику. Пользу отдыха в лесной обстановке можно видеть, сравнивая производительность труда группы рабочих, пользовавшихся полезными свойствами леса и не испытывавших благотворного влияния леса (при прочих равных условиях). Различия в уровне среднегодовой выработки на одного работающего, отдохавшего в лесной зоне и не пользовавшегося благами леса, могут показать примерный экономический эффект комплексного полезного свойства леса.

В содружестве с лабораторией НОТ Воронежского завода тяжелых механических прессов и ряда других промышленных предприятий города, имеющих стационарные базы отдыха в лесах зеленой зоны, нами проведено исследование результатов кратковременного отдыха (в субботние и воскресные дни) группы рабочих (225 чел.). Сравнение дневной выработки в течение недели показало, что при прочих равных условиях отдых в лесной обстановке приводит к росту производительности труда в среднем на 0,3% в течение года. Располагая данными о количестве отдыхающих работников, среднегодовой выработке, несложно произвести расчет экономического эффекта, получаемого от отдыха в лесах зеленой зоны.

Возможен и другой, не менее методически правильный вариант расчета влияния отдыха в лесной обстановке на производительность труда. Рост производительности труда на предприятии — результат совместного действия ряда факторов: роста технической оснащенности

производства, механизации и автоматизации труда, улучшения социально-бытовых мероприятий, эстетики производства и т. д. Зная слабые места производительности, их удельный вес в общем результате, можно с достаточной достоверностью определить, например, влияние всех социально-культурных мероприятий и эффективность затрат на организацию массового отдыха трудящихся в лесах зеленой зоны. Производственные расчеты указанными методами показали, что эффект от отдыха трудящихся в условиях пригородных лесных массивов составляет в среднем 91,7 руб. на 1 га зеленой зоны.

Эстетическая оценка насаждений зеленой зоны складывается из оценки фактического древесного запаса насаждений с учетом специфических требований к лесам (необходимость наличия больших открытых пространств, полян, редиц, низкополнотных древостоев, декоративных деревьев и их групп и т. д.) и повышающих коэффициентов. Повышающие коэффициенты отражают потенциальную продуктивность лесных почв и потерю «лесохозяйственного потенциала» в связи с повышенными возрастными рубок, принятыми для лесов зеленой зоны.

Фактическая продуктивность древостоев зеленой зоны в связи с указанными специфическими требованиями значительно ниже потенциальной, отражающей наивысшую продуктивность для конкретных условий произрастания. Сравнение фактической и потенциальной продуктивности древостоев показывает степень использования естественного плодородия лесных почв. Введение поправочного повышающего коэффициента позволяет отразить в определенной степени эстетическую ценность лесов зеленой зоны.

Для насаждений зеленых зон, как правило, характерны повышенные возрасты спелости, что связано с необходимостью получения более ценных в эстетическом отношении древостоев и отдельных групп деревьев. Например, если для обычных сосновых насаждений Воронежской области установлен возраст рубки 80—100 лет, то для сосны в зеленой зоне Воронежа — 140—160 лет. В возрасте свыше 100 лет у насаждений сосны резко снижается текущий прирост и ухудшается качество древесины. Поскольку эстетическая ценность насаждений сохраняется, мы допускаем потерю лесохозяйственного потенциала, получая в течение 60 лет минимальный текущий прирост. С хозяйственной же точки зрения, если срубить сосновые древостои в 100-летнем возрасте и обеспечить возобновление той же породой, можно было бы иметь текущий прирост вдесятеро выше фактического. Потерю лесохозяйственного потенциала учитывали и вводили при помощи повышающего поправочного коэффициента.

Оценка годичной фактической продуктивности древостоев в условиях зеленой зоны Воронежа составляет 28 руб. на 1 га. С учетом эстетической ценности древостоев и потери лесохозяйственного потенциала она повышается до 33 руб.

В лесах зеленой зоны ведется интенсивное лесное хозяйство. На всей площади проводятся рубки ухода за лесом (ландшафтные, рубки формирования и др.), идет сбор плодов, ягод и других полезных продуктов леса. Товарная продукция леса оценивается 7,2 руб. на 1 га.

Таким образом, годовой народнохозяйственный эффект, получаемый от комплексного использования полезных продуктов и свойств пригородных лесных массивов, составляет (на 1 га):

Валовая продуктивность древостоев	— 40,2 руб.
в том числе товарная продукция леса	— 7,2 руб.
Санитарно-гигиеническая роль леса	— 427,4 руб.
Значение как места массового отдыха	— 91,7 руб.

Итого 559,3 руб.

Леса зеленой зоны различно удалены от города. Очевидно, что близко расположенные участки леса более удобны для посещения и поэтому представляют большую ценность, чем удаленные. Удобство расположения также может быть оценено с помощью соответствующих коэффициентов. В качестве придержки для расчетов могут быть приняты тарифы проезда на электропоездах в пределах зеленой зоны. Для Воронежа проезд до самой удаленной части пригородных лесов (расстояние 45 км) стоит 35 коп., а до ближайших лесных участков — 10 коп. Отнесение небольшого тарифа ко всем остальным (всего по пяти зонам) дает коэффициенты на удобство расположения лесных участков.

Применительно к условиям зеленой зоны Воронежа поправочные коэффициенты составили: для пятой зоны (самой удаленной) — 1, для первой — 3,5. Поправочные коэффициенты на общую экономическую эффективность позволяют оценить лесные участки в зависимости от удаленности их от города.

Данные об эффективности насаждений зеленой зоны, на наш взгляд, необходимы для экономического обоснования отвода земель под зеленые зоны и создания этих зон, расчетов трансформации и ретрансформации пригородных земель, учета народнохозяйственного эффекта, получаемого от использования пригородных насаждений.

Экономическую эффективность пригородных лесных насаждений необходимо учитывать при создании земельного кадастра, законодательно вводимого для всех земельных угодий страны.

Поступила 24 января 1973 г.

УДК 634.0.2

О ПОЛНОМ СООТВЕТСТВИИ ОБЪЕКТОВ БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКОГО И ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЧЕНИЙ О ЛЕСЕ*

В. Л. ДЖИКОВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия

Признание адекватности лесоводственного и экономического определений леса как органического единства древостоя и почвенно-грунтовых компонентов (земли) предопределяет экономическую природу этого лесоземельного угодья, оценка которого должна носить рентный характер.

Лесоводство как система научных и практических знаний приобрело подлинно научный характер лишь после того, как было разработано учение о лесе (лесная биогеоценология). Лесоэкономическая наука пока еще не разработала общепризнанного учения о лесе, своего понятия о лесе как экономическом явлении.

Лишь после того, как раскрыты и описаны объективные закономерности объекта исследования, научная дисциплина обособляется в самостоятельную отрасль и завоевывает право на существование. Экономика лесного хозяйства как научная дисциплина находится еще в стадии формирования, ряд основных положений остается предметом споров и борьбы противоположных и часто взаимоисключающих концепций.

* Печатается в порядке обсуждения.

Лесоэкономическое и лесоводственное определения объекта хозяйствования относятся к одному объекту, рассматриваемому с разных точек зрения. Поэтому они должны быть адекватны, но не тождественны, так как отражают разные стороны реально существующего в природе объекта. Требование адекватности относится к непреложному логическому условию научного построения понятий [2].

Теоретическая основа лесоводственного учения о лесе представлена биогеоценологией, «основной научной базой лесоводства и лесного хозяйства» (В. Н. Сукачев).

Соответствие (адекватность) лесоводственного и экономического учения о лесе заключается в том, что объект экономической оценки лесных ресурсов — лес также представляет собой единство органически взаимосвязанных компонентов: леса на корню и лесных земель. Это представление хорошо согласуется с основами лесной биогеоценологии, которая под лесом понимает сложное диалектическое единство (сообщество) шести компонентов: древостоя, почвы, подпочвенных слоев горной породы, зоо- и атмосферы и микроорганизмов. Органическое единство этого природного сообщества выражается в существовании внутри него взаимосвязи диалектического порядка. Все компоненты леса представляют собой внутренне противоречивое единство, находящееся в постоянном движении, развитии. Хотя биоценоз есть единство всех взаимосвязанных, взаимообусловленных компонентов, он не является структурно однородным, как, например, организм, части которого не имеют самостоятельного значения, не могут отдельно существовать и выполнять свои функции вне данной системы.

В кругообороте веществ и энергии, внутри слагающих лес компонентов ведущая роль принадлежит почве. Длительность взаимодействия древостоя и почвы вырабатывает взаимообусловленные, сложные и специфические взаимозависимости, что существенно отличает лесные почвы от сельскохозяйственных. Лесные почвы испытывают на себе вековое воздействие лесной растительности на протяжении многих поколений лесов. Биологический кругооборот на сельскохозяйственных землях ежегодно прерывается; характер его может быть относительно быстро изменен вмешательством человека [1].

Таким образом, наука о растительных сообществах — биогеоценология признает специфичность «вековой» взаимосвязи между древостоем и почвой и органическое единство этих компонентов леса. Другими словами, хотя совокупность почва — древостой состоит из разных по своей природе компонентов (живой и неживой материи), это органическое диалектическое единство абиотических и биоценологических компонентов следует рассматривать как целостный объект, экономическая оценка которого дается и для древостоя, и для почвы по единой методике и одними измерителями.

О лесе как экономическом явлении можно говорить только адекватно его лесоводственному содержанию: как о сложной системе абиотических и биоценологических компонентов, об органическом единстве древостоя и лесной почвы, о «лесоземельном угодии» [2], которое в лесном хозяйстве выступает в качестве единого средства производства; в то же время в сельском хозяйстве в роли аналогичного средства производства выступает только земля.

В сельском хозяйстве земля — важнейшее средство производства, которое служит «вечно», не изнашивается и при правильном использовании улучшается. В лесном хозяйстве лесоземельное угодие также служит важнейшим средством производства, которое при несплошнолесосечных формах хозяйства служит «вечно» (и в отношении ежегодно восполняемого самопроизводящего запаса на корню), и при

правильном ведении хозяйства не только не изнашивается, а повышает свою производительность, то есть **улучшается**.

Земля не имеет стоимости, хотя веками впитывала человеческий труд. Она не изнашивается и, естественно, не переносит своей стоимости на продукцию сельского хозяйства. «Созданное трудом плодородие... органически слилось с самой землей и уже не может быть отлечено от ее первоначального плодородия» [3]. Все это может быть отнесено и к лесоземельному угодью, которое как средство лесовыращивания также связано с большими или меньшими затратами труда и при рациональной рубке деревьев в выборочном хозяйстве, не изнашивается и не переносит своей стоимости на продукцию лесовыращивания, материальной формой которой здесь выступает текущий древесный прирост.

Лесоводы давно подметили связь роста и развития древостоя со средой существования, особенно с почвенно-грунтовыми условиями. Г. Ф. Морозов первый понял внутренне взаимосвязанное единство растительных (живых) и абиотических (неживых) компонентов леса, В. Н. Сукачев создал теорию лесной биогеоценологии, которая изучает не все закономерности лесного сообщества, а лишь законы взаимодействия компонентов леса, находящиеся в сложных внутренних противоречивых взаимоотношениях, которые вызывают его непрерывное изменение, движение. В результате глубокого взаимодействия компонентов леса (биогеоценоза) создаются новые частные единства, которые развиваются по своим законам, отличным от законов развития составных частей этих единств. Поэтому, как подчеркивают ведущие биогеоценологи, научные основы учения о лесе должны разрабатываться совместно лесоводы, ботаники, почвоведы, физиологи, таксаторы и экономисты. Другими словами, всеохватывающая теория леса («общее учение о лесе») должна представлять собой единство лесоведческого, лесопочвенного, лесоустроительного, лесоэкономического и других взглядов на характер закономерностей, определяющих природу этого сообщества в целом.

Экономическое учение о лесе не следует сводить к рассмотрению влияния тех нарушений ценоза, которые причиняет человек в процессе лесопользования; оно должно раскрывать характер диалектических взаимосвязей между компонентами леса, но освещаемых с точки зрения лесозащитной науки. Здесь имеются в виду закономерности тех сторон леса, о которых писал В. Н. Сукачев, оценивая научное наследие Г. Ф. Морозова, который «хотя и внес немало ценного непосредственно в практику лесного хозяйства, однако не это и даже не созданное им учение о типах насаждений определило значение его как мирового ученого, а именно его общее учение о лесе, понимаемом им как «биосоциальное» явление» [5].

Самым ценным в учении Г. Ф. Морозова, по словам В. Н. Сукачева, является его «общее учение о лесе», предполагающее наличие частных учений — лесоводственного, лесоботанического и лесоэкономического, рассматриваемых в органическом единстве на двух уровнях сложности. Первый уровень — это закономерности, свойственные отдельным компонентам леса; второй — вновь возникшие закономерности, присущие единству компонентов леса в комбинации составных частей, характерной только для лесного сообщества.

Экономическая характеристика леса, его экономическое понятие, следовательно, будет зависеть от характера сообщества, в котором участвуют древостой, лесная почва и другие компоненты в том или ином сочетании, целевом назначении и др. Так, например, экономическая природа древесных насаждений, деревьев одинакового таксаци-

онного состава в лесном фонде и в полезащитной лесной полосе различна. Другой пример. «Изъятые» из лесного сообщества деревья, «аллея или дорога, обсаженная по бокам деревьями...» не образует собой лес [4]. Экономическая роль в производстве этих «не образующих лес деревьев» иная, чем роль деревьев, входящих в сложный биогеоценоз.

Согласно биогеоценологическому определению леса, его компоненты могут существовать самостоятельно и выполнять свои функции вне сообщества. Например, вышедшая из-под леса земля продолжает существовать и выполнять свои функции средства производства самостоятельно или как компонент нового биогеоценоза (сенокоса, лесного пастбища), экономическая оценка которого уже исходит из иных показателей. Так, лесные сенокосы экономически оцениваются не через лесную ренту, а по ренте сельхозпользования. Лесная не покрытая лесом площадь (необлесившиеся лесосеки, гари), согласно биогеоценологии, является лесом только в потенции, а в экономическом отношении также может быть оценена только потенциально — через тот ожидаемый древесный прирост восстановленного в будущем леса. Заболоченная, не предусмотренная на перспективу под облесение лесосека имеет нулевую лесозакономическую и лесоведческую (лесобиогеоценологическую) оценку.

Экономическое учение о лесе как органически составная часть «общего учения о лесе», следовательно, относится только к лесоземельному ресурсу, «лесоземельному угодью», лесу с точки зрения лесоведения. Древостой, деревья в комбинации компонентов других нелесных ценозов, которые не подпадают под определение сообщества «лесоземельного угодья», не охватываются экономическим определением леса.

Лесная биогеоценология, писал В. Н. Сукачев, наряду с лесной экономикой, является научной базой лесоводства и лесного хозяйства; поэтому при признании адекватности экономического и лесоведческого понятий леса открываются широкие возможности разрешения ряда теоретических и практических вопросов лесного хозяйства. Укажем некоторые из них.

По аналогии с воздействием человека в сельском хозяйстве на земельные угодья лесохозяйственное производство следует рассматривать как «мелиорацию лесоземельного угодья», производственную деятельность по сохранению, улучшению и подготовке к использованию (лесопользованию) этого «угодья».

Экономика землемелиоративных станций в сельском хозяйстве, из-за характера объекта воздействия, имеет общие с экономикой лесхозов черты: продукция их носит характер услуг; созданные материальные ценности в виде улучшенных компонентов земельного угодья не реализуются, и само угодье, хотя и впитало в себя прошлый труд, не имеет стоимости; хозрасчетные отношения возможны только при наличии фондодержателя, заказчика, принимающего работы (услуги); объект производственного воздействия (угодье) может быть оценен только в рентных формах, так как не имеет стоимости. В сельском хозяйстве земля оценивается не по затратам на освоение, окультурирование, а через приносимую ею ренту, так как два земельных участка одинакового плодородия независимо от затрат на освоение и повышение плодородия приносят равную ренту и, естественно, должны оцениваться одинаково. Этот же вывод закономерен и для лесоземельного угодья, если экономическая природа и роль земли в сельском хозяйстве тождественна роли комплекса древостой — лесная почва как средства производства в лесном хозяйстве.

Экономическую оценку «лесоземельных угодий» поэтому следует производить по размеру приносимого им народнохозяйственного эффекта, выражаемого величиной «капитализированной» практически на «вечный» период пользования дифференциальной ренты

$$R = \frac{V}{1+E} + \frac{V}{(1+E)^2} + \dots + \frac{V}{(1+E)^f}$$

или

$$R = V \sum_{t=1}^{\infty} \frac{1}{(1+E)^t} = \frac{V}{E},$$

где R — «капитализированная» сумма годовых рент, цена лесоземельного угодья;

V — ежегодная рента с данного участка, исчисленная в кубометрах годичного древесного прироста, оцененного по приносимой им дифференциальной ренте;

E — коэффициент приведения дифференциальных рент будущих лет (t) к началу расчетного периода (норматив приведения разновременных затрат).

Лесоземельные угодья — источник не только древесины. Во многих случаях использование защитных и оздоровительных функций леса имеет решающее значение, отодвигая на второй план его сырьевую функцию. К сожалению, эти важнейшие полезности леса пока не поддаются количественной оценке.

Экономические закономерности, как известно, существуют объективно, независимо от того, осознаны ли они людьми и осмыслены ли наукой. Объективность экономических законов проявляется в том, что практика хозяйствования, материальное производство находят неосознанные теоретически, правильные, единственно возможные, жизнью проверенные решения. Практика организации планирования и финансирования лесного хозяйства, то есть все то, что уже проверено жизнью, подтверждает сформулированное определение экономической природы леса как единства древостоя и земли как лесоземельного угодья. В доказательство приведем несколько фактов.

В качестве продукции в лесном хозяйстве выступают отдельные работы, услуги по «мелиорации» лесоземельного угодья.

При отсутствии товарной реализации услуг расходы покрываются из госбюджета и за счет реализации продуктов, получаемых попутно при проведении лесохозяйственных работ (рубки ухода и др.), но зато доходы от лесопользования, которые получает фондодержатель лесоземельного угодья, отчисляются целиком государству (лесной доход).

Все попытки применить в лесном хозяйстве экономические показатели и приемы, использующие в качестве продукции лес на корню (древостой), терпели неудачи (например, перевод лесохозяйственных предприятий на самоокупаемость, хозрасчет, типовые приемы определения экономической эффективности, стоимостная оценка лесов и т. д.).

Наше определение леса созвучно принципам экономической оценки природных ресурсов, предложенной теорией оптимального функционирования социалистической экономики (акад. Н. П. Федоренко), исходные положения которой в теоретическом отношении тождественны нашему представлению о лесе как природном ресурсе, впитавшем в себя прошлый труд, но не имеющем стоимости и поэтому

оцениваемом, как и сельскохозяйственное земельное угодие, по приносимой им дифференциальной ренте.

Итак, предложенное нами экономическое понятие леса адекватно его лесоводственному определению и тождественно теории оптимального планирования. Обе теории — биогеоценология и оптимальное планирование — при раскрытии природы леса исходили из различных положений, но пришли к общему с нами выводу.

Соответствие предложенного экономического понятия леса двум передовым теориям в лесоводстве, экономике и практике лесного хозяйства укрепляет уверенность в перспективности данного подхода.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. В. Зонн. Почва как компонент лесного биогеоценоза. Сб. «Основы лесной биоценологии», изд-во «Наука», 1964, стр. 455. [2]. Т. С. Лобовиков. Лес как экономическое явление. Сб. «Вопросы экономики лесного хозяйства», 1968. [3]. К. Маркс и Ф. Энгельс. Собр. соч., т. 26, ч. II, стр. 159. [4]. Г. Ф. Морозов. Учение о лесе. 1949. [5]. В. Н. Сукачев. Биоценологические исследования в дубравах лесостепной зоны. Изд. АН СССР, 1963.

Поступила 30 октября 1972 г.

УДК 634.0.7

О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ В РАЙОННЫХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ

А. П. ПЕТРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Рассматриваются методы оценки производственной структуры и эффективности использования древесного сырья в районных лесопромышленных комплексах, представляющих собой группу предприятий, территориально рассредоточенных, но поддерживающих устойчивые экономические связи по линии поставки сырья и полуфабрикатов. Оценка производственной структуры и эффективности использования сырья дана на примере комплекса предприятий лесозаготовительной, лесопильно-деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности Северо-Западного района. Намечены пути совершенствования производственной структуры комплекса.

Решение поставленной XXIV съездом КПСС задачи совершенствования структуры лесопотребления в стране достигается как созданием крупных лесопромышленных комплексов в многолесных районах Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока, так и развитием лесоперерабатывающих производств на базе их широкого комбинирования в существующих районных промышленных комплексах.

Районные промышленные комплексы (узлы) в лесоперерабатывающей и лесозаготовительной промышленности представляют собой группу предприятий, как правило территориально рассредоточенных по району, но поддерживающих устойчивые экономические связи по линии поставки сырья, полуфабрикатов и обеспечивающих на этой основе комплексное использование лесных ресурсов.

На возможность организации подобных комплексов указывал Т. С. Лобовиков [1]. По его мнению, комплекс представляет «единую, экономически обоснованную систему предприятий, организуемых для

комплексного освоения, использования и воспроизводства лесных ресурсов определенного района на началах комбинирования производств, специализации и кооперирования в оптимальной структуре, пропорциональности, объемах и размещении производств», причем «требование размещения всей перерабатывающей промышленности на одной площадке неосновательно и нежизненно. Оно оставляет вне понятия «комплекс» те предприятия, которые существуют, или в силу тех или иных причин будут созданы на других, хотя бы и не близко расположенных площадках, но питаются из той же сырьевой базы и своим производством дополняют производства других предприятий, вместе обеспечивая комплексное использование лесных ресурсов».

Комплексы подобного вида сформированы и продолжают формироваться в ряде районов страны, характеризующихся развитой лесоперерабатывающей промышленностью. Это предприятия Северо-Западного района (Карельская АССР, Ленинградская и Новгородская области), Архангельского промышленного узла, Вологодской области и Коми АССР; Западно-Уральского района (Пермская область, Удмуртская АССР), Средне-Уральского (Свердловская и Тюменская области, Башкирская АССР), Волго-Вятского (Кировская, Горьковская и Костромская области) и т. д. По разным причинам уровень комбинирования производств в пределах отдельных районов неодинаков, поэтому и эффективность использования древесного сырья различна.

Для определения эффективности комплексного использования сырья сотрудники Проблемной экономической лаборатории ЛТА [2], [3] разработали систему показателей, по которым оценивали структуру и производственные связи комплекса предприятий Северо-Западного района (Карельская АССР, Ленинградская и Новгородская области). Выбор объекта объясняется следующими причинами.

1. Лесная промышленность Северо-Западного района отличается лучшим комплексным использованием древесного сырья; съем продукции переработки древесины с каждого заготовленного кубометра достигает уровня, характерного для лесной промышленности развитых скандинавских стран и стран Северной Америки.

2. Предприятия лесозаготовительной, лесопильно-деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности района имеют исторически сложившиеся производственные связи, развитые формы специализации и кооперирования; накоплен значительный опыт по использованию низкосортной древесины и отходов.

3. Куст предприятий лесной промышленности района представлен разнообразными перерабатывающими производствами, территориально рассредоточенными, но поддерживающими устойчивые связи благодаря наличию удобно расположенных транспортных путей (железнодорожных, водных и автомобильных).

В комплексе входят 65 лесопрохозов с объемом вывозки 21,2 млн. м³, 26 лесопильных и лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, 5 фанерных заводов и комбинатов, 5 цехов по выпуску древесностружечных плит, 4 цеха древесноволокнистых плит и 9 целлюлозно-бумажных комбинатов.

В 1971 г. в комплексе было выработано: 3360 тыс. м³ пиломатериалов (1157 тыс. м³ — экспортных), 860 тыс. шпал, 236 тыс. м³ древесной тары, 186 тыс. м³ фанеры, 148 тыс. м³ стружечных плит, 25 млн. м² волокнистых плит, 582 тыс. т бумаги, 486 тыс. т товарной целлюлозы, 685 млн. бумажных мешков, 4,3 млн. дкл гидролизного спирта и 20 тыс. т талловых продуктов.

Объем комплекса по переработке сырья составил 12 870 тыс. м³, причем в лесопилении было использовано 36,3% всего сырья, в целлю-

лозно-бумажном производстве — 46,7%, в производствах фанеры и плит — 7,3%, значительные объемы деловой древесины и дров использовались в леспромхозах для производства шпал, тары и клепки. Следует отметить большой удельный вес балансовой древесины (33,6%) и технологических дров (9,7%).

Общий объем сырья рассчитан без внутриводского оборота (в качестве сырья для выработки технологической щепы было использовано 930 тыс. м³ отходов лесопиления и фанерного производства).

Из общего объема заготовленной древесины на территории района было потреблено 15,3 млн. м³; за пределы района вывезено 4,9 млн. м³, преимущественно пиловочника, рудстойки и стройлеса; внутрирайонные перевозки круглого леса составили 2,4 млн. м³.

Оценивая эффективность переработки сырья, очень важно установить структуру комплекса предприятий, с тем чтобы определить эффективность использования ресурсов в различных производствах, степень комплексности переработки сырья и рациональность его распределения по направлениям использования.

Структура производственной деятельности районного комплекса оценивается по соотношению различных видов производственных ресурсов и достигаемых отдельными производствами результатов (табл. 1).

Структура деятельности комплекса по соотношению различных ресурсов оценивается следующими показателями:

α_1 — соотношение стоимости потребленного сырья по направлениям использования;

α_2 — соотношение производственных фондов;

α_3 — структура трудовых затрат (по списочному количеству рабочих);

α_4 — структура фонда заработной платы;

α_5 — структура полной себестоимости продукции;

α_6 — соотношение затрат на переработку без стоимости сырья.

Структура комплекса по соотношению достигаемых результатов определяется показателями:

β_1 — структура товарной продукции по видам производств;

β_2 — соотношение балансовой прибыли;

β_3 — структура чистой продукции (чистую продукцию определяли как сумму заработной платы и прибыли).

Материалы табл. 1 позволяют установить наиболее эффективные направления использования древесного сырья, а также определить удельные затраты производственных ресурсов на единицу перерабатываемого сырья в различных производствах. Целлюлозно-бумажная промышленность, перерабатывающая 46,7% объема сырья, дает 55,6% всей товарной продукции, 66,5% балансовой прибыли и 54,3% чистой продукции. В то же время лесопиление, потребляющее 36,3% сырья наилучшего качества, дает товарной продукции — 33,1%, прибыли — 23,8%, чистой продукции — 32,1%. Такое несоответствие между объемами потребляемого сырья и массой получаемой прибыли — результат повышенной рентабельности производства продукции целлюлозно-бумажной промышленности по сравнению с рентабельностью механической переработки древесины. Высокорентабельны также производства фанеры и плит; низкорентабельно производство товарных пиломатериалов в леспромхозах (как следствие низкой концентрации и неудовлетворительного качества получаемой продукции).

Эффективность использования древесного сырья по видам производств и в целом по всем предприятиям комплекса оценивается системой показателей ε_1 — ε_7 , приведенных в табл. 1:

ε_1 — отношение расчетной прибыли к объему переработанного сырья;

ε_2 — отношение расчетной прибыли к стоимости потребленного сырья;

ε_3 — отношение расчетной прибыли к фонду заработной платы;

ε_4 — отношение расчетной прибыли к стоимости производственных фондов;

ε_5 — приведенные затраты на переработку единицы стоимости потребленного сырья;

$\varepsilon_6, \varepsilon_7$ — соответственно сьем товарной и чистой продукции с 1 руб. стоимости потребленного сырья.

По показателю ε_2 (который мы рассматриваем как критерий эффективности комплексного использования сырья) наиболее эффективно производство волокнистых плит, использующее самое дешевое сырье, затем следуют целлюлозно-бумажное производство в комбинировании с лесохимическим и гидролизным, фанерное; на последнем месте находится лесопиление, особенно в леспромпхозах.

В целом переработка древесного сырья в комплексе предприятий Северо-Западного района характеризуется сьемом расчетной прибыли (при нормативе платы за фонды 6%) 6,8 руб. с 1 м³ сырья и 0,40 руб. с 1 руб. его стоимости, что почти в три раза превышает значения этих показателей, характерных для лесоперерабатывающей промышленности всей страны. Это означает, что если бы вся лесоперерабатывающая промышленность имела тот уровень комбинирования производств, который достигнут в Северо-Западном районе, то общий прирост прибыли составил бы около 900 млн. руб. в год.

В то же время предприятия Северо-Западного района располагают значительными резервами, позволяющими совершенствовать структуру комплекса и более эффективно использовать древесное сырье. Эти резервы следующие:

1) полная переработка существующих ресурсов лиственной, низкосортной древесины и древесных отходов. В Северо-Западном районе пока еще не используются 380 тыс. м³ кусковых отходов, 500 тыс. м³ опилок, 520 тыс. м³ коры (без учета этого сырья на целлюлозно-бумажных предприятиях), 80 тыс. м² отходов фанерного производства. Кроме того, в леспромпхозах имеется 1900 тыс. м³ лесосечных отходов, концентрирующихся на лесосеках, 2060 тыс. м³ топливных дров и кусковых отходов, находящихся на нижнем складе, из которых половина может быть направлена в целлюлозно-бумажное производство;

2) улучшение коммерческих связей между предприятиями, способствующее созданию оптимальных грузопотоков по поставке сырья и промежуточных продуктов, и распределение ресурсов древесного сырья между производствами с учетом эффективности его переработки;

3) оптимизация и полное использование производственных мощностей перерабатывающих предприятий. Наряду с достигнутой высокой концентрацией производства в лесопилении (130 тыс. м³ пиломатериалов на одно предприятие), в целлюлозно-бумажном производстве (80 тыс. т товарной целлюлозы, 85 тыс. т бумаги и т. д.) существуют производства с небольшими объемами выпуска продуктов. Так, средний выпуск пиломатериалов на одно предприятие в леспромпхозах составил 4,5 тыс. м³, тары — 4,1 тыс. м³. Низка концентрация производства фанеры, древесностружечных и древесноволокнистых плит (37 тыс. м³, 30 тыс. м³ и 3000 тыс. м² соответственно);

4) внедрение в производство конечных и промежуточных продуктов новых технологических схем, обеспечивающих полное использо-

вание древесного сырья (фрезерное и фрезерно-пильное агрегатное лесопиление, производство волокнистых плит сухим способом, производство целлюлозы на растворимых основаниях и т. д.).

Отмеченные направления повышения эффективности комплексной переработки древесного сырья составят основу для установления рациональной (оптимальной) структуры комплекса предприятий Северо-Западного района. Эта задача может быть решена на основе экономико-математической модели оптимизации комплексов, разработанной Проблемной экономической лабораторией ЛТА [2].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Т. С. Лобовиков, В. Л. Цывин. О понятии лесопромышленный комплекс. Материалы НТК ЛТА, Л., 1967. [2]. А. П. Петров. О критерии и показателях экономической эффективности организации лесопромышленных комплексов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1971. [3]. А. П. Петров. Методы экономической эффективности использования лесных ресурсов. Журн. «Плановое хозяйство» № 9, 1972.

Поступила 2 февраля 1973 г.

УДК 658.3

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАДРОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАРЕЛИИ

М. Д. НЕКРАСОВ

Карельский филиал АН СССР

На основе материалов Минлесхоза Карельской АССР и объединения Кареллеспром дана характеристика структуры кадров лесного хозяйства республики в динамике (1961, 1971 гг.), приводятся данные о трудоемкости основных видов работ, рассмотрено наличие и использование трудовых ресурсов в лесхозах, показаны причины необеспеченности хозяйств работниками отдельных категорий, намечены пути создания постоянных кадров рабочих.

Перед лесным хозяйством Карельской АССР стоит задача повысить продуктивность лесов, увеличить размер лесопользования. Решение этой задачи возможно на основе интенсификации лесохозяйственного производства, которое носит сейчас экстенсивный характер. Так, в 1971 г. обеспеченность лесхозов основными фондами на 1 га общей площади составила 51 коп., дорожной сетью на 1000 га — 1,1 км, что в 10—20 раз меньше, чем в зоне интенсивного ведения лесного хозяйства европейской части СССР [1]. Намного ниже в Карелии и общие затраты труда на единицу площади. В связи с этим вопросы обеспеченности предприятий трудовыми ресурсами приобретают первостепенное значение.

В табл. 1 показана динамика структуры кадров лесного хозяйства Карелии (в целом по основной и хозрасчетной деятельности) на предприятиях Минлесхоза с учетом изменений в численности работников лесного хозяйства леспромхозов объединения Кареллеспром.

За последнее десятилетие в структуре кадров систематически возрастает доля производственных рабочих и снижается доля работников лесной охраны. Однако удельный вес рабочих, занятых непосредственно в госбюджетном производстве, еще довольно низок (41,1%), в то время как в хозрасчетном занято 86%. Численность лесной охраны сокращается; квалификация этой категории работни-

Таблица 1

Категория работников	Структура кадров, %, по годам		
	1961	1965	1971
Рабочие	44,5	45,1	52,1
ИТР	14,5	14,3	13,6
Служащие	2	1,9	4,5
Лесная охрана	35,6	35,3	23,5
Техники-лесоводы	—	—	4,1
МОП	3,4	3,3	1,7
Прочие	—	0,1	0,5

ков становится выше (вместо объездчиков появились участковые техники-лесоводы со средним специальным образованием).

Лесохозяйственное производство Карелии характеризуется незначительными вложениями живого труда. На единицу лесной площади в среднем за год затрачивается лишь 0,6—0,7 чел.-дн., что в 2—8 раз меньше, чем в районах Центра [1]. Представляет интерес динамика структуры трудовых затрат по видам работ. Однако такие данные в отчетности лесхозов не предусмотрены, что значительно затрудняет анализ трудоемкости всех работ и определение производительности труда на некоторых из них. В связи с этим фактически трудовые затраты по видам работ в Кондопожском, Калевальском и Петрозаводском лесхозах определены нами из первичных документов-нарядов на проделанные работы за 1961 и 1971 гг. (табл. 2).

Таблица 2

Вид работ	Структура трудовых затрат, %, в лесхозах					
	Кондопожском		Калевальском		Петрозаводском	
	1961 г.	1971 г.	1961 г.	1971 г.	1961 г.	1971 г.
Лесохозяйственные	24,1	52,9	20,8	57,0	32,9	34,5
Лесокультурные	64,7	18,5	70,1	34,1	23,4	10,0
Противопожарные и лесозащитные	7,5	4,7	3,3	8,9	5,8	2,5
Лесоосушительные	—	21,9	—	—	35,1	50,1
Прочие	3,7	2,0	5,8	—	2,8	2,9

В 1961 г. наибольший удельный вес трудовых затрат приходился на лесокультурные работы. За десятилетие произошли определенные сдвиги, вызванные в основном увеличением объемов рубок ухода и лесомелиорации. Так, объемы рубок ухода в Калевальском лесхозе возросли в 10 раз, Кондопожском — в 2, объем осушения в Петрозаводском лесхозе — в 3,5 раза и т. д. Объем лесокультурных работ увеличился только в Калевальском лесхозе, но почти полная механизация подготовки почвы в лесхозах республики способствовала резкому снижению трудоемкости лесокультурных работ и в результате — уменьшению их доли в структуре трудовых затрат.

Исследования показали, что фактическая трудоемкость посева и посадки 1 га леса при подготовке почвы покровосдирателями меньше, чем при ручной подготовке, в 2—4 раза, при подготовке почвы плугами ППЛ-2 и ПКЛ-70 — в 4—5 раз, при использовании сеялки ПСТ-2А — в 6—7 раз, лесопосадочной машины ЛМД-1 — в 2,5 раза, канавокопателя — в 2 раза.

В Кондопожском лесхозе, например, затраты труда при ручной подготовке почвы и посеве составили 4,9 чел.-дн. на 1 га, при подго-

товке почвы якорными покровосдирателями и ручном посеве — 2 чел.-дн., подготовке почвы и посеве сеялкой ПСТ-2А—0,22 чел.-дн.

Данные о трудоемкости и производительности труда в хозрасчетном производстве Минлесхоза Карелии показаны в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	Значения показателей по годам				1971 г., % к 1968 г.
	1968	1969	1970	1971	
Численность промышленно-производственного персонала, чел.	660	814	925	983	148,9
в том числе рабочих	557	691	806	864	153,3
Выработка товарной продукции на одного работающего, руб.	5694	6190	6936	7553	132,5
Количество дней, отработанных одним рабочим	224	228	230	225	100,4
Выпуск товарной продукции на 1 чел.-дн., руб.	30	31,9	34,5	38,1	127,0

Интенсификация лесного хозяйства, развитие материального производства требуют более квалифицированного руководства всеми фазами производства с учетом требований биологических и экономических законов. В лесном хозяйстве Карелии на каждые 10 тыс. га лесного фонда менее одного инженерно-технического работника, между тем в Центрально-Черноземном экономическом районе до 16 ИТР [2]. Меньшая эффективность работы ИТР и лесной охраны связана с большой площадью хозяйств (средняя площадь лесхоза 445 тыс. га, лесничества — 78 тыс. га). На одного работника приходится значительное количество общей и лесопокрытой площади (табл. 4).

Таблица 4

Категория работников	Площадь, га, приходящаяся на одного работника			
	общая		лесопокрытая	
	1961 г.	1971 г.	1961 г.	1971 г.
Рабочие	13486	5740	7508	3195
ИТР	41300	16814	22991	9361
Лесная охрана	16835	12699	9372	7070

Численность промышленно-производственного персонала в лесном хозяйстве Карелии за 10 лет возросла в 2 раза, в том числе в государственной деятельности — в 1,5 раза. Этот рост связан с существенным увеличением объемов лесохозяйственных работ и развитием промышленной деятельности. Так, если в 1961 г. рубками ухода и санитарными рубками заготовлено 99 тыс. м³ древесины, то в 1971 г. 528,3 тыс. м³. Лесных культур произведено соответственно 21,7 и 50,0 тыс. га, осушено 1,0 и 26,6 тыс. га болот и т. д.

Между тем потребность лесного хозяйства в кадрах удовлетворена не полностью. В 1971 г. обеспеченность лесхозов рабочими по основной деятельности составила 96,5% к плану, в леспромхозах потребность в лесохозяйственных рабочих была удовлетворена всего на 71,3%. Общее количество промышленно-производственного персонала по основной деятельности лесхозов составило 94% к плану. В хозрасчетном производстве численность рабочих была не ниже плановой.

Частая смена работников ведет к снижению производительности труда и ухудшает другие экономические показатели хозяйственной деятельности предприятий. Наличие сезонных и временных рабочих затрудняет своевременное выполнение многих работ и отрицательно сказывается на агротехнике производства. В лесном хозяйстве Карелии в 1971 г. постоянных рабочих насчитывалось всего 62% от общего количества. В ряде лесхозов их вообще нет, и работу нередко приходится выполнять лесной охране в ущерб прямым обязанностям. В 1971 г. квалификацию имели 41,8% всех рабочих.

Причины необеспеченности лесохозяйственного производства Карелии кадрами — не только специфические трудности лесного хозяйства, но, главным образом, недостаток жилого фонда, сравнительно низкая оплата труда, слабая механизация ряда трудоёмких, тяжелых работ. Эти причины порождают текучесть кадров.

Уровень механизации в лесном хозяйстве республики в последние годы постоянно повышался и достиг на подготовке почвы под лесокультуры 95,6%, рубках промежуточного пользования — 80,9%, трелевке древесины — 98%. Однако совершенно не механизирован сбор шишек с деревьев, слабо — посев и посадка культур (13,4%), уход за культурами, рубки ухода в молодняках и др. Дальнейшая механизация работ и улучшение конструкций машин будут способствовать росту производительности труда и сокращению численности рабочих.

Опыт передовых предприятий страны показывает, что при надлежащей организации труда и рациональной расстановке рабочих в лесном хозяйстве можно устранить отрицательные последствия сезонности производства. Внедрение НОТ позволит обеспечить минимальные затраты рабочего времени [3]. Равномерная загрузка рабочих в течение всего года возможна при совмещении профессий. Необходимо обучать рабочих нескольким специальностям, что поможет создать постоянные кадры. Следует более активно развивать хозрасчетное производство, где можно использовать сезонных рабочих.

Возможность и целесообразность использования постоянных рабочих в комплексных лесных хозяйствах убедительно доказана проф. И. В. Ворониным, который считает, что в целом лесхоз следует рассматривать как предприятие круглогодичного действия, где можно установить определенный порядок чередования работ по времени с учетом климатических особенностей района [1].

В перспективе, в связи с ростом интенсивности лесного хозяйства, потребность в кадрах повысится. Одним из источников ее удовлетворения может служить привлечение в лесхозы выпускников средних школ, особенно сельской молодежи, для чего уже в школах следует проводить лесную профориентацию. Другой важный источник — привлечение высвобождающихся работников из ликвидируемых леспромпхозов (в связи с сокращением объемов рубок главного пользования, вызванным истощением лесосечного фонда). Чтобы этот источник стал реальным, необходимо повысить тарифные ставки, усовершенствовать нормы и расценки, организовать обучение рабочих, создать условия для повышения квалификации кадровых работников.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Васильев, И. В. Воронин, Г. П. Мотовилов, Е. Я. Судачков. Экономика лесного хозяйства СССР. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965.
- [2]. Лесное хозяйство СССР за 50 лет. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967.
- [3]. В. С. Тришин. Научная организация труда в лесном хозяйстве. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.904

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОТЧЕТНОСТИ
ПО ОТПУСКУ ЛЕСА НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

В. А. ГУЩИН

Архангельский институт леса и лесохимии

На основе анализа отпуска леса сделаны выводы о необходимости дифференциации расчетных лесосек по хвойному хозяйству с учетом производительности насаждений, о целесообразности утверждения расчетных лесосек непрерывного пользования для потребительских баз, учета их использования. Установлены расчетные лесосеки для Архангельской, Котласской и Сыктывкарской потребительских баз.

Непрерывно растущая потребность в древесине обязывает рационально использовать лесосырьевые ресурсы Европейского Севера. Этому может способствовать совершенствование отчетности по отпуску леса. В настоящее время в годовой отчетности по форме 3 нет должной дифференциации размеров расчетных лесосек и фактического их использования по производительности насаждений. Кроме того, нет выравнивания величины расчетных лесосек с фактическими размерами рубок в имеющихся потребительских базах.

Рассмотрим эти вопросы. На Европейском Севере широко распространены насаждения Va—Vб классов бонитета. Так, в Архангельской области и Коми АССР в третьей группе лесов они занимают соответственно 13 и 23% от лесопокрытой площади, в том числе удельный вес лиственных 1—2%. Большая часть этих насаждений пригодна к лесозаготовке, и для них утверждена расчетная лесосека.

Средние запасы на 1 га эксплуатационных насаждений I—V классов бонитета составляют 142—150 м³, а Va—Vб — 71—81 м³, то есть почти в два раза ниже. Естественно, что такой низкий запас древесины на 1 га во втором случае ставит лесозаготовителей в трудные условия. Наблюдается резкая неравномерность в использовании лесосек по данным хозяйственным секциям. Это вызывает необходимость в дифференциации его учета. Однако в отчете по отпуску леса (форма 3 годовая) этого нет. Тем самым не создается представления о действительном состоянии использования лесосырьевых баз. Например, в Архангельской области расчетная лесосека непрерывного пользования перерубается по запасу на 33%, а по площади — на 20%, то есть с меньшей площади заготавливается древесины больше, чем предусмотрено расчетной лесосекой. Это результат того, что вырубается в основном эксплуатационные насаждения I—V классов бонитета, а пригодные к эксплуатации насаждения Va—Vб классов остаются на корню. Об этом уже говорил тот факт, что в Архангельской области объем рубок по главному пользованию с 1 га составляет 147 м³ при запасе 138 м³ на 1 га хвойных лесозаготовительных насаждений всех классов бонитета (без резервных лесов), то есть с единицы площади лесосек заготавливается больше древесины, чем имеется ее на 1 га в среднем по эксплуатационным лесам области. Повторная рубка недорубов на ранее пройденных лесозаготовительных территориях экономически не выгодна. В результате период использования лесосырьевых ресурсов в Архангельской области сокращается на 10—15%, в Коми АССР — на 20—25%.

В связи со сказанным в условиях Европейского Севера в отчете (форма 3 годовая) целесообразно размеры расчетных лесосек и фактического отпуска леса учитывать не только по видам хозяйств, но и по группам классов бонитета (для хвойного хозяйства): I—V и Va—Vб. Это позволит улучшить контроль за размерами рубок отдельно по хозяйственным секциям и своевременно наметить соответствующие меры по улучшению их использования. В лиственных хозяйствах учет по группам бонитета не требуется, так как доля низкобонитетных насаждений в них невелика.

Другой недостаток отчета по отпуску леса — отсутствие сравнения расчетных лесосек с размерами рубок в целом по потребительским базам. Улучшение учета отпуска леса по потребительским базам вызвано необходимостью дальнейшего улучшения их организации, о чем неоднократно упоминалось в литературе ([1], [4]—[7] и др.). Объектами непрерывного лесопользования должны и могут стать сами потребитель-

ские базы, которые являются, по существу, лесозаготовительными районами. В научной печати отмечается, что такими объектами должны быть лесосырьевые базы леспромхозов. Однако в создавшихся условиях, когда леспромхозы имеют мощности по лесозаготовкам, а сырьевые базы часто истощены, перевод их на непрерывное пользование весьма затруднителен. В этом случае важно закрепить постоянно действующую сырьевую базу за крупным лесопромышленным узлом, комбинатом, временно допуская наличие в этой базе леспромхозов с периодическим сроком действия [3].

Проведенный нами анализ сырьевых баз леспромхозов действительно показывает периодичность их действия (табл. 1) и подтверждает отмеченное положение.

Таблица 1

Потребительская база	Объем вывозки, тыс. м ³	Количество дорог, шт.	Распределение объема вывозки, % по срокам действия сырьевых баз, лет							средний срок эксплуатации	
			10	11—20	21—30	31—40	41—50	51 и выше	сырьевая база ЛПХ	потребительской базы	
Архангельская	11520	114	26	23	14	10	9	18	28	97	
Котласская	11460	90	23	33	27	9	2	6	21	54	
Сыктывкарская	7220	52	11	22	37	18	4	8	30	65	

Несмотря на необходимость нормирования лесопользования в рамках потребительских баз, в отчете по отпуску леса оно до сих пор не нашло должного отражения, что не позволяет планирующим и лесохозяйственным органам контролировать и регулировать лесопользование в потребительских базах в соответствии с имеющимися в них лесосырьевыми ресурсами и координировать развитие производственных мощностей.

Для регулирования размеров лесопользования по принципу непрерывности в рамках потребительских баз необходимо утвердить для них расчетные лесосеки непрерывного пользования и в годовых отчетах по отпуску леса учитывать фактическое их использование. В табл. 2 приводятся расчетные лесосеки, вычисленные нами по принципу непрерывности в соответствии с методикой Архангельского института леса и лесохимии [2]. Сущность ее заключается в том, что лесосека для хозяйств с преобладанием спелых и перестойных насаждений, а также тех, которые относительно равномерно распределены по возрастным группам, определяется на основе оборота рубки. Для хозяйств с преобладанием молодняков принимается максимально возможная лесосека, позволяющая соблюдать принцип непрерывности пользования.

Таблица 2

Потребительская база	Расчетная лесосека, тыс. м ³				
	хвойное хозяйство			мягколиственное хозяйство	всего
	I—V классы бонитета	VI—VII классы бонитета	итого		
Архангельская	11385	1079	12464	1821	14285
Котласская	5341	618	5959	1855	7814
Сыктывкарская	6324	646	6970	3449	10419
Итого	23050	2343	25393	7125	32518

В настоящее время использование расчетных лесосек контролируется по лесхозам. Наряду с этим контроль необходимо осуществлять дополнительно и по потребительским базам, что позволит координировать деятельность лесозаготовительных предприятий в соответствии с расчетными лесосеками в потребительских базах и усилить действенность контроля в рационализации лесопользования.

Реализация рекомендуемых в статье предложений будет способствовать рационализации лесопользования на Европейском Севере.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Г. Желудков. О рациональном использовании лесных ресурсов. Журн. «Лесная промышленность» № 1, М., 1966. [2]. Н. А. Моисеев, С. К. Лебедев, Н. П. Чуриров. Обоснование расчетной лесосеки по Архангельской области. Научный отчет Института леса и лесохимии АН СССР. Архангельск, 1959. [3]. Н. А. Моисеев. Расчет и организация пользования лесом. Гослесбумиздат, М., 1963. [4]. Н. В. Невзоров. Организация лесосырьевых баз. Гослесбумиздат, М., 1963. [5]. И. В. Первозванский. Планирование лесозаготовки в сырьевых базах. Журн. «Бумажная промышленность» № 7, 1939. [6]. Б. М. Перепечин, Н. П. Филинов. Лесопользование в СССР. Изд. 2-е дополненное, изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [7]. В. П. Цепляев. Лесное хозяйство СССР. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965.

УДК 634.0.236

ПРОПОЛКА КУЛЬТУР ДУБА ПРИПОСЕВНЫМ ВНЕСЕНИЕМ СИМАЗИНА

А. Ф. КРАМАРЕВ

Шиповский опорный пункт ВНИИЛМА

Рассмотрены результаты припосевого опрыскивания симазинном посевом дуба по дну борозды и свежей вырубке. Показано, что обработка гербицидом препятствует зарастанию рядов в первые два года, не оказывая отрицательного влияния на всхожесть желудей, сохранность всходов и их рост.

Агротехнический уход за лесными культурами — очень дорогостоящая операция. В. Я. Колданов [4] отмечает, что затраты на уход составляют более половины стоимости лесокультур. Положительные результаты по уходу за лесными культурами в боровых и дубравных условиях лесной и лесостепной зон получены при опрыскивании почвы раствором гербицида избирательного действия — симазина ([1]—[3], [5]—[7] и др.). Симазин слабо растворим в воде, содержит 50% действующего начала и применяется в виде суспензии с расходом 1000 л воды на 1 га обрабатываемой площади.

В условиях вырубок низкоствольных байрачных дубрав Правобережья Среднего Дона (Павловский лесхоз Воронежской области) мы определяли эффективность припосековой обработки почвы симазинном. Подготовка почвы заключалась в очищении полосы от травянистой растительности двухотвальным плугом ПКЛ-70 с размещением борозд через 5 м. На следующий день, 14 мая 1969 г., сеялкой СЖН-1 были посеяны желуди как по дну борозды, так и по полосам без подготовки почвы.

Симазинном опрыскивали дно и пласты плужных борозд и полосы необработанной почвы свежей вырубке. Ширина опрыскиваемой полосы — 1,5 м. Время опрыскивания — 15 мая 1969 г. Количество внесенного симазина: 10, 5, 4, 2 кг/га (по действующему началу). В день обработки участков симазинном влажность почвы на глубине 0—5 см была 14,6%; 6—10 см — 11,2%; 11—20 см — 10,7%; 21—30 см — 14,9%; 31—40 см — 17,1% и 41—50 см — 11,5%. День был пасмурный и безветренный. Средняя температура почвы составляла +18,3°C.

Периодические наблюдения, проводившиеся в вегетационный период первого года роста культур, показали, что опрыскивание почвы после непосредственного посева желудей не оказало отрицательного действия на интенсивность прорастания как на участке с бороздной подготовкой почвы, так и без подготовки. Начало и период массового появления всходов на участках с внесением симазина и без ухода совпадали.

Характер действия симазина зависит от состояния площади во время его внесения. Опрыскивание непосредственно после посева желудей дуба летнего (*Quercus robur* L.) по дну борозды способствовало почти полному очищению культур от зарастания травой в течение первого вегетационного периода (табл. 1).

На обработанных участках дна борозды трав было мало, проективное покрытие их не превышало 1%, а высота 5 см. Видовой состав: осока волосистая (*Carex pilosa* S.), осока заячья (*Carex leporina* L.) и выюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.). На контрольном участке проективное покрытие трав составляет 5%, максимальная высота их достигала 1,2 м. Видовой состав: лебеда раскидистая (*Atriplex patulum* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), щирца запрокинутая

Таблица I

Доза симазина, кг/га	Вес трав на 1 м ² , г				
	17 сентября 1969 г.			17 июня 1970 г.	
	дно борозды	пласт	вырубка	дно борозды	вырубка
10	9,44	81,52	91,60	184,40	255,30
	3,52	28,80	44,40	54,00	117,80
5	9,44	195,20	300,80	186,80	567,60
	3,76	51,52	171,20	55,20	271,40
4	4,32	139,20	306,40	315,90	676,60
	1,48	29,44	199,20	82,80	294,10
2	155,20	—	278,00	273,93	851,40
	74,40	—	155,20	98,00	275,00
Контроль	1032,80	1263,20	864,40	472,69	851,00
	550,80	940,00	612,40	157,60	423,60

Примечание. В числителе данные сырого веса трав; в знаменателе — воздушно сухого.

(*Amaranthus retroflexus* L.), вьюнок полевой, осока волосистая, осока заячья. Показатель существенности различий в укосной массе трав участков с уходом (2 кг/га) и без него равен +0,663, различия существенны.

Опрыскивание симазинном посевов дуба по свежей вырубке (без подготовки почвы) снижает интенсивность последующего зарастания всходов травой. Проективное покрытие трав в ряду всходов дуба на участке с дозой симазина 10 кг/га составляет 50%, а на остальных примерно одинаково (100%). Преимущество в составе имеют осока волосистая, осока заячья, щетинник зеленый (*Setaria viridis* P. B.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.) и овсяница красная (*Festuca rubra* L.).

Интенсивность зарастания травой обработанных участков увеличивается с переходом от дна борозды до вырубki. Увеличение дозы симазина снижает интенсивность зарастания, но в первый год роста культур эти различия несущественны для посевов по дну борозды, по вырубке — существенны только при дозе 10 кг/га.

К концу второго года действия симазина интенсивность зарастания травой обработанных участков повысилась. Различия в воздушно сухом весе трав контрольного и обработанного симазинном в дозе 2 кг/га участков дна борозды стали несущественными. При дозе симазина более 4 кг/га существенно снижается зарастание культур по дну борозды и его действие к концу второго года.

Интенсивность зарастания травой обработанных симазинном участков вырубki к концу второго года его действия повышается в 1,5—2,6 раза, на контрольном участке остается примерно такой же. Зарастание обработанных участков ниже, чем контрольного, при дозе симазина 2—5 кг/га в 1,5 раза, а 10 кг/га — 3,6 раза. Масса трав снижается главным образом за счет препятствия поселению однолетних сорняков, осок и злаков. Проективное покрытие трав на участке с максимальной дозой внесенного симазина составляет 80%, а остальных участков — 100%.

Таким образом, припосевное внесение симазина, препятствуя зарастанию обработанных полос травой, обеспечивает возможность содержания рядов культур дуба в чистом состоянии. Подтверждаются данные В. И. Тыхонова [8] и И. В. Юрова [9] об эффективности обработки симазинном участков до появления всходов.

Припосевная обработка полос симазинном не оказывает существенного влияния на всхожесть желудей, сохранность всходов и их рост (табл. 2).

Внесение симазина до 10 кг/га непосредственно после посева желудей по дну борозды не оказывает существенного влияния на их всхожесть и рост всходов в первый вегетационный период. Увеличение дозы симазина более 10 кг/га снижает интенсивность появления всходов и их рост.

К концу же второго года действия гербицида культуры дуба по дну борозды имели одинаковую высоту, независимо от дозы симазина. Внесение симазина в количестве 10 кг/га способствовало росту всходов по диаметру, средний диаметр дубков у шейки корня на участке с уходом составил $2,9 \pm 0,09$ мм, а на контрольном — $2,3 \pm 0,08$ мм.

Обработка симазинном участков вырубki повышает всхожесть желудей и сохранность семян дуба, однако менее интенсивно, чем на участках с подготовлен-

Таблица 2

Доза симазина, кг/га	Всхожесть желудей, шт./м %	Сохранность семян, шт./м %	Средняя высота культур дуба (однолеток / двухлеток), см		
			M _{ср}	±m	σ
Припосевное опрыскивание дна борозды					
10	11,05	12,80	8,4	0,28	2,86
	100,0	115,8	15,4	0,51	5,83
4	12,78	10,47	9,5	0,29	3,17
	115,6	81,9	15,7	0,51	5,27
2	12,97	11,46	9,8	0,34	3,84
	117,3	88,4	15,0	0,54	5,83
Контроль	11,47	8,43	10,4	0,31	3,57
	103,8	73,5	15,8	0,49	4,53
Припосевное опрыскивание полос вырубki					
10	12,10	11,80	10,0	0,32	3,51
	100,0	97,6	13,9	0,46	5,00
4	11,13	9,33	11,1	0,33	3,43
	92,0	83,8	14,0	0,52	4,73
2	10,30	6,87	10,5	0,32	3,18
	85,1	66,7	15,3	0,63	5,20
Контроль	9,57	5,27	9,8	0,30	2,69
	79,1	55,1	13,7	0,57	3,92

ной почвой. Прирост дуба по высоте к концу второго года роста культур на участках, обработанных симазинном, выше в вариантах культур, заложенных по дну борозды, чем без подготовки почвы по вырубке.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. О. Р. Адашевская. Применение симазина и атразина для борьбы с многолетними злаковыми сорняками при производстве лесных культур на вырубках. Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству ЛенНИИЛХ, вып. X, М., 1966. [2]. В. П. Бельков, А. Я. Омеляненко. Повысить эффективность химического ухода за лесными культурами. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1969. [3]. З. В. Иванова. Физиологическое и агрохимическое обоснование ухода за лесными культурами. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1966. [4]. В. Я. Колданов. Уходы и их роль в выращивании лесных культур. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1955. [5]. Л. Г. Король. Химическая прополка культур на террасах. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1967. [6]. Л. Ю. Ключников. Исследование и практическое применение химических средств ухода за лесом. Тезисы докладов на юбилейной научной конференции, посвященной достижениям лесохозяйственной науки и практики, Пушкино, 1967. [7]. З. А. Степанова. Применение гербицидов в питомниках и на лесокультурных площадях. Сб. «Химизация сельского хозяйства Волгоградской области», Волгоград, 1965. [8]. В. И. Тихонов. Устойчивость к симазину семян широколиственных пород в лесных культурах. Сборник работ по лесному хозяйству Молдавии, вып. 3, 1968. [9]. И. В. Юров. Влияние повышенных доз симазина на сорную растительность и семена кедр корейского. Научные труды Бурятского сельскохозяйственного института, т. 5, вып. 2, Улан-Удэ, 1970.

УДК 577.15:631.42

К ОЦЕНКЕ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО ДАННЫМ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТА КАТАЛАЗЫ*

Т. Н. КЕЛЕБЕРДА

Марнупольская лесная опытная станция

Приведены данные оценки плодородия грунтов на отвалах разных выработок, свидетельствующие о возможности отображения различий в уровне лесорастительных свойств рекультивируемых земель через активность каталазы, особенно ее термолabileную форму.

Изучение биологического состояния почвогрунтов, нарушенных промышленностью, полезно с точки зрения оценки пригодности их для биологической и, в частности, лесной рекультивации. Многие исследователи ([5], [7], [2], [3] и др.) считают активность каталазы — одного из распространенных ферментов — показателем биологического состояния почвы и ставят его в прямую связь с почвенным плодородием. Исследования И. И. Смольянинова [6] показали, что активность ферментов, в том числе и каталазы, может хорошо отображать уровень лесорастительных свойств почв и изменение его при проведении лесохозяйственных мероприятий. В отношении рекультивируемых земель подобные данные нам неизвестны.

Для установления возможности использования показателей каталитической активности при сравнительной оценке лесорастительных свойств рекультивируемых земель нами в 1966—1970 гг. были проведены исследования на отвалах разных выработок. Объектами изучения являлись грунты отвалов Ольгинского (Донецкая область, Новотроицкое месторождение известняков и доломитов), Александровского карьера треста «Орджоникидзе марганец» (Днепропетровская область), Александровского гидроотвала Байдаковского углераза (Кировоградская область) и отвалов б. Юрковского углераза (Черкасская область). Грунтосмесь Ольгинского отвала состоит в основном из отложений лёссовой толщи, имеется примесь доломитов и известняков (в виде щебня). Александровский отвал представлен грунтосмесью лёссовых отложений, красно-бурых глин, незначительна примесь древнеаллювиальных песков. Александровский гидроотвал состоит из хорошо перемешанных (в водной суспензии) лёссовидных суглинков и песков. Здесь произрастают культуры сосны обыкновенной. По росту и состоянию выделяются три участка: 1 — сосна с угнетенным ростом и ненадежным состоянием; 2 — растения без видимых признаков болезни, но с ухудшенным ростом; 3 — сосна наилучшего роста и состояния. Грунтосмесь б. Юрковского отвала представлена четвертичными отложениями. Отмечена также примесь (иногда в значительных количествах) надугольных (сульфидсодержащих) пород, которые обуславливают токсичность подобных грунтосмесей. На отвале имеются посадки сосны обыкновенной. Здесь мы выделили два участка: 1 — сосна угнетенного роста (бледно-зеленая хвоя небольших размеров); 2 — сосна наилучшего роста и состояния (хороший рост, высокая сохранность, темно-зеленая хвоя).

В табл. 1 приведены некоторые таксационные данные о росте культур сосны на Александровском и б. Юрковском отвалах.

Изменение активности фермента каталазы в грунтах отвалов в зависимости от продолжительности экспозиции представлено в табл. 2.

Кинетика каталитической реакции, которая находится в определенной зависимости от концентрации фермента, по участкам также различается. На участках с хорошим состоянием сосны реакция возрастает на протяжении всего времени наблюдения, а при плохом росте, например, на участке 1 Александровского отвала, она почти заканчивается к концу второй минуты.

* Работа выполнена под руководством старшего научного сотрудника УкрНИИЛХА В. Н. Данько.

Таблица 1

Отвал	Возраст культур сосны	№ участка	Средние		Сохранность, %
			H, м	D, см	
Александрийский	8	1	0,45	1,20	Не определена
		2	1,10	1,50	
		3	3,80	3,90	
Б. Юрковский	3	1	0,21	0,70	50,0 80,0
		2	0,72	1,80	

Таблица 2

Место отбора образца	Глубина взятия образца, см	Активность каталазы, мл O ₂ на 100 г збс. сухого грунта при экспозиции, мин				
		0,5	1	2	3	5
Ольгинский отвал	0—20	44,2	57,5	80,0	87,0	90,5
	20—40	41,2	56,5	75,5	83,3	87,7
Александровский отвал	0—20	56,7	63,7	80,7	98,0	113,7
	20—40	52,7	64,7	78,7	90,5	105,7
Александрийский гидроотвал участок 1	0—20	45,5	50,0	56,5	62,0	62,8
	20—40	43,4	48,5	51,4	58,3	64,4
" 2	0—20	49,0	54,0	63,5	68,0	75,4
	20—40	47,2	51,4	61,8	63,5	72,3
" 3	0—20	50,5	57,5	68,5	75,5	85,5
	20—40	45,4	58,2	92,1	84,3	112,4
Б. Юрковский отвал участок 1	0—20	42,0	45,0	49,0	58,0	59,0
	20—40	44,0	45,0	48,0	51,0	59,5
" 2	0—20	45,0	50,0	58,0	70,0	80,0
	20—40	43,0	47,0	52,0	66,0	69,5

Разницу в лесорастительных свойствах грунтов особенно хорошо подчеркивает содержание термолabileй каталазы, которая, по данным Л. И. Вигорова [1], служит мерой плодородия почвогрунтов. Так, в б. Юрковском отвале на участке с хорошим состоянием сосны в 0—20-сантиметровом слое грунта при экспозиции 5 мин содержание термолabileй каталазы в 8 раз больше, чем на участке с плохим состоянием (табл. 3).

Таблица 3

Место отбора образца	Содержание каталазы, %	
	термолabileй	термостабильной
Александрийской гидроотвал участок 1	5,4	94,6
" 2	12,0	88,0
" 3	14,0	86,0
Б. Юрковский отвал участок 1	2,8	97,2
" 2	22,7	77,3

Данные о биологическом состоянии исследуемых отвалных грунтосмесей, в частности, активности фермента каталазы хорошо согласуются с их агрохимической характеристикой (табл. 4).

Наблюдается определенная взаимосвязь в изменении активности фермента с содержанием общего гумуса. Исключение составляют лишь грунты б. Юрковского отвала. По-видимому, их токсичность подавляет биологические процессы. В грунтосмесях участка 1 сульфидсодержащие грунты составляют 60% (по объему), участка 2—20%,

Место отбора образца	Глубина взятия образца, см	Общий гумус, %	Под-
			аммиачный азот
Ольгинский отвал	0—20	0,37	Не определен
	20—40	0,27	
Александровский отвал	0—20	0,50	"
	20—40	0,28	
Александровский гидроотвал участок 1	0—20	0,05	"
	20—40	0,05	
" 2	0—20	0,10	"
	20—40	0,05	
" 3	0—20	0,20	"
	20—40	0,48	
Б. Юрковский отвал участок 1	0—20	1,27	0,44
	20—40	1,39	
" 2	0—20	0,21	1,0
	20—40	0,06	

поэтому кислотность и содержание активного алюминия резко различны. Если в грунто-смесях участка 2 активный алюминий практически отсутствует, то на участке 1 его содержание составляет 15—20 мг на 100 г грунта (величина токсичная для древесной растительности).

Существует определенная взаимосвязь изменения каталитической активности с механическим составом грунтов отвалов. Известно, что с утяжелением механического состава (до определенного предела) улучшаются физические, физико-химические свойства почвы и условия питания растений, усиливается микробиологическая деятельность. Как видно из данных табл. 4, грунты Александровского отвала относятся к средним суглинкам [4], а Ольгинские ближе к суглинкам легким; активность каталазы выше в первых. Грунтосмеси на участках Александровского гидроотвала также различаются по механическому составу (он становится легче от третьего участка к первому). Грунтосмеси второго участка б. Юрковского отвала представлены суглинком легким, первого — песком связным, переходящим в супесь. По участкам изменяется и обеспеченность растений элементами питания.

Анализ полученных данных свидетельствует о возможности отображения различий в уровне лесорастительных свойств рекультивируемых грунтов через активность каталазы и особенно ее термолабильную форму.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. И. Вигоров. Особенности каталазы подзолистой почвы. ДАН СССР, т. СХХII, № 6, 1958. [2]. А. Ш. Галстян. Некоторые вопросы почвенной ферментологии. Тезисы докладов симпозиума по ферментам почвы, Минск, 1967. [3]. А. Ш. Галстян, Г. С. Тетевосян. Активность ферментов как показатель, характеризующий почвенные типы. Сб. «Доклады к VII Международному конгрессу почвоведов», изд-во «Наука», М., 1964. [4]. Н. А. Качинский. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. Изд. АН СССР, М., 1958. [5]. В. Ф. Купревич. Биологическая активность почвы и методы ее определения. Доклады АН СССР, т. XXIX, вып. 5, 1951. [6]. И. И. Смольянинов. Практические аспекты применения методов почвенной энзимологии в лесоводстве и лесном почвоведении. Тезисы докладов симпозиума по ферментам почвы, Минск, 1967. [7]. E. Hoimann. Enzymreaktionen und ihre Bedeutung für die Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit Z. Pflanzenern. Düng. Bodenkunde, 56 (101), 68, 1955.

Таблица 4

вижные, мг/кг		рН		Гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г грунта	Содержание фракций, %	
P ₂ O ₅	K ₂ O	водное	солевое		<0,001 мм	<0,01 мм
18,2	Не определен	6,2	6,0	0,17	22,56	34,28
13,4	"	6,2	6,0	—	23,18	32,16
40,4	"	6,2	5,8	0,18	27,45	41,65
35,6	"	6,0	5,6	—	27,90	40,55
12,5	"	6,0	5,6	0,23	7,48	9,56
11,8	"	6,1	5,8	—	9,52	11,96
15,8	"	6,1	5,8	0,21	7,22	11,16
14,6	"	6,1	5,8	—	9,42	12,48
18,6	"	6,0	5,9	0,17	9,56	13,14
17,4	"	6,0	5,9	—	23,78	28,17
108,2	92,4	4,2	3,6	18,71	8,07	10,45
96,1	92,2	4,2	4,0	13,22	6,12	8,45
224,5	168,8	5,6	5,6	0,39	18,12	25,30
120,0	188,1	5,6	5,6	0,35	16,80	22,25

УДК 634.0.531 : 582.475.4 + 0.553.6

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ВЫСОТОЙ, ДИАМЕТРОМ СТВОЛА И ДИАМЕТРОМ КРОНЫ В СОСНОВЫХ КУЛЬТУРАХ НА НИЖНЕДНЕПРОВСКИХ ПЕСКАХ

И. А. КОРОБОВ

Нижнеднепровская научно-исследовательская станция облесения песков и виноградарства на песках

Установлено наличие высокой степени связи между диаметром кроны, высотой и диаметром ствола в культурах сосны обыкновенной, что позволяет применять корреляционные уравнения для установления зависимости между указанными таксационными показателями.

Зона Нижнеднепровских песков, где были проведены наши исследования, характеризуется засушливым, относительно теплым климатом, бедными песчаными почвами. Однако несмотря на неблагоприятные для лесоразведения почвенно-гидрологические и климатические условия, за последние два десятилетия лесоводы Херсонской области создали здесь около 70 тыс. га лесных культур, преимущественно сосновых. Облесение песков продолжается.

В связи с этим изучение роста культур сосны, их смыкания в ряду и между рядами, а также установление зависимости между высотой, диаметром ствола и диаметром кроны в молодняках I класса возраста представляет практический и научный интерес.

Изучением связи между таксационными показателями сосняков в разных лесорастительных зонах занимались многие ученые ([1], [2], [5]—[9] и др.), однако для степных боров в условиях Нижнеднепровских песков настоящий вопрос остается неизученным.

Исследования взаимосвязей между таксационными элементами в 7—10-летних культурах сосны обыкновенной были проведены в опытном лесничестве Нижнеднепровской научно-исследовательской станции, в Цюрупинском и Голопристанском лесхозагах Херсонской области в течение 1968—1971 гг.

Культуры созданы по частично глубоко обработанной почве с шириной междурядий 2,5 и 3,0 м в типах условий местопроизрастания А₀, А₁ и А₂. Сохранность культур 62,8—85,3%, рубок ухода не было. Всего заложено 27 временных пробных площадей, на которых у 6,5 тыс. деревьев были измерены высоты, диаметры стволов и диаметры проекции кроны вдоль и поперек ряда. Материалы обработаны методами вариационной статистики [3], [4]. Точность опыта 0,9—2,7%.

Диаметр кроны вдоль ряда зависит от расстояния между деревьями в ряду. Так, в 8-летних культурах сосны обыкновенной, созданных с густотой посадки в ряду через 0,3; 0,5; 0,6; 0,75; 1,0; 1,22 м, между диаметром кроны вдоль ряда и расстоянием в ряду имеется тесная связь (корреляционное отношение $0,87 \pm 0,04$), так же как и между диаметрами кроны вдоль и поперек ряда [4], (коэффициент корреляции $0,80 \pm 0,05$).

Наличие указанных связей отмечает и Н. В. Грязин [2]. При переводе культур в покрытую лесом площадь необходимо знать степень сомкнутости культур в междурядьях. Важное значение при этом имеет средний диаметр кроны поперек ряда (в сторону междурядий). Поэтому в данном сообщении рассматривается вопрос о зависимости между высотой, диаметром ствола и диаметром кроны поперек ряда.

Вычисленные коэффициенты связи между высотой и диаметром кроны составили от $0,68 \pm 0,03$ до $0,90 \pm 0,01$ (в среднем 0,76). Аналогичные результаты для культур такого же возраста Владимирской и Рязанской областей были получены Ф. П. Садовничим [9]. Корреляционное отношение составляет от $0,76 \pm 0,02$ до $0,92 \pm 0,02$, мера линейности от $0,1152 \pm 0,09$ до $0,0364 \pm 0,051$; достоверность меры линейности 1,3—0,7, то есть меньше 3.

Приведенные показатели позволяют применить уравнение прямой для установления зависимости между диаметром кроны и высотой культур [3], [4].

Расчеты показывают, что средний диаметр кроны несомкнувшихся или только что сомкнувшихся в междурядьях 7—10-летних культур в типах условий местопроизрастания A_0 , A_1 и A_2 равен

$$D_{кр} = 0,57H,$$

где $D_{кр}$ — средний диаметр проекции кроны поперек ряда, м;
 H — средняя высота культур, м.

Весьма удовлетворительные результаты дает уравнение для расчетов среднего диаметра кроны

$$D_{кр} = 0,50H + 0,18.$$

Отклонение расчетных диаметров кроны от фактических составляет от $-15,8$ до $+12,6\%$. Для сравнения укажем, что Ф. П. Садовничим для 9-летних культур сосны было получено соотношение

$$D_{кр} = 0,52H.$$

Были вычислены коэффициенты корреляции между диаметром ствола на высоте 1,3 м и диаметром кроны, а затем определены множественные коэффициенты корреляции. Эти показатели для 10-летних культур очень сухого и сухого боров, а также для 9-летних культур свежего бора приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип условий место-произрастания	Коэффициент корреляции между			Множественные коэффициенты корреляции между		
	высотой и диаметром кроны	высотой и диаметром ствола на 1,3 м	диаметром ствола и диаметром кроны	диаметром кроны, диаметром ствола и высотой	диаметром ствола, диаметром кроны и высотой	высотой, диаметром ствола и диаметром кроны
A_0	0,73	0,78	0,82	0,80	0,86	0,84
A_1	0,73	0,86	0,74	0,92	0,89	0,90
A_2	0,63	0,76	0,72	0,85	0,90	0,88

Как видно из приведенных данных, коэффициенты корреляции характеризуют связь между признаками от значительной до высокой. Множественные коэффициенты корреляции также очень высоки, что свидетельствует о наличии тесной связи показателей с диаметром кроны.

Для 8—9-летних культур получены примерно такие же результаты. Это позволило применить множественные корреляционные уравнения для установления зависимости диаметра кроны от диаметра ствола и высоты культур. После необходимых расчетов были получены следующие уравнения связи для 8—10-летних культур сосны в зависимости от условий местопроизрастания:

$$D_{кр} = 0,133D_{1,3} + 0,221H + 0,51;$$

для A_1

$$D_{кр} = 0,175D_{1,3} + 0,236H + 0,30;$$

для A_2

$$D_{кр} = 0,223D_{1,3} + 0,156H + 0,48.$$

Применение указанных уравнений позволило с достаточной степенью точности определять средний диаметр кроны. Так, в упоминаемом выше опыте с разной густотой посадки расхождения между расчетными и фактическими величинами составили от $-0,22$ до $+0,10$ м (от $-15,1$ до $+8,0\%$).

Для определения степени сомкнутости культур в междурядьях казалось бы достаточно определить отношение среднего диаметра кроны к ширине междурядий. Однако только в среднем $60,1\%$ от общего числа деревьев имеют размер кроны, близкий к среднему ($\pm 15\%$). Деревья, имеющие диаметр кроны $0,2-0,7$ среднего, как правило, отстают в росте, кроны их перекрывают более крупными деревьями и на сомкнутость культур в междурядьях влияют мало. Число деревьев, превышающих средний диаметр кроны на $20-80\%$ (в среднем 33%), составляет $19,2\%$. Поэтому при определении степени сомкнутости культур необходимо вносить поправку на деревья, диаметр кроны которых выше среднего.

Для установления степени сомкнутости культур в междурядьях можно пользоваться отношением: $\frac{1,1D_{кр}}{\text{ширина междурядий}} \cdot 100\%$. Для определения же общей сомкнутости культур необходимо учитывать процент их сохранности, а также диаметр кроны вдоль ряда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Богачев. Взаимосвязи таксационных показателей чистых сосновых насаждений. В кн.: Исследования по лесной таксации, изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [2]. Н. В. Грязин. Теоретические и экспериментальные исследования строения полога и роста сосновых культур Эстонской ССР. Автореферат на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, Киев, 1967. [3]. М. Л. Дворецкий. Таксационные признаки древостоя насаждений. ПЛТИ, Йошкар-Ола, 1968. [4]. М. Л. Дворецкий. Пособие по вариационной статистике. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1971. [5]. О. А. Неволин. О корреляции диаметров крон с диаметрами деревьев в смешанных сосново-березовых древостоях. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1967. [6]. А. И. Патацкас. Некоторые распределения и корреляции в строении насаждений. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1967. [7]. А. Н. Поляков. Взаимосвязь между диаметром крон и диаметром на высоте груди в сосновых древостоях. Сб. работ МЛТИ, вып. 9, М., 1959. [8]. А. Н. Поляков. О полноте, сомкнутости и густоте сосновых насаждений. Журн. «Лесинженерное дело» № 1, 1959. [9]. Ф. П. Садовничий. Зависимость диаметра крон в культурах сосны от высоты и возраста. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1967.

УДК 631.871

РОЛЬ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ СЕЯНЦЕВ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ И ВЫХОДА СТАНДАРТНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА*

Б. И. КОСНИКОВ

Алтайская АГЛОС

Приводятся данные о влиянии чистых, сидеральных и занятых паров на водный режим, накопление органической массы и структуру почвы, содержание основных форм питательных веществ и выход стандартных сеянцев хвойных и лиственных пород.

Выращивание сеянцев в питомниках сопровождается значительным потреблением питательных веществ и влаги. Восстановление плодородия почвы за счет расти-

* Работа выполнена под руководством доц. Саратовского сельскохозяйственного института М. А. Дудорева.

тельных остатков семян не может быть обеспечено, так как при выкопке посадочного материала с питомников убирается не только надземная часть, но и почти вся корневая система растений (по нашим исследованиям, до 70—86%).

Задача повышения плодородия почвы может быть решена путем внесения удобрений, полива и заделки растительных остатков парозанимающих предшественников семян.

Решением данных вопросов занимались многие ученые. Однако исследований о влиянии различных предшественников на плодородие почвы и рост семян важнейших древесных пород в Нижнем Поволжье проведено очень мало, а в условиях Саратовского Правобережья до настоящего времени они отсутствовали.

Нашей целью было изучить влияние различных предшественников на структуру почвы, водные свойства, накопление питательных веществ, на рост важнейших древесных и кустарниковых пород и выход стандартного посадочного материала.

Работа выполнена в 1966—1969 гг. в неорошаемых условиях лесного питомника Новобурасского мехлесхоза Саратовской области на темно-серых лесных почвах и обыкновенных черноземах, условия которых типичны для почв многих районов Правобережья Нижнего Поволжья. Эксперименты проводили на двух лесных питомниках, которые находятся на южной границе лесостепной зоны.

Опытный участок № 1 площадью 3,3 га, где выращивались лиственные породы, представлен обыкновенным черноземом средней мощности, слабо солонцеватым. Содержание гумуса колеблется в пределах 5—6%.

Опытный участок № 2 площадью 0,42 га, предназначенный для выращивания семян хвойных пород, представлен темно-серыми лесными почвами. По механическому составу почвы среднесуглинистые с содержанием гумуса 6%. Средняя многолетняя норма осадков в районе проведения исследований равна 447 мм. Вегетационный период продолжается 145 дней.

В качестве предшественников выступали чистый удобренный пар (контроль); чистый удобренный пар (30 т навоза — $N_{30}P_{60}K_{30}$); сидеральный пар с посевом тригонеллы, гороха, вико-овсяной смеси, фацели; занятый пар с выращиванием в нем гороха на зерно, вико-овсяной смеси на сено, суданской травы на сено, сорго на веники, смеси суданской травы с тригонеллой на сено. Эти культуры высевали на обоих участках в занятых и сидеральных парах весной 1966, 1967, 1968 гг. по яблечной вспашке в трехкратной повторности по нормам, общепринятым для данной зоны. Площадь опытных делянок на участке № 1 равна 200—500 м², а на участке № 2 — 50—100 м².

Сидераты запахивали во время цветения (в конце июня — начале июля). После основной вспашки участков, занятых парозанимающими культурами, до осеннего посева лесных семян уход за почвой проводили по системе чистого пара. Ежегодно, в середине октября, на первом участке по всем предшественникам высевали семена смородины золотистой, яблони китайки, ясеня зеленого, клена остролистного. На этом же участке в конце мая — начале июня следующего года высевали свежесобраные семена вяза мелколиственного.

На участке № 2 весной сеяли семена сосны обыкновенной и лиственницы сибирской. Агротехника выращивания семян была общепринятой для данной зоны.

Взятые для исследования породы различны как по биологическим, так и морфологическим признакам.

Водный режим в сидеральных, занятых и чистых парах

Наблюдениями за динамикой влаги под различными предшественниками установлена существенная разница в увлажнении почвы в отдельные периоды вегетации. В первой половине лета, в период усиленного роста парозанимающих культур, на занятых и сидеральных парах влажность почвы была ниже, чем на чистом пару. Максимальной величины эта разница достигла к моменту заделки парозанимающих культур. Чем раньше запахивали сидераты и проводили основную вспашку занятых паров, тем больше влаги было накоплено в них к осени. При вспашке этих паров в конце июля влажность в метровом слое почвы была ниже, чем в чистом пару, в среднем на 29 мм, а к осеннему посеву древесных пород — на 20 мм (участок № 1). В занятом пару с посевом сорго на веники, где вспашка проводилась в начале сентября, влажность к осеннему посеву была ниже, чем в чистом пару, на 43,3 мм.

В лесных питомниках Правобережья Саратовской области лучшим сроком вспашки сидеральных паров следует считать конец июня — начало июля, когда заканчивается максимальное накопление органической массы парозанимающими культурами и остается около трех месяцев для подготовки почвы к осеннему посеву лесных семян. В занятых парах необходимо высевать рано созревающие культуры, чтобы уборка их заканчивалась к началу июля.

Весной 1967 и 1968 гг. были продолжены наблюдения за влажностью почвы, когда по различным предшественникам уже росли сеянцы древесных и кустарниковых

пород. Влажность метрового слоя почвы, занятой однолетними и двухлетними сеянцами, не только выравнивалась, но в отдельные периоды стала даже выше, чем в чистом пару. Например, осенью третьего года наблюдений запас воды в метровом слое почвы по чистым парам, занятым двухлетними сеянцами сосны обыкновенной, составил 200,5 мм; по сидеральным — 220,3—221,5 мм; по занятым — 201,8—209,1 мм на 1 га. Это объясняется большей водопроницаемостью и влагоемкостью структурных почв сидеральных и занятых паров в сравнении с чистым паром.

Накопление органической массы в чистых, занятых и сидеральных парах

В период запашки парозанимающих культур, во время роста сеянцев и после выкопки посадочного материала содержание растительных остатков различно. Наибольшее количество органической массы в неорошаемых участках лесного питомника накапливается в сидеральных парах с посевом фацелии, гороха, вико-овсяной смеси и тригонеллы на зеленое удобрение. Кроме этого, горох, тригонелла, вико-овсяная смесь — хорошие азотоаккумуляторы. Сидеральные пары обогащают почву органическим веществом, которое соответствует 20—30 т навоза. Например, содержание сухой органической массы (включая корни) в слое почвы 0—40 см в период запашки сидератов в среднем за 3 года составило: под тригонеллой — 51 ц, горохом — 66 ц, вико-овсяной смесью — 74 ц, фацелией — 92 ц на 1 га (участок № 1). В занятых парах величина органической массы всех парозанимающих культур находилась в пределах 27—38 ц/га.

Влияние различных предшественников на структуру почвы

Установлена зависимость структурообразования от количества и качества запашиваемой органической массы и биологических особенностей парозанимающих культур. В период вегетации парозанимающих культур нарастает количество водопропрочных агрегатов в сидеральных и занятых парах до их основной вспашки (в сравнении с весенними исходными данными). К осеннему посеву лесных семян как на первом, так и на втором участках водопропрочность агрегатов несколько снижается. На чистом неудобренном пару это снижение наблюдается в течение всего вегетационного периода. Количество водопропрочных агрегатов размером более 0,25 мм в слое почвы 0—20 см на сидеральных парах в период запашки сидератов увеличилось на 6—7,5%, а осенью — на 8—10% по сравнению с контролем; в занятых парах соответственно на 4—6 и 7—8%.

Содержание основных подвижных форм питательных веществ в почве

Во время роста парозанимающих культур и в период их запашки количество основных подвижных форм питательных веществ в почве несколько снижается, а к осени заметно увеличивается. Например, в период запашки сидератов и основной вспашки занятых паров на контроле в слое почвы 0—40 см было 9 мг нитратного азота, под тригонеллой на зеленое удобрение — 3,5 мг, а вико-овсяной смеси на сено — 4,3 мг на 100 г почвы; осенью соответственно 13,3; 6,8 и 5,7 мг. На второй год наблюдений, то есть в период роста однолетних сеянцев по сидеральным парам запасы элементов питания в отдельные периоды вегетации превосходят контроль. Эта закономерность сохраняется и на третий год, то есть в период роста двухлетних сеянцев сосны обыкновенной. Действительно, осенью третьего года наблюдений на контроле в среднем на 100 г почвы приходилось 8,0 мг нитратного азота, 4,7 мг P_2O_5 и 11,0 мг K_2O , а по сидеральному пару (тригонелла) 16,0; 6,2 и 15,0 мг.

В занятых парах основных питательных веществ, как правило, содержалось меньше, чем в чистом неудобренном пару. Больше всего их было в течение двух лет в чистом удобренном пару, а на третий год количество фосфора и калия выравнивается с показателями для сидерального пара, занятого тригонеллой.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что сидеральные пары, несмотря на потребление питательных веществ во время роста парозанимающих культур, не вызывают ухудшения питания сеянцев в ответственный период их вегетации. Напротив, они создают более стабильный уровень питания основными элементами (азотом, фосфором, калием).

Влияние предшественников на выход стандартного посадочного материала

Благоприятные физические свойства почвы под чистым удобренным и сидеральным парам (влажность, водопроницаемость, структура), а также лучшая обеспечен-

ность питательными элементами (азотом, фосфором, калием) оказали положительное влияние не только на рост сеянцев, но в конечном итоге и на выход стандартного посадочного материала (табл. 1).

Таблица 1

Предшественник	Выход стандартных сеянцев, тыс. шт. с 1 га						
	однолеток (1967-1968 г.г)				двухлеток (1968-1969 гг.)		
	ясени зеленого	клена остролист- ного	вяза мелколист- ного	смородины золоти- стой	сосны обыкно- венной	листвен- ницы си- бирской	яблони китайки
Чистый пар							
неудобренный (контроль)	500 <u>800</u>	400 <u>510</u>	500 <u>950</u>	450 <u>630</u>	1200 <u>1680</u>	600 <u>480</u>	400 <u>486</u>
удобренный	500 <u>1110</u>	400 <u>800</u>	500 <u>1200</u>	450 <u>1020</u>	1200 <u>2160</u>	600 <u>720</u>	400 <u>543</u>
Сидеральный пар							
тригонелла	500 <u>970</u>	400 <u>690</u>	500 <u>1025</u>	450 <u>1000</u>	1200 <u>2080</u>	600 <u>600</u>	400 <u>514</u>
горох	500 <u>1110</u>	400 <u>740</u>	500 <u>987</u>	450 <u>970</u>	1200 <u>2040</u>	600 <u>720</u>	400 <u>572</u>
вика+овес	500 <u>970</u>	400 <u>630</u>	500 <u>1125</u>	450 <u>970</u>	1200 <u>1960</u>	600 <u>560</u>	400 <u>515</u>
фацелия	500 <u>1090</u>	400 <u>740</u>	—	450 <u>1000</u>	—	—	—
Занятый пар							
горох	500 <u>630</u>	400 <u>570</u>	500 <u>887</u>	450 <u>600</u>	1200 <u>1760</u>	600 <u>521</u>	400 <u>547</u>
вика+овес	500 <u>770</u>	400 <u>510</u>	500 <u>800</u>	450 <u>660</u>	1200 <u>1480</u>	600 <u>400</u>	400 <u>429</u>
сорго	500 <u>429</u>	400 <u>120</u>	500 <u>925</u>	450 <u>372</u>	1200 <u>1600</u>	600 <u>400</u>	400 <u>372</u>
суданка	500 <u>740</u>	400 <u>540</u>	500 <u>862</u>	450 <u>572</u>	1200 <u>1560</u>	600 <u>440</u>	400 <u>400</u>
суданка+три- гонелла	500 <u>830</u>	400 <u>570</u>	—	450 <u>690</u>	—	—	—

Примечание В числителе — данные планового выхода сеянцев; в знаменателе — фактического.

Сидеральные пары мало уступают не только контролю, показатели которого в большинстве случаев выше плановых, но и чистому удобренному пару. Исключением является вариант с сорго на веники, выход стандартных сеянцев по этому предшественнику был ниже планового. При посеве лесных семян весной (сосна) или летом (вяз мелколистный) выход стандартных сеянцев по варианту сорго на веники, как правило, выше планового и мало отличается от результатов контроля. Этот предшественник можно рекомендовать для летних посевов лесных семян и в условиях орошения.

Следовательно, подбирая наиболее эффективные предшественники, можно в значительной степени повысить почвенное плодородие, интенсифицировать хозяйство в лесных питомниках и получить наибольший выход стандартных сеянцев с единицы площади.

УДК 634.0.844

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОКОВ В БУКОВЫХ ДОСКАХ

В. С. ТИМОНЕН

Львовский лесотехнический институт

Статистическим методом установлены закономерности распределения наиболее встречаемых пороков древесины карпатского бука по ширине и длине досок. Определены участки досок, наиболее насыщенные пороками.

В настоящей работе на основании проведенных исследований установлены характерные особенности распределения пороков по ширине и длине буковых досок, что имеет большое практическое значение при их рациональном раскрое на заготовке.

Данные по буковым необрезным доскам собирали на предприятиях треста «Закарпатлес».

Необходимое количество досок (по таблице достаточно больших чисел А. К. Митропольского) составило 384 шт. при допустимой ошибке $\epsilon = 0,05$ и величине вероятности $p = 0,95$. Исследуемые доски брали методом случайного отбора из кряжей различной вырезки по высоте хлыста. Среднюю ширину каждой доски, независимо от ее размеров, по обе стороны от средней линии, принятой за нулевую, разбивали на 10 участков, каждый из которых представлял собой долю ширины доски. На каждом участке определяли количество пороков по видам. Подсчитывали общее коли-

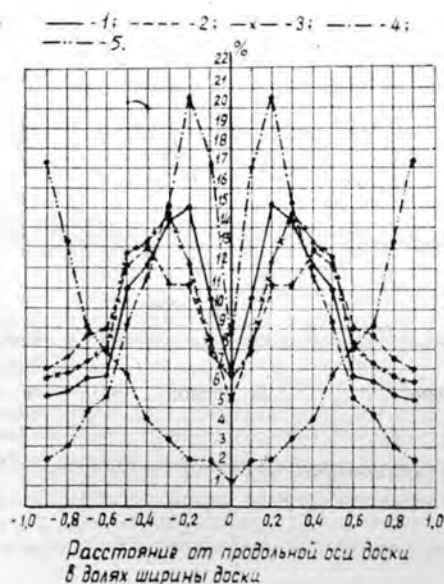


Рис. 1.

1 — гниль; 2 — прорость; 3 — сучки;
4 — трещины; 5 — механические повреждения.

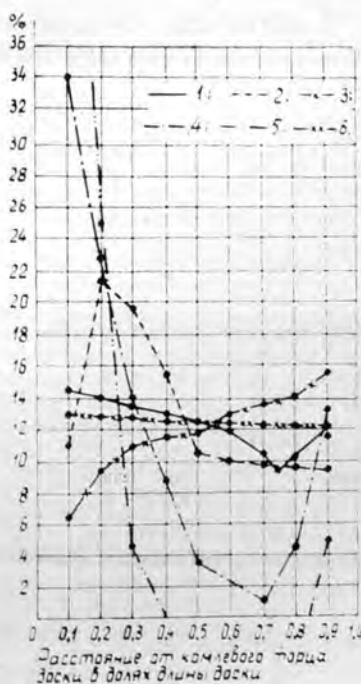


Рис. 2.

1 — гниль; 2 — прорость; 3 — сучки;
4 — трещины; 5 — механические поврежде-
ния; 6 — ложное ядро.

чество пороков и определяли процент пороков, расположенных на каждом участке по обе стороны от осевой линии доски. По полученным данным строили кривые распределения пороков по ширине необрезных досок (рис. 1).

Для установления закономерностей распределения пороков по длине доски ее также, начиная от комлевого торца, разбивали на 10 участков, каждый из которых представлял собой долю длины доски. Определяли количество пороков (по видам), расположенных на каждом участке длины доски. Подсчитывали общее количество пороков и определяли процент пороков каждого участка длины доски. На рис. 2 показаны кривые распределения пороков по длине доски.

Из рис. 1 видно, что кривые распределения трещин, сучков, прорости и гнили по ширине доски напоминают кривые Гаусса, а кривые распределения ложного ядра и механических повреждений имеют параболическую форму. Распределение пороков по длине доски (рис. 2) представляет собой ломаные линии.

Выводы

1. Наибольшее количество гнили, прорости, сучков и трещин находится в пределах $\pm (0,1 \div 0,6)$ ширины доски, а наибольший процент механических повреждений расположен в периферийной зоне в пределах $\pm (0,7 \div 1,0)$ ширины доски.

2. По длине доски наибольший процент гнили, трещин и механических повреждений находится в вершинной и комлевой частях доски; прорость и ложное ядро преимущественно расположены в комлевой части доски.

3. Количество сучков по длине доски увеличивается от комлевого торца к вершинному.

4. Наибольшее количество пороков по ширине доски расположено в центральной зоне в пределах от $-0,55$ до $+0,55$, а по длине доски — в вершинной и комлевой частях на участках $0-0,4$ и $0,95-1,0$.

5. По ширине доски наиболее качественные зоны — периферийные, а по длине — средняя часть доски.

УДК 65.011.56

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ НАГРУЗКИ ПОТРЕБИТЕЛЯ НА НАПРЯЖЕНИЕ У ЗАЖИМОВ

Н. М. ГОРБАТОВ, А. П. КАШКИН

Ленинградская лесотехническая академия

Рассмотрено воздействие компенсирующих устройств на величины напряжений в системе электроснабжения лесозаготовительных предприятий. Выведенные соотношения между напряжениями и сдвигами фаз в электрических сетях представлены графически на комплексной плоскости.

При питании промышленного предприятия от мощных источников электрической энергии напряжение на зажимах потребителя при различных нагрузках практически изменяется незначительно. Однако для многих лесозаготовительных, а также деревообрабатывающих предприятий нашей страны, получающих электроэнергию от маломощных линий электропередачи и удаленных на значительные расстояния от источников энергии, этот вопрос имеет существенное значение; при этом колебания напряжения, вызванные изменением нагрузки, оказывают заметное влияние на производительность установленного электрооборудования. Применение систем автоматического регулирования коэффициента мощности и учет воздействия на величину напряжения также приобретает значительный интерес.

На рис. 1 представлена эквивалентная схема питания одной из фаз трехфазного потребителя при симметричной нагрузке. Приняты следующие условные обозначения:

z_n — эквивалентное сопротивление всех элементов сети электроснабжения от источника со стабильным напряжением до зажимов потребителя;

z_n — сопротивление нагрузки потребителя;

z_c — сопротивление компенсирующих устройств, включенных для повышения коэффициента мощности на зажимах нагрузки;

z_L — сопротивление дополнительных реакторов схемы автоматического регулирования коэффициента мощности;

$$z_n = r_n + jx_n = |z_n| e^{j\varphi_n};$$

$$z_H = r_H + jx_H = |z_H| e^{j\varphi_H};$$

$$z_C = r_C - jx_C = |z_C| e^{-j\varphi_C};$$

$$z_L = r_L + jx_L = |z_L| e^{j\varphi_L}.$$

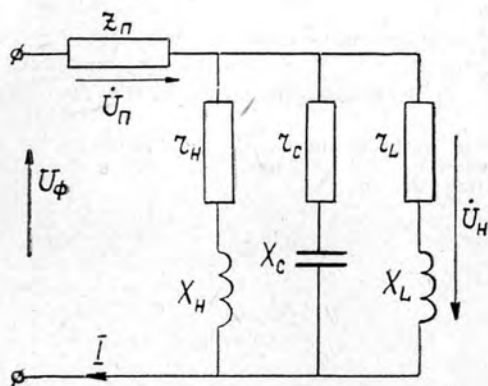


Рис. 1.

В схеме рис. 1 значения сопротивлений z_H ; z_C ; z_L заменим одним эквивалентным сопротивлением нагрузки

$$z_3 = \frac{1}{\frac{1}{z_H} + \frac{1}{z_C} + \frac{1}{z_L}} = \frac{1}{\frac{1}{r_H + jx_H} + \frac{1}{r_C - jx_C} + \frac{1}{r_L + jx_L}} =$$

$$= \frac{1}{g_3 - jb_3} = \frac{1}{|y_3| e^{-j\varphi_3}} = |z_3| e^{j\varphi_3};$$

$$g_3 = \frac{r_H}{r_H^2 + x_H^2} + \frac{r_L}{r_L^2 + x_L^2} + \frac{r_C}{r_C^2 + x_C^2};$$

$$b_3 = \frac{x_H}{r_H^2 + x_H^2} + \frac{x_L}{r_L^2 + x_L^2} - \frac{x_C}{r_C^2 + x_C^2};$$

$$\operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{b_3}{g_3};$$

$$y_3 = \sqrt{b_3^2 + g_3^2},$$

где g_3 — активная эквивалентная проводимость нагрузки;
 b_3 — реактивная эквивалентная проводимость нагрузки;
 $\operatorname{tg} \varphi_3$ — тангенс для сдвига фаз эквивалентной нагрузки;
 y_3 — модуль эквивалентного сопротивления нагрузки.

Эквивалентный ток потребителя и линии

$$i = \frac{\dot{U}_\Phi}{z_n + z_3}.$$

Напряжение на зажимах нагрузки

$$\dot{U}_H = \frac{\dot{U}_\Phi z_3}{z_n + z_3} = \frac{\dot{U}_\Phi}{\frac{z_n}{z_3} + 1} = \frac{\dot{U}_\Phi}{\left| \frac{z_n}{z_3} \right| e^{j(\varphi_n - \varphi_3)} + 1} = \frac{\dot{U}_\Phi}{1 + k e^{j\beta}},$$

где $k = \left| \frac{z_n}{z_n} \right|$ — модуль отношения сопротивления сети к сопротивлению нагрузки;
 $\delta = \varphi_n - \varphi_\phi$ — аргумент, зависящий от угла сдвига фаз сети и нагрузки.

Составим функцию

$$\dot{W} = \frac{\dot{U}_\phi}{\dot{U}_n} = 1 + k e^{j\delta} \quad (1)$$

и изобразим ее на комплексной плоскости (рис. 2).

Если заданы величины k и δ , то значение \dot{W} можно определить по формуле (1) или графически (рис. 2). Если известны углы φ_ϕ и φ_n , то, зная \dot{W} , можно найти напряжение на зажимах нагрузки не только аналитически из выражения $\dot{U}_n = \frac{\dot{U}_\phi}{\dot{W}}$, но и графически (рис. 2).

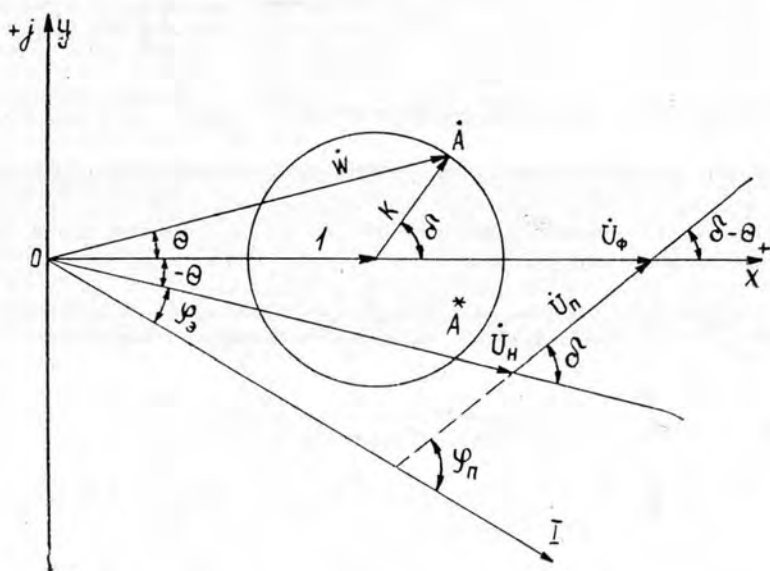


Рис. 2.

На рис. 2 вектор $\frac{1}{\dot{W}}$ смещен по отношению к фазному напряжению U_ϕ на угол θ . Направление вектора $\frac{1}{\dot{W}}$ совпадает с направлением напряжения \dot{U}_n . Ток I отстает от напряжения U_n на угол φ_n , а от напряжения U_ϕ — на угол φ_ϕ . Используя соотношение $\dot{U}_\phi = \dot{U}_n + \dot{U}_n \dot{W}$, можно графически определить величину и направление векторов \dot{U}_n и $\dot{U}_n \dot{W}$.

Прямоугольные координаты конца вектора \dot{W} (рис. 2) находят из выражений

$$x = 1 + k \cdot \cos \delta;$$

$$\varphi = k \sin \delta.$$

В таком случае модуль вектора \dot{W} можно вычислить по формуле

$$|\dot{W}| = \sqrt{(1 + k \cos \delta)^2 + (k \sin \delta)^2} = \sqrt{1 + k^2 + 2k \cos \delta}, \quad (2)$$

а его аргумент

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{k \sin \delta}{1 + k \cos \delta}. \quad (3)$$

На рис. 3 для различных частных значений δ и k построен график изменения модуля функции $|\dot{W}|$ по формуле (2), а на рис. 4 — график изменения $\operatorname{tg} \theta$ в соответствии с формулой (3); при $\cos \delta = -k^* \operatorname{tg} \theta$ достигает наибольшего значения.

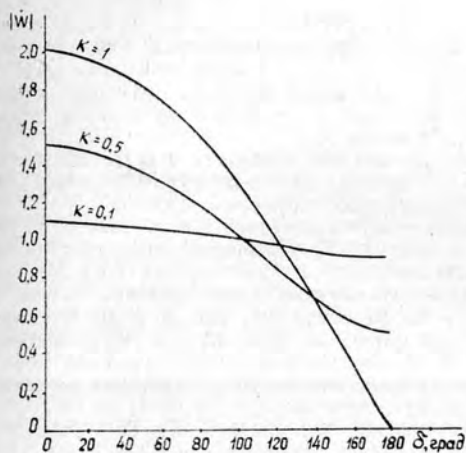


Рис. 3.

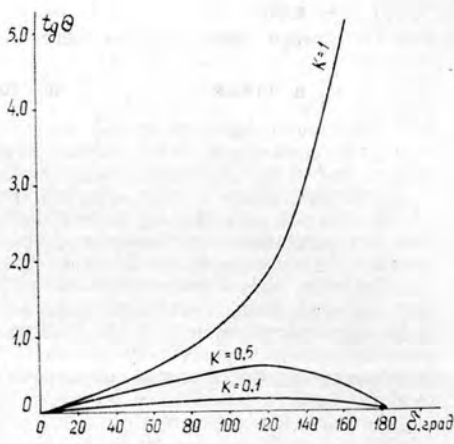


Рис. 4.

Дифференциальную чувствительность функции $|\dot{W}|$ при изменении аргумента δ можно вычислить так:

$$B\delta = \left| \frac{d|\dot{W}|}{d\delta} \right| = \frac{k \sin \delta}{\sqrt{1 + k^2 + 2k \cos \delta}}. \quad (4)$$

Как следует из формулы (4), чувствительность $B\delta$ не остается постоянной, а непрерывно изменяется, достигая наибольшего значения при $\cos \delta = -\frac{2k}{1+k^2}$.

Приведенный выше анализ позволяет упростить расчет количественных соотношений между напряжением и величиной эквивалентной нагрузки для различных частных случаев.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 061.24.3(049.3)

КНИГА О МЕЖДУНАРОДНОМ СИМПОЗИУМЕ
ПО ЛЕСНОЙ ГЕНЕТИКЕ*

Летом 1972 г. в Новосибирске состоялся Международный симпозиум по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород, организованный Государственным комитетом лесного хозяйства Совета Министров СССР, Государственным научно-исследовательским лесным институтом (г. Хельсинки), факультетом лесного хозяйства Хельсинского университета, Королевской академией сельского и лесного хозяйства Швеции и Высшей лесной школой (г. Стокгольм).

Опубликованный ВНИИЛМом сборник симпозиума содержит тексты 20 докладов, в том числе 14 — советских авторов, 6 — финских и 3 — шведских. Все доклады представляют интерес для развития лесохозяйственной науки и практики.

В докладе Л. Ф. Правдина подведены некоторые итоги углубленного изучения внутривидового разнообразия сосны и ели; А. И. Ирошников приводит те же материалы о лиственнице и кедре сибирских.

Старому, но весьма актуальному вопросу о влиянии происхождения семян на рост культур были посвящены доклады М. М. Вересина (по сосне) и В. П. Тимофеева (по лиственнице). В. А. Драгавцев рассмотрел методы анализа внутривидовой изменчивости в лесных популяциях и прогноза эффективности аналитической лесной селекции, а Г. Ф. Привалов познакомил участников симпозиума с данными об экспериментальном мутагенезе у хвойных древесных растений.

Актуальным и сложным вопросам посвящены выступления Е. Г. Орленко о ранней диагностике наследственных свойств плюсовых хвойных деревьев, Е. П. Проказина о массовом получении семян первого гибридного поколения от отдаленных внутривидовых скрещиваний сосны обыкновенной, Г. М. Козубова об особенностях репродуктивной деятельности хвойных на Севере и И. С. Этверка о селекции ели обыкновенной в Эстонской ССР.

Л. Олави (Финляндия) рассказал об использовании измерения фотосинтеза в селекции лесных деревьев. Он изучил корреляцию структурных признаков с газообменом деревьев, в особенности влияние количества листьев и их анатомии на содержание хлорофилла. В будущем это позволит разработать новый удобный метод для отбора генетически плюсовых деревьев.

Финский ученый М. Хагман доложил о барьерах при межвидовой гибридизации в роде *Pinus*, включая вопросы о типах барьеров, о природе механизма несовместимости, о цитологическом и биологическом обосновании жизнеспособности и о возможности преодоления реакции несовместимости. Все это, безусловно, важно при отдаленной гибридизации растений.

Интересен доклад финского ученого П. М. А. Тигерштедта о генетических принципах селекционной работы с древесными породами в Финляндии. Автор знакомит читателя с изучением вариабильности в популяции между породами, между географическими формами, между популяциями внутри разновидностей, между субпопуляциями внутри популяции, между отдельными деревьями внутри субпопуляций, внутри клонов и излагает схему массового скрещивания для оценки наследуемости.

Другие финские участники симпозиума рассказали о семенных плантациях *Pinus sylvestris* в Финляндии (И. Вейнке), о современном положении и будущих возможностях практической селекции лесных деревьев в Финляндии (К. Лаури), о международном сотрудничестве в области лесной генетики и селекции (М. Хагман).

Шведскими учеными представлено три доклада. М. Хаггер, на основании многолетних исследовательских работ, делает для сосны и ели выводы о выживаемости, росте, продуктивности культур, о климатической адаптации и о будущих исследованиях. Г. Хаддере рассказывает о том, как в Швеции выполняется национальная программа отбора плюсовых деревьев и закладки семенных плантаций, причем особое внимание уделяется генетической проверке используемых семян. Наконец, Г. Эрикссон развернул широкую картину исследований, проводимых в отделении лесной селекции Королевского колледжа лесного хозяйства в Стокгольме: исследования по происхождению, испытание потомства, изучение цветения и развития зародышей на лесосеменных плантациях, изучение инбридинга у сосны.

* Доклады ученых — участников Международного симпозиума по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород (г. Новосибирск, 19—25 июня 1972 г.). Пушкино, 1972.

Симпозиум, без сомнения, сыграл положительную роль. Обмен научной информацией при личных встречах представителей разных стран позволяет успешнее развивать селекционно-генетическую и семеноводческую лесную науку. Следует пожалеть, что сборник выпущен небольшим тиражом — всего 500 экземпляров.

П. И. Войчал.
Архангельск.

УДК 634.0.6(075.8)

НУЖНЫЙ УЧЕБНИК ДЛЯ ЛЕСОЭКОНОМИСТОВ*

Впервые в нашей стране издан учебник по профилирующей дисциплине для специальности «Экономика и организация лесной промышленности и лесного хозяйства». Он написан в полном соответствии с программой курса «Организация и планирование предприятий лесной промышленности и лесного хозяйства» и несомненно окажет большую помощь студентам инженерно-экономических, а также лесотехнических факультетов при изучении вопросов организации и планирования. В нем впервые предпринята попытка систематизировать основные вопросы организации и планирования лесозаготовительного производства, лесного хозяйства и лесосплава.

Учебник состоит из 15 глав. Большое внимание уделяется вопросам организации производства. Им посвящены первые четыре главы (организация производства и труда). Кроме того, в главах VIII и IX значительное место отводится вопросам организации подготовки производства и организации вспомогательно-обслуживающих производств. Наиболее подробно изложены в учебнике вопросы организации лесозаготовок и основных видов лесохозяйственных работ. Небольшой по объему параграф посвящен организации лесосплавных работ. Авторы правильно постулили, уделив большое внимание организации перерабатывающих производств. Это будет способствовать улучшению подготовки кадров инженеров-экономистов для лесопромышленных и лесохозяйственных предприятий, большинство из которых комбинированные.

Вопросы планирования и методика разработки отдельных разделов техпромфинплана, которым посвящен ряд глав, излагаются в учебнике с учетом новых условий планирования и экономического стимулирования. Подчеркивается большое значение создания у предприятий заинтересованности в принятии напряженных планов, приводятся взаимосвязи между директивными и расчетными показателями, излагаются основы плана повышения эффективности производства и методика определения эффективности планируемых мероприятий. Специальная глава посвящена планированию фондов экономического стимулирования.

Учебник отражает опыт преподавания профилирующего курса в высших лесотехнических учебных заведениях, готовящих специалистов по специальности «Экономика и организация лесной промышленности и лесного хозяйства», хорошо принят студентами и преподавателями и заслуживает высокой оценки.

Вместе с тем, не все главы и параграфы равноценны. Не нашли отражения принятые уже после сдачи учебника в печать официальные документы, вносящие существенные коррективы в систему планирования. Так, не отражен в учебнике новый порядок планирования фондов экономического стимулирования. Наряду с этим, есть недостатки и погрешности, допущенные авторами. Так, следовало бы дать более четкое определение таких понятий, как производственный процесс, технологический процесс, производственная мощность предприятия.

Трудно согласиться с методикой отдельных расчетов, рекомендуемых авторами. Например, в главе VII, § 4, не указывается цель планирования технико-экономических показателей использования основных механизмов и не дается достаточного обоснования плановой сменной производительности. Ряд важных вопросов изложен слишком кратко или вовсе не рассматривается, например, очень важный раздел «Нормы и нормативы», которого до сих пор нет в техпромфинплане. Крайне ограничен список литературы. В нем отсутствует ряд важных директивных материалов и методических указаний.

По-видимому, при переиздании следует увеличить объем учебника до 25—30 печатных листов, учитывая объем и профилирующий характер данного курса, его решающую роль в подготовке инженеров-экономистов по специальности 1719.

В. Ф. Бартов, Ю. И. Деминцев.
Уральский лесотехнический институт.

* А. А. Родигин, П. И. Платонов, Ф. Н. Морозов. Организация и планирование предприятий лесной промышленности и лесного хозяйства. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1972.

ЮБИЛЕИ

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА!

1 июля 1973 г. исполнилось 70 лет Прокопию Васильевичу Васильеву, члену КПСС с 1927 г., доктору экономических наук, профессору, заслуженному деятелю науки РСФСР. С 1959 г. П. В. Васильев работает в Совете по изучению производительных сил при Госплане СССР в качестве руководителя сектора лесного хозяйства и лесной промышленности. До этого с 1931 г. в течение 40 лет он вел научно-педагогическую работу в вузах (в Ленинградской лесотехнической академии, в Ленинградской промакадемии, в Московском лесотехническом институте и др.). Под его руководством более 25 человек подготовили и защитили кандидатские диссертации и 10 — докторские; среди них много специалистов и ученых из социалистических стран.



В 1942—1944 гг. П. В. Васильев был начальником Главка вузов Минлеспрома СССР; в 1947—1959 гг. в качестве первого заместителя директора Института леса АН СССР провел большую работу по организации и руководству деятельностью этого института.

П. В. Васильев — специалист с широкой экономической подготовкой — уже в первых своих трудах встал на путь разработки новых сложных вопросов экономической теории и хозяйственной практики на основе марксистско-ленинской теории. Его труды явились первыми широкими исследованиями проблем развития и организации социалистического лесного хозяйства. Под руководством П. В. Васильева образовалась сильная творческая школа лесоэкономистов не только в СССР, но и в других социалистических странах.

П. В. Васильев — специалист с широкой экономической подготовкой — уже в первых своих трудах встал на путь разработки новых сложных вопросов экономической теории и хозяйственной практики на основе марксистско-ленинской теории. Его труды явились первыми широкими исследованиями проблем развития и организации социалистического лесного хозяйства. Под руководством П. В. Васильева образовалась сильная творческая школа лесоэкономистов не только в СССР, но и в других социалистических странах.

П. В. Васильев разработал такие важные разделы лесной экономики, как теоретические основы расширенного воспроизводства лесных ресурсов, ряд крупных вопросов стоимостной оценки лесов, новые приемы структурного анализа промышленного использования древесины, новые подходы к исследованию продуктивности лесов и к обоснованию мероприятий по ее повышению с учетом взаимосвязанного проявления естественного и экономического плодородия лесных земель и т. д.

Прокопий Васильевич возглавил большую и ответственную работу по созданию первого в стране вузовского учебника по экономике лесного хозяйства (вместе с Е. Я. Судачковым, И. В. Ворониным, Г. М. Мотовиловым), где широко обобщен накопленный опыт и достижения науки в лесном хозяйстве СССР. Под его же руководством и редакцией было подготовлено недавно вышедшее учебное пособие по экономике лесного хозяйства для экономических факультетов лесных вузов. П. В. Васильев — соавтор и редактор двух изданий учебника по организации и планированию производства на предприятиях лесного хозяйства СССР.

Крупным событием в развитии лесозащитной науки явилась монография «Лесное хозяйство в системе планируемой экономики», объемом около 50 печатных листов, изданная в 1972 г. научным издательством Польской академии наук. П. В. Васильев — инициатор, основной автор и редактор этой книги. В создание этого труда о теоретических основах экономики лесного хозяйства СССР и социалистических стран внесли большой вклад и другие ученые: И. В. Воронин, Т. Молленда (Польша), Х. Сираков (Болгария), Б. Керестеш (Венгрия), Э. Громада (Чехословакия), Ф. Пауль (ГДР). На VII Мировом лесном конгрессе в Буэнос-Айресе эта книга привлекла внимание лесных специалистов, особенно из развивающихся стран.

Общее число трудов юбиляра превышает 200 наименований. В качестве делегата СССР П. В. Васильев участвовал и выступал с докладами более чем на 10 мировых лесных конгрессах и конференциях послевоенного периода.

Проф. П. В. Васильев активно участвует в работе многих государственных, научных и общественных организаций. Он член Государственного комитета Совета Министров СССР по лесному хозяйству; с 1966 г. по 1972 г. в качестве заместителя Подкомиссии Верховного Совета СССР по проекту Основ лесного законодательства руководил подготовкой этого проекта; с начала 60-х годов — заместитель Председателя Проблемного Совета по комплексному использованию древесины Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике; член ряда научных советов АН СССР и министерств; в течение многих лет член экспертных комиссий ВАК, активно участвует в партийной и общественной жизни СОПСа.

В Совете по изучению производительных сил проф. П. В. Васильевым и под его руководством проведены большие исследования по вопросам промышленного использования лесов Сибири, выполнены сложные разработки по проблемам перспектив развития лесного хозяйства и лесной промышленности, вошедшие в Генеральную схему размещения производительных сил на период 1966—1980 гг. и в Концепцию развития и размещения производительных сил на период до 1990 г.

Приводим список наиболее значительных печатных работ П. В. Васильева.

1. Экономика и организация труда. Монография, Соцэкгиз, Л., 22 печ. л., 1932 (в 1936 г. — 2-е издание).

2. Организация производства на деревообрабатывающих предприятиях. Монография-учебник, Гослестехиздат, М., 1948, 36 печ. л.

3. Экономика лесного хозяйства СССР. Учебник, Гослесиздат, М., 1961, 25 печ. л. (совместно с И. В. Воронинным, Г. М. Мотовиловым и Е. Я. Судачковым). В 1966 г. вышло 2-е издание.

4. География лесных ресурсов земного шара. ИЛ, М., 1960, 67 печ. л., перевод с английского. Автору принадлежит вводная глава, раздел о лесных ресурсах социалистических стран и редакция всей книги.

5. Экономика и использование лесных ресурсов. Монография, изд. АН СССР, М., 1963, 24 печ. л.

6. Лесное хозяйство в системе планируемой экономики. Монография, научное изд-во Польской академии наук, Варшава, 1972.

П. В. Васильев является автором широко известных научно-популярных книг по вопросам леса. Особенно значительны из них следующие.

1. Сокровища советских лесов. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966, (издана по тексту 1-го издания на чувашском и латышском языках).

2. Земля лесная. Изд-во «Наука», М., 1967.

3. Лесные ресурсы СССР сегодня и завтра. Изд-во «Знание», М., 1969.

За две последние книги автору присуждены премии Всесоюзного общества «Знание».

Названные и другие научные труды П. В. Васильева явились основой формирования в СССР соответствующих научных дисциплин и сыграли крупную роль в формировании современных методов экономического анализа, организации и планировании лесного хозяйства и лесной промышленности.

Редакция «Лесного журнала» сердечно поздравляет Вас, Прокопий Васильевич, со знаменательной датой и желает дальнейших творческих успехов!

СОДЕРЖАНИЕ

Н. Н. Репин, Т. И. Репина. Геронический путь борьбы и созидания. (К 70-летию II съезда РСДРП)	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

А. К. Денисов, С. А. Денисов, Е. К. Кудрявцев. Анемохория берез пушистой и бородавчатой	6
Я. Я. Петров. Строение полога порослевых дубовых насаждений	9
В. Е. Кизенков, Л. Ф. Илатов. Состояние и рост 20-летних культур сосны, созданных методом аэросева	13
М. В. Давидов. К вопросу о текущем приросте и общей продуктивности культур дуба в Тульских засеках	16
В. А. Шавровский. Морфологический состав и запасы лесной подстилки ельника-черничника свежего	20
И. И. Гусев, Н. Н. Соколов. Объем сучьев и вес хвойной лапки в ельниках Севера	25
С. Н. Козьяков. О распространении и урожайности масляника в условиях Украины	30
В. М. Еремин. Анатомическое строение коры пихты белокорой и пихты цельнолистной	34

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

В. Г. Кочегаров, В. В. Федоров. Затраты машинного времени на сбор и трелевку пачки деревьев трактором ТБ-1	39
И. И. Слепо. Исследование влияния геометрических параметров каната и катка на величину контактных напряжений	43
В. И. Жабин, В. В. Щелкунов. Боковое воздействие сбега ЦНИИМЭ — ДВЗ на путь в прямых	47
В. М. Князько, Э. А. Селезнева. Укрепление грунтов лесовозных дорог алюмофторфосфатными вяжущими	53
А. В. Жуков. Исследование эффективности использования стабилизаторов боковых кренов на лесозаготовительных и лесотранспортных машинах	57
М. М. Корунев, Л. М. Дидковская. Решение задач по графикам проф. Г. Ларссона при выборочных рубках леса	63

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Е. Г. Ивановский, Л. Е. Загоруйко, А. Б. Израелит, Э. М. Лаутнер. К вопросу взаимодействия древесины с задней гранью резца при резании	68
А. С. Коргушов. Динамика процесса пиления на легких лесопильных рамах	75
А. И. Янсон, Э. И. Дячун. Исследование минимально допустимого радиуса изгиба шпона	79
В. А. Успенский, А. И. Невлев, В. М. Максимов. О взаимодействии зубцов и стружки при пилении универсальными пильными цепями	82
Ю. Н. Кондратьев. К вопросу о кондиционирующей обработке пиломатериалов после камерной сушки	84
А. Н. Жилин, В. Н. Востров, А. А. Вайс. Устройство для измерения механического момента диполя	86
И. Т. Матюшин. Компрессионные свойства древесноклеевых композиций и расход энергии на их прессование	89
Г. П. Мусихин. Теоретическое исследование производства четырехкантных брусьев-полуфабрикатов	92

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Э. Д. Левин. О возможности замыкания теплового баланса сушки и пиролиза коры за счет «собственного» тепла	100
---	-----

И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. О взаимодействии фурфурола с крезолами . . .	104
В. Л. Колесников, Б. З. Раскина. О влиянии некоторых факторов на расход коагулянта при латексной проклейке бумаги в массе	106
Э. И. Евстигнеев, В. Б. Некрасова. Изучение отвала, получаемого при выделении фитостерина-сырца из сульфатного мыла	110
О. Ф. Горбунова, Б. Д. Богомолов. О полярнографических волнах лигнина на фоне гидроокиси лития	114
А. Н. Иванов, Л. Г. Попов, В. Н. Пиялкин, Ю. И. Черноусов. Оксикислоты сульфатных щелоков	118
А. Е. Соснин, М. М. Загуляева, Л. А. Малыгина, В. А. Шишкин. О неоднородности состава смолистых веществ пневого осмола в зависимости от места их локализации в древесине	122
С. Н. Горшин, И. Г. Крапивина. Защищающая способность растворов пентахлорфенола (ПХФ) в различных нефтепродуктах	125

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Г. Ф. Козориз. О режимах изменения статического давления в коллекторе универсальной пневмотранспортной системы с регулируемой производительностью	129
А. М. Киялков. Некоторые вопросы анализа шторочных измерителей диаметров	133

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Л. И. Ильев, Р. Н. Гордиенко. Экономическое значение лесов зеленой зоны . . .	137
В. Л. Джикович. О полном соответствии объектов биогеоценотического и экономического учений о лесе	140
А. П. Петров. О методах оценки эффективности использования сырья в районных промышленных комплексах	145
М. Д. Некрасов. Об использовании кадров в лесном хозяйстве Карелии	149

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

В. А. Гуцин. О совершенствовании отчетности по отпуску леса на Европейском Севере	153
А. Ф. Крамарев. Прополка культур дуба припосевным внесением симазина . . .	155
Т. Н. Келеберда. К оценке лесорастительных свойств рекультивируемых земель по данным активности фермента каталазы	158
Н. А. Коробов. Зависимость между высотой, диаметром ствола и диаметром кроны в сосновых культурах на Нижнеднепровских песках	161
Б. И. Косников. Роль предшественников семян в повышении плодородия почвы лесных питомников и выхода стандартного посадочного материала	163
В. С. Тимошен. Распределение пороков в буковых досках	167
Н. М. Горбатов. К вопросу о влиянии нагрузки потребителя на напряжение у зажимов	168

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

П. И. Войчал. Книга о международном симпозиуме по лесной генетике	172
В. Ф. Бартов, Ю. И. Деминцев. Нужный учебник для лесозащитников	173

ЮБИЛЕИ

Поздравляем юбиляра!	174
--------------------------------	-----

ПОРЯДОК ДЕПОНИРОВАНИЯ СТАТЕЙ

Депонирование статей осуществляется по решению редакционной коллегии журнала. Статья направляется на депонирование с согласия ее автора.

Депонированные статьи являются научными публикациями и учитываются при защите диссертаций в полном объеме.

Для депонирования статьи в редакцию должны быть представлены следующие материалы:

- а) рукопись статьи (3 экз.);
- б) краткий реферат, подписанный автором (2 экз.);
- в) аннотация, подписанная автором (2 экз.).

При оформлении статьи следует соблюдать следующие правила.

Статья представляется в редакцию журнала в мягкой папке, окончательно обработанная автором и готовая для немедленного размножения способами беззаборной печати.

Текст рукописи печатается на машинке (не портативной) с яркой черной лентой через полтора или два интервала на одной стороне стандартного листа бумаги формата 21×30 см однострочной пишечкой.

Рукопись должна включать:

- а) титульный лист (4 первых экземпляра, один из них должен быть подписан автором); б) основной текст;
- в) иллюстрации; г) приложения; д) библиографию.

В рукописи все страницы (включая приложения) должны быть пронумерованы (первой страницей считается титульный лист, на ней цифра «1» не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.). Порядковый номер печатается на машинке в середине верхнего поля страницы.

Страницы рукописи должны иметь четыре поля; верхнее и оба боковых по 25 мм, нижнее — 30 мм.

Рисунки (чертежи, схемы, графики) должны быть включены в текст; если это нежелательно, их следует наклеивать (можно по 2—3 рисунка) на отдельные листы бумаги и давать приложением. Надписи следует делать на лицевой стороне.

Текст и другие элементы рукописи, отпечатанные и написанные, должны быть черными по насыщенности, контуры букв и знаков — четкими, без ореола и расплывающейся краски.

Насыщенность букв и знаков должна быть ровной в пределах строки, строки и всей рукописи. Штриховые рисунки должны быть выполнены черной тушью на белой бумаге или на кальке с голубым оттенком.

Тоновые фотографии следует выполнять на глянцевой фотобумаге, сдавать в отретушированном виде и только приложением.

Формулы должны быть выписаны в текст тщательно и разборчиво, обязательно черными чернилами или тушью (не шариковой ручкой). Особенно четко в формулах должны быть обозначены прописные и строчные буквы, а также индексы. Размеры знаков для формул рекомендуются следующие: прописные буквы и цифры 7—8 мм, строчные — 4 мм, показатели степени, индексы — не менее 2 мм.

Текст на иностранных языках может быть или напечатан, или целиком написан от руки (примесь частично напечатанных на пишущей машинке отдельных букв или цифр не допускается).

Экземпляры рукописи, рисунки, фотографии должны быть без пометок, карандашных и чернильных исправлений, пятен, трещин, загибов. Набавки букв на букву, дорисовка букв чернилами не разрешаются. Если допущена ошибка, слово должно быть перепечатано и вклеено.

При оформлении реферата следует руководствоваться правилами, принятыми для подготовки рукописей, издаваемых наборной печатью. Объем не должен превышать 2 страниц машинописного текста, в отдельных случаях можно включать рисунок, таблицу, основные формулы. Объем аннотации — не более одной страницы, напечатанной через два интервала. Аннотации должно предшествовать библиографическое описание материала статьи по следующему образцу:

УДК (указать).

Некоторые вопросы развития тепловых электрических станций. Иванов И. И. «Изв. вузов — Энергетика», 1972, № .

В целях информации научных учреждений и отдельных лиц о поступивших на депонирование и размножение рукописях по точным, естественным и техническим наукам ВИНТИ выпускает аннотированный каталог, в котором сообщается номер, под которым хранится рукопись в ВИНТИ, фамилия автора, название труда, наименование учреждения, представившего труд, объем и другие библиографические данные.

Заказы на изготовление копий с депонированных рукописей по точным, естественным и техническим наукам направляются в Отдел справочной информации ВИНТИ, Москва, А-219, Балтийская ул., 14.

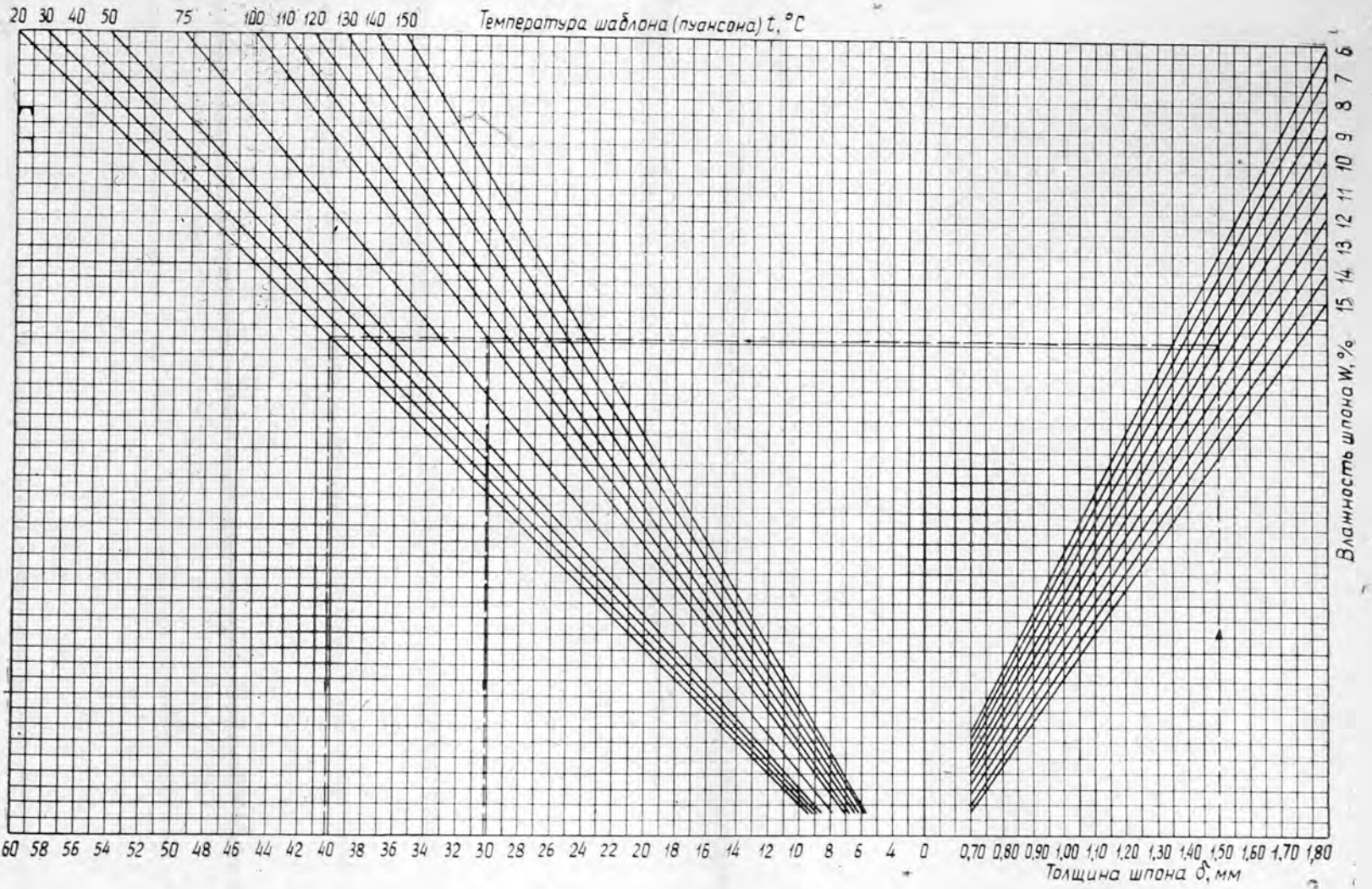


Рис.3

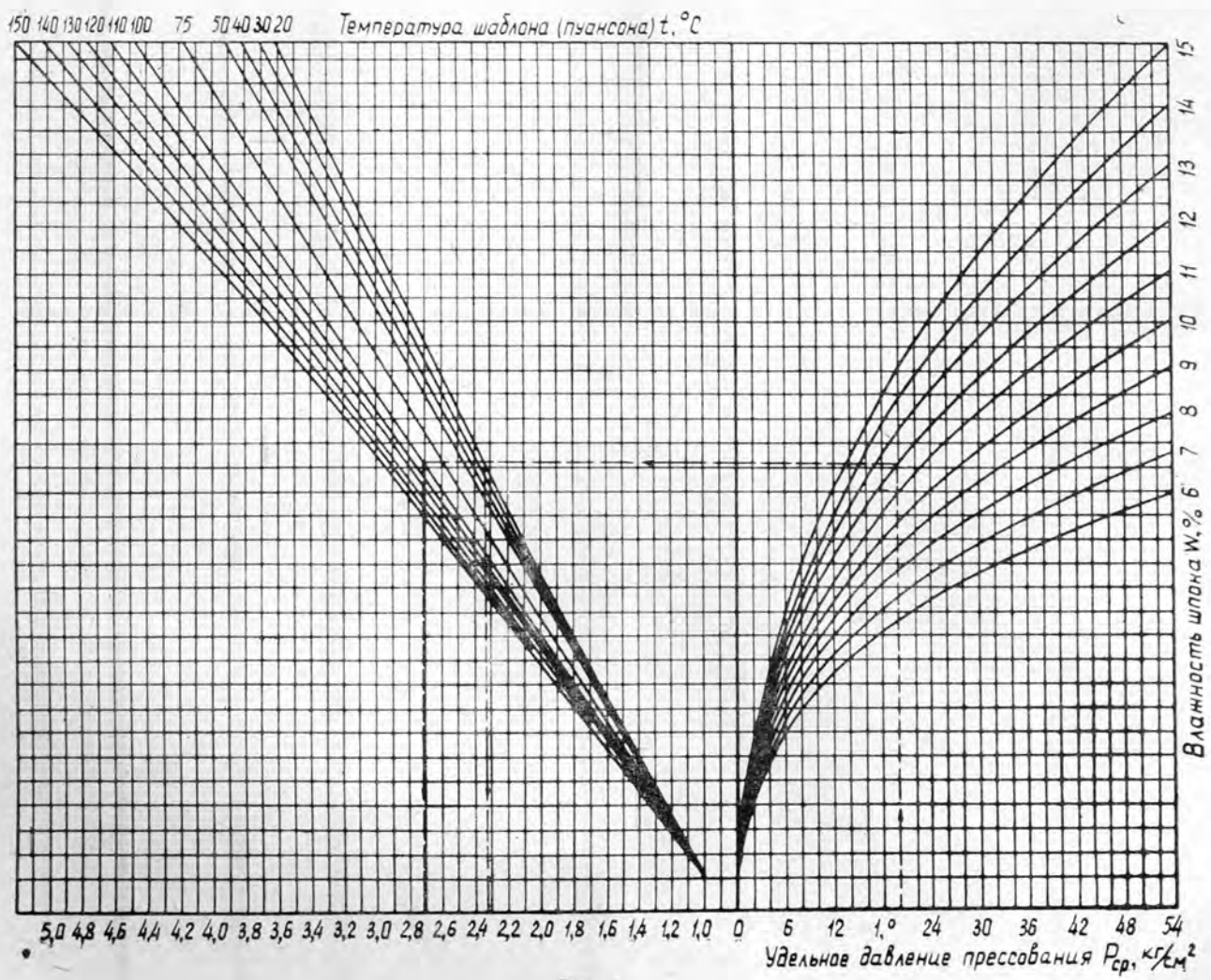


Рис.4

Таблица 1

Вид производства	Производственные вложения											Достижимые результаты						ε ₁	ε ₂	ε ₃	ε ₄	ε ₅	ε ₆	ε ₇	
	стоимость потребленного сырья		производственные фонды		трудозатраты		фонд заработной платы		полная себестоимость продукции		затраты на переработку		товарная продукция		балансовая прибыль		чистая продукция								
	тыс. руб.	α ₁ , %	тыс. руб.	α ₂ , %	чел.	α ₁ , %	тыс. руб.	α ₁ , %	тыс. руб.	α ₂ , %	тыс. руб.	α ₂ , %	тыс. руб.	β ₁ , %	тыс. руб.	β ₂ , %	тыс. руб.								β ₃ , %
Лесопиление (специализированные предприятия)	87221	39,2	156946	25,3	25688	40,8	42000	44,2	188389	35,6	96158	33,0	212302	33,1	28913	23,8	70913	32,1	3,7	0,22	0,45	0,12	1,32	2,44	0,82
В том числе производство товарных пиломатериалов	66208	29,8	95520	15,4	8289	13,2	13544	14,3	87319	17,0	21111	7,3	100357	15,7	13038	10,3	26582	12,0	2,1	0,11	0,54	0,08	0,48	1,52	0,43
Лесопиление в леспромхозах	4268	1,9	7400	1,2	880	1,4	1950	1,2	7118	1,4	2845	0,9	7498	1,2	385	0,3	2335	1,0	-0,13	-0,01	-0,03	-0,007	1,01	1,76	0,69
Прочая механическая переработка в леспромхозах	9195	4,2	4830	0,8	6571	10,5	7891	9,2	14403	2,8	5208	1,8	16861	2,6	2458	2,0	10349	4,7	3,14	0,24	0,28	0,44	0,61	1,83	0,63
Фанерное производство	9478	4,3	15293	2,5	3176	5,0	4750	5,0	20039	3,9	10561	3,6	25947	4,1	5908	4,7	10658	4,8	10,6	0,52	1,06	0,33	1,30	2,74	1,12
Производство древесностружечных плит	2204	1,0	10028	1,6	875	1,3	1247	1,3	11340	2,2	9136	3,1	13374	2,1	1494	1,2	2741	1,2	3,8	0,41	0,72	0,09	4,70	6,08	1,24
Производство древесноволокнистых плит	1451	0,7	10576	1,7	712	1,0	1030	1,1	6547	1,3	5096	1,7	8418	1,3	1867	1,5	2897	1,3	5,5	0,86	1,20	0,12	4,38	5,80	2,00
Целлюлозно-бумажное и лесохимическое производство	108781	48,7	414540	66,9	24643	40,0	36150	38,0	270927	52,8	162146	55,9	356028	55,6	85101	66,5	121251	54,9	10,0	0,55	1,67	0,15	1,95	3,27	1,11
Итого	222598	100	619613	100	62545	100	9518	100	513758	100	291160	100	640124	100	126126	100	224144	100	6,8	0,40	0,94	0,146	1,64	2,88	1,12

Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал на 1973 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

Индекс 70368

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

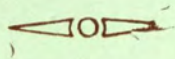
Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ

