

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ТРИНАДЦАТЫЙ

6

1970

837.5(03)
Л 50

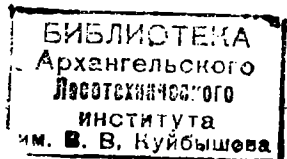
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. И. М. Боховкин (отв. редактор), доц. Е. С. Романов (зам. отв. редактора), проф. Н. М. Белая, проф. Г. А. Вильке, доц. П. И. Войчалъ, проф. И. В. Воронин, проф. А. Э. Грубе, проф. М. Л. Дворецкий, доц. Д. С. Добровольский, проф. И. П. Донской, доц. Г. Л. Дранишников, проф. М. И. Зайчик, проф. Ф. И. Коперин, проф. С. Я. Коротов, акад. ВАСХНИИЛ, проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Н. Песоцкий, проф. С. И. Рахманов, доц. В. О. Самуйлло, доц. Г. Я. Трайтельман, доц. В. В. Щелкунов.

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

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

Выходит 6 раз в год.



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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6.

(Год издания тринадцатый)

Сдан в набор 13/X-1970 г. Подписан к печати 19/XII-1970 г. Форм. бум. 70×108¹/₁₆.
Печ. л. 15,4 + 3 вкл. Физ. л. 11. Уч. изд. л. 15,86. Тираж 2220.
Сл 00112. Заказ № 3906. Цена 1 руб.

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.2(23)

РЕЛЬЕФ, ЕГО СТРОЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ
ДЛЯ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ И ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ ЦЕЛЕЙ

Г. А. ХАРИТОНОВ

(Львовский лесотехнический институт)

Рельеф — ведущий природный фактор; вместе с изменением рельефа изменяются элементы местного климата, почвенные, гидрологические и гидрогеологические условия. И поскольку лесные насаждения являются биогеоценозами, то создание лесных насаждений и ведение хозяйства в них должно быть увязано с рельефом. Это положение еще в большей мере относится к лесомелиоративным насаждениям, структура и размещение которых немислимы без учета рельефа.

Между тем при проведении лесоустроительных работ в лучшем случае учитывается только крутизна и экспозиция склонов, но игнорируются элементы и типы рельефа; например, на лесоустроительном плане горная территория представляется как равнинная.

В лесомелиоративном деле рельеф также учитывается очень примитивно; нет общепринятых типов рельефа и общепризнанной унифицированной терминологии элементов рельефа. Поэтому возникает необходимость рассмотрения вопроса о строении рельефа.

В основу деления рельефа должны быть положены геоморфологические показатели и крутизна поверхности. По этим показателям выделяются следующие группы рельефа: I — горный; II — всхолмленный; III — равнинный; IV — рельеф песчаных территорий*.

Горный рельеф сформировался в результате тектонических процессов и последующей водной эрозии. В горах выделяются следующие основные элементы рельефа: водораздельные хребты, горные склоны, горные долины (рис. 1).

Хребты могут быть первого и последующих порядков; они бывают пирамидальными или шатрообразными, в последнем случае их склоны имеют крутизну около 5—12°; хребты в Карпатах составляют около 8%, на Урале около 10% от общей территории гор. Почти во всех случаях хребты сложены скальными породами и имеют жесткие растительные условия. В зависимости от высоты над уровнем моря, хребты могут быть заняты снежно-ледниковыми массами, или альпийскими лугами, или лесами. Хребтовые леса имеют большое влияние на местный климат и гидрологические процессы; это особые леса первой группы, в них не должны применяться рубки главного пользования.

Горные склоны располагаются от бровки хребта вниз к речным долинам; крутизна их колеблется от 10 до 43—45°, наиболее распространенная — 20—25°; площадь склонов составляет около 60—85%.

В зависимости от экспозиции и крутизны резко изменяются природные условия склонов: по инсолируемым экспозициям (южные румбы) почвы более бедные и менее увлажненные, по теневым склонам,

* В данной статье рельеф песчаных территорий не рассматривается.

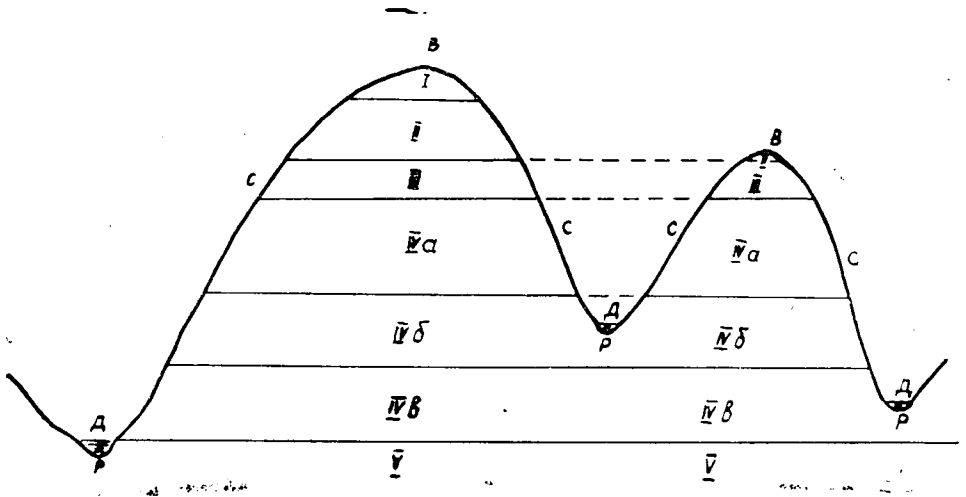


Рис. 1. Элементы горного рельефа.

В — хребты (водоразделы); *С* — горные склоны; *Д* — горные долины; *Р* — горные реки. Пояса: *I* — нивальный; *II* — альпийский; *III* — субальпийский; *IV* — лесной; *V* — лесостепной; *а* — хвойный; *б* — хвойно-лиственный; *в* — лиственный.

наоборот, более богатые и более влажные; на ветроударных склонах происходят ветровалы и ветроломы, здесь эффективнее котловинные рубки; на заветренных склонах возможны семено-лесосечные и сплошные рубки.

Горные долины представляют впадины между горными склонами, они могут быть узкими незаболоченными и широкими, обычно заболоченными; площадь их составляет около 8% — в Карпатах и около 30% — на Урале. Почвы горных долин аллювиально-делювиальные, богатые, хорошо увлажненные, иногда заболоченные (на Урале).

В соответствии с рельефом в горах необходимо выделять леса: хребтовые, или водораздельные, склоновые и долинные.

По всем элементам рельефа изменение природных условий в горах очень зависит от высоты над уровнем моря; необходимо выделять следующие горные пояса: *I* — снежно-ледниковый (нивный), *II* — альпийский, *III* — субальпийский, *IV* — лесной, *V* — лесостепной, который может размещаться в нижних долинах и по прилегающим предгорьям.

В лесоводственно-мелиоративном отношении особое значение имеют пояса субальпийский и лесной. Древостой субальпийского пояса (приполонинные леса в Карпатах) являются форпостом, воспринимающим идущий сверху поверхностный сток и сползающие снежные массы; поэтому лесные насаждения здесь имеют большое водорегулирующее значение; в них, как и в хребтовых лесах, не должно быть рубок главного пользования.

Лесной пояс в лесоводственном отношении может быть разделен на подпояса — хвойный, хвойно-лиственный и лиственный; мелиоративное влияние и система хозяйства в каждом из них различны. В лесостепном поясе преобладает сельскохозяйственное пользование.

В каждом поясе могут быть рассмотренные ранее элементы рельефа, так же как в пределах крупных элементов рельефа (например, длинных склонов) могут размещаться различные горные пояса. Поэтому изменение природных условий в горах необходимо рассматривать в сочетании горных поясов и элементов рельефа.

Всхолмленный рельеф образовался в результате древней водной эрозии и отчасти тектонических процессов. Это сочетание холмов, разделенных расположенными между ними элементами древней гидрографической сети (рис. 2). В каждом из холмов различают: водораздел как линию, разделяющую поверхностный сток между прилегающими склонами; приводораздельные склоны как площадь между

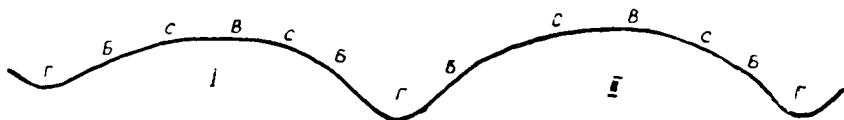


Рис. 2. Элементы всхолмленного рельефа.

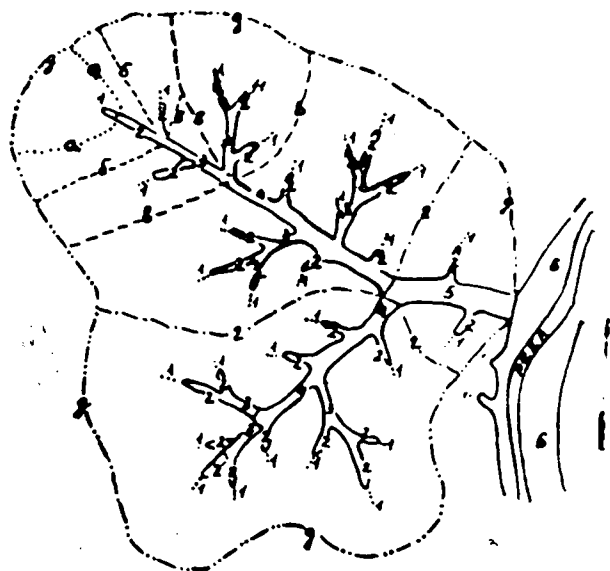
В — водоразделы; *С* — склоны приводораздельные;
Б — бровка; *Г* — гидрографическая сеть.

водоразделом и прилегающей гидрографической сетью (рис. 2); бровку как линию перегиба приводораздельного склона и берега гидрографической сети.

Приводораздельные склоны составляют большую часть площади всей территории (70—91%), это основной фонд сельскохозяйственного

Рис. 3. Схема гидрографической сети в плане и размещение соответствующих водоразделов.

1 — ложбины; *2* — лощины; *3* — от-
вершки суходолов; *4* — суходолы;
5 — балка; *б* — речная долина; *аа* —
контур водосбора ложбины; *бб* —
водосбор лощины; *вв* — водосбор
отвершка суходола; *дд* — водосбор
балки.



пользования, в лесных массивах они заняты древостоями. Форма приводораздельных склонов значительно изменяется в зависимости от геологических условий и от экспозиции; инсолируемые склоны более крутые, с резко выраженными очертаниями, склоны северных экспозиций более пологие, удлиненные. Длина склонов по линиям наибольшего уклона (линия сток) от водораздела до бровки гидрографической сети составляет в среднем 500—600 м (с колебаниями от 100 до 3500 м).

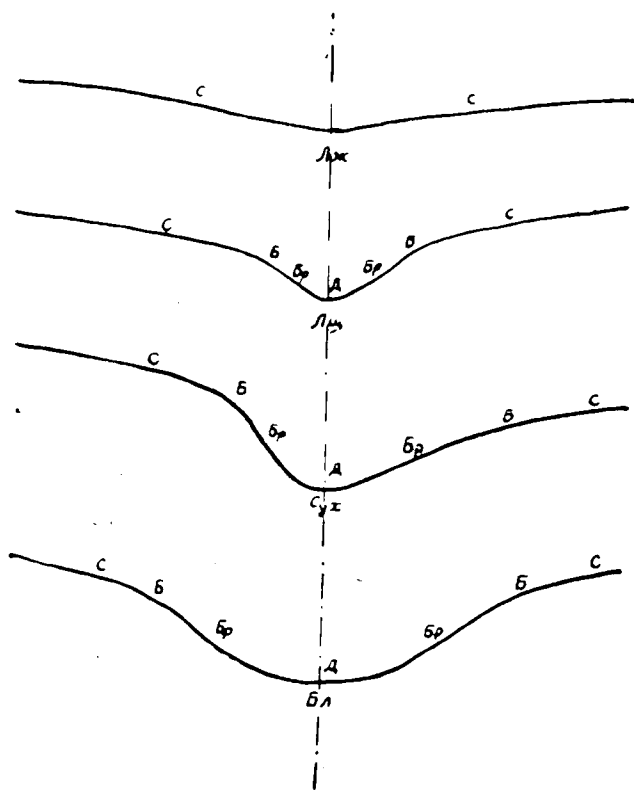


Рис. 4. Поперечное сечение звеньев балочной сети.

Лж — ложбина; *Лщ* — лощина; *Сух* — суходол; *Бл* — балка;
с — склоны приводораздельные; *Б* — бровка; *Бр* — берега; *Д* — дно.

Углубления между холмами в совокупности составляют гидрографическую сеть, которая была выработана потоками воды в дочетвертичный и четвертичный геологические периоды (поэтому ее называют также древней гидрографической сетью).

Мы разделяем следующие звенья гидрографической сети (рис. 3): ложбины, лощины, отвершки суходолов, суходолы, балки и речные долины. В большинстве этих звеньев на поперечном сечении выделяются следующие элементы рельефа (рис. 4): дно, по которому в виде потока проходят полые воды; берега, иногда их не совсем правильно называют склонами, однако этот термин уже присвоен приводораздельным склонам.

В каждом звене гидрографической сети эти элементы рельефа представлены по-разному. Ложбины составляют вершинные части гидрографической сети, это едва заметные впадины, к которым направлены прилегающие склоны; они не имеют выраженного дна и берегов (рис. 4).

Лощины — продолжение ложбин, они более выработаны, имеют ясно выраженное дно с уклоном $2-3^\circ$ и берега, уклон которых составляет от 6 до 12° , достигая на каменистых грунтах 25° . Лощины вниз по течению переходят в суходолы, которые характеризуются асимметрией берегов, при этом крутые берега (до $32-43^\circ$) чередуются с пологими (до 15°); дно извилистое с уклоном около 2° (рис. 4).

Переход от лощин к суходолам составляют отвершки, для которых характерны промежуточные признаки смежных звеньев (лощин, суходолов). Балочное звено располагается ниже суходольного, оно имеет более широкое и пологое (с уклоном менее 2°) дно и слабо асимметричные берега; уклон берегов, в зависимости от геологического сложения, колеблется от 8 до 30° . По дну балочного звена в большинстве случаев наблюдается выход грунтовых вод, являющихся источником временного или постоянно действующего ручья (рис. 4).

Лесорастительные условия ложбин, лощин, суходолов и балочного звена резко различны по условиям местного климата, почвенно-геологическим условиям и влажности почвогрунтов; даже в пределах одного и того же звена лесорастительные условия изменяются по экспозициям берегов, а в пределах берега они различны в верхней, средней и нижней частях его.

Данное обстоятельство необходимо учитывать при проектировании лесохозяйственных и особенно лесокультурных работ; дифференциацию звеньев гидрографической сети и различных элементов рельефа необходимо учитывать особенно при проектировании облесительных работ по балочной сети.

Балочное звено далее переходит или впадает в речную долину (рис. 3). Выходящие из балок ручьи по мере слияния образуют небольшие речки; долины этих начальных рек слабо выработаны, имеют слабовыраженную асимметрию берегов, сравнительно узкую пойму (200—300 м), русло реки размещается в средней части поймы без резко выраженных изгибов и подмывов. Это долины рек начальной группы (истоки, мелкие притоки).

По мере слияния рек начальной группы и увеличения водосбора реки по течению все более увеличиваются, принимая форму средних и крупных притоков, которые затем переходят в крупные реки, являющиеся основными водными артериями. В соответствии с этим и речные долины в каждом звене рек становятся все более разработанными, достигая нескольких километров. Элементы рельефа речных долин наиболее четко выражены в долинах крупных рек (рис. 5). Для лесоводственных и лесомелиоративных целей мы выделяем следующие элементы рельефа: крутой коренной берег (рис. 5—1); современное русло реки 1;

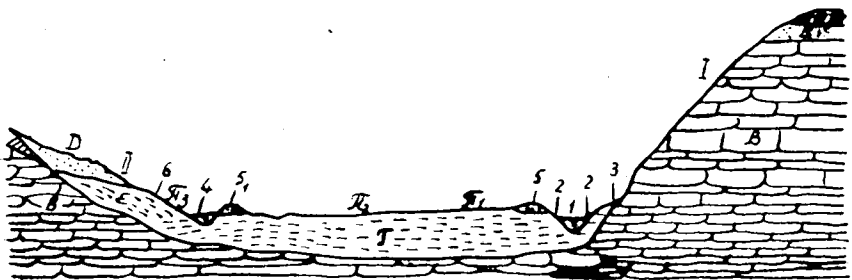


Рис. 5. Строение долины крупных рек (поперечное сечение).

А — покровные четвертичные отложения; Б — песчаные прослои; В — коренные породы (мел, известняк); Г — пойменные отложения; Д — пески надлуговой террасы; Е — делювиальные сносы.

берега реки 2 и примыкающие к ним бечевник 3 и прирусловые песчаные отложения 5; прирусловую пойму П₁ в большинстве с песчаными почвами; центральную пойму П₂, представляющую собой обширное

понижение, на котором осаждаются наилок полых вод; притеррасную пойму П₃, примыкающую к надпойменной террасе, обычно переувлажненную или заболоченную; в этой части поймы иногда формируется притеррасная речка или ручей 4 с отложениями прибрежных аллювиальных песков. Далее располагается пологий обычно левый берег II и расположенная над ним надпойменная терраса 6. Геологическое строение указанных элементов рельефа различно (рис. 5).

Хозяйственное и мелиоративное значение леса по каждому из этих элементов рельефа также различно. Методы облесения, подбор пород и структура создаваемых древостоев по указанным элементам рельефа речных долин также должны быть различными; некоторые элементы рельефа, например, центральную пойму, вообще незначительно облесить, так как это наиболее плодородные земли сельскохозяйственного пользования.

Каждое из рассмотренных звеньев гидрографической сети имеет свою водосборную площадь и соответствующее протяжение в общей длине сети, что для центральной лесостепи может быть иллюстрировано следующими показателями (табл. 1).

Таблица 1

Звенья гидрографической сети	Соответствующая величина водосбора, га	Протяжение звена, % от всей длины сети
Ложбинное	Около 50	18
Лощинное	50 — 500	36
Отвершки суходолов	500 — 1000	20
Суходольное	1000 — 3000	14
Балочное	3000 — 5000	5
Речные долины	Свыше 5000	7

Распашка лесных и целинных (луговых) земель привела к последующему усиленному стоку и эрозии почв; в силу линейной эрозии образовались новые формы рельефа — размывы. Современные размывы (овраги) по характеру размещения разделяются на береговые, расположенные по берегам гидрографической сети; донные, размещенные по днищам, и вершинные, разрезающие вершинные звенья гидрографической сети (ложбины, лощины). В размывах (оврагах) на поперечном сечении выделяются элементы рельефа: бровка, откосы, дно, вершина, устье и конус выносов.

Необходимо также отметить оползни и осыпи, образовавшиеся по крутым берегам балок и речных долин после вырубki леса; блюдца и карстовые воронки, возникшие в результате суффозии. Перечисленные новообразования рельефа подлежат облесению. В случае облесенности эти участки также должны быть выделены, так как сплошная рубка леса на них может привести к дальнейшему разрушению почвогрунта.

Как уже отмечалось, основной выразитель всхолмленного рельефа — холмы, которые составляют около 80% всей поверхности. Крутизна холмов может быть различной, в соответствии с крутизной изменяется и вся совокупность местных природных условий; изменяется степень ветроударности, промерзания почвы, характер снегоотложения и снеготаяния по приводораздельным склонам, в связи с чем происходит изменение поверхностного стока, который по материалам наших трехлетних наблюдений (1938—1940 гг.) в лесостепи может быть охарактеризован следующими показателями (табл. 2).

Как видно из таблицы, при увеличении уклона поверхности с 4,5 до 18,8° сток в абсолютном выражении увеличивается немного (на 5 мм), модули же стока резко повышаются: средний в 1,5 раза, макси-

Таблица 2

Уклон, °	Сток, мм	Модули стока, л/сек с 1 км ²	
		максимальный	средний
4,5	34,4	350,7	81,1
18,8	39,7	7919,0	120,9

мальный более чем в 20 раз; с увеличением модулей возрастает скорость течения. По законам гидравлики вес частиц, передвигаемых водой, пропорционален скорости в шестой степени, количество перемещаемого почвогрунта — скорости в четвертой степени. Следовательно, крутизна холмов может очень сильно сказываться на развитии эрозионных процессов.

На основании полевых наблюдений мы считаем целесообразным разделить всхолмленный рельеф на три группы: слабовсхолмленный, средневсхолмленный и сильновсхолмленный. Объективными признаками для выделения этих групп могут служить следующие показатели (табл. 3).

Таблица 3

Степень всхолмленности	Средняя крутизна приводораздельных склонов (от бровки до водораздела), °	Наличие размывов		Площадь сильно смытых почв на приводораздельных склонах, %
		донных	береговых	
I — слабая	0,5 — 1,5	Единичные	Отсутствуют	Отсутствует
II — средняя	1,5 — 2,5	Имеются	Единичные	~ 5
III — сильная	0,5 — 1,5	Единичные	Отсутствуют	~ 25

В первой из этих групп рельефа наиболее неблагоприятный фактор — ветер, во второй — поверхностный сток и в третьей — сток и эрозия. В соответствии с этим и методы лесомелиорации в каждой из этих групп различны. Следует учесть, что в пределах землепользования даже одного хозяйства группы всхолмленного рельефа могут быть разными. Аналогичное выделение групп рельефа должно быть и для облесенных площадей; методы лесохозяйствования в слабо- и сильновсхолмленном рельефе должны быть различными.

Равнинный рельеф сформировался в местах, где отсутствовали тектонические процессы и древняя эрозия: на местах морских отложений (например, на Западно-Сибирской низменности) или по сильно выработанным речным долинам древних рек (например, в Предкарпатье). Территория равнинного рельефа имеет уклон менее 0,5°, это равнинные площади с малым поверхностным стоком и очень низкими модулями стока, с отсутствием водной эрозии.

В зонах с недостаточным увлажнением такие территории представляют собой сухие равнинные степи, элементы рельефа здесь выражены едва заметно; в результате слабого стока атмосферные осадки фильтруются и возникают суффозионные процессы, образуются блюдца и по ним лесная растительность в виде колков, которые имеют большое ветроломное значение, ослабляя засухи и пыльные бури.

Лесоразведение в таких местах целесообразно или в виде колковых насаждений, или в виде узких ветроломных лесных полос, защищающих почву от ветровой эрозии.

В зонах с избыточным увлажнением на площадях с равнинным рельефом возникает заболачивание; в таких местах лес является фактором десукции и наиболее продуктивным растительным покровом.

Из сделанного обзора строения рельефа можно видеть, что при проведении лесоустройства рельеф должен быть положен в основу разработки хозяйственных планов. При проектировании лесомелиоративных работ рельеф необходимо рассматривать как основной фактор, определяющий размещение и структуру лесомелиоративных насаждений.

Поступила 25 марта 1970 г.

УДК 634.0.95

БИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТАКСОВОЙ СТОИМОСТИ ЛЕСА

В. М. ИВАНЮТА

(Московский лесотехнический институт)

Лесную биометрию мы рассматриваем как науку о массовых вероятностных процессах в приложении к лесу и к лесохозяйственной практике [1]. В данной статье мы хотим показать, каким образом положения лесной биометрии могут быть использованы при изучении проблем таксовой стоимости леса.

Перед лесозаготовительными предприятиями новая система планирования и экономического стимулирования одной из главных ставит задачу пополнения чистого дохода страны в результате лучшей организации производства, а не использования лучших природных условий. Дифференциальная рента I по положению и плодородию лесных участков не может быть использована предприятиями в этих целях, она принадлежит государству и должна быть внесена в бюджет страны полностью.

Для осуществления задачи изъятия дифференциальной ренты в нашей стране существует система таксовых платежей: попенная плата сначала вносится в бюджет полностью, а затем какая-то часть ее в виде государственных дотаций вновь возвращается в лесное хозяйство. Эта система далеко не совершенна.

Система таксовых платежей в лесном хозяйстве связана с главной рубкой, осуществляемой лесозаготовительными предприятиями в древостоях по достижении ими определенного возраста, например, возраста технической или другой спелости.

В прошлом, по предложению А. Ф. Рудзкого, тот возраст, в котором средняя цена объемной единицы древесины достигала наибольшей величины, называли возрастом качественной спелости леса. По этому поводу М. М. Орлов указывал, что в лесоводственной литературе пока нет достаточно полных данных о возрасте качественной спелости леса и что этот пробел не вызывает значительных затруднений в практике, так как хозяйство не может руководствоваться только одним качеством, а всегда рассматривает качество в связи с количеством.

По соотношению сортиментов в общем запасе и корневой ценности объемной единицы каждого из них, заключает М. М. Орлов, можно определить ценность всего насаждения; деление ее на запас дает «качественную цифру». По наибольшему значению произведения качественной цифры на средний прирост в прошлом находили возраст хозяйственной спелости леса. Хозяйственная спелость леса вместе с количественной и технической могла бы играть важную роль и в наше время, например, при решении таких сложных вопросов, как возрасты

рубков, размеры пользования и др., с которыми тесно связана современная система платежей в лесном хозяйстве. В. И. Переход в зависимости от величины качественной цифры подразделял лесную территорию на качества. Несколько иной смысл в качество леса вкладывал Н. В. Третьяков. За последние годы это понятие незаслуженно забыто.

Рассмотрим этот вопрос на новой научной основе. Массовый фактический материал (737 пробных площадей, заложенных в лесах Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока) свидетельствует о том, что на графике, если по оси абсцисс откладывать возраст, а по оси ординат средний диаметр древостоя, образуется поле точек, закономерно расходящихся в стороны от начала координат [2].

При составлении шкалы бонитетов М. М. Орлов за основу взял 100-летние древостой, у которых прирост в высоту приближается к нулю. Учитывая то обстоятельство, что отношение цифровых значений среднего диаметра и средней высоты (без учета их размерностей) в этом возрасте близко к единице, было бы интересно подобрать такую функцию, при помощи которой можно связать классы бонитетов и качественных между собой. В этих целях мы предлагаем функцию следующего вида:

$$D = K \sqrt{A}, \quad (1)$$

где D — средний диаметр древостоя, см;

A — возраст древостоя, лет;

K — константа качества леса.

Константа качества леса определяет экономический потенциал древостоя в связи с изменением возраста, на чем более подробно мы остановимся ниже.

Функция (1) не только хорошо охватывает упомянутое выше поле точек (табл. 1) и шкалу бонитетов, но она проста для запоминания и удобна при проведении инженерных расчетов. Для древостоев 100-летнего возраста константа качества определится путем деления среднего диаметра на 10, но так как мы условились отношение цифровых значений среднего диаметра и средней высоты приравнять к единице, то по шкале бонитетов константа качества может быть определена и путем деления высоты на 10. В молодняках и перестойных насаждениях исследования необходимо продолжить.

Применительно к типологической схеме И. С. Мелехова будем иметь: в малопродуктивных типах леса III (в древостоях IV и V классов бонитета) экономический потенциал древостоя, определяемый константой качества, изменяется от 1 до 2, в типах леса средней продуктивности II (II и III классы бонитета) — от 2 до 3 и высокопродуктивных I (I и Ia классы бонитета) — от 3 до 4 и более. Со средним диаметром древостоя тесно связано вероятностное распределение деревьев по толщине. Опираясь на вероятностные законы распределения и качественную функцию (1), можно осуществлять разносторонний анализ ряда технико-экономических показателей лесохозяйственного и лесопромышленного производства, связанных с процессами перераспределения деревьев по толщине с возрастом древостоев и деловой древесины в них по категориям крупности, а следовательно, и с перераспределением таксовой стоимости леса.

Итак, под качеством леса будем понимать лесотаксационный показатель, характеризующий качественную сторону запаса, и, в отличие от Н. В. Третьякова, будем находить его по соотношению среднего диаметра и возраста древостоя при помощи формулы (1) или табл. 1.

Возраст древостоев, лет	Средние диаметры древостоев, см.						
	I — высокопродуктивных					II — средние	
	1	2	3	4	5	1	2
30	20	20	18	18	16	16	14
50	26	26	24	24	22	20	18
70	32	30	28	28	26	24	22
90	36	34	32	30	28	26	26
110	40	38	36	34	32	30	28
130	44	42	40	38	34	32	30
150	48	44	42	40	38	34	32
170	50	48	44	42	40	36	34
190	52	50	48	44	42	40	36
210	56	52	50	46	44	42	38
230	58	56	52	48	46	42	40
250	60	58	54	50	48	44	42
270	62	60	56	52	50	46	42
290	64	62	58	54	52	48	44
310	68	64	60	58	54	50	46

Используя вероятностный закон редких явлений (функция Пуассона) [3] и сортиментные таблицы Н. П. Анучина, распределим деловую древесину в пределах качества по категориям крупности и определим таксовую стоимость древостоя в целом. В табл. 2 в качестве примера покажем, в каких соотношениях находятся отдельные части таксовой стоимости, из которых складывается попенная плата в древостоях, имеющих разные средние диаметры.

Таксовую стоимость 100 м³ деловой древесины, найденную при помощи вероятностного закона Пуассона, назовем биометрической ценой, то есть наиболее вероятной таксовой стоимостью 100 м³ деловой древесины.

Таблица 2

Средние диаметры древостоев, см.	Биометрическая цена деловой древесины (без коры), руб.-коп.			
	крупной	средней	мелкой	итого
12	—	124—25	453—75	578—00
14	—	254—18	353—10	607—28
16	12—45	341—51	277—20	631—16
18	23—24	412—51	215—05	650—80
20	66—40	430—97	172—15	669—52
22	114—54	445—88	128—70	689—12
24	170—98	437—36	97—90	706—24
26	233—23	416—77	72—60	722—60
28	288—01	391—92	55—55	735—48
32	404—21	321—63	33—00	758—84
36	508—79	249—21	19—90	777—80
40	585—98	197—38	8—80	792—16
44	647—40	151—23	3—85	802—48
48	706—33	104—37	1—10	811—80
52	730—40	85—20	—	815—60

В табл. 2 приведена биометрическая цена деловой древесины (без коры) в сосновых древостоях I лесотаксового пояса по первому разряду такс.

С возрастом количество деревьев в древостоях уменьшается, а средний диаметр и общая биометрическая цена леса увеличиваются.

Таблица 1

по классам качеств леса (древостоев)							
продуктивных			III — малопродуктивных				
3	4	5	1	2	3	4	5
14	12	12	10	10	8	8	
18	16	14	12	10	10	8	8
20	18	18	16	14	12	10	8
24	22	20	18	16	14	12	10
26	24	22	20	18	16	14	12
28	26	24	22	18	16	14	12
30	28	26	22	20	18	16	12
32	30	26	24	22	18	16	14
34	32	28	26	22	20	18	14
36	32	30	26	24	20	18	16
36	34	30	28	24	20	20	16
38	36	32	30	26	22	20	16
40	36	32	30	26	24	20	16
42	38	34	32	28	24	20	18
42	40	36	32	28	26	22	18

Возьмем сосновый древостой II-5 качества в возрасте 110 лет. Он имеет средний диаметр 22 см (табл. 1). В зависимости от лесотаксовых поясов и разрядов такс этот качество леса в указанном возрасте характеризуется следующими данными (табл. 3).

Таблица 3

Лесотаксовые пояса	Биометрическая цена леса, руб.—коп., по разрядам лесных такс			
	1	2	3	4
I	689—12	365—84	260—10	152—44
II	548—70	288—18	212—44	115—74
III	455—30	241—48	174—78	96—70
IV	329—56	174—78	125—95	39—04
V	186—16	98—08	68—56	19—75
VI	106—91	57—87	43—35	11—81
VII	64—04	33—35	24—52	6—67

В пределах одного и того же качества и возраста древостоя его биометрическая цена в масштабах страны изменяется от 689 р. 12 к. до 6 р. 67 к., то есть больше чем в 100 раз.

Как в сырьевой базе, так и в ежегодно передаваемом в рубку лесосечном фонде соотношения объемов деловой древесины по качествам, среднему диаметру и разрядам такс могут быть самыми разнообразными, в связи с чем и таксовая стоимость леса в целом будет изменяться. Если промышленную оценку леса производить по среднему диаметру и качествам в увязке с требованиями народнохозяйственного плана, то тогда при помощи константы качества леса легко будет переходить от среднего диаметра к возрасту древостоя и, наоборот, от возраста древостоя через средний диаметр к таксовой стоимости леса. Проблемы лесопользования, связанные с дифференциальной рентой I, — это глубокие и сложные проблемы современной лесоэкономической науки. В их решении, на наш взгляд, может оказать неоценимую пользу применение мощного математического аппарата лесной биометрии, позволяющего заглянуть в глубину этих проблем.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. М. Иванюта. Введение в лесную биометрию. МЛТИ, 1969. [2]. В. М. Иванюта. К вопросу главного пользования лесом. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1968. [3]. В. М. Иванюта. Определение числа стволов в ступенях толщины при помощи вероятностного закона Пуассона. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1967.

Поступила 25 февраля 1970 г.

УДК 634.0.181.36

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О КОРНЕНАСЕЛЕННОСТИ В СМЕШАННЫХ КУЛИСНЫХ КУЛЬТУРАХ ДЛЯ СУЖДЕНИЯ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Д. Д. ЛАВРИНЕНКО, Я. Я. ДЬЯЧЕНКО

(Украинская сельскохозяйственная академия)

Молодые смешанные кулисные культуры — классический объект для суждения о взаимодействии пород по росту надземной части. Авторы поставили целью проверить, можно ли по данным о корненаселенности в кулисных культурах судить о взаимодействии пород в подземной среде.

В качестве объектов исследования были взяты четыре 17-летние сосново-дубовые кулисы со смещением 7 рядов сосны и 3 рядов дуба в Никольском лесничестве Дарницкого лесопаркового хозяйства зеленой зоны Киева, созданные посадкой однолетних семян. Эти культуры были подобраны так, чтобы проследить взаимодействие сосны с дубом обыкновенным ранней и поздней (суборевой) форм в двух типах лесорастительных условий: в свежей субори В₂ на дерново-подзолистой легкосупесчаной почве, мощность гумусного горизонта А₁ — 10 см, ортзанды на глубине 70—130 см, уровень грунтовых вод около 3 м и в свежей судубраве С₂ на дерново-подзолистой легкосупесчаной почве, мощность гумусного горизонта А₁ — 15 см, подстилка мореной на глубине 90—130 см.

В настоящее время культуры сомкнулись, напочвенный покров мертвый, подстилка толщиной 1—2 см.

Данные таксации, проведенной отдельно по рядам культур (табл. 1), свидетельствуют об явном угнетении обеих форм дуба сосной, о чем говорит снижение его размеров на стыке с сосной. Это угнетение больше в свежей субори и меньше в свежей судубраве. Наоборот, сосна на стыке с дубом растет лучше, чем в середине своей кулисы (правда, это может зависеть и от ее опушечного положения).

На всех пробах по методу Н. А. Качинского [1] в модификации П. С. Погребняка [2] была исследована корненаселенность. Раскопки проводили до глубины 150 см по середине междурядий от центральной части одной сосновой кулисы через дубовую кулису до середины второй сосновой кулисы. Три серии монолитов (в середине одной из сосновых кулис, на одном из стыков сосны и дуба и в середине дубовой кулисы) брали по всему профилю (по слоям: 0—10; 10—25; 25—40; 40—55; 55—70; 70—90; 90—110; 110—130 и 130—150 см), остальные — до глубины 55 см, а корненаселенность более глубоких горизонтов в этих сериях вычисляли с учетом корненаселенности соответствующих горизонтов в сериях монолитов, открытых по всему профилю. Корни разбирали по породам (отдельно учитывали корни трав), а далее — по фракциям: тоньше 0,5 мм; 0,5—2,0 мм; 2—5 мм и толще 5 мм. После взвешивания для первых трех фракций определяли поверхность корней по методике П. С. Погребняка и Н. Ф. Мельника [3]. Погружением в мерный цилиндр определяли объем сухих, а затем смоченных корней (сухие корни после определения их объема вынимали из цилиндра, встряхивали и снова погружали); разницу в объеме (в см³), умноженную на константу 74,1, принимали за величину поверхности корней (в см²). Одновременно с раскопкой обмеряли стоящие у серий монолитов деревья сосны и дуба и вычисляли их объем. Условно принимали, что одному дереву в середине кулисы принадлежит по 1/2 количества

Т а б л и ц а 1

№ проб	Эдапон	Порода	Диаметр		Высота	
			см	%	м	%
1	В ₂	Сосна	9,8	100	10,1	100
			$\frac{11,8}{3,1}$	$\frac{120}{100}$	$\frac{11,2}{3,8}$	$\frac{111}{100}$
2	С ₂	Дуб ранний	$\frac{2,6}{10,7}$	$\frac{84}{100}$	$\frac{3,1}{8,8}$	$\frac{84}{100}$
			$\frac{11,6}{7,5}$	$\frac{108}{100}$	$\frac{9,2}{9,2}$	$\frac{105}{100}$
3	В ₂	Сосна	$\frac{6,9}{10,1}$	$\frac{92}{100}$	$\frac{8,8}{8,3}$	$\frac{100}{100}$
			$\frac{11,7}{5,8}$	$\frac{116}{100}$	$\frac{8,9}{4,9}$	$\frac{107}{100}$
4	С ₂	Дуб поздний	$\frac{5,1}{10,4}$	$\frac{88}{100}$	$\frac{5,5}{10,2}$	$\frac{89}{100}$
			$\frac{12,1}{7,1}$	$\frac{108}{100}$	$\frac{11,2}{7,3}$	$\frac{110}{100}$
			$\frac{5,8}{5,8}$	$\frac{82}{82}$	$\frac{6,6}{6,6}$	$\frac{90}{90}$

Примечание. В числителе данные для середины кулис; в знаменателе -- для стыка.

корней в сериях монолитов с каждой стороны от дерева; на стыке — $\frac{1}{2}$ количества корней данной породы в серии монолитов в междурядье от стыка к середине кулисы, далее количество ее корней на стыке и, наконец, количество корней данной породы в сериях монолитов, взятых в кулисе второй породы. Этот способ несомненно лучше отображает специфику корнеобеспеченности деревьев на стыке кулис, чем простой подсчет числа корней дерева.

Ниже приведены данные о поверхности мелких (тоньше 2 мм) корней сосны и дуба в середине кулис и на стыках; в табл. 2 — о распределении корней по генетическим горизонтам почвы; в табл. 3 — о корненоселенности всего 1,5-метрового слоя почвы.

Из табл. 2 видно, что в исследуемых культурах в В₂ и сосна, и дуб имеют глубинные корневые системы, причем дуб ранний не влияет на строение корневой системы сосны, тогда как дуб поздний несколько теснит сосну в верхнем гумусном горизонте и на стыке делает ее корневую систему более глубокой.

В условиях С₂ корневые системы сосны и дуба более поверхностны (около $\frac{1}{3}$ мелких корней расположено в верхнем гумусном горизонте). Здесь на стыке обе формы дуба (ранняя — меньше, поздняя — больше) заметно сильнее, чем в В₂, теснят сосну в верхнем гумусном горизонте почвы.

Из табл. 3 видно, что если непосредственно на стыке общее количество корней сосны и дуба меньше, чем в середине кулисы, то по количеству корней, соответствующих одному дереву, обе породы на стыках оказываются заметно более обеспеченными, чем в середине кулис. Исследование показало, что по населенности почвы корнями 17-летние кулисные культуры, даже при смешении 7 рядов сосны и 3 рядов дуба (как на стыках, так и в середине кулис) являются смешанными.

Для дуба наблюдается явное несоответствие между картиной взаимодействия с сосной в надземной части (на стыке с сосной рост дуба ухудшается) и полученной при исследовании корненоселенности (на стыке деревья дуба лучше корнеобеспечены, чем в середине своей кули-

Таблица 2

№ проб	Этап	Порода	Количество корней, %, по генетическим горизонтам				
			A ₁	A ₂	A ₁ B	B	BC
1	B ₂	Сосна	16 24	23 26	32 21	26 27	3 2
		Дуб ранний	21 16	35 15	16 24	27 44	1 1
2	C ₂	Сосна	33 24	29 64	25 5	10 7	3 —
		Дуб ранний	35 42	31 40	27 16	7 2	—
3	B ₂	Сосна	48 20	5 16	27 43	20 21	—
		Дуб поздний	14 32	18 43	48 24	20 1	—
4	C ₂	Сосна	40 29	17 12	37 28	6 31	—
		Дуб поздний	35 48	19 20	26 32	20 —	—

Примечание. В числителе данные для середины кулис; в знаменателе — для стыка.

Таблица 3

№ проб	Этап	Порода	Положение в кулисе	Поверхность корней в см ² на площади 0,25 м ²	Поверхность корней, условно приходящаяся на одно дерево, м ²	Объем стволика рядом стоящего дерева, м ³	Показатель продуктивности корней
1	B ₂	Сосна	Середина кулисы	927	0,0927	0,0237	0,245
			Стык с дубом	830	0,1794	0,0796	0,438
			Стык с сосной	460	0,0933	0,0030	0,032
			Середина кулисы	656	0,0656	0,0041	0,052
2	C ₂	Сосна	Середина кулисы	1230	0,1230	0,0296	0,240
			Стык с дубом	540	0,1401	0,0575	0,401
			Стык с сосной	615	0,1512	0,0069	0,046
			Середина кулисы	1030	0,1030	0,0133	0,122
3	B ₂	Сосна	Середина кулисы	1245	0,1245	0,0545	0,438
			Стык с дубом	637	0,1330	0,0718	0,539
			Стык с сосной	623	0,1450	0,0041	0,029
			Середина кулисы	804	0,0804	0,0108	0,134
4	C ₂	Сосна	Середина кулисы	660	0,0660	0,0473	0,717
			Стык с дубом	290	0,0753	0,0639	0,835
			Стык с сосной	435	0,0976	0,0067	0,069
			Середина кулисы	732	0,0732	0,0175	0,239

сы). Однако в показателях продуктивности корней*, как видно из табл. 3, такого разноробия нет. В самом деле, на стыках сосны с дубом

* В данном исследовании из-за невозможности определить действительное количество корней деревьев в середине кулис и на стыках за показатель продуктивности корней взято соотношение объемов стволиков (м³), растущих возле раскопок деревьев, к поверхности тонких корней (м²), условно соответствующее корнеобеспеченности данного дерева.

Таблица 4

№ п/об	Элатоп	Порода	Объем стволика	Поверхность корней	Показатель продуктивности корней
1	В ₀	Сосна	332	194	179
		Дуб ранний	73	142	61
2	С ₂	Сосна	194	114	164
		Дуб ранний	52	147	38
3	В ₀	Сосна	132	107	123
		Дуб поздний	38	180	22
4	С ₂	Сосна	135	114	116
		Дуб поздний	38	133	29

(особенно ранней его формы) продуктивность корней сосны выше, а корней дуба ниже.

Для удобства анализа в табл. 4 приведены данные из табл. 3 для деревьев на стыках, выраженные в процентах к соответствующим данным для деревьев в середине кулис. Из таблицы видно, что продуктивность корней в основном согласовывается с изменением объемов стволиков на стыках. Это говорит о том, что весьма условно вычисленный показатель продуктивности корней достаточно хорошо отображает итог взаимодействия древесных пород.

Из изложенного вытекает вывод о том, что данные о корненоселенности в смешанных кулисных культурах, когда исследуется все смешение (от середины кулисы одной породы через кулису второй породы до середины кулисы первой породы) или, в крайнем случае, от середины кулисы одной породы до середины кулисы второй породы, дают возможность судить о взаимодействии древесных пород. Они показывают специфику корнеобеспеченности деревьев посреди кулисы и на стыках у смешиваемых пород и в сопоставлении с данными об объемах растущих вблизи раскопок деревьев характеризуют продуктивность корней — основной (итоговый) показатель взаимодействия древесных пород.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. А. Качинский. Корневая система растений в почвах подзолистого типа. Труды Московской областной сельскохозяйственной станции, вып. 7, 1925. [2]. П. С. Погребняк. Корневые системы леса и почвенные горизонты (на украинском языке), Труды по лесному опытному делу на Украине, вып. VII, 1927. [3]. П. С. Погребняк. Исследование почв и корневых систем в дубравах (1928—1938), на украинском языке. Труды Института лесоводства АН УССР, т. 1, 1949.

Поступила 7 апреля 1970 г.

УДК 634.0.232

О ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ТИПА КУЛЬТУР ПО ФОРМИРОВАНИЮ НАСАЖДЕНИЯ

А. В. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Конечная цель искусственного лесовозобновления — формирование ценного насаждения с преобладанием в составе культивируемой породы. В соответствии с этим надо выбирать и тип закладываемых куль-

тур. На примере культур, история создания которых хорошо известна, сделаем попытку показать влияние отдельных факторов на формирование насаждения.

Объектами исследования были 15-летние культуры сосны, созданные посевом семян и посадкой сеянцев, чистые и смешанные с дубом, и 30-летние культуры сосны, пройденные рубками ухода и без них.

Краткая история создания этих культур. Первая культура—квартал 57 Охтинского лесхоза—заложена на залежи.

Почва дерново-среднеподзолистая супесчаная с глубоким двучленным наносом. В верхних горизонтах много органики. Степень насыщенности основаниями в верхних горизонтах от 26 до 16%. Почва бедна усвояемой фосфорной кислотой. Почвенный разрез:

A_0	0—5 см	Темно-коричневый горизонт.
A_1	5—7 см	Темнее предыдущего, уплотненный.
A_1-A_2	7—10 см	Темно-серый и коричневатый, слабо уплотненный, сырой, суглинистый, постепенно переходит в горизонт В.
A_2-B	10—13 см	Белесый, с голубовато-зеленоватым или охристым оттенком, плотный, сырой, тяжелосуглинистый, призмической структуры.
$B-C$	13—65 см	Средне-охристый, оглеенный, плотный, мокрый, тяжелосуглинистый с редкими орштейновыми зернами.

Осенью 1953 г. почва под культуру была подготовлена нарезкой пластов кустарниковым плугом на расстоянии 3 м один от другого. Высота пластов около 20 см. Культура заложена посевом семян сосны первого класса сортности. Высев семян произведен в последней пятidineвке апреля—первой пятidineвке мая 1954 г. в площадки размером 0,25 м², подготовленные на пластах железными граблями. На площадке тыльной стороной железных граблей делали три бороздки глубиной около 2 см с уплотненным дном, в каждую площадку высевали точно 100 семян. Заделка на 2 см.

Вторая культура—квартал 61 того же лесхоза—заложена на сенокосной площади, склон к р. Жерновке.

Почва дерново-аллювиальная супесчаная на глубоком двучленном наносе. Перегнойно-аккумулятивный горизонт до 14 см. Почвенный разрез:

A	0—19 см	Дерново-гумусовый, слабоподзоленный, серо-бурый с многочисленными охристыми пятнами. Встречаются орштейны.
B	19—30 см	Граница с горизонтом А неровная, много охристых пятен и орштейнов, среднеуплотненный песок.
C	30—55 см	Серо-голубой, тонкопесчаный аллювий с охристыми мазками, среднеуплотненный, книзу сильно уплотненный.

В 1950 г. на площади были подготовлены лопатами площадки размером 1 м² при размещении одна от другой на 3 м. В каждую площадку высевали 35 желудей в пять лунок. Желуди собраны в парке Ленинградской лесотехнической академии. Всходы были вполне удовлетворительными. Весною 1953 г. между рядами площадок были нарезаны конным плугом пласты вдоль склона, и в борозды были посажены двухлетние сеянцы сосны по четыре в площадку размером 0,25 м². Между площадками в ряду 1 м.

Третья культура—квартал 6—заложена в 1938 г. на гари 1936 г. посевом семян в подготовленные мотыгой и граблями по микроповышениям площадки. Размещение площадок: 2 м между рядами и 1—1,5 м в ряду. В каждую площадку размером 0,25 м² высевали 20—30 семян первого класса сортности и заделывали граблями на разную глубину.

Почва торфянисто-перегнойная, среднеподзолистая, глееватая, тяжелосуглинистая с глубоким двучленным наносом. Высокая гидролитическая кислотность обуславливает очень слабую степень насыщенности основаниями. Очень низко содержание усвояемой фосфорной кислоты. Почва потенциально богата азотом. Приводим описание почвенного разреза.

A_2	0—14 см	Торфянистый горизонт, окраска бурая с более светлым 4-сантиметровым слоем посредине. Структура грубоволоочная.
A_1	14—19 см	Подзолистый завуалированный гумусом темно-серого цвета, бесструктурный.
A_2	19—45 см	Подзолистый, серый.
B	45—54 см	Переход оподзоленного горизонта в материнскую породу.
C	54—76 см	Тяжелый суглинок, окраска светло-коричневая, пятнистая, структура пластинчатая, выражена плохо.

При изучении роста сосен в биогруппах отмечается сильная дифференциация. В каждой группе имеется одна или две сосны лучшего

роста, так называемые перспективные. Высота и диаметр лучших сосен во всех биогруппах сильно варьируют. Причину разного роста лучших сосен можно проследить хотя бы по культуре в квартале 57. При первом учете, произведенном в июле — августе 1954 г., площадок без всходов не обнаружено. Грунтовая всхожесть семян в среднем составила 34,0%.

Второй учет семян произведен в сентябре 1958 г. Заселенность площадок соснами в среднем оказалась 14,1 шт. Уходы за культурами проведены в 1955 г. — прополка травы на площадках, в 1956 г. — обжигание травы вокруг площадок и в 1957 г. — вырубка лиственных пород естественного происхождения — осины, березы, ивы.

Поверхность пластов после их нарезки и в период закладки культуры была ровной. За первые четыре года от разных причин пласты деформировались, в одном случае площадки с сеянцами сосны оказались на повышениях, в другом — на ровном месте, в третьем — на микропонижениях. Микрорельеф пластов определяли по отношению к самому пласту. Микропонижения на пласту были все же выше почвы, не тронутой обработкой. Влияние микрорельефа пласта на рост сосен оказалось весьма заметным. Лучший рост сосен был на приподнятых площадках, худший — на пониженных. Повышенных площадок оказалось 42,7%, на ровном положении — 37,7% и на понижениях — 19,6%. На каждой площадке измеряли две лучших по росту сосны. Средняя высота сосен в 1958 г. на повышенных площадках была 44,2 см, на ровных — 35,0 см, на пониженных — 27,8 см. Различный по интенсивности рост сосен на разных по микрорельефу площадках наблюдается до настоящего времени.

На рост 4-летних сеянцев сосны влияет также количество растений в биогруппе. Лучшие сосенки на густо заселенных площадках имели

Таблица 1

Показатели	Квартал 57, сосна посев	Квартал 61	
		сосна посадка	дуб посев
Биологический возраст, лет	15	18	19
Количество биогрупп на 1 га	3334	3330	556
Количество деревьев на 1 га	43379	9700	5855
из них лучших	4005	3533	623
Высота лучших, см			
средняя	407	602	460
максимальная	620	720	600
минимальная	240	300	300
Диаметр лучших, см			
средний	3,6	7,7	4,1
максимальный	7,0	11,0	6,5
минимальный	1,0	2,5	2,0
Прирост в высоту, см			
1968 г.	40,5	49,0	34,7
1967 г.	41,5	56,0	40,6
1966 г.	35,5	50,1	41,5
Диаметр кроны биогруппы, см	175,0	323,0	317,0
Диаметр кроны лучшего дерева, см	144,0	269,0	242,0
Прирост боковых ветвей, см			
1968 г.	9,0	16,0	11,4
1967 г.	11,0	22,0	14,0
1966 г.	11,0	25,0	14,5
Высота от шейки до первого живого сучка, см	107	210	—

среднюю высоту: на повышенных — 80,0 см, на ровных — 60,0 см, на пониженных — 50,1 см.

Сплошная вырубка лиственных пород в 1957 г. не везде способствовала улучшению состояния сосен. Сохранившиеся местами в небольшом количестве лиственные оказали определенное положительное влияние.

Результаты исследования культур сосны в кварталах 57 и 61 в 1969 г. показаны в табл. 1.

На основании этих данных можно сделать следующие заключения.

1. Культура в квартале 57, заложенная посевом семян биогруппами, на 3 года моложе культуры в квартале 61. Если для приближенного сравнения высоты исключить прирост более старых культур в высоту за три года, то большой разницы в росте сосен в обеих культурах не будет.

2. Культура, созданная посевом в квартале 57, имеет размещение рядов 3 м, а в квартале 61 — 1,5 м. Размещение мест в рядах одинаковое. Биогруппы сосны квартала 61 сомкнулись с биогруппами дуба как в рядах, так и между ними. Боковые ветви сосны и дуба проникают в кроны друг друга, и прирост ветвей интенсивно продолжается, очевидно, благодаря тому, что дуб семь месяцев в году находится в безлистном состоянии.

Культуры квартала 57 полностью сомкнулись в рядах, а между рядами смыкание, судя по ходу роста боковых ветвей биогрупп, произойдет к 20-летнему возрасту культур. Освещенные участки между рядами в настоящее время заселены злаками, местами брусничкой, черничкой.

3. Сплошная вырубка лиственных пород в культуре квартала 57 в 1957 г. была нецелесообразна. В широких междурядьях было бы полезно сохранить березы до 20% к числу лучших сосен в биогруппах и оставить до 50% ивы. Смыкание культур между рядами произошло бы к 12—15 годам. Об этом свидетельствует местами сохранившийся естественный молодняк березы и ивы.

4. В чистой культуре сосны в квартале 57 от неосторожного обращения с огнем возникали пожары, но они были быстро ликвидированы силами лесников. В смешанной сосново-дубовой культуре квартала 61, несмотря на массовое посещение ее отдыхающими, пожаров не было.

5. Закладка культур биогруппами более перспективна, чем посадка отдельными растениями, особенно в настоящее время, когда при искусственном лесовозобновлении используются обезличенные семена и не проводятся своевременно рубки ухода. В биогруппах налицо естественный отбор лучшего дерева, с первых лет жизни идет дифференциация растений.

6. При подготовке почвы под культуры в таежной зоне необходимо обеспечить: размещение пластов на расстоянии не более 2 м один от другого; нарезку пластов на максимально возможную и одинаковую толщину с обязательной прикаткой пластов во избежание их деформации от воздействия атмосферных осадков, от неполного оборота пласта и других причин.

Мы поставили целью также выяснить, нужно ли производить прореживание сосен в биогруппах и оказывает ли оно полезное влияние на рост лучших сосен в биогруппах.

Исследование производили в трех одновозрастных культурах сосны, заложенных посевом семян в 1938 и 1939 гг. Результаты исследования были аналогичны. Мы приводим данные для культуры, заложенной в 1938 г. в квартале 6 посевом семян в площадки, подготовленные мотыгой и граблями по микроповышениям на гари 1936 г. Размещение площадок: 2 м ряд от ряда и 1—1,5 м в ряду. Почва торфянисто-пе-

регнойная, глееватая, тяжело-суглинистая с глубоким двучленным напосом. pH в верхних горизонтах 4,9, в более глубоких 5,0—5,2. Высокая гидролитическая кислотность обуславливает очень низкую степень насыщенности основаниями, которая падает до 18%. Отмечается исключительно низкое содержание усвояемой фосфорной кислоты. Почвы потенциально богаты азотом. Почвенный разрез:

- A₀ 0—14 см Торфянистый горизонт из кукушкина льна и сфагнома, слабо разложившийся, бурой окраски с более светлыми 4-сантиметровыми прослойками посередине. Структура грубоволоочная.
- A₁ 14—19 см Подзолистый, завуалированный гумусом горизонт темно-серого цвета, бесструктурный.
- A₂ 19—45 см Подзолистый серый горизонт.
- B 45—54 см Переход оподзоленного горизонта в материнскую породу.
- C 54—76 см Тяжелый суглинок, окраска светло-коричневая, пятнистая, структура пластичатая, плохо выражена.

Весною 1938 г. в каждое посевное место размером 0,25 м² высеивали 20—30 и более семян сосны первого класса сортности и заделывали железными граблями на неодинаковую глубину.

При исследовании культуры в 1949 г. количество сосен на 1 га было 23 000 шт., средняя высота лучших сосен в биогруппах 2,71 м, средний диаметр 3,6 см, заселенность площадок от 3—5 до 12 сосен. В биогруппах сосны хорошо дифференцированы. Уходы за культурой: в 1940 г. — обжигание травы вокруг биогрупп, в 1947 г. осветление с удалением лиственных пород, в 1955 г. прореживание сосен в биогруппах (на большей части культуры), в каждой оставлено по 2—3 сосны лучшего роста и состояния; часть площади не прорежена.

Исследование хода роста лучших сосен в биогруппах производили в 1959 г. и в 1969 г., то есть через 4 и 14 лет после прореживания в биогруппах. Результаты показаны в табл. 2.

Таблица 2

Насаждения	Возраст культуры, лет	Количество лучших сосен в биогруппе на 1 га	Количество сосен, отставших в росте и сухих на 1 га	Высота лучших сосен, м		
				средняя	максимальная	минимальная
Не тронутые рубкой	1939 г.	4500	5900	5,77	—	—
	1949 г.	4500	5830	9,25	12,5	6,5
Пройденные рубкой	1959 г.	4950	2517	5,75	—	—
	1969 г.	4950	2480	9,43	13,7	6,0

Из приведенных данных можно сделать заключение, что в первые четыре года после прореживания биогрупп рост лучших сосен не изменится. Через 14 лет он улучшается, но незначительно. В пожарном отношении непрореженные культуры более опасны, и внешний вид насаждения хуже.

В культурах, созданных посевом семян биогруппами, на протяжении почти всего периода их жизни производили раскопки корневых систем для изучения размещения корней в почве и срастания корней у сосны в биогруппах. На описанных выше почвах проникновение корней сосны в глубину невелико, к 30-летнему возрасту — в среднем на 62 см. С десятилетнего возраста таких культур в биогруппах начинается процесс срастания корневых систем, а к тридцатилетнему возрасту оно наблюдается уже часто. Корни лучшей сосны в биогруппе чаще всего срастаются с корнями сосны, отстающей в росте. До тридцатилетнего возраста культур не удалось обнаружить положительного влияния срастания корней на рост лучшей сосны в биогруппе.

УДК 634.0.181.524

СОДЕРЖАНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В СЕМЕНАХ СОСНЫ В ПЕРИОД ПОКОЯ И ПРОРАСТАНИЯ

П. Ф. СОВЕРШАЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Покой семян — один из основных факторов, обуславливающих размножение высших растений. Длительность покоя у отдельных видов определяется наличием механизмов, обеспечивающих задержку прорастания семян. Покой семян может быть относительно неглубоким и глубоким [8]. Е. З. Окнина [9] характерными признаками глубокого покоя считает обособление протоплазмы от стенок клеток и разобщение плазмодесм. У семян кедра, обладающих глубоким покоем, обособление протоплазмы мы отмечали у многих клеток эндосперма. У сосновых семян с неглубоким покоем этого явления не обнаружено.

В литературе [9], [10], [11] указывается на относительно малое количество нуклеиновых кислот в зрелых, находящихся в покое семенах пшеницы, фасоли и хлопчатника. Снижение содержания нуклеиновых кислот в зрелых семенах В. Г. Конарев [3] и его сотрудники объясняют уменьшением количества свободных фосфатных групп РНК, изменением состояния ДНК в ядре, частичной деполимеризацией ее молекулы и ослаблением связи ДНК с белком в нуклеопротеидах.

Имеющиеся литературные данные ([6], [11] и др.) по динамике нуклеиновых кислот в период покоя и прорастания относятся в основном к семенам злаковых и бобовых культур. В семенах хвойных нуклеиновые кислоты исследованы только у кедра [1].

Цель настоящей работы — изучение содержания нуклеиновых кислот в семенах сосны в покое и при прорастании.

Количественное определение нуклеиновых кислот производили по методике Волгина и Партье [12] с предварительной подготовкой материала по Е. П. Нечаевой [8]. Количество РНК и ДНК устанавливали с помощью спектрофотометра.

Семена проращивали в термостате при 20°C партиями по 100 шт. Для анализа брали по 20 семян из каждой партии в трех повторностях через 3, 5, 7 и 10 дней после намачивания. Через 3, 4, 5, 6, 7 и 8 дней по пять семян из каждой партии отбирали для фиксации. Семена фиксировали в смеси Карнуа и заливали в парафиновые блоки. Затем по обычной цитологической методике на микротоме делали тонкие срезы (10—15 мк). Для выявления ДНК применяли реакцию Фельгена с обработкой препаратов по В. Г. Конареву [3]. Локализацию РНК и ДНК определяли с помощью окраски препаратов толудиновым синим и смесью пиронин — метиловый зеленый, а также на люминесцентном микроскопе МЛ-2 по В. Г. Конареву [4]. Контрольные препараты на специфичность окраски РНК обрабатывали в растворе кристаллической рибонуклеазы.

Процесс прорастания семян — один из самых важных этапов в онтогенезе растений. В это время происходит особенно интенсивный обмен веществ. Наиболее характерная особенность обмена веществ в эндосперме семян — быстрое и полное исчезновение запасных веществ. Повышается активность гидролитических ферментов. Белки эндосперма гидролизуются до пептидов и аминокислот, из которых при непосредственном участии нуклеиновых кислот строятся белки растущего зародыша. Одновременно с этим значительно увеличивается и количество нуклеиновых кислот вследствие их синтеза. Результаты проведенных нами исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Состояние семян и число дней после намачивания	Динамика нуклеиновых кислот при прорастании семян сосны, мг %		
	РНК	ДНК	$\frac{\text{РНК}}{\text{ДНК}}$
В покое (сухие)	307,32	149,53	2,06
3 дн.	362,54	170,64	2,13
5 "	414,48	211,57	1,97
7 "	574,77	260,48	2,21
10 "	1340,22	321,66	4,13
10 " без проростков	862,26	271,18	3,90
10-дневные проростки	1818,18	372,15	4,87

Из таблицы следует, что за 10 дней прорастания количество РНК возросло в 4,4 раза, а ДНК — в 2,1 раза. При этом содержание РНК и ДНК в первые 7 дней повышалось постепенно. Резкое увеличение количества РНК (более чем в два раза) отмечено в период с 7-го по 10-й день прорастания. Д. Варнер [2] показал, что в семенах земляного ореха максимум РНК наблюдается после 8 дней проращивания. Наибольшее количество нуклеиновых кислот было обнаружено в отделенных от семян проростках.

Отношение РНК : ДНК в первые дни прорастания изменялось незначительно. Это обстоятельство указывает на пропорциональное увеличение количества обеих кислот. С седьмого по десятый день эта закономерность резко нарушается в результате быстрого возрастания количества РНК. Вследствие этого отношение РНК : ДНК достигает 4,13, то есть увеличивается почти вдвое.

По данным многих авторов [3], [4], [9], [10], [13], высокое содержание нуклеиновых кислот в проростках связано с их синтезом за счет распада запасных питательных веществ и усвоения нуклеиновых кислот эндосперма. При этом прирост ДНК в отдельных органах или в целом растений происходит в результате ее репликации. По скорости накопления ДНК можно судить об интенсивности митозов и новообразования клеток.

Применение методов гистохимии позволило изучить содержание и локализацию нуклеиновых кислот у многих растений. Наряду с этим работы В. Г. Конарева и его сотрудников [4], [5] показали, что гистохимические реакции позволяют судить не только о локализации нуклеиновых кислот в клетке, но и о их состоянии. Характерным примером является оценка состояния ДНК по способности хроматина ядра адсорбировать пиронин и метиловый зеленый после слабокислотного гидролиза препаратов и удаления РНК рибонуклеазой. В этом случае лабильная ДНК обуславливает пиронинофилию, стабильная — метилофилию ядра или отдельных его структур.

Произведенное нами окрашивание смесью пиронин — метиловый зеленый препаратов семян сосны показало, что ядра клеток эндосперма и зародыша обладают различной базофилией. Ядра и цитоплазма клеток эндосперма окрашиваются пиронином, ядра клеток зародыша — метиловым зеленым, то есть они метилофильны.

В процессе прорастания семени пиронинофилия ядер эндосперма постоянно убывает и на 5-й день после намачивания появляется слабо выраженная метилофилия, то есть вместо красновато-фиолетового окрашивания ядра становятся фиолетовыми.

Локализация нуклеиновых кислот в клетках семян сосны наиболее четко выявлялась при окрашивании препаратов толуидиновым.

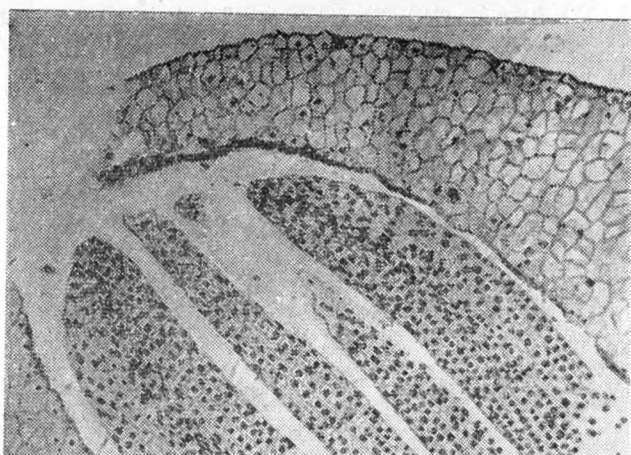


Рис. 1, а. Локализация ДНК в семядолях и эндосперме семени сосны на 4-й день после намачивания. Окраска толуидиновым синим. Увелич. $10 \times 4,75$.

Рис. 1, б. Локализация ДНК в зародыше семени сосны на 4-й день после намачивания. Слева почечка и семядоли. В периферии зародыша видны митозы. Окраска толуидиновым синим. Увелич. $10 \times 4,75$.

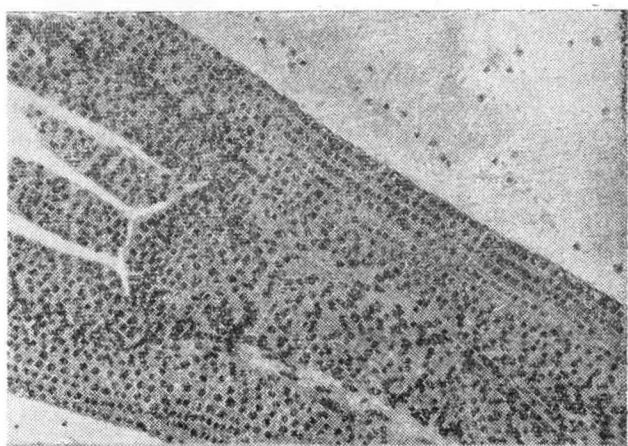


Рис. 1, в. Локализация ДНК в точке роста зародыша и эндосперме семени сосны на 4-й день после намачивания. Окраска толуидиновым синим. Увелич. $10 \times 4,75$.

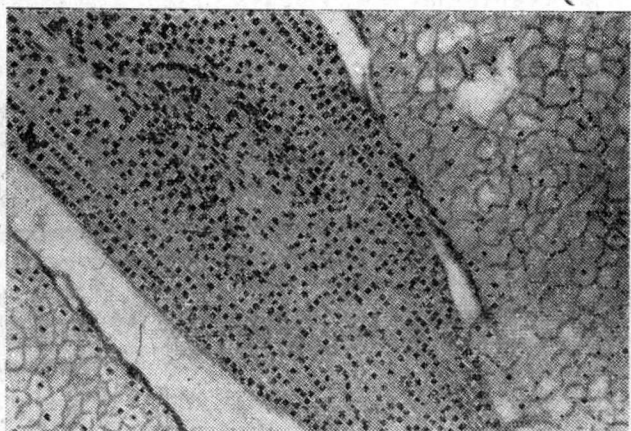


Рис. 2. Локализация ДНК в центральной части зародыша семени сосны на 4-й день после намачивания. Окраска толуидиновым синим. Увелич. $10 \times 18,75$.

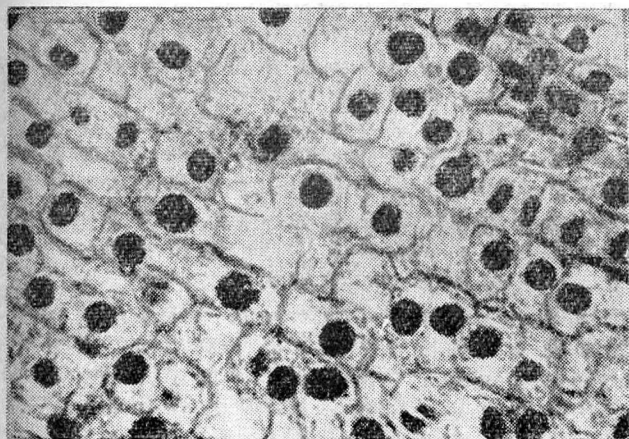
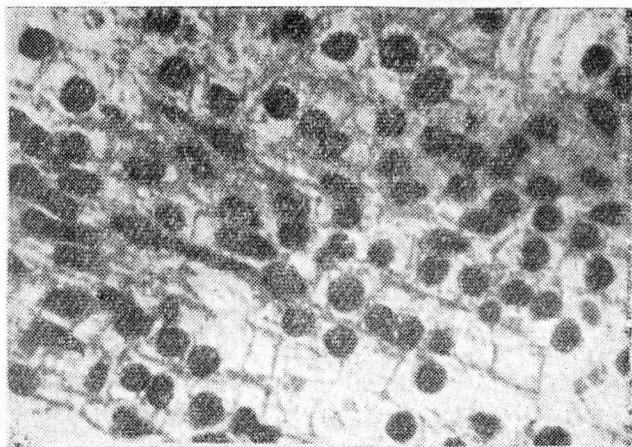


Рис. 3. Локализация ДНК в периферии зародыша семени сосны. Хорошо видны готовые к митозу ядра и уже прошедшие митоз. Окраска толуидиновым синим. Увелич. $10 \times 18,75$.

синим. На рис. 1 (а, б, в) показана локализация ДНК в клетках зародыша и эндосперма семени сосны на 4-й день после намачивания.

ДНК локализуется в основном в ядрах клеток зародыша, в ядрах клеток эндосперма ее очень мало. Клетка зародыша по размерам значительно меньше клеток эндосперма, а их ядра по величине больше ядер клеток эндосперма и занимают до 50% всей площади клетки. В центральной части зародыша хорошо видны вытянутые в длину ядра, точнее — движение ядерного вещества к точке роста гипокотыля (рис. 2). То же самое наблюдается в центральной части семядолей.

Центром синтеза ДНК становится первичная почечка. От нее ДНК направляется к точке роста зародыша и семядолей (рис. 1, б). Основная масса ядерного вещества (ДНК) поступает к точке роста по центральной части почки (плероме) — рис. 2. В периферической части — периферии — ДНК несколько меньше. Но клетки здесь имеют крупные ядра, находящиеся в стадии митотического деления (рис. 3).

Как мы уже сообщали [12], митозы в периферии семян ели наблюдались до 6-го дня прорастания. После затухания митозов увеличение проростка происходит путем растяжения клеток.

В субэпидермиальном слое образуется несколько ориентированных по оси зародыша рядов клеток, ДНК из которых используется при формировании клеток дерматогена. РНК в это время заполняет цитоплазму формирующихся клеток и активно участвует в синтезе различных соединений.

Использование нуклеиновой реакции Фельгена показало, что локализация ДНК соответствует препаратам, окрашенным толуидиновым синим. Реакция Фельгена усиливалась в процессе прорастания. У семян, находящихся в состоянии покоя, нуклеиновой реакции Фельгена нам получить не удалось.

В цитохимии нуклеиновых кислот в последнее время с успехом применяются методы люминесцентной микроскопии. С помощью люминесцентного микроскопа МЛ-2 мы провели исследование локализации РНК и ДНК в семенах сосны.

Результаты этих исследований полностью подтвердили данные, полученные гистохимическими методами. Зародыш семени с преобладанием ДНК флуоресцировал зеленым светом, эндосперм, где большую часть клеток занимают РНК, — красным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Н. Белозерский, М. Успенская. Журн. «Биохимия» № 7, 1942, 155. [2]. Д. Варнер. Биохимия растений. Изд-во «Мир», 1968. [3]. В. Г. Конарев. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. Изд-во «Высшая школа», М., 1959. [4]. В. Г. Конарев, Т. Н. Елсакова. Влияние некоторых физиологически активных веществ на нуклеиновые кислоты и клеточные структуры растений. Сб. «Регуляторы роста растений и нуклеиновый обмен». Изд-во «Наука», 1966. [5]. Г. С. Курамшин, С. В. Нетупская, В. Г. Конарев. Определение содержания нуклеиновых кислот в растительных тканях. Сб. «Методы исследования нуклеиновых кислот растений», Л., 1967. [6]. И. В. Москов. Цитофизиологическое изучение покоя и прорастания семян пшеницы. Научные труды Высшего сельскохозяйственного института им. Димитрова, т. VI (XXXIV), Зимиздат, София, 1959. [7]. Е. П. Нечаева. К методике определения нуклеиновых кислот в молодых зеленых растениях. Журн. «Физиология растений», т. 13, 1966. [8]. М. Г. Николаева. Физиология глубокого покоя и значение температуры и аэрации для его преодоления. Сб. «Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений», изд-во «Наука», 1964. [9]. Е. З. Окнина. Нуклеиновые кислоты в семенах вишни и яблоки. Сб. «Биология нуклеинового обмена у растений», Уфа, 1959. [10]. Т. Н. Петровская. Доклады АН СССР, т. 3, 1964. [11]. Ф. Ю. Ржевская. Влияние продолжительности хранения на содержание нуклеиновых кислот в тканях семян хлопчатника. Журн. «Физиология растений», т. 11, вып. 1, 1964. [12]. П. Ф. Совершаев. О нуклеиновом обмене в семенах сосны и ели. Труды АЛТИ, т. XX, 1968. [13]. Н. В. Цингер. Семя, его развитие и физиологические свойства. Изд-во АН СССР. 1958. [14]. R. Wollgichn, Parthier. «Flora», 154, 325, 1964.

Поступила 17 сентября 1970 г.

УДК 631.531.17

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ ДУГЛАСИИ

Д. М. ПИРАГС
(ЛатНИИЛХП)

Один из наиболее быстрорастущих экзотов, который в небольших лесонасаждениях, а также в парковых посадках распространен на западе европейской части СССР, — дугласия (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Особенно большой продуктивностью дугласия отличается в своем естественном ареале — на Тихоокеанском побережье

Северной Америки. Здесь лучшие насаждения этой породы в возрасте 140 лет по запасу достигают около $1600 \text{ м}^3/\text{га}$. Примерно 100 лет культивируют дугласию в различных странах Европы, где она также дает хороший прирост.

Начиная со второй половины прошлого столетия, культуры дугласии начали закладывать и в западных районах европейской части СССР, главным образом на Украине и в республиках Прибалтики [1], [2]. На Западной Украине дугласия по скорости роста занимает второе место после тополя, и лучшие насаждения ее в возрасте 40 лет имеют запас около $500 \text{ м}^3/\text{га}$. В различных условиях произрастания в Эстонской ССР запас насаждений дугласии в возрасте 35—45 лет достигают $370—430 \text{ м}^3/\text{га}$. В Латвийской ССР смешанное насаждение дугласии с елью (Шкедское лесничество) в возрасте 65 лет имеет запас $685 \text{ м}^3/\text{га}$.

В Латвии дугласия дает удовлетворительные урожаи семян, благодаря чему в известной степени обеспечивается потребность в местном семенном материале для генеративного размножения этой ценной породы.

В связи с этим в ЛатНИИЛХПе разрабатывается тема по выращиванию и селекции дугласии в местных условиях произрастания. При проведении работ по генеративному размножению дугласии приходится сталкиваться с проблемой длительного периода покоя семян. Предлагаются различные методы предпосевной обработки семян.

В естественном арсале семена дугласии обычно стратифицируют, помещая их во влажный песок и сохраняя в прохладных помещениях.

Существуют и другие методы, при которых влажные семена выдерживают в холодильниках [3], стратифицируют в торфяной крошке [5], кратковременно замачивают в воде [4] и т. д. Для сокращения времени предпосевной обработки семян дугласии, вместо воды иногда рекомендуется пользоваться перекисью водорода [6]. Такой метод обработки снижает также процент рано погибающих сеянцев [7].

Разрабатывая методы генеративного размножения дугласии, мы провели опыты по выяснению лучших способов предпосевной подготовки семян. Эти способы следующие:

- а* — стратификация семян во мху, увлажненном водопроводной водой, в течение четырех недель при температуре от 0 до -1°C ;
- б* — то же во мху, увлажненном талой снежной водой;
- в* — замачивание семян в водопроводной воде на трое суток при температуре от 0 до -1°C ;
- г* — то же в талой воде;
- д* — выдерживание семян в растворе CuSO_4 (100 мг/л) в течение одних суток;
- е* — то же в растворе CoSO_4 (100 мг/л);
- ж* — то же в растворе H_2O_2 ($10 \text{ мл } 3\%$ -ного H_2O_2 на 1 л воды);
- з* — контроль — сухие семена.

Указанными способами обработаны семена трех различных партий (№ 42—44). Предварительно при проверке качества семян дугласии при помощи аппарата Якобсена получены следующие данные (табл. 1).

Семена всех вариантов (по 500 шт. в каждом варианте каждой партии) высеяны 13 мая 1966 г. в питомнике Огрского леспромхоза. В течение всего вегетативного периода систематически регулировали ход развития и роста сеянцев.

Таким образом получена динамика прироста сеянцев всех вариантов (табл. 2 — средние данные по трем партиям).

Таблица 1

Номер партии семян	Энергия прорастания семян, %	Всхожесть семян, %
42	9,3	55,3
43	36,0	67,0
44	39,0	71,6

Всходы из стратифицированных семян дугласии (варианты *а*, *б*) появляются примерно на неделю раньше (в конце мая), чем всходы других вариантов. Контрольные семена прорастают последними —

Вариант предпосевной обработки семян	Средняя высота сеянцев, мм.								
	май	июнь				июль			
	31	7	13	20	27	4	11	18	26
<i>a</i>	2	6	9	11	15	20	25	32	44
<i>б</i>	2	6	8	11	15	21	28	35	50
<i>в</i>	0	3	5	7	10	15	21	28	32
<i>г</i>	0	3	6	7	12	17	22	27	40
<i>д</i>	0	3	5	6	10	15	21	25	34
<i>е</i>	0	2	5	9	13	17	23	26	36
<i>ж</i>	0	2	4	6	12	17	22	28	36
Контроль	0	0	2	6	12	16	20	24	28

только в середине июня. Текущий прирост по высоте сеянцев дугласии постепенно возрастает в первой половине вегетационного периода и достигает максимума в конце июля. Наибольший прирост сеянцев в среднем отмечен в июле, после чего он уменьшается и в начале сентября прекращается. Указанный ритм прироста сеянцев у контрольного варианта не имеет резких подъемов и спадов, в то время как у вариантов разной обработки наблюдаются сильные колебания прироста.

Как видно по обмерам в конце вегетационного периода, сеянцы дугласии с наибольшими размерами и отличным развитием получены в вариантах *б* и *а*, то есть после стратификации семян, особенно с применением талой воды. В последнем случае высота сеянцев достигает 172% от контрольной; при стратификации семян с водопроводной водой 151%. Менее выражена стимуляция роста сеянцев в вариантах *е* (132%), *г* (130%), *д* (122%), *ж* (119%) и *в* (117%). Подобная закономерность наблюдается и в отношении развития ассимиляционного аппарата сеянцев дугласии. Длина хвои также наибольшая у тех сеянцев, семена которых стратифицировались с применением талой воды (128% по сравнению с контролем).

В вариантах *б* и *а* выход сеянцев на текущий 1 м посевной бороздки в среднем в 2—3 раза больше, чем в других вариантах. Это означает, что соответствующая предпосевная обработка семян обеспечивает наилучшую грунтовую всхожесть семян.

Для выяснения продолжительности положительного влияния предпосевной обработки семян осенью 1968 г. были обмерены 3-летние саженцы всех вариантов. В табл. 3 приведена высота саженцев партии № 44.

Показатели по двум другим партиям весьма идентичны.

Данные дисперсионного анализа высоты саженцев всех вариантов предпосевной обработки у партии № 44 приведены в табл. 4 и 5 (в последней — оценка попарных разностей по методу Тьюни, $D = 5,66$).

По результатам исследования можно сделать вывод, что уже в третьем вегетационном периоде прирост молодых растений дугласии существенно дифференцирован в зависимости от предпосевной обработки семян. Высота 3-летних саженцев, семена которых стратифицированы, составляет в среднем 146% по сравнению с контролем. При обработке опытных данных наблюдались некоторые различия по отдельным пар-

Таблица 3

Вариант предпосевной обработки семян	Высота саженцев $x \pm s$, см
<i>a</i>	23,1 ± 0,9
<i>б</i>	24,3 ± 0,9
<i>в</i>	23,2 ± 2,1
<i>г</i>	20,6 ± 1,3
<i>д</i>	20,8 ± 1,6
<i>е</i>	19,0 ± 1,9
<i>ж</i>	16,4 ± 1,6
Контроль	16,2 ± 1,3

Таблица 2

по датам регистрации роста сеянцев						
август					сентябрь	
1	9	15	22	29	5	12
50	54	60	64	57	70	71
58	69	73	76	78	80	81
37	42	44	48	51	54	55
47	52	55	57	60	61	61
42	46	48	53	55	56	57
43	51	53	55	57	59	62
40	44	46	49	53	56	56
34	36	39	42	45	47	47

Таблица 4

Источник вариации	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	F		
				фактическое	табличное	
					0,05	0,01
Варианты	7	2265	323,6	4,64*	2,04	2,71
В вариантах	309	21561	69,8			

* Разность существенна на 1%-ном уровне значимости.

Таблица 5

Вариант	x	Разности						
		$x - \bar{x}_{\text{контр}}$	$\bar{x} - \bar{x}_{\text{ж}}$	$x - \bar{x}_{\text{е}}$	$\bar{x} - \bar{x}_{\text{д}}$	$\bar{x} - \bar{x}_{\text{г}}$	$\bar{x} - \bar{x}_{\text{в}}$	$\bar{x} - \bar{x}_{\text{б}}$
a	23,1	6,9*	6,7*	4,1	2,3	2,5	0,1	1,2
б	24,3	8,1*	7,9*	5,3	3,5	3,7	1,1	—
в	23,2	7,0*	6,8*	4,2	2,4	2,6	—	—
г	20,6	4,4	4,2	1,6	0,2	—	—	—
д	20,8	4,6	4,4	1,8	—	—	—	—
е	19,0	2,8	2,6	—	—	—	—	—
ж	16,4	0,2	—	—	—	—	—	—
Контроль	16,2	—	—	—	—	—	—	—

* Разности существенны на 5%-ном уровне значимости.

тиям, что обусловливается генетически различным их происхождением. Тем не менее, можно считать, что при генеративном разноможении дугласии наилучший способ предпосевной обработки семян — их стратификация в водопроводной или в талой воде, что обеспечивает отличную грунтовую всхожесть семян, а также значительно стимулирует пророст сеянцев в первые годы жизни. В случаях, когда семена получены непосредственно перед высевом, рекомендуется их обрабатывать растворами сернокислой меди, кобальта или замачивать в воде.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. М. Бродович. Исследования насаждений псевдотсуги тиссолистной в западных областях УССР. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1964. [2]. Д. Пирагс. Дугласия и ее интродукция. Сб. «Повышение продуктивности леса», Изд-во «Зинатне», Рига, 1968. [3]. G. S. Allen, W. Bientjes. Studies on coniferous tree seed at the university of British Columbia. For. Chronicle, Nr. 2, 1954. [4]. J. Hofman, V. Bretislav. Saatzeit und Vorbehandlung des Douglasiensamens. Prace Vyzkumnych ustavu lesnickych CSSR, II. 24, 1962. [5]. H. W. Messer. Die Vorbehandlung des

Douglasiensamens zur Frühjahrsaussaat. Allgem. Forstzeitschrift, Nr. 47, 1964. [6]. R. C. Shearer, D. Tacle. Effect of hydrogen peroxide on germination in three western conifers. Res. Note Intermt. For. Range. Exp. Sta., Nr. 80, 1960. [7]. W. I. Stein. A field test of Douglas-fir. Ponderosa pine and sugar pine seeds treated with hydrogen peroxide. Tree plant. notes, Nr. 71, 1965.

Поступила 24 ноября 1969 г.

УДК 634.0.231.1

О ЗАКОНОМЕРНЫХ СВЯЗЯХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА

Н. А. ТИТОВ

(КирНИИЛП)

Изучению процессов предварительного возобновления хвойных пород, как известно, в последние 10—15 лет было уделено большое внимание. Однако закономерности формирования морфологических признаков у елового подроста под пологом материнского древостоя и их связь с его потенциальными свойствами в лесовосстановлении изучены недостаточно.

Учитывая практическое и теоретическое значение затронутого вопроса, мы в 1968 г. провели детальные исследования по выявлению этих закономерностей и установлению возможности их использования в лесохозяйственной практике. Для этого в наиболее распространенных лесорастительных условиях (в ельниках черничных III класса бонитета и березняках II—III классов бонитета на средне- и сильно-подзолистых суглинистых почвах) таежных лесов Кировской области (в переходной полосе от южной к средней подзоне тайги) под пологом средне- и высокопотных древостоев и на 5-летних вырубках заложены 54 пробные площадки, при этом спилено и обмерено 11050 модельных деревьев елового подроста*.

На примере большого фактического материала установлено, что параметры морфологических признаков у подроста под пологом древостоев формируются в строгой закономерности и достаточно полно отражают состояние и перспективность его в лесовосстановлении.

Как показал анализ, между высотой и возрастом подроста существует довольно тесная корреляционная связь (корреляционное отношение η от $0,574 \pm 0,029$ до $0,916 \pm 0,047$; точность исследований от 1,9 до 6,7%). С увеличением степени угнетения подроста степень тесноты корреляционной связи этих признаков уменьшается. Эта зависимость внешне не проявляется, а поэтому не может быть использована в лесохозяйственной практике.

Состояние елового подроста под пологом древостоя и перспективность его в лесовосстановлении обычно оценивается по таким морфологическим признакам, как интенсивность роста главных и боковых побегов и их соотношение, протяженность и форма кроны, цвет хвои и коры и др. Этот метод оценки качества подроста нашел широкое практическое применение, и объективность его подтверждается теоретическими исследованиями.

Степень угнетения елового подроста под пологом древостоев и его потенциальные способности в экологических условиях сплошных вырубок можно установить, как показали исследования, по величине текущего прироста в высоту по возрастным группам, так как между отме-

* Работа выполнена под руководством доцента Марийского политехнического института А. Р. Чистякова.

ченными признаками существует тесная, обратная корреляционная связь, которая, по нашим данным, для 20—50-летнего подростка составляет $0,983 \pm 0,003$ (степень угнетения подростка оценивается по соотношению его высоты к высоте ели нормального роста в том же возрасте). При текущем линейном приросте главного побега подростка в 1 см отношение его высоты к высоте ели нормального роста составляет в среднем 0,13; 3 см — 0,17, 6 см — 0,25, 9 см — 0,30 и 12 см — 0,50.

Установленная зависимость изменения величины текущего прироста высоты подростка под пологом древостоя от степени его угнетения выражается эмпирическим уравнением параболы второго порядка

$$H_{\%_0} = 0,125Z_h^2 + 1,144Z_h + 11,65, \quad (1)$$

где $H_{\%}$ — высота елового подростка под пологом древостоя, % от высоты ели нормального роста в том же возрасте (по таблицам А. В. Тюрина);

Z_h — средний годичный прирост в высоту за последние 5 лет, см.

Отмечается высокая прямая корреляционная связь текущего прироста в высоту с протяженностью живой кроны подростка ($r = 0,846 \pm \pm 0,064$). У подростка с текущим приростом высоты 2 см в год протяженность живой кроны составляет в среднем 40% длины стволика, 5 см — 51%, 8 см — 57% и 10—12 см — 60%. Эта зависимость для подростка 20—50-летнего возраста выражается следующим уравнением:

$$l = 30,0 + 5,8Z_h - 0,3Z_h^2, \quad (2)$$

где l — длина кроны, % от длины стволика;

Z_h — текущий прирост в высоту, см.

У неблагонадежного елового подростка, по данным В. Д. Касимова*, годичный линейный прирост главных побегов обычно меньше прироста боковых побегов. В лесорастительных условиях таежных лесов Кировской области, как показал анализ 3150 моделей, взятых на 5-летних вырубках, 94% экземпляров, оправившихся в росте, составили особи, у которых прирост главных побегов под пологом материнского древостоя был меньше прироста боковых побегов. Таким образом, превышение величины годичного линейного прироста боковых побегов, по отношению к приросту главных побегов, не является ранговым признаком неблагонадежности подростка, но их соотношение характеризует степень его жизнеспособности.

В соотношении параметров линейного прироста главных и боковых побегов наблюдается выраженная закономерность, причем с увеличением возраста подростка (до 50 лет) степень тесноты корреляционной связи величин прироста главных и боковых побегов становится выше (у 20—30-летнего подростка она оказалась равной $0,534 \pm 0,049$, у 30—40-летнего — $0,819 \pm 0,039$ и у 40—50-летнего — $0,886 \pm 0,027$).

Зависимость соотношения величин годичного линейного прироста главных и боковых побегов можно выразить, соответственно, следующими уравнениями

$$Z_6 = 2,366 + 0,767Z_h - 0,013Z_h^2; \quad (3)$$

$$Z_6 = 1,42 + 1,25Z_h - 0,053Z_h^2; \quad (4)$$

$$Z_6 = 2,40 + 1,00Z_h - 0,037Z_h^2, \quad (5)$$

* В. Д. Касимов. Классификация елового подростка под пологом леса. Журн «Лесное хозяйство» № 7, 1960.

Таблица 2

Категория поароста	Высота, м	Линейный прирост главного побега (средний годичный за пять последних лет), см	Отношение линейного прироста боковых побегов к линейному приросту главных побегов	Протяженность живой кроны, м от донного стержня	Форма кроны	Охватные
Благонадежный, мелкий	До 0,3	1-3	Прирост боковых побегов равен или больше прироста главных побегов		Крона не сформировалась	Густое
Благонадежный, средний, медленного роста	0,3—2,0	2—6	Прирост боковых побегов в 1,5—2 раза больше прироста главных побегов	40—60	Ширококонусная	.
Благонадежный, крупный, быстрого роста	1,5—3,5	7 и больше	Прирост боковых побегов меньше или равен приросту главных побегов	50—70	Конусная, реже ширококонусная	.
Сомнительный	0,4—2,0	1-3	Прирост боковых побегов в 2 раза больше прироста главных побегов	30—40	Зонтичная, реже ширококонусная	Средней густоты или редкое
Неблагонадежный	0,4—2,5	До 2	Прирост боковых побегов в 3—4 раза больше прироста главных побегов	Меньше 30	Зонтичная, иногда флагообразная	Редкое

где Z_6 — текущий годичный линейный прирост боковых побегов, см;
 Z_h — средний годичный прирост в высоту за последние 5 лет, см.

По мере улучшения экологических условий под пологом древостоев текущий линейный прирост главного побега подростка, как правило, увеличивается, при этом повышается и прирост боковых побегов, но менее интенсивно. В результате этого их величины постепенно сближаются и при текущем приросте в высоту 7—8 см становятся равными. При дальнейшем увеличении годичного линейного прироста главного побега линейный прирост боковых побегов становится меньше первого и все больше отстает от него (табл. 1).

Таблица 1

Годичный прирост главного побега, см	1	3	5	7	9	11
Годичный прирост боковых побегов, см	3,1	4,8	6,3	7,5	8,4	9,0

Установленная закономерность соотношения приростов и результаты 5-летних наблюдений за состоянием сохранившегося подростка на вырубках позволяют сделать вывод, что чем больше величина линейного прироста боковых побегов приближается к величине прироста главного побега и затем отстает от него, тем выше жизнеспособность и перспективность подростка в лесовосстановлении.

Высокая корреляционная связь также наблюдается между текущим и средним общим приростом в высоту (корреляционное отношение $0,993 \pm 0,003$), которая в условиях исследуемого района выражается уравнением

$$Z_{\text{общ}} = 0,015Z_n^2 + 0,289Z_h + 1,78, \quad (6)$$

где $Z_{\text{общ}}$ — средний годичный прирост в высоту за весь период роста особи, см;

Z_h — средний годичный прирост в высоту за последние 5 лет, см.

Установленные закономерности и зависимости формирования параметров морфологических признаков у подростка под пологом материнских древостоев и результаты наблюдений за выживаемостью его на сплошных вырубках позволили разработать шкалу классификации елового подростка по степени его благонадежности в лесовосстановлении (табл. 2), которая может быть использована в условиях таежных лесов Кировской области и прилегающих районов.

Поступила 16 марта 1970 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 531.8

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ФАКТОРОВ
НА ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПОДАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

С. А. БОРОВСКИЙ

(Ленинградская лесотехническая академия)

При расчете или анализе работы гусеничных механизмов подачи дереворазделочных станков важное значение имеют данные о тяговых характеристиках подающих элементов гусеницы [5]. Теоретический анализ процесса продольной подачи проведем при следующих допущениях: усилие прижима P элемента к образцу перпендикулярно направлению подачи; подающий элемент абсолютно жесткий; нормальные давления на площадь контакта пропорциональны глубине внедрения элемента; уравнения равновесия соответствуют максимальной продольной силе сцепления Q , то есть условию возникновения относительного продольного перемещения элемента.

Рассмотрим взаимодействие прямого трапецеидального элемента с неокоренной поверхностью круглого образца древесины диаметром $2r$ (рис. 1, а). Из уравнений равновесия элемента по осям OY и OX получаем

$$Q = N_1 \mu + (P - N_1) \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2} - \mu \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (1)$$

где α — угол между боковыми гранями элемента;

N_1 — равнодействующая сил нормального давления по грани de , шириной δ ;

μ_1, μ_2 — коэффициенты трения (в дальнейшем принимаем $\mu_1 = \mu_2 = \mu$).

Для конкретизации связи между силовыми и геометрическими характеристиками выразим равнодействующие N_1 и N_2 через удельные давления и параметры номинальной площади контакта по граням ad и de [1]

$$N_1 = \frac{8}{15} \cdot p_m \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot r \cdot h} \frac{\sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \varphi \cdot \lambda; \quad (2)$$

$$N_2 = \frac{4}{3} \cdot p_m \cdot \sqrt{2 \cdot r \cdot h} \cdot \delta \cdot \lambda. \quad (3)$$

Используя выражения (2), (3), находим

$$Q = P \cdot \frac{\mu + \frac{2h}{5\delta} \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2} (1 + \mu \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}) \cdot \varphi}{1 + \frac{2h}{5\delta} \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2} (\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \mu) \cdot \varphi} \quad (4)$$

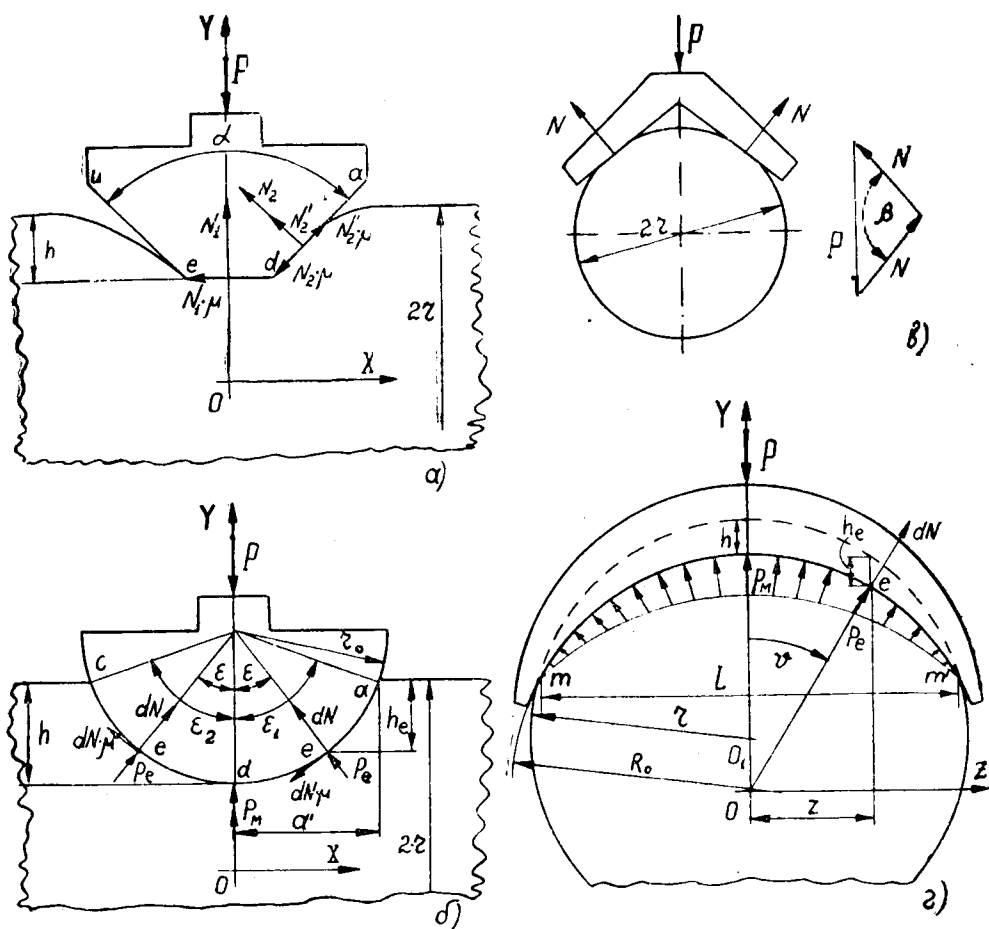


Рис. 1. Схема действия сил на подающие элементы.
 а — трапецидальный; б — сегментальный; в — V-образный; г — изогнутый

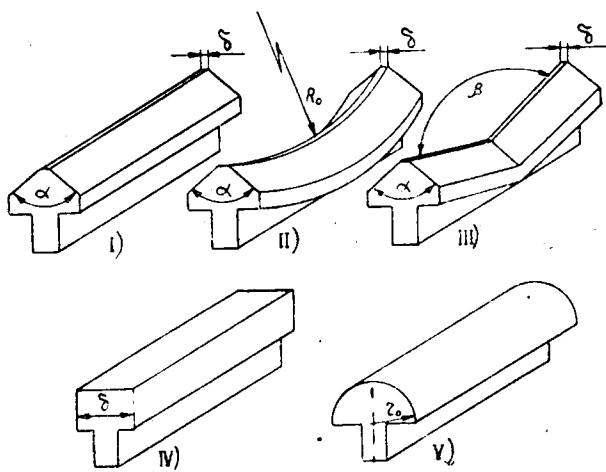


Рис. 2. Типы подающих элементов

где p_m — максимальное давление на площади контакта;

h — глубина внедрения элемента;

φ, λ — коэффициенты, учитывающие уменьшение продольной и по поперечной составляющих площади контакта [1].

Выражения (1) и (4) справедливы при $2 \operatorname{arctg} \mu < \alpha < \pi$.

Если $0 < \alpha \leq 2 \operatorname{arctg} \mu$, то выражение для Q принимает вид

$$Q = P \cdot \mu + Q_c \cdot \left[\frac{(1 - \mu^2) \cdot \cos \frac{\alpha}{2} - 2 \cdot \mu \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2} - \mu \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \right], \quad (5)$$

где Q_c — максимальная сила сопротивления продольному сдвигу поверхностного слоя образца с гранью ad (при $P < P_{кр}$ — слоя коры, где $P_{кр}$ — критическая величина усилия прижима, вызывающая разрушение древесины при перемещении элемента [1]. Механизм сдвига изучен достаточно [2], [6] и др.).

Выражение для силы сцепления прямоугольного элемента (рис. 2, IV) получаем из уравнения (5) подстановкой $\alpha = 0$

$$Q = P \cdot \mu + Q_c (1 - \mu^2). \quad (6)$$

Для рассмотренных и других типов элементов выражения коэффициента сцепления f определяем из соотношения $f = \frac{Q}{P}$.

Например, для прямоугольного элемента, согласно выражению (6),

$$f = \mu + \frac{Q_c}{P} (1 - \mu^2). \quad (7)$$

Для сегментального элемента с радиусом образующей r_0 (рис. 1, б) выражение для приведенной к вертикальному осевому сечению результирующей элементарной силы dN , действующей нормально на элемент в точке контакта e , получаем в виде

$$dN = p_e \cdot r_0 \cdot d\varepsilon = \frac{1}{3} \cdot p_m \cdot \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - r_0^2 \cdot \sin^2 \varepsilon} \cdot \frac{h - r_0 (1 - \cos \varepsilon)}{h} \cdot \cos^2 \varepsilon \cdot r_0 \cdot d\varepsilon, \quad (8)$$

где a и b — полуоси эллипса номинальной площади контакта;

p_e — результирующее удельное давление в точке e .

Рассмотрим предельно возможные случаи контактирования.

Если приведенный контакт элемента с образцом характеризуется дугой ad , определяемой углом ε_1 , то уравнения равновесия принимают вид

$$\left. \begin{aligned} \Sigma Y &= -P + \int_0^{\varepsilon_1} p_e \cdot r_0 \cdot \cos \varepsilon \cdot d\varepsilon - \int_0^{\varepsilon_1} p_e \cdot r_0 \cdot \mu \cdot \sin \varepsilon \cdot d\varepsilon = 0 \\ \Sigma X &= Q - \int_0^{\varepsilon_1} p_e \cdot r_0 \cdot \sin \varepsilon \cdot d\varepsilon - \int_0^{\varepsilon_1} p_e \cdot r_0 \cdot \mu \cdot \cos \varepsilon \cdot d\varepsilon = 0. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

После интегрирования и преобразований находим

$$Q = P \frac{A + \mu \cdot \Gamma}{\Gamma - \mu \cdot A}, \quad (10)$$

$$\text{где } A = \frac{5 \cdot p^2}{15 \cdot p^2} \cdot \frac{r_0 - h}{r_0} \cdot \left| \frac{(1 - p^2)^2}{8p} \cdot \ln \frac{\sqrt{p^2 - 1}}{p + 1} + \frac{p^2 + 1}{8} \right|;$$

$$\Gamma = \frac{1}{15} \left[(-3p^4 + 2p^2 + 1) F\left(\frac{\pi}{2}, \frac{1}{p}\right) + (3p^4 + 7p^2 - 2) E\left(\frac{\pi}{2}, \frac{1}{p}\right) \right] - \frac{(r_0 - h)(4p^2 - 1) \cdot \pi}{16 \cdot p \cdot r_0},$$

здесь $F\left(\frac{\pi}{2}, \frac{1}{p}\right)$, $E\left(\frac{\pi}{2}, \frac{1}{p}\right)$ — эллиптические интегралы 1-го и 2-го рода $\left(p = \frac{r_0}{a}\right)$.

Для учета изменения величины a в условиях реального взаимодействия [1] необходимо заменить:

$$p \text{ на } \frac{p}{\varphi}; \quad \frac{r_0 - h}{r_0} \text{ на } \cos \arcsin \left(\varphi \frac{\sqrt{2 \cdot r_0 h - h^2}}{r_0} \right).$$

При полном симметричном контакте

$$\left. \begin{aligned} \Sigma Y &= -P + 2 \int_0^{\varepsilon_1} p_e \cdot \cos \varepsilon \cdot r_0 \cdot d\varepsilon = 0 \\ \Sigma X &= Q - 2 \int_0^{\varepsilon_1} p_c \cdot \cos \varepsilon \cdot \mu \cdot r_0 \cdot d\varepsilon = 0, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

откуда

$$Q = P \cdot \mu. \quad (12)$$

Следовательно, в зависимости от характера контактирования при передеформировании, коэффициент сцепления сегментального элемента может изменяться в пределах

$$\mu \leq f \leq \frac{A + \mu \cdot \Gamma}{\Gamma - \mu \cdot A}. \quad (13)$$

Из схемы рис. 1, в следует, что при $P = \text{const}$ для V-образного элемента $Q = 2Q'$, где Q' — сила сцепления соответствующего прямого элемента при усилии прижима

$$P' = N = \frac{1}{2} P \cdot \sin^{-1} \frac{\beta}{2}. \quad (14)$$

Соответственно, составляя уравнения равновесия для изогнутого по радиусу R_0 прямоугольного элемента (рис. 1, з) и разрешая их относительно Q , получим (без учета усилия Q)

$$Q = P \cdot \mu \cdot \frac{1}{\Lambda}, \quad (15)$$

где

$$\begin{aligned} \Lambda &= \frac{1}{2} \left[\frac{L}{4} \left(\sqrt{4 \cdot r^2 - L^2} - \sqrt{4 R_0^2 - L^2} \right) + r^2 \cdot \arcsin \frac{L}{2 \cdot r} - \right. \\ &\quad \left. - R_0^2 \cdot \arcsin \frac{L}{2 R_0} + L (R_0 - r - h) \right]; \\ \Lambda &= \frac{1}{R_0} \left\{ \frac{R_0}{3} \left[(R_0^2 + r^2) E(\eta, t) - (R_0^2 - r^2) F(\eta, t) \right] + \right. \\ &+ \frac{L}{12} \sqrt{(4 R_0^2 - L^2)(4 r^2 - L^2)} \left. \right\} + \frac{R_0 - r + h}{2 \cdot R_0} \left(\frac{L}{4} \sqrt{4 R_0^2 - L^2} + \right. \\ &\quad \left. + R_0^2 \cdot \arcsin \frac{L}{2 \cdot R_0} \right) - \frac{R_0 \cdot L}{2} + \frac{L^3}{24 \cdot R_0}, \end{aligned}$$

в этих формулах

$$L = \sqrt{\frac{2 \cdot R_0 \cdot h + h^2}{2(R_0 - r + h)} \left[2 \cdot r - \frac{2 \cdot R_0 \cdot h + h^2}{2(R_0 - r + h)} \right]}$$

$F(\eta, t)$, $E(\eta, t)$ — эллиптические интегралы 1-го и 2-го рода ($\eta = \arcsin \frac{L}{2r}$, $t = \frac{r}{R_0}$).

Из анализа полученных зависимостей следует.

1. Сила и коэффициент сцепления подающего элемента складываются из двух составляющих: фрикционной и деформационной (механической). Последняя определяется результирующей продольной составляющей сил нормального давления на элемент на площади контакта.

2. Сила сцепления возрастает с увеличением значений P , μ , $\frac{h}{\delta}$, $\frac{h}{r_0}$ и уменьшением α , β , δ , r_0 , $\frac{R_0}{r}$.

3. В равных условиях для V-образного и изогнутого элементов значения Q и f больше, чем для прямого. Например, для изогнутого элемента аналитически получено (при $h = 0,08r$) — табл. 1.

Таблица 1

$\frac{R_0}{r}$	1,01	1,02	1,04	1,08	1,16	1,32	1,64	2,0	4,0
$\frac{\gamma}{\Delta}$	1,27	1,21	1,15	1,11	1,09	1,06	1,05	1,04	1,03

Для проверки результатов теоретического анализа были проведены экспериментальные исследования тяговых характеристик 16 вариантов стальных элементов пяти геометрических типов (рис. 2, табл. 2).

Таблица 2

Характеристики	Типы и варианты элементов																		
	I							II			III			IV			V		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
α , град	60	90	120	135	135	135	135	135	135	135	—	—	—	—	—	—			
δ , мм	2	2	2	2	5	10	20	2	2	2	10	30	60	—	—	—			
R_0 , мм	—	—	—	—	—	—	—	300	—	—	—	—	—	—	—	—			
β , град	—	—	—	—	—	—	—	—	130	150	—	—	—	—	—	—			
r_0 , мм	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	30			

Исследования выполнены в лабораториях ЛТА на специальной установке в диапазоне изменений усилия прижима от 735 до 20 000 н (образцы из неокоренной ели диаметром 25 ± 1 см соответствовали свежесрубленным). Методика исследований описана нами ранее [1].

В результате статистической обработки экспериментальных данных для всех элементов были получены корреляционные уравнения $Q = \Phi(P)$, $f = \psi(P)$, $h = Z(P)$ и статистики тяговых характеристик при $P = P_{кр}$ [1], [4]. На основании анализа полученных данных установлено следующее.

1. Для всех элементов с увеличением усилия прижима сила сцепления возрастает, а коэффициент сцепления понижается (из-за уменьшения μ [3]). Интервал изменений f — от 0,9 до 0,2. Уравнения $f = \psi'(P)$, а также статистики предельных тяговых характеристик при $P = P_{кр}$ для некоторых типовых вариантов элементов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Вариант элемента	Уравнение связи P , н	$\sigma_{1,2}$	$P_{кр}$, кн	$q_{кр}$, мн м ⁻²	$Q_{кр} \pm \sigma$, кн
4	$f=0,72 \cdot 10^{-9} P^2 - 0,302 \cdot 10^{-4} P + 0,62$	$\pm 0,019$	17,7	12,8	$5,6 \pm 0,21$
8	$f=0,45 \cdot 10^{-9} P^2 - 0,276 \cdot 10^{-4} P + 0,725$	$\pm 0,016$	18,8	13,3	$7,0 \pm 0,29$
9	$f=1,86 P^{-0,159}$	$\pm 0,018$	18,7	13,7	$7,3 \pm 0,27$
13	$f=0,206 + 268 P^{-1}$	$\pm 0,025$	18,1	3,9	$3,5 \pm 0,22$
16	$f=0,68 \cdot 10^{-9} P^2 - 0,294 \cdot 10^{-4} P + 0,53$	$\pm 0,018$	18,7	7,2	$3,9 \pm 0,18$

Примечание. $\sigma_{1,2}$ — основная ошибка уравнения; σ — среднее квадратическое отклонение.

2. При $P = \text{const}$ с уменьшением значений α , δ , r_0 и увеличением h значения Q и f возрастают. Для элементов I типа Q и f больше, чем для IV и V типов, что указывает, в частности, на симметричность контакта элементов V типа ($\varepsilon_1 \approx \varepsilon_2$). Для V-образных и изогнутого элементов Q и f больше, чем для соответствующего прямого (№ 4).

3. Наибольшие значения предельной силы сцепления $Q_{кр}$ соответствуют элементам с одновременно большими значениями общей $P_{кр}$ и удельной $q_{кр}$ критических нагрузок [1]. Оптимальные тяговые характеристики соответствуют V-образному элементу № 9.

Данные экспериментальных исследований подтверждают результаты теоретического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. А. Боровский. К расчету силовых параметров прижима и определению оптимальных профильных характеристик подающих элементов гусеничного движителя. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1966. [2]. М. А. Дешевой. Механическая технология дерева. Т. 1, Л., 1934. [3]. И. В. Крагельский и др. Коэффициенты трения. М., Машгиз, 1962, [4]. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. М., Физмат, 1961. [5]. Труды ЦНИИМЭ, т. 30, 1961; т. 76, 1966. [6]. В. В. Харитонов. Теория процесса окорки древесины на корообдирочных станках. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1960.

Поступила 18 июня 1970 г.

УДК 634.0 377.71

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПЛИТЫ НА УСАХ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОДОРОГ *

Н. Д. ТАГИЛЬЦЕВ, Г. М. ПАРФЕНОВ, Л. М. ДИДКОВСКАЯ

(Уральский лесотехнический институт)

В настоящее время в СССР автомашинами вывозится около 250—270 млн. м³ леса в год. Для перевозки такого количества древесины лесозаготовители ежегодно строят десятки тысяч километров

* Статья печатается в порядке обсуждения. Редакция просит работников лесной промышленности высказать свое мнение по затронутому вопросу.

автомобильных дорог. Особое значение имеет строительство временных дорог — усов, протяженность которых составляет до 85% общей длины дорожной сети. В ближайшие годы объем автовывозки возрастет, а строительная длина усов, в связи с развитием выборочных рубок ухода и освоением лесосек, имеющих сравнительно невысокие запасы на 1 га, в весенне-летний период достигнет 25 тыс. км.

Несмотря на большие затраты средств и сил, строящиеся в летний период, главным образом, грунтовые, на хворостяной подушке и частично деревянно-лежневые усы мало пригодны для движения по ним современных лесовозных автопоездов.

Кратковременность действия усов и малый грузооборот естественно заставляют лесозаготовителей максимально снижать затраты на строительство, от чего сильно страдает качество покрытия, по которому самостоятельное движение груженых автопоездов в дождливое время зачастую невозможно. В связи с этим приходится прибегать к буксировке их одним или двумя тракторами. Из 110—130 млн. м³ древесины весенне-летней заготовки таким образом (в зависимости от дождливости) перевозят 40—60 млн. м³. Это обходится дорого. На рис. 1 показаны затраты средств (только транспортная составляющая) в зависимости от скорости движения автопоезда по усу.

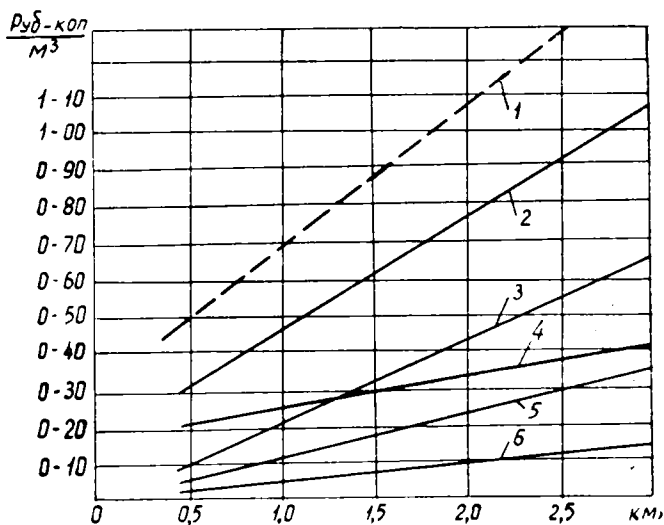


Рис. 1. Себестоимость перевозки 1 м³ древесины по усу в зависимости от его качества и протяженности.

1 — при буксировке автопоезда двумя тракторами; 2 — то же одним; 3 — при самостоятельном движении автопоезда со скоростью 2,5 км/час; 4 — себестоимость буксировки трактором; 5 — при самостоятельном движении автопоезда со скоростью 5 км/час; 6 — то же при скорости 15 км/час.

Из графика видно, что при движении по усу хорошего качества со скоростью 15 км/час и при длине уса 1,5 км затраты составляют 8 коп./м³, а при буксировке автопоезда двумя тракторами (что можно наблюдать очень часто) — 89 коп./м³.

Большие потери средств несут лесозаготовители и в связи с чрезмерным износом автопоездов и большим количеством аварий при движении по усам низкого качества. Однако строительство усов хоро-

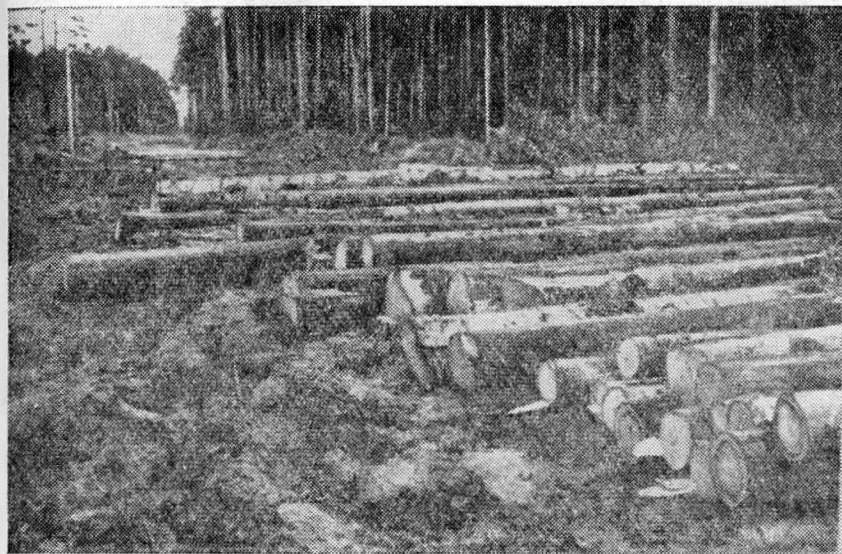


Рис. 2. Поперечная стлань из бревен на глинистом переувлажненном участке уса в Ревдинском ЛПХ комбината «Свердлес».

шего качества, обеспечивающее движение машин со скоростью 10—15 км/час, при существующих типах покрытий, видимо, обходится еще дороже.

Опыт показал, что покрытия из хворостяной подушки и с засыпкой хорошо дренирующим грунтом удовлетворяют требованиям прочности и экономики только при строительстве на дренирующих грунтах. Изучение опыта строительства усов в леспромхозах* позволило установить, что ежегодно примерно 20% усов (по протяженности) строится на дренирующих грунтах или на сухих участках; 80% — на сырых, глинистых грунтах или болотах. Укладка хворостяной подушки на сырых участках со слабыми грунтами требует предварительной выстилки сплошной поперечной стлани из бревен диаметром 7—12 см (этого требуют и ТУ). Технические условия предполагают при этом использование дровяной древесины. Однако на практике эту выстилку приходится делать из того леса, который валят на разрубаемой трассе. В дело идет, как правило, весь хлыст без разделения на дровяную и деловую части, так как вывозят в большинстве случаев хлысты. Таким образом, на поперечную стлань фактически используется большей частью деловая древесина. Часто (особенно при плохом грунте) используются бревна диаметром 18—30 см, а в некоторых случаях и до 40 см (рис. 2). При этом расход древесины достигает до 800—1200 м³ на 1 км уса. Естественно, что стоимость таких усов не ниже стоимости деревянно-лежневых.

Железобетонные покрытия существующих типов также практически могут применяться лишь на дренирующих грунтах или с солидной подсыпкой дренирующего грунта в качестве основания. Таким образом, перед лесозаготовителями стоит острая проблема строительства усов, особенно на сырых, слабых грунтах.

* В работе принимали участие студенты, аспиранты и выпускники УЛТИ.

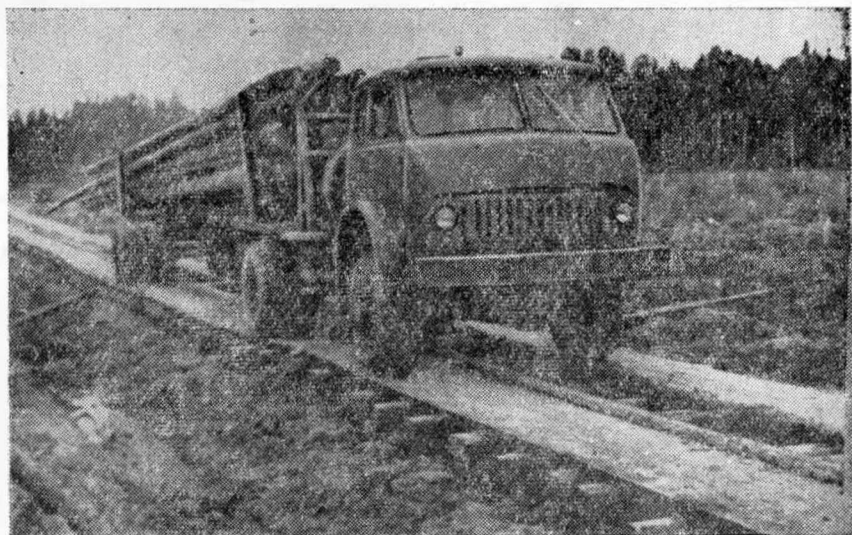


Рис. 3. Движение автопоезда МАЗ-509П + 2-Р-15 по опытному участку.

Кафедра транспорта леса УЛТИ, так же как и другие вузы и научно-исследовательские институты, занимается разрешением этой проблемы. Мы ведем исследование возможности применения металлических плит на строительстве усов. В 1968 г. была изготовлена опытная партия плит для проведения производственных испытаний. В августе — сентябре 1969 г. в Ревдинском ЛПХ комбината «Свердлес» по опытному участку из металлических плит (общей протяженностью 600 м) было вывезено около 10 тыс. м³ древесины автомашинами МАЗ-501, МАЗ-509П и ЗИЛ-164 (рис. 3). Испытания показали, что покрытие обеспечивает хорошие условия для движения лесовозных автопоездов указанных типов со скоростями до 30 км/час, а самосвалов — даже до 45 км/час в любую погоду весенне-летнего периода. Движение на всем протяжении опытного участка уса идет плавно без каких-либо толчков на стыке плит. Нагрузка на ось автомобиля доходила до 13 т. Один из участков протяженностью около 100 м имел подъем (общий) в грузовом направлении 48‰, отдельные плиты — до 73‰.

За весь период испытаний комиссия не обнаружила никаких дефектов плит, а напряжения в основных несущих элементах не превышали расчетного сопротивления для Ст. 3. Следовательно, по условиям прочности (выносливости) плиты могут выдержать не менее $4 \cdot 10^6$ циклов нагружения, в то время как при 50 перекладках, принятых нами, плита испытывает не более $0,5 \cdot 10^6$ циклов.

Учитывая большой опыт эксплуатации металлических покрытий на временных дорогах ФРГ, Англии и других стран [1], [2], [3], [4], а также опыт применения аэродромных металлических плит и принимая во внимание, что плиты в принятой конструкции дороги не соприкасаются с грунтом, можно заключить, что и по условию коррозии плиты выдержат не менее 50 перекладок (4—5 в год).

Поперечный разрез наиболее рационального типа конструкции дороги показан на рис. 4. Плиты, шпалы и огбойные брусья смонтирова-

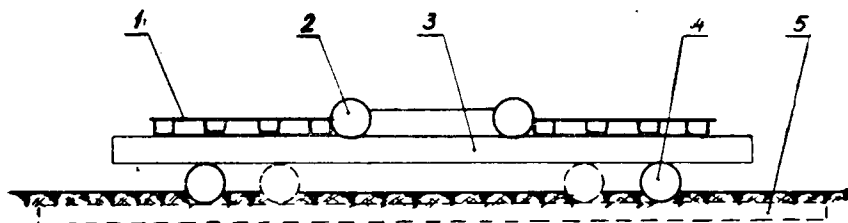


Рис. 4. Конструкция покрытия уса из звеньев металлических плит, укладываемых на продольные лаги-хлысты.

1 — плита типа МП2-90; 2 — отбойный брус; 3 — шпала; 4 — продольные лаги-хлысты; 5 — поперечины из бревен (для болотистых участков).

ны в звено длиной 6 м, которое целиком укладывается краном на продольные лаги-хлысты. На грунтах I и II гидрологических групп под звенья укладывают две лаги, на заболоченных участках — четыре.

В особо тяжелых условиях под продольные лаги необходимо укладывать через 1—1,5 м поперечины из бревен диаметром 10—12 см и длиной 4—5 м.

При строительстве такой дороги раскорчевки не требуется. Деревья на трассе (шириной до 5 м) спиливают заподлицо, сучья равномерно разбрасывают по полосе (поперек), все хлысты, кроме лаг, вытравливают с трассы и складывают в штабеля у намеченных погрузочных площадок.

Как показал опыт строительства экспериментального участка, на укладку продольных лаг на 1 км затрачивается 5—6 машино-смен трелевочного трактора и 20—25 чел.-дней. На укладку звена краном требуется 10—12 мин, на съемку — 8—10 мин, для перевозки звеньев с отработавшего уса на новый, при расстоянии перевозки 3—5 км, — 10—11 крано-смен. После снятия звеньев с уса продольные лаги собирают трелевочным трактором и отправляют на нижний склад. Стоимость строительства 1 км уса (в расчете на одну перекладку) составляет 1400 руб. при расстоянии переброски уса 3 км и 1800 руб. при 10 км (для лесов второй группы). Затраты на перевозку древесины по усу (транспортная составляющая) на расстояние 1,5 км не превышают 5—6 коп./м³.

Расход металла на 1 км пути для автомашин типа МАЗ и КраЗ равен 110 т, а в расчете на одну перекладку — 2,2 т (против 3,5—4,7 т в покрытиях из железобетонных плит и 2,8 т в покрытиях ЛД-5).

Таким образом, предлагаемое покрытие экономичнее существующих не только по стоимости, но и по расходу металла.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Engineering, № 1547, декабрь 1964, стр. 747. [2]. Mechanizacja rolnictwa, № 23, 1964. [3]. Strasse und Autobahn, 15, 1964. [4]. Tiefbau, 11, № 4, 1969, стр. 285—287.

УДК 629.114.4

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ АВТОЛЕСОВОЗА МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ

А. М. ЖИГАЛОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

До недавнего времени теория колебаний основывалась на выборе тех форм и сочетаний неровностей (из всех возможных), которые можно было считать наиболее важными для оценки колеблющейся динамической системы: отдельные или периодически повторяющиеся неровности; неровности, действие которых на автомобиль носит характер импульса и т. д. Возможности такого подхода ограничены, так как он не учитывает случайного характера колебаний.

Согласно современным понятиям, колебания колесных машин при движении по неровной дороге представляют случайный процесс, для оценки которого необходимы статистические методы [4], [3].

Расчет колебаний основан на применении теории случайных функций и соотношения

$$S_z(\omega) = [W(i\omega)]^2 \cdot S_h(\omega), \quad (1)$$

где $S_z(\omega)$ — спектральная плотность случайной функции на выходе динамической системы;

$S_h(\omega)$ — спектральная плотность случайной функции $h(t)$ на входе;

$W(i\omega)$ — частотная характеристика динамической системы.

Применительно к автолесовозу это выражение означает, что, во-первых, должны быть исследованы свойства динамической системы, соответствующей подвеске автолесовоза, и, во-вторых, должно быть проведено статистическое исследование микропрофиля дорог с деревянным покрытием.

В частотной области свойства динамической системы достаточно полно оцениваются амплитудно-частотной характеристикой. Колебательная система, эквивалентная автолесовозу, рассмотрена нами ранее [1]. Эта система описывается четырьмя дифференциальными уравнениями, решение которых представляет известные трудности. Система распадается на две, по два уравнения в каждой, если принять колебания над передней и задней частями автолесовоза независимыми друг от друга. При таком упрощении колебательной системы значительно облегчается качественный анализ колебаний автолесовоза, однако в этом случае приходится считаться с погрешностью, максимальная величина которой при коэффициенте распределения подрессоренных масс у автолесовозов $\varepsilon = 0,65 \div 1,4$ может достигать 10—15%.

Колебательная схема одной из подвесок (передней или задней), принятая для расчета, приведена на рис. 1. Она описывается системой двух дифференциальных уравнений

$$\left. \begin{aligned} M\ddot{z} + k(\dot{z} - \dot{x}) + C_p(z - x) &= 0 \\ m\ddot{x} + k(x - \dot{z}) + C_p(x - z) + C_{\text{ш}}x &= C_{\text{ш}}h(t), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $h(t)$ — функция профиля дорожных неровностей; остальные обозначения видны из схемы.

Система уравнений (2) была решена для восемнадцати значений частоты возмущающей силы в пределах 3,2—6,6 1/сек для подвески автолесовоза Т-80 с грузом и без груза, с амортизаторами и без них. Решение было выполнено методом электро моделирования на установке МН-7. Результаты получены в виде амплитудно-частотных характеристик перемещений и ускорений рамы автолесовоза и приведены в одной из наших работ [1].

Основная причина, вызывающая колебания автолесовоза, — неровности дороги. Воздействие дороги на автолесовоз — случайный процесс, для оценки которого необходимо знать статистические характеристики микропрофиля: дисперсию, корреляционную функцию и спектральную плотность. Для определения этих характеристик были проведены замеры профиля одиннадцати дорожных участков на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях Архангельского промузла [2].

Анализ результатов замеров продольного микропрофиля показал, что на обследованных дорогах преобладают участки со среднеквадратичной высотой неровностей $\sigma_h = 4 \div 5$ см. Статистическая определенность функции микропрофиля обеспечивается при длине дорожного участка не менее 300 м. Исходя из этого, за расчетный мы принимали участок протяженностью 400 м и $\sigma_h = 4,15$ см. Полученная экспериментальным путем нормированная корреляционная функция для этого участка была аппроксимирована с точностью до 4% выражением

$$\rho(\tau) = e^{-\alpha|\tau|}, \quad (3)$$

где α — коэффициент корреляционной связи, определяемый опытным путем.

Уравнение для вычисления нормированной спектральной плотности для этого участка получено [2] в следующем виде:

$$S_h^*(\omega) = \frac{0,057v}{\omega^2 + 0,032v^2}, \quad (4)$$

где $S_h^*(\omega)$ — нормированная спектральная плотность, сек;

v_a — скорость движения автолесовоза, м/сек;

ω — круговая частота, 1/сек;

В соответствии с уравнением (1), для вычисления спектральной плотности на выходе динамической системы следует для каждого значения частоты квадрат модуля амплитудно-частотной характеристики умножить на спектральную плотность воздействия. Так как последняя изменяется в зависимости от скорости движения автолесовоза, то расчет проведен для нескольких значений v_a в пределах возможных эксплуатационных скоростей.

На рис. 2 приведены графики спектральной плотности вертикальных ускорений рамы порожнего автолесовоза над задней подвеской. Спектральная плотность ускорений имеет максимум на частотах, близких к собственным частотам колебаний подвески. Особенно боль-

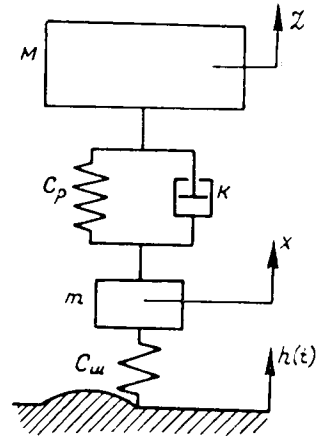


Рис. 1.

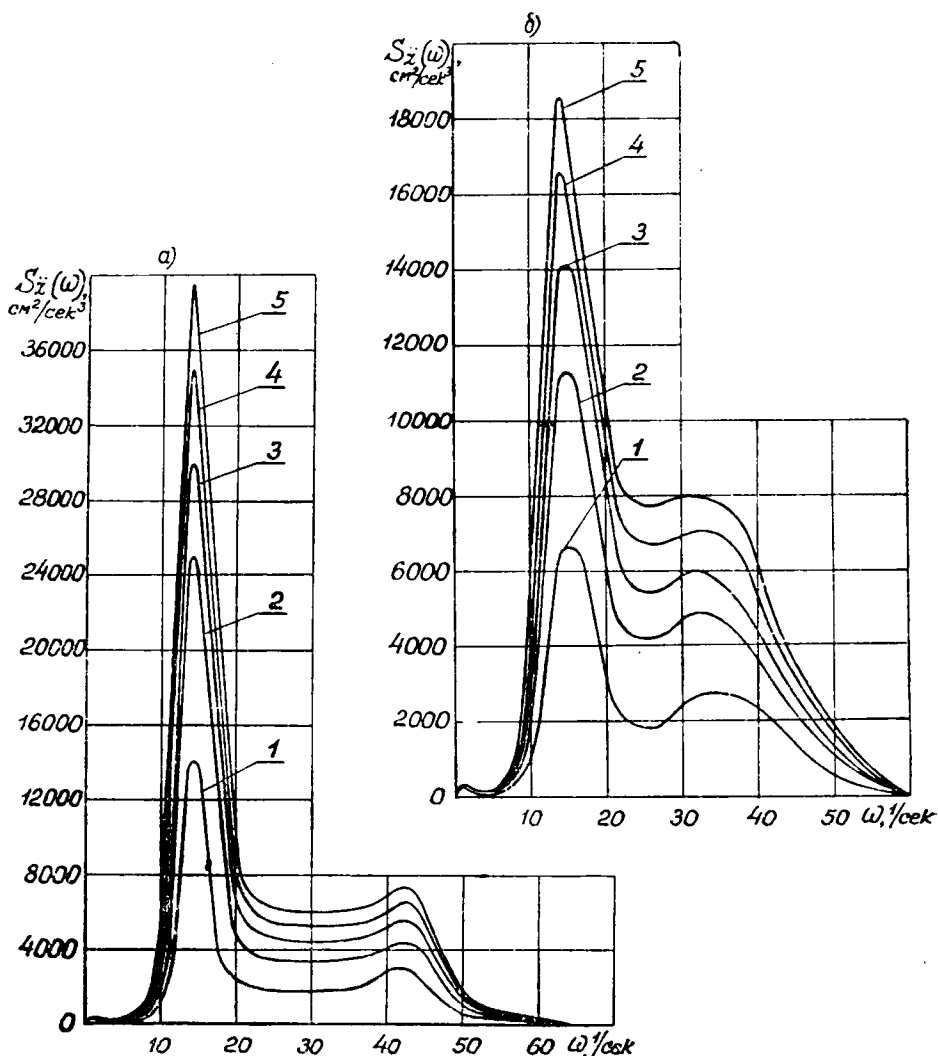


Рис. 2.

a — без амортизаторов; *b* — с амортизаторами.

1 — $v_a = 10$ км/час; 2 — $v_a = 20$ км/час; 3 — $v_a = 25$ км/час;

4 — $v_a = 30$ км/час; 5 — $v_a = 35$ км/час.

шой максимум соответствует низкой собственной частоте, то есть частоте колебаний поддресоренной части автолесовоза. Резкое возрастание спектральной плотности вертикальных ускорений рамы при указанных частотах свидетельствует о неудачно подобранных параметрах подвески.

Из сравнения графиков *a* и *b* видно, что включением в подвеску автолесовоза гидравлических амортизаторов низкочастотный максимум спектральной плотности ускорений рамы можно уменьшить вдвое. Это снижение может быть достигнуто также путем более рационального выбора других параметров подвески и автолесовоза, например, жесткости рессор и шин, распределения поддресоренных масс и т. д. Отсюда следует, что параметры подвески автолесовоза надо подбирать таким

образом, чтобы при прочих равных условиях спектральная плотность амплитуд вертикальных колебаний была наименьшей.

За последние годы в качестве оценочного параметра плавности хода автомобилей широко используется величина среднеквадратичного вертикального ускорения σ .

Из теории вероятностей известно, что $\sigma = \sqrt{D_z}$, где D_z — дисперсия, характеризующая рассеяние, разброс случайной величины около ее математического ожидания.

Дисперсия вертикального ускорения определяется [4] площадью, заключенной между кривой спектральной плотности ускорения и осями ординат, или по формуле

$$D_z = \sigma_z^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} S_z(\omega) d\omega. \quad (5)$$

Площадь между кривой спектральной плотности и осями ординат достаточно просто определяется планиметрированием. Результаты определения среднеквадратичного вертикального ускорения рамы

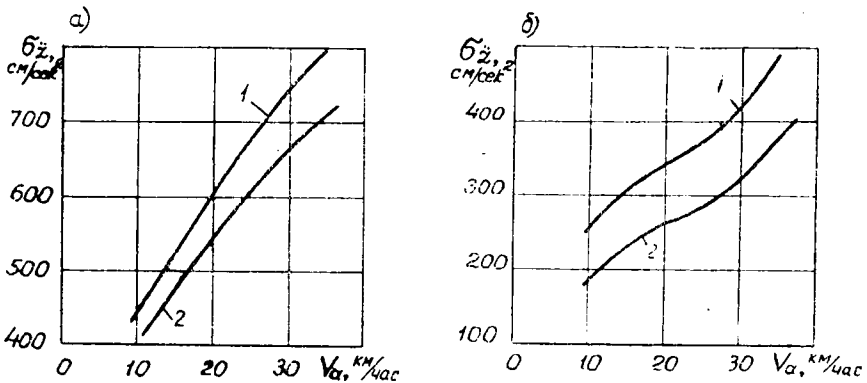


Рис. 3.

1 — без амортизаторов; 2 — с амортизаторами.

автолессовоза в зависимости от скорости его движения приведены на рис. 3. Анализ графика показывает, что с увеличением скорости движения величина среднеквадратичного ускорения растет. При эксплуатационных скоростях движения среднеквадратичное ускорение изменяется в пределах: для порожнего автолессовоза 440—800 $см/сек^2$, для груженого 255—500 $см/сек^2$. При включении в подвеску гидравлических амортизаторов среднеквадратичные ускорения снижаются в среднем на 11% у порожнего и на 30% у груженого автолессовозов.

Согласно эксплуатационно-техническим требованиям к плавности хода колесных машин [5], значения среднеквадратичных ускорений не должны превышать 700 $см/сек^2$. У порожнего автолессовоза Т-80 $\sigma_z^2 > 700$ $см/сек^2$, начиная со скорости 26 $км/час$. Следовательно, чтобы избежать неприятных ощущений, вызванных колебаниями рамы и кабины, а также уменьшить динамические нагрузки, вызывающие повышенный износ и поломки, водитель при максимально возможной скорости движения 38 $км/час$ вынужден не превышать 26 $км/час$. Включение в подвеску амортизаторов позволяет увеличить допустимую по условиям плавности хода скорость движения автолессовоза до 34 $км/час$. Эта скорость может быть увеличена до максимально

возможной при дальнейшем совершенствовании конструкции подвески. Одним из реальных путей для этого является снижение жесткости упругих элементов.

Из рассмотрения графиков также следует, что среднеквадратичная величина ускорений отвечает требованиям, предъявляемым к оценочному параметру плавности хода автолесовозов, и может быть с успехом применена как для сравнительных испытаний плавности хода различных автолесовозов, так и для оценки работы отдельных агрегатов подвески.

Изложенный метод определения среднеквадратичных ускорений является грубоприближенным, главным образом, из-за значительной идеализации динамической модели колебательной системы. В дальнейшем предполагается уточнить метод и сравнить результаты расчета с результатами статистической обработки опытных данных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Жигалов. Исследование колебаний автолесовоза Т-80 на электронной моделирующей установке МН-7. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1967. [2]. А. М. Жигалов. Обследование микропрофиля дорог на биржах пиломатериалов и лесных складах. Сб. «Лесозэксплуатация», труды АЛТИ, вып. XIX, 1967. [3]. Я. М. Певзнер. Расчет колебаний автомобиля при различных статистических характеристиках дорожного микропрофиля. Труды НАМИ, вып. 66, 1964. [4]. А. А. Си-лаев. Спектральная теория поддрессирования транспортных машин. Машгиз, М., 1963. [5]. Н. И. Яценко, О. К. Прутчиков. О методике контрольных испытаний плавности хода автомобилей. Труды НАМИ, вып. 10, 1964.

Поступила 11 сентября 1970 г.

УДК 634.0.372

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОВОЛОКИ НЕСУЩЕГО КАНАТА *

И. И. СЛЕПКО

(Львовский лесотехнический институт)

Экспериментальные исследования выносливости несущих канатов показали, что при уменьшении запаса прочности до определенной величины выносливость каната возрастает [2] и что каждому типу каната при данных условиях эксплуатации соответствует свой оптимальный коэффициент запаса прочности [6].

Цель настоящей работы — теоретическое исследование оптимальной величины запасов прочности несущих канатов в зависимости от типа каната и условий эксплуатации.

В процессе эксплуатации проволоки каната находятся в сложном напряженном состоянии, вследствие действия технологических, растягивающих, изгибных и контактных напряжений. Технологические напряжения исследованы в работах В. Т. Козлова и его учеников [5]. Применение передовой технологии позволяет значительно снизить величину технологических напряжений и довести остаточные напряжения в проволоках каната до $30\text{—}35 \text{ кг/мм}^2$ [5].

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, проф. Н. М. Белой.

Величина растягивающих напряжений от натяжения каната определяется так

$$\sigma_p = \frac{T_{max}}{F}, \quad (1)$$

где T_{max} — максимальное натяжение каната;
 F — площадь металлического сечения каната.

Изгибные напряжения от поперечной нагрузки [2] равны

$$\sigma_{из.1} = \alpha_1 \xi \cdot \frac{V}{F} \sqrt{\frac{E_k}{\sigma_p}}, \quad (2)$$

где α_1 — экспериментальный поправочный коэффициент, равный 0,6—0,8 [2];

ξ — коэффициент, учитывающий зоны перекрытия;

E_k — модуль упругости каната;

V — поперечная нагрузка на колесо, равная

$$V = \frac{Q}{n_1}, \quad (2a)$$

Q — вес пачки бревен с кареткой;

n_1 — число катков каретки.

Напряжение вторичного изгиба для канатов типа ТК равно [7]

$$\sigma_{из.2} = 0,636 \frac{P}{\delta^2 \sin \omega}, \quad (3)$$

где P — сила, действующая на проволоку и равная

$$P = \frac{V}{n_2}, \quad (3a)$$

n_2 — число проволок каната, одновременно касающихся катка;

δ — диаметр проволоки внешнего ряда;

ω — угол между слоями проволок в пряди.

Максимальное контактное напряжение, полученное на основании задачи Герца — Беляева,

$$P_0 = \frac{A_0}{\pi \cdot n} \sqrt[3]{\frac{P(1 + c_1 - c_2 + c_3)^2}{\delta^2}}, \quad (4)$$

где A_0 — коэффициент, зависящий от упругих постоянных материала катка и проволоки;

m и n — коэффициенты, зависящие от геометрии тел в точке контакта и являющиеся функцией $\cos \theta$;

$$\cos \theta = \frac{[(1 - c_3)^2 - 2(1 - c_3)(c_1 + c_2) \cos 2\gamma + (c_1 + c_2)^2]^{1/2}}{1 + c_1 - c_2 + c_3}, \quad (5)$$

здесь c_1 — коэффициент отношения радиуса кривизны проволоки к радиусу катка;

c_2 — коэффициент отношения радиуса кривизны проволоки к радиусу выточки катка;

c_3 — коэффициент отношения главных радиусов кривизны поверхности проволоки в точке контакта;

γ — угол между касательной к оси проволоки в точке контакта и оси каната; приближенно можно считать, что

$$\gamma \approx \alpha \pm \beta^*, \quad (6)$$

* Знак минус относится к канатам крестовой свивки.

где α — угол свивки проволок в прядь;
 β — угол свивки прядей в канат*.

В области контакта материал проволоки подвергается объемному сжатию. Наибольшие напряжения возникают в центре площадки давления или на конце большой полуоси.

Главные напряжения в центре площадки давления [4] равны

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \sigma_x = -\frac{\beta + 2\mu}{1 + \beta} p_0; \\ \sigma_2 &= \sigma_y = -\frac{1 + 2\mu\beta}{1 + \beta} p_0; \\ \sigma_3 &= \sigma_z = -p_0\end{aligned}\quad (7)$$

и на конце большой полуоси эллипса давления

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \sigma_y = \frac{\beta}{e^2} \left(\frac{1}{e} \operatorname{arth} e - 1 \right) (1 - 2\mu) p_0; \\ \sigma_z &= 0,\end{aligned}\quad (8)$$

где e — эксцентриситет эллипса давления с полуосями a и b ;
 β — коэффициент отношения полуосей эллипса давления, то есть

$$\beta = \frac{b}{a}; \quad (8a)$$

μ — коэффициент Пуассона материала проволоки.

Вводя обозначение

$$x = \frac{\beta + 2\mu}{1 + \beta}; \quad (9)$$

$$y = \frac{1 + 2\mu\beta}{1 + \beta}; \quad (9a)$$

$$u = (1 - 2\mu) \frac{\beta}{e^2} \left(\frac{1}{e} \operatorname{arth} e - 1 \right) \quad (9b)$$

и используя принцип независимости действия сил, получим выражения для главных напряжений:

а) в центре площадки давления

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= -xp_0 + \sigma_p + \sigma_{из} + \sigma_{ос}; \\ \sigma_2 &= -yp_0; \\ \sigma_3 &= -p_0,\end{aligned}\quad (10)$$

б) на конце большой полуоси эллипса давления

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= -up_0 + \tau_p - \sigma_{из} + \sigma_{ос}; \\ \sigma_2 &= -ip_0; \\ \sigma_3 &= 0,\end{aligned}\quad (11)$$

где $\sigma_{из}$ — суммарные напряжения первичного и вторичного изгиба

$$\sigma_{из} = \sigma_{из.1} + \sigma_{из.2}. \quad (11a)$$

В соответствии с октаэдрической гипотезой прочности эффективные напряжения определяются из выражения

$$\sigma_3 = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2 - \sigma_2 \cdot \sigma_3 - \sigma_3 \cdot \sigma_1}. \quad (12)$$

Подставляя значение главных напряжений из выражения (10) в формулу (12) и принимая $\mu = 0,3$, получим

* Для спиральных канатов $\beta = 0$.

$$\sigma_3 = \sqrt{(1,96 - 3xy) p_0^2 - (2,6 - 3x) p_0 (\sigma_p - \sigma_{из} + \sigma_{ос}) + (\sigma_p - \sigma_{из} + \sigma_{ос})^2}. \quad (13)$$

После введения обозначений

$$k_1 = 1,96 - 3xy; \quad (14)$$

$$k_2 = 2,6 - 3x \quad (14a)$$

равенство (13) примет вид

$$\sigma_3 = \sqrt{k_1 p_0^2 - k_2 p_0 (\sigma_p - \sigma_{из} + \sigma_{ос}) + (\sigma_p - \sigma_{из} + \sigma_{ос})^2}. \quad (15)$$

Так как величины x и y являются функцией эксцентриситета e , то величины k_1 и k_2 будут функцией $\cos \theta$.

На основании подсчета имеем при $\cos \theta > 0,77 \sqrt{k_1} = \frac{1}{2} k_2$, тогда

$$\sigma_3 = \sqrt{k_1} p_0 - \sigma_p + \sigma_{из} - \sigma_{ос}. \quad (16)$$

Вводя обозначение, с учетом зависимостей (9) и (9а),

$$k = \sqrt{k_1} = \sqrt{1,96 - \frac{3(1 + 2\beta\mu) \cdot (\beta + 2\mu)}{(1 + \beta)^2}}. \quad (17)$$

получаем выражение для определения эффективных напряжений в центре площадки давления, при $\cos \theta > 0,77$

$$\sigma_3 = k p_0 - \sigma_p + \sigma_{из} - \sigma_{ос}. \quad (18)$$

Эффективные напряжения на конце большой полуоси

$$\sigma_3 = \sqrt{3u^2 p_0 + 3u p_0 (\sigma_p - \sigma_{из} - \sigma_{ос}) + (\sigma_p - \sigma_{из} + \sigma_{ос})^2}. \quad (19)$$

С некоторым приближением можно принять, что

$$\sigma_3 = \sqrt{3} u p_0 + \sigma_p - \sigma_{из} + \sigma_{ос}. \quad (20)$$

Вводя обозначение $\sqrt{3} u = k_3$, получим

$$\sigma_3 = k_3 p_0 + \sigma_p - \sigma_{из} + \sigma_{ос}. \quad (21)$$

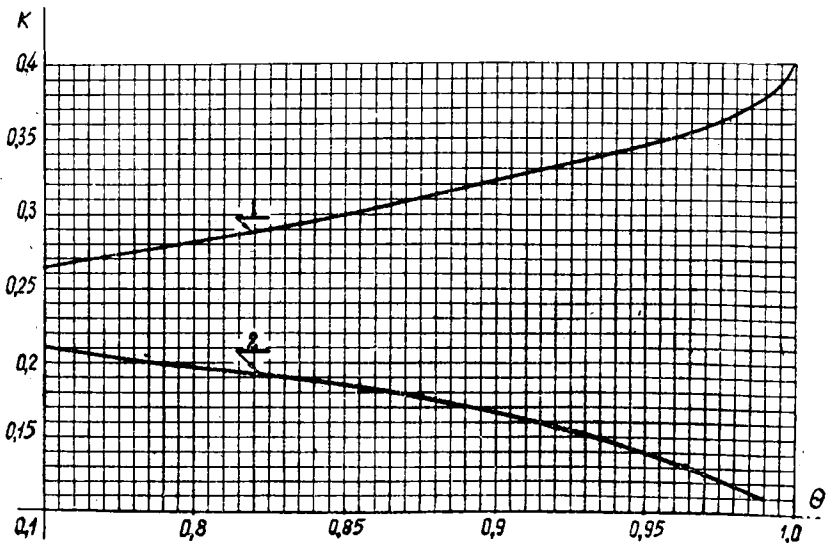


Рис. 1. График зависимостей 1 — $k = f(\cos \theta)$; 2 — $k_3 = f(\cos \theta)$.

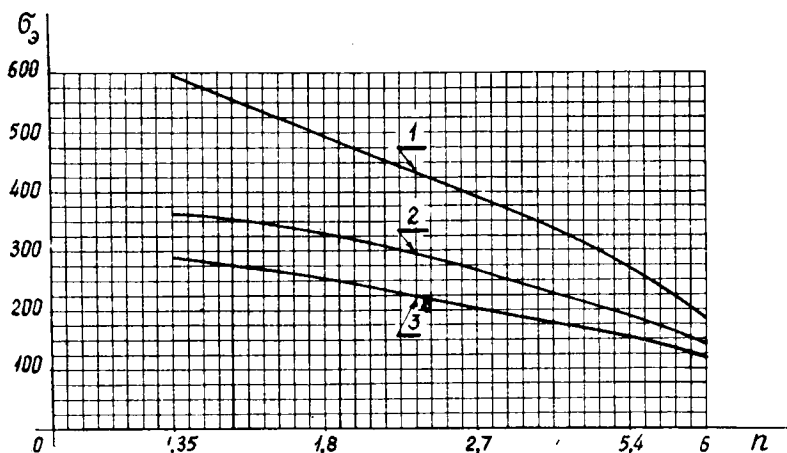


Рис. 2. График зависимости $\sigma_3 = f(n)$ при $\frac{T}{V} = \text{const.}$

$$1 - \frac{T}{V} = 15; \quad 2 - \frac{T}{V} = 25; \quad 3 - \frac{T}{V} = 35.$$

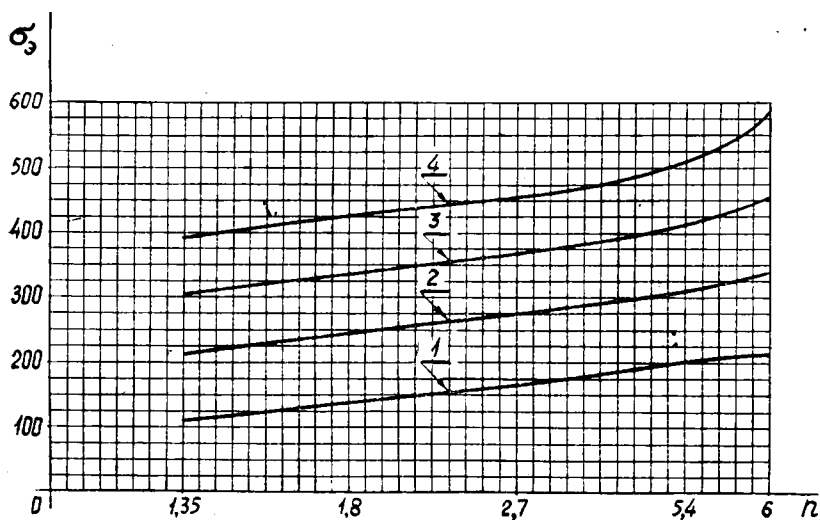


Рис. 3. График зависимости $\sigma_3 = f(n)$ при $V = \text{const.}$

$$1 - V = 250 \text{ кг}; \quad 2 - V = 500 \text{ кг}; \quad 3 - V = 750 \text{ кг}; \quad 4 - V = 1000 \text{ кг}.$$

Для облегчения вычислений построены графики зависимости $k_1 = f(\cos \Theta)$ и $k_3 = f(\cos \Theta)$ — рис. 1. На рис. 2 и 3 приведены графики зависимости эффективных напряжений в центре эллипса давления от напряжений растяжений для различных отношений и для различных поперечных давлений V .

Так как напряжение ρ_0 и $\sigma_{нз2}$ зависит от условий эксплуатации и геометрии тел в точке контакта, так же как коэффициенты k и k_3 , а $\sigma_{ос}$ — от технологии изготовления каната, можно считать, что эти величины не связаны с напряжениями растяжения σ_p .

Напряжение первичного изгиба $\sigma_{нз1}$ зависит от σ_p ; вводя обозначение

$$c = \alpha_1 \xi \frac{V}{F} \sqrt{E_k}, \quad (22)$$

получим

$$\sigma_{из.1} = \frac{c}{z^{1/2}}. \quad (22a)$$

Из выражений (18) и (21) следует, что эффективные напряжения в центре площадки давления уменьшаются с увеличением растяжений, а на конце большой полуоси возрастают с повышением σ_p . Значит, существует такое оптимальное значение напряжений растяжения σ_p , соответствующее наибольшему сроку службы, которому отвечает минимальная величина приведенных напряжений σ_s . Это имеет место, когда приведенные напряжения на конце большой полуоси и в центре эллипса давления равны между собой, то есть

$$k p_0 - \sigma_p + \sigma_{из} = k_3 p_0 + \sigma_p - \sigma_{из} + \sigma_{ос}. \quad (23)$$

Группируя, получаем неполное кубическое уравнение

$$z^3 - \frac{V}{c} z - c = 0, \quad (24)$$

где

$$V = (k - k_3) p_0 + 2(\sigma_{из2} - \sigma_{ос}); \quad (25)$$

$$z = \sigma_p^{1/2}. \quad (26)$$

Число действительных решений уравнения вида

$$x^3 + 3px - 2g = 0 \quad (27)$$

зависит от знака дискриминанта

$$D = g^2 + p^3. \quad (27a)$$

Так как в нашем случае

$$p = -\frac{1}{6} V; \quad g = -\frac{c}{2} \quad (28)$$

и величины V и c соизмеримы, то $D < 0$. При $D < 0$ уравнение (27) имеет три действительных корня, а именно

$$x_1 = -2r \cos \frac{\varphi}{3};$$

$$x_2 = 2r \cos \left(\frac{\varphi}{3} + 60^\circ \right); \quad (29)$$

$$x_3 = 2r \cos \left(\frac{\varphi}{3} - 60^\circ \right),$$

где

$$r = -\sqrt{|p|} = -\sqrt{\left| \frac{V}{6} \right|}; \quad (30)$$

$$\cos \varphi = \frac{g}{r^3} = \frac{c}{2 \left(\frac{V}{6} \right)^{3/2}}. \quad (31)$$

Так как корни уравнения (24) z_2 и z_3 получаются со знаком минус, то есть отвечают условиям работы каната на сжатие, что не соответствует действительности, их следует отбросить; таким образом, уравнение (23) будет иметь одно действительное решение:

$$\sigma_p = \frac{2}{3} [(k - k_3) p_0 + 2(\sigma_{из2} - \sigma_{ос})] \times \\ \times \cos^2 \left(\frac{\arccos \frac{7,35\alpha_1 \cdot \xi \cdot V \sqrt{E_k}}{|(k - k_3) p_0 + 2(\sigma_{из2} - \sigma_{ос})|^{2/3} \cdot F}}{3}}{3} \right). \quad (32)$$

Величина оптимального натяжения $T_{оп}$ равна

$$T_{оп} = \sigma_p \cdot F, \quad (33)$$

а оптимальный коэффициент запаса прочности каната определится как

$$n_{оп} = \frac{T_{раз}}{T_{оп}}, \quad (34)$$

где $T_{раз}$ — разрывное усилие каната.

В качестве примера рассмотрено определение оптимального коэффициента запаса прочности несущего каната ГОСТ 3070—55 диаметром 25 мм, с площадью металлического сечения $F = 229 \text{ мм}^2$; при следующих условиях эксплуатации: каток каретки — стальной с полукруглой выточкой радиусом 14 мм и диаметром 150 мм; грузоподъемность установки — 3 т; каретка с 8-ю катками.

В результате подсчетов получено $\sigma_p = 94 \text{ кг/мм}^2$, что для проволоки с временным сопротивлением $\sigma_b = 160 \text{ кг/мм}^2$ соответствует запасу прочности $n = 1,46$; при $\sigma_b = 180 \text{ кг/мм}^2$ запас прочности увеличивается до $n = 1,63$.

Выводы

1. Так как напряжения вторичного изгиба для канатов типа ТК всегда больше, чем для канатов типа ЛК, из выражения (32) следует, что оптимальный коэффициент запаса прочности для канатов типа ГК всегда меньше, чем для канатов типа ЛК. Это положение подтверждается экспериментальными исследованиями [6].

2. При увеличении натяжения эффективные напряжения в центре площадки давления уменьшаются, что приводит к повышению выносливости каната (см. график $\sigma_s = f(n)$ — рис. 3).

3. Из графика (рис. 3) следует, что при уменьшении поперечного давления на каток эффективные напряжения уменьшаются, то есть выносливость каната повышается. Это положение также подтверждено экспериментами [2], [6], [3].

4. Из графика $\sigma_s = f(n)$ — рис. 2 следует, что при увеличении отношения $\frac{i}{V}$ эффективные напряжения уменьшаются, то есть выносливость каната повышается, что подтверждается исследованиями многих авторов [2], [6], [3], [1].

5. Для определения оптимального коэффициента запаса прочности получено выражение (34).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вернле. Изучение факторов, влияющих на выносливость канатов. ОНТИ, 1934. [2]. А. И. Дукельский. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. Изд-во «Машиностроение», М.—Л., 1966. [3]. В. Г. Каплун. Исследование долговечности несущих канатов подвесных лесотранспортных установок. Автореферат кандидатской диссертации, ЛОЛПИ, Львов, 1968. [4]. Б. С. Ковальский. Расчеты деталей на местное сжатие. Изд-во ХВКМУ, Харьков, 1967. [5]. В. Т. Козлов и др. Исследование технологических напряжений в стальных канатах. Материалы

юбилейной научно-технической конференции, посвященной пятидесятилетию института, Машиностроение и экономика, изд-во ОПИ, Одесса, 1968. [6]. А. Г. Прохоренко. Исследование работы канатов лесотранспортных установок и канатно-рельсовых дорог. Автореферат кандидатской диссертации, ЛОЛПИ, Львов, 1968. [7]. Th. W. S. Die Stahldrahtseile der Transport- und Förderanlagen insbesondere der Standseil- und Schwebbahnen Zürich, 1957.

Поступила 13 апреля 1970 г.

УДК 631.615

УЧЕТ НЕОДНОРОДНОСТИ ТОРФЯНЫХ ГРУНТОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ИХ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Н. П. КОВАЛЕНКО

(Архангельский лесотехнический институт)

Торфяные грунты малой степени дисперсности имеют волокнистую структуру. Отдельные волокна, представленные неразложившимися растениями, расположены обычно горизонтально в массиве торфа естественного сложения, имеют точки контакта и покрыты частицами коллоидных фракций или их агрегатами. Крупные волокнистые частицы создают скелет, обладающий неравномерной пространственной жесткостью [1]. Пространство между частицами заполнено жидкостью, существенным образом отличающейся от ньютоновской [5].

Определения прочностных характеристик торфяных грунтов в залежи, проведенные нами с помощью сдвигомера-крыльчатки и пенетрометра А. С. Амаряна (280 определений) позволили установить пределы изменения прочностных характеристик торфяной залежи или отдельных слоев торфа, слагающих залежь. На рис. 1 представлены статистические кривые распределения сопротивления мгновенному сдвигу τ_0 и сопротивление пенетрации σ_0 для верховой торфяной залежи, сложенной топяным и лесотопяным торфом ($R = 15 \div 30\%$; $W = 700 \div 1600\%$) как естественного состояния, так и после уплотнения песчаным

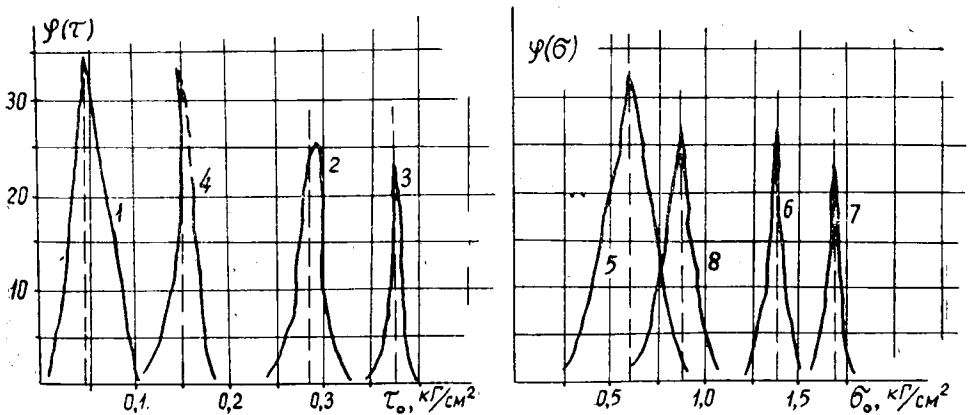


Рис. 1. Кривые распределения прочностных характеристик торфа в залежи.

1, 2, 3, 4 — распределение τ_0 для естественной залежи, под уплотняющим песчаным слоем 1,5 и 2,3 м соответственно и после осушения (5 и от оси дрены): 5, 6, 7, 8 — распределение σ_0 для естественной залежи, под пригрузочным песчаным слоем 1,5 и 3,2 м соответственно и после осушения.

слоем, а также на осушенных участках*. Кривые имеют характерную симметричность и с достаточной точностью воспроизводятся центральной частью кривой нормального распределения, о чем свидетельствуют также данные работы Л. С. Амаряна [1].

Среднеквадратичные величины отклонения напряжений Δ_τ , Δ_σ ($\pm 0,040$; $\pm 0,055$) от среднего значения τ_p , σ_{cp} в каждой точке торфяного пласта характеризуют способность данной дисперсной среды рассеивать напряжения. Величины Δ_τ , Δ_σ могут служить показателями неоднородности [4] торфяных грунтов и для удобства выражены в безразмерной форме [2]

$$v_\sigma = \frac{\Delta_\sigma}{\sigma_{cp}}; \quad v_\tau = \frac{\Delta_\tau}{\tau_{cp}}. \quad (1)$$

При уплотнении торфяного грунта происходит упорядочение структуры, сопровождающееся микросдвигами, а с изменением расстояния между точками контакта частиц уменьшается неоднородность торфяного грунта, о чем свидетельствует сужение кривых распределения τ , σ , представленных на рис. 1.

На основе опытных данных по определению τ_0 , σ_0 для торфа установлена зависимость между величинами неоднородности v_σ , v_τ и коэффициентом пористости ε , который в данном случае служит показателем степени уплотнения для верховой залежи, сложенной топяным торфом ($R < 30\%$). Эта зависимость представлена на рис. 2.

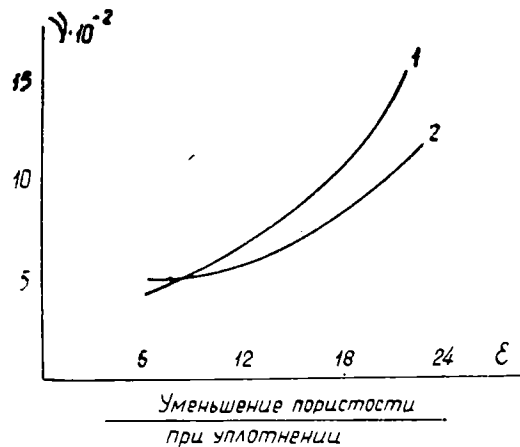


Рис. 2. Изменение неоднородности торфа по мере изменения коэффициента пористости при уплотнении.

1 — топяной торф $R < 15\%$; 2 — лесотопяной торф $20\% < R < 30\%$.

Для торфяных грунтов как неоднородных упруго-вязких сред, состоящих из упругих частиц, способных взаимосмещаться с преодолением сил вязкого сопротивления жидкой фазы, соотношения (1) не могут оставаться постоянными во времени. Для таких систем характерно выравнивание напряжений вследствие микросдвигов отдельных частиц, а также релаксации напряжений в относительно перенапряженных точках. В итоге релаксационно-деформационного процесса, развивающегося неравномерно в пространстве и во времени, первоначальная неравномерность в распределении напряжений с течением времени будет уменьшаться. При этом можно считать работу напряжений, затрачиваемую на местные сдвиги, пропорциональной приращению дисперсии напряжений $d(\Delta_\tau^2)$ [2]. Изменение дисперсии для торфяных грунтов должно подчиняться зависимости

неравномерно в пространстве и во времени, первоначальная неравномерность в распределении напряжений с течением времени будет уменьшаться. При этом можно считать работу напряжений, затрачиваемую на местные сдвиги, пропорциональной приращению дисперсии напряжений $d(\Delta_\tau^2)$ [2]. Изменение дисперсии для торфяных грунтов должно подчиняться зависимости

* Для исключения влияния расстояния от дрены на разброс опытных данных по определению τ_0 , σ_0 приведенные на рис. 1 значения τ_0 , σ_0 замерены в 5 м от осевых глубинных горизонтальных дрен.

$$\Delta_0^2 = f(\tau, t). \quad (2)$$

Следовательно, можно записать полный дифференциал

$$d(\Delta_0^2) = \frac{\partial(\Delta_0^2)}{\partial\sigma_{\text{ср}}} d\sigma_{\text{ср}} + \frac{\partial(\Delta_0^2)}{\partial t} dt. \quad (3)$$

При рассмотрении зависимости (3) будем иметь в виду, что Δ_0^2 при $t = 0$ имеет определенное начальное значение Δ_0^2 . В процессе упорядочивания системы возможен случай, когда изменение Δ^2 должно происходить в соответствии с текущими значениями ν_0^2 , тогда, согласно выражениям (1),

$$\frac{\partial(\nu_0^2)}{\partial\sigma_{\text{ср}}} = 0 \quad (4)$$

или

$$\frac{\partial(\Delta_0^2)}{\partial\sigma_{\text{ср}}} d\sigma_{\text{ср}} = \nu_0^2 2\sigma_{\text{ср}} d\sigma_{\text{ср}}. \quad (5)$$

С другой стороны, можно считать, что изменение $\Delta^2(t)$ обратно пропорционально вязкости дисперсионной среды η и прямо пропорционально модулю деформации E [2], [6].

$$\frac{\partial(\Delta_0^2)}{\partial t} dt = - \frac{E \Delta_0^2}{\eta} dt. \quad (6)$$

Подставляя зависимости (5) и (6) в исходное уравнение (3), получаем

$$d(\Delta_0^2) = \Delta_0^2 \left(\frac{2d\sigma_{\text{ср}}}{\sigma_{\text{ср}}} - \frac{E dt}{\eta} \right). \quad (7)$$

При $\dot{\sigma}_{\text{ср}}(t) = \text{const}$, что возможно при условии передачи напряжений на частицы торфа (например, неводонасыщенная торфяная система),

$$\nu_0^2 = \nu_0^2 \exp\left(-\frac{E}{\eta} t\right). \quad (8)$$

Таким образом, при условии постоянства во времени уплотняющих напряжений неоднородность торфа уменьшается по экспоненциальному закону, следуя закону релаксации напряжений Максвелла [6], что применимо для неводонасыщенных торфяных грунтов, например, для осушенных торфяных слоев.

При уплотнении водонасыщенного пласта торфа нужно исходить из следующего соотношения при фиксированном моменте времени [7]:

$$\sigma_{\text{ср}} = P - U, \quad (9)$$

где P — уплотняющая нагрузка, приложенная к водонасыщенному торфяному слою;

U — поровое давление.

При таком соотношении $\sigma_{\text{ср}}$ не остается постоянным во времени и будет изменяться от нулевого значения при $t = 0$ до величины P при $t \rightarrow \infty$.

Изменение прочностных свойств торфа происходит в результате уплотнения, соответственно росту эффективных напряжений $\sigma_{\text{ср}}$ [3]. При этом происходит уменьшение объемной неравномерности уплотняемого торфяного слоя.

Для функции $\sigma_{cp}(t)$ (рис. 3) можно записать [7]

$$\sigma_{cp}(t) = \rho \left[1 - \frac{1}{\pi} \sum_{m=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{m} \sin \frac{m\pi x}{2h} \exp(-m^2 N) \right] \quad (10)$$

где $2h$ — толщина рассматриваемого слоя;

$$N = \frac{\tau^2 c}{4h^2} t;$$

c — коэффициент консолидации.

Кривую $\sigma(t)$, представленную на рис. 3, разделим на участки $O-I$, $I-II$ и $II-III$ и будем с некоторой погрешностью считать, что

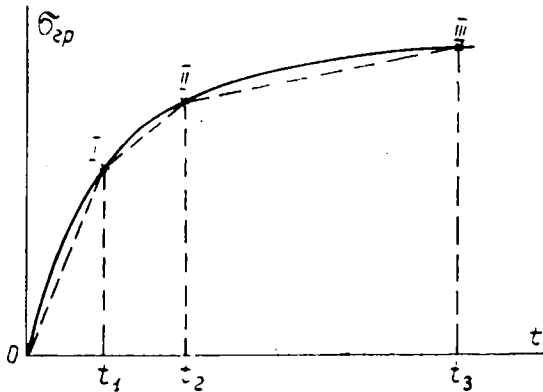


Рис. 3. Изменение эффективного напряжения во времени.

$O-I$, $I-II$, $II-III$ — участки кривой, для которых с некоторой погрешностью принята постоянная скорость изменения эффективных напряжений.

изменение эффективных напряжений в пределах каждого участка подчиняется зависимости

$$\begin{aligned} \Delta'_\sigma &= v'_\sigma t & \text{при } 0 < t < t_1; \\ \Delta''_\sigma &= v''_\sigma t & \text{при } t_1 < t < t_2; \\ \Delta'''_\sigma &= v'''_\sigma t & \text{при } t_2 < t < \infty, \end{aligned} \quad (11)$$

где v'_σ ; v''_σ ; v'''_σ — скорость изменения напряжения.

С учетом уравнений (3) и (6) можно записать

$$\frac{d(\Delta_\sigma^2)}{dt} = 2(v'_\sigma)^2 (v_\sigma)^2 dt - \frac{\Delta_{\sigma 1}^2 E}{\eta_1}, \quad (12)$$

откуда с учетом выражений (11) получим

для $0 < t < t_1$

$$v_\sigma^2 = v_\sigma^2 \exp\left(-\frac{E_1}{\eta_1} t\right) + 2(v'_\sigma)^2 \left(\frac{\eta_1}{E_1}\right)^2 \left[\frac{E_1}{\eta_1} t - 1 + \exp\left(-\frac{E_1}{\eta_1} t\right)\right]; \quad (13)$$

для $t_1 < t < t_2$

$$v_a^2 = v_a^2 \exp\left(-\frac{E_2}{\tau_2} t\right) + 2(v_a^*)^2 \left(\frac{\eta_2}{E_2}\right)^2 \left|\frac{E_2}{\tau_2} t - 1 + \exp\left(-\frac{E_2}{\tau_2} t\right)\right|; \quad (13'')$$

я $t_2 < t < \infty$

$$= v_a^2 \exp\left(-\frac{E_3}{\tau_3} t\right) + 2(v_a^*)^2 \left(\frac{\eta_3}{E_3}\right)^2 \left|\frac{E_3}{\tau_3} t - 1 + \exp\left(-\frac{E_3}{\tau_3} t\right)\right|. \quad (13''')$$

Изменение неоднородности водонасыщенного торфяного грунта, определяющей распределение напряжений, характер развития микродвигов и пространственную жесткость скелета, можно оценить в процессе уплотнения с помощью системы уравнений (13). Анализ этих уравнений показывает, что в результате уплотнения происходит упорядочивание торфяной системы и уменьшается разброс прочностных характеристик (таких, как σ , τ и др.), а следовательно, снижается возможность релаксации напряжений, вызванной пространственной неравномерностью скелета. В некоторых случаях (при больших значениях $\sigma_{ср}$ и малых значениях v_a^2) можно пренебречь составляющей скорости релаксации напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. С. Амарян. Прочность и деформируемость торфяных грунтов. Изд-во «Недра», М., 1969. [2]. В. Н. Быковский. Сопротивление материалов во времени с учетом статистических факторов. Госстройиздат, М., 1958. [3]. Н. П. Коваленко. Методы технической мелиорации торфяных грунтов. Журн. «Основания, фундаменты и механика грунтов» № 2, 1969. [4]. Н. Л. Леонтьев. Техника статистических вычислений. Гослесбумиздат, М.—Л., 1961. [5]. С. В. Нерпин, Н. Ф. Бондаренко. Исследование механических свойств тонких слоев жидкости в концентрированных эмульсиях методом фильтрации. ДАН, 114, 833, 1957. [6]. М. Рейнер. Десять лекций по теоретической реологии. Гостехиздат, 1947. [7]. В. А. Флорин. Основы механики грунтов. Госстройиздат, т. 1, М.—Л., 1959.

Поступила 28 сентября 1970 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.093.6-413.82

ОБ ОБРАБОТКЕ ДИАГРАММ МОЩНОСТИ РЕЗАНИЯ
ПРИ ПРОДОЛЬНОЙ РАСПИЛОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Б. Д. КОЛЧАНОВ

(Петрозаводский государственный университет)

Мощность резания при распиловке древесины чаще всего измеряют при помощи самопишущего ваттметра. Полученные при этом диаграммы являются исходным материалом для вычисления различных величин (энергии и мощности, усилия и удельной работы резания, продолжительности распиловки и т. п.). Точность определения этих величин зависит от правильности обработки диаграмм. Между тем, в литературе мы нашли мало данных по указанному вопросу. В настоящей статье, написанной на основании материалов, полученных автором при исследовании режимов резания на продольно-распиловочном станке, делается попытка в какой-то степени восполнить этот пробел.

Диаграмма мощности резания при продольной распиловке, записанная ваттметром (рис. 1), состоит из трех частей. В начальной стадии кривая (участок PS) круто идет вверх, в конечной (участок TF) резко снижается, средняя часть (ST) представляет собой кривую, общее направление которой примерно параллельно линии нулевой мощности OO' .

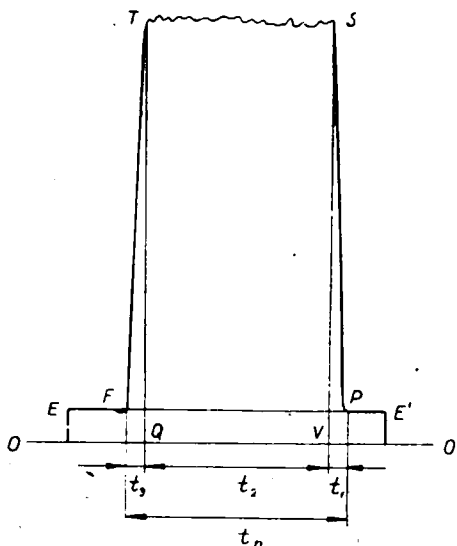


Рис. 1.

OO' — линия нулевой мощности; EE' — линия мощности холостого хода; t_{II} — продолжительность распиловки образца, сек.

Чтобы правильно обработать диаграммы, нужно выяснить, от чего зависит форма каждой части кривой. Некоторые исследователи объясняют происхождение восходящей и нисходящей частей кривой инерционностью самописца. Есть также мнение, что форма начального участка диаграммы связана с расходом кинетической энергии вращающихся масс станка в начале пиления, конечная же ниспадающая ветвь связана с потреблением электрической энергии на разгон вращающихся масс после окончания распиловки.

Проверим справедливость этих суждений. Если форма начальной ветви объясняется инерционностью прибора, то характер этой части кривой должен быть примерно одинаков при записи мощности любого равномерного процесса. То же можно сказать о конечной ветви кривой. Однако, как показали записи мощности постоянной нагрузки, при включении и выключении последней перо ваттметра вычерчивает пря-

мую, почти перпендикулярную направлению движения ленты (или линии нулевой мощности). Кроме того, на записях мощности резания и крутящего момента, сделанных осциллографом, также имеются подобные начальные и конечные участки, хотя осциллограф практически не имеет инерции. Следовательно, первое объяснение лишь частично отражает действительность (по крайней мере, при работе с достаточно большими высотами пропилов).

Рассмотрим второе объяснение. Известно, что расход кинетической энергии связан с уменьшением скорости. Но записи числа оборотов, проводившиеся при экспериментах, показывают, что скорость на протяжении всего опыта менялась незначительно. Таким образом, и это объяснение только в некоторой мере соответствует истине.

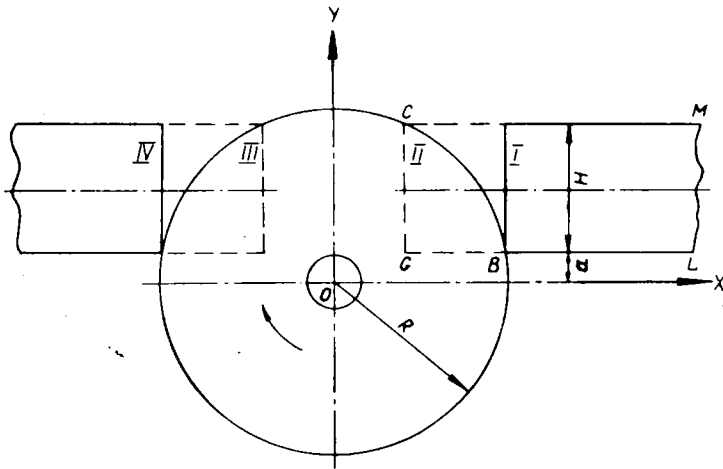


Рис. 2. Расположение образца в начале и конце распиловки.

I, II, III, IV — положения образца при распиловке; *H* — высота образца, *m*; *a* — высота подъема нижней пласти образца над центром пилы, *m*; *R* — радиус пилы, *m*.

Тщательный анализ процесса пиления и диаграмм мощности резания показывает, что форма крайних ветвей кривой определяется, главным образом, изменением высоты пропила в начале и конце распиловки образца. В самом деле, как видно из рис. 2, в начале пиления высота пропила в течение определенного промежутка времени t_1 увеличивается от 0 до H . При этом образец перемещается из положения *I* во *II*. В конце распиловки высота пропила уменьшается от H до 0.

Определим продолжительность резания с переменной высотой пропила. С этой целью найдем проекцию дуги *BC* (рис. 2) на ось *OX*. В принятой системе координаты точки *B* можно получить как координаты точки пересечения линии вершин зубьев с линией *GL* (проекцией нижней пласти образца на плоскость рисунка). Уравнение первой линии имеет вид

$$y = \sqrt{R^2 - x^2}.$$

Уравнение второй линии

$$y = a.$$

Тогда для точки *B*

$$x_1 = \sqrt{R^2 - a^2}.$$

Аналогично для точки C

$$x_2 = \sqrt{R^2 - (a + H)^2},$$

Следовательно, проекция дуги BC на ось OX выразится уравнением

$$BG = \sqrt{R^2 - a^2} - \sqrt{R^2 - (a + H)^2}.$$

Продолжительность перемещения образца из положения I во II

$$t'_1 = \frac{\sqrt{R^2 - a^2} - \sqrt{R^2 - (a + H)^2}}{u}, \quad (1)$$

где u — скорость подачи, $м/сек.$

Продолжительность перемещения образца из положения III в IV

$$t'_3 = t'_1.$$

Подсчеты показали, что время t'_1 , вычисленное по формуле (1), соответствует примерно $2/3$ времени t_1 , определенному по записям ваттметра. Так, для диаграммы рис. 1 время t_1 равняется $0,539$ сек, $t'_1 = 0,366$ сек.

Указанные эксперименты и анализ диаграмм и расчетов показали, что при достаточно большой толщине распиливаемых образцов характер и размеры начальной и конечной частей кривой мощности резания определяются, в основном, изменением высоты пропила в начале и конце пиления. Инерционность прибора и изменение кинетической энергии вращающихся масс механизма резания влияют на форму кривой в меньшей степени. Направление и характер средней части кривой объясняются тем, что в этот период пиление производится с постоянной высотой пропила.

Продолжительность резания с постоянной высотой пропила можно определить по формуле

$$t'_2 = \frac{L - 2 \left[\sqrt{R^2 - a^2} - \sqrt{R^2 - (a + H)^2} \right]}{u}, \quad (2)$$

где L — длина распиливаемого образца, $м.$

Как видно из формулы (1), продолжительность работы с переменной высотой пропила t'_1 , а следовательно, и время t'_3 не зависят от длины образца. Поэтому если при исчислении средней мощности исходить из всей площади диаграммы, то влияние начальной и конечной частей кривой значительно сильнее для образцов небольшой длины, чем для длинных образцов. Таким образом, если мощность и другие величины вычислять из всей площади диаграммы мощности резания, то для сравнения результатов различных исследований нужно принимать образцы одинаковой длины.

Величины t'_1 и t'_3 зависят от диаметра пилы, высоты пропила и высоты подъема образца над центром пилы. Если исходить из всей площади диаграммы, то при определении средней мощности ошибки могут вызываться и различиями в этих параметрах.

Необходимо учитывать и следующее. Самопишущий ваттметр записывает полную мощность, затрачиваемую при пилении. Для определения мощности, расходуемой непосредственно на резание, полную мощность нужно умножать на к.п.д. установки при данных условиях. В начальной и конечной стадиях распиловки мощность, затрачиваемая механизмом резания, а следовательно, и к.п.д. станка быстро меняются. Поэтому определение средней мощности, затрачиваемой на чистое резание, для этих стадий чрезвычайно затруднительно и сопряжено со значительными погрешностями. При записи средней части кривой

мощность меняется сравнительно немного, и диапазон изменения к.п.д. установки также невелик.

Анализ изложенного показывает, что среднюю мощность резания и другие величины наиболее целесообразно вычислять, исходя только из основной части диаграммы. Это позволит устранить ошибки, связанные с неравенством длин испытуемых образцов, диаметров дисков, высот пропилов и подъема образцов, и ошибки, вызванные большим изменением к.п.д. установки при переменных высотах пропилов. Кроме того, исключив начальную и конечную части диаграммы при определении средней мощности резания и других величин, мы избегаемся от ошибок, вносимых инерционностью прибора.

С учетом указанных соображений можно рекомендовать следующий порядок обработки диаграмм мощности резания. На обрабатываемой диаграмме проводят линию нулевой мощности OO' (рис. 1). Из вершин восходящей и нисходящей ветвей кривой на линию нулевой мощности опускают перпендикуляры SV и TQ . Затем планиметром определяют площадь $VSTQ$, заключенную между кривой, линией нулевой мощности и указанными перпендикулярами. Найденную площадь умножают на масштаб диаграммы, являющийся произведением масштаба мощности на масштаб времени.

Для определения средней мощности, затрачиваемой на работу механизма резания, вычисленную таким способом энергию делят на время t_2 . Полезную мощность резания находят умножением средней мощности, расходуемой механизмом резания, на к.п.д. станка при данных условиях. Такой же метод можно применить для обработки осциллограмм мощности или крутящего момента.

Поступила 13 октября 1969 г.

БДК 674.053 : 621.933.6

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗУБЬЕВ РАМНЫХ ПИЛ

Ф. Н. КАРПУНИН

(КирНИЛП)

Существующий способ подготовки зубьев пил заключается в плющении их вершин в холодном состоянии, формировании с боков и заточки. При плющении возникают неустраняемые заточкой надрывы и трещины в металле, которые являются основной причиной аварийного износа режущих элементов зубьев. Трещины на зубьях рамных пил устраняли путем предварительного нагрева вершин зубьев перед плющением. Промышленность серийно выпускала полуавтоматы ПГ для плющения зубьев в нагретом состоянии, но при этом вместо закалки происходил отпуск их вершин (рис. 1). Из-за уменьшения твердости зубьев работоспособность пил значительно снизилась, поэтому станки были сняты с производства.

Наплавка и наварка режущих элементов из быстрорежущих сталей и литых твердых сплавов, а также закалка вершин зубьев дают возможность повысить износоустойчивость зубьев в 2,5—3 раза, но трудоемкость этих операций препятствует их широкому внедрению в производство. Нами был исследован и применен новый, менее трудоемкий способ термомеханической обработки (ТМО) стали зубьев пил, позволяющий в 2—2,5 раза увеличить время их работы без переточки.

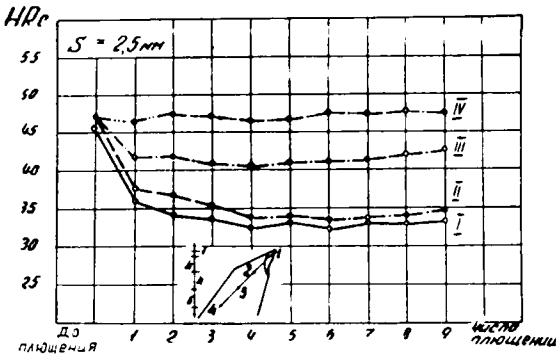


Рис. 1. Изменение твердости по высоте зуба пилы при горячем плющении без термомеханической обработки.

I — по 1-й точке зуба; II — по 2-й; III — по 3-й; IV — по 4-й.

Сущность этого способа заключается в пластической деформации высокотемпературной фазы (аустенита), претерпевающей в наклепанном или частично рекристаллизованном состоянии полиморфное превращение. При этом происходит деформирование переохлажденного или равновесного аустенита с последующей закалкой на мартенсит. Результаты [3] показали, что у большинства сталей после ТМО значительно увеличивается прочность по сравнению с обычной закалкой при одновременном повышении пластичности, ударной вязкости и усталостных характеристик.

Эффект совместной термической и механической обработки стали заключается в суммарном влиянии пластической деформации и полиморфного превращения. Повышение прочности стали после ТМО связано с упрочнением аустенита при деформации и является, по-видимому, следствием структурных нарушений в аустените (накпление дефектов), сохраняющихся после закалки.

Повышенная прочность стали сохраняется до температуры отпуска $500\text{--}550^\circ\text{C}$, тогда как при обычной закалке стали распад мартенсита происходит при температуре не выше $250\text{--}300^\circ\text{C}$. Процессы при отпуске после ТМО до $500\text{--}550^\circ\text{C}$ идут менее интенсивно, замедлен распад мартенсита и остаточного аустенита, а выделяющиеся карбиды более дисперсны. Это новое свойство стали, получаемое в результате ТМО, снижает не только аварийный износ (облом и выкрашивание лезвий зубьев в результате растрескивания при холодном плющении), но и износ монотонный, зависящий от твердости металла, его красностойкости, а также от устойчивости материала резца к действию циклических нагрузок.

Подготовку пил термомеханическим способом производили на экспериментальной установке, смонтированной на базе плющильного станка ПГ. Для более жесткой фиксации зуба, в момент деформирования его вершины, пружинный прижим был заменен кулачковым; установлены прижимные плашки новой конструкции и смонтировано устройство для закалки зуба сжатым воздухом. Для проведения ТМО вершины зубьев нагревали индукционным способом с помощью высокочастотной закалочной установки.

Для определения потребной мощности высокочастотного закалочного генератора и оптимальной частоты тока были произведены расчеты по заданной глубине проникновения электрического тока, скорости и температуры нагрева.

Исходные уравнения для исследования электромагнитных процессов — уравнения Максвелла для электромагнитного поля

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{H} &= \vec{J} + \frac{\partial D}{\partial t}; & \operatorname{div} \vec{\Pi} &= 0 \\ \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{\partial B}{\partial t}; & \operatorname{div} \vec{E} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 B &= \rho_a \cdot H \text{ — магнитная индукция;} \\
 D &= \rho_a \cdot E \text{ — электрическая индукция;} \\
 j &= \gamma E = E/\rho \text{ — плотность тока проводимости;} \\
 &\quad \gamma \text{ — удельная электропроводность металла;} \\
 \rho &= \frac{1}{\gamma} \text{ — удельное электросопротивление.}
 \end{aligned}$$

При нагреве зуба пилы в индукторе генератора ТВЧ имеем случай, когда электромагнитная волна, распространяющаяся в диэлектрике, подходит нормально к плоской поверхности, ограничивающей с одной стороны проводящую среду. Падающая волна частично отражается от поверхности этой среды, частично проникает в нее и поглощается ею. Рассматривая волну, прошедшую сквозь поверхность раздела и распространяющуюся в проводящей среде, направим ось z вглубь этой среды нормально к ее поверхности, а оси x и y , расположенные под прямым углом, совместим с этой поверхностью. Векторы E и H направим по осям x и y . Решая уравнения (1) в прямоугольной системе координат и принимая $\frac{\partial D}{\partial t} = 0$ (поскольку ток смещения в металлах очень мал по сравнению с током проводимости), получим

$$H = H_0 e^{-Kz}; \quad E = E_0 e^{-Kz}, \quad (2)$$

где H_0 и E_0 — напряженности магнитного и электрического полей на поверхности тела;
 z — текущая координата;
 e — основание натуральных логарифмов.

$$K = \sqrt{i\omega\mu_a\gamma} = \sqrt{2i} \sqrt{\frac{\omega\mu_a\gamma}{2}}$$

Выражение $\sqrt{\frac{2}{\omega\mu_a\gamma}}$ = δ носит название «глубины проникновения» (ω — круговая частота; $\omega = 2\pi f$).

Если в выражение глубины проникновения тока подставить значения $\mu_a = \mu \cdot \mu_0$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-8}$ (где μ — относительная магнитная проницаемость; $\mu_0 = 0,4\pi \cdot 10^{-8}$ гн/см — магнитная постоянная), то получим

$$\delta = 5030 \sqrt{\frac{\rho}{f}} \text{ см.} \quad (3)$$

При термомеханической обработке зубьев рамных пил толщина нагреваемого слоя металла (толщина зуба) постоянна (1,8—2,5 мм для неплющенного зуба). Определяемой величиной является частота тока f , которая на поверхности металла

$$f = \frac{\rho}{\pi\mu_a\delta^2} \text{ гц.} \quad (4)$$

Так как закалка стали ведется от температуры выше точки Кюри, то можно принять $\rho = 10^5$ ом·м; $\mu_a = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-8}$ ($\mu = 1$). При $\delta = 0,9$ мм (толщина пилы 1,8 мм) $f = 309$ кГц. Мощность генератора высокочастотной закалочной установки определяется по формуле

$$P_r = \frac{P_{\text{пол}}}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_{\text{т}}} \text{ квт,} \quad (5)$$

где $P_{\text{пол}}$ — полезная мощность, сообщаемая закаливаемому слою;
 η — термический к. п. д. ($\eta = 0,3$);
 η_1 — к. п. д. индуктора ($\eta_1 = 0,85$);
 η_2 — к. п. д. закалочного трансформатора ($\eta_2 = 0,88$).

$$P_{\text{пол}} = \frac{\gamma V \cdot C \cdot v'_{\text{ср}}}{239} \text{ квт,} \quad (6)$$

где V — объем закаливаемого слоя, см³;
 γ — удельный вес стали, г/см³;
 C — удельная теплоемкость, кал/г·град ($C = 0,17$ при $T_{\text{зак}} = 1200^\circ\text{C}$);
 239 — коэффициент перевода г·кал/сек в квт;
 $v'_{\text{ср}}$ — средняя скорость нагрева металла, град/сек.

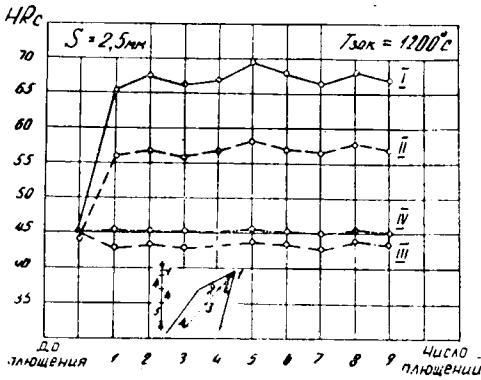


Рис. 2. Изменение твердости по высоте зуба пилы после горячего плющения с применением ТМО.

I — по 1-й точке зуба; II — по 2-й; III — по 3-й; IV — по 4-й.

В экспериментальной установке для проведения термомеханической обработки зубьев рамных пил время нагрева, обусловленное конструкцией станка и индуктора, равняется 11 сек. При нагреве зуба с 20 до 1200°C $v_{cp} = 107$ град/сек. Подставляя числовое значение в выражения (5) и (6), получим $P_r = 10$ квт. Следовательно, для проведения ТМО зубьев рамных пил требуется высокочастотная закалочная установка мощностью 10 квт, при частоте тока 300—400 кГц.

В экспериментах мы использовали высокочастотные закалочные установки типа ЛГЗ-10А и ЛЗ-13. Охлаждение зубьев пил после нагрева и деформации (плющения) производили сжатым воздухом. Твердость зубьев пил после ТМО показана на рис. 2. Для снятия внутренних напряжений производился отпуск стали зубьев пил при $T = 150-200$ °C путем возврата пилы через включенный индуктор. Отпущенные вершины зубьев имели твердость 58—60 HRC, экспериментальные пилы холодного плющения — 46—48 HRC.

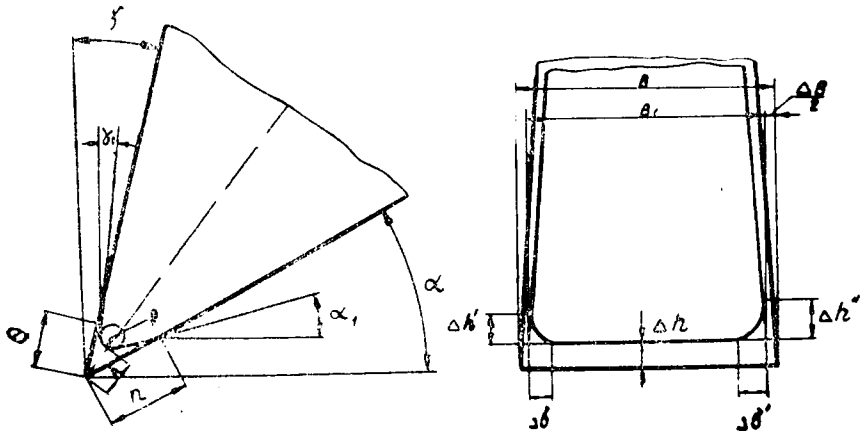


Рис. 3. Схема определения величины износа и затупления зубьев рамных пил.

Износ режущих элементов зуба измеряли на микроскопе БМИ-1 по схеме, показанной на рис. 3. Величины износа и затупления определяли на зубьях, полностью участвующих в пропилах, число которых находили по выражению

$$Z = \frac{H - h_6}{t} \text{ шт.},$$

где H — высота хода пильной рамки, мм;
 h_6 — высота распиливаемого бруса, мм;
 t — шаг зубьев пилы, мм.

Рис. 4, а.
 1 — горячее плющение;
 2 — холодное плющение;
 3 — холодное плющение
 с закалкой.

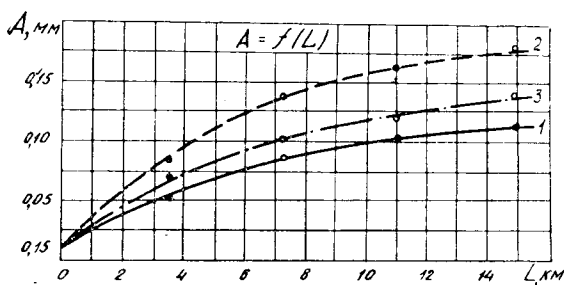
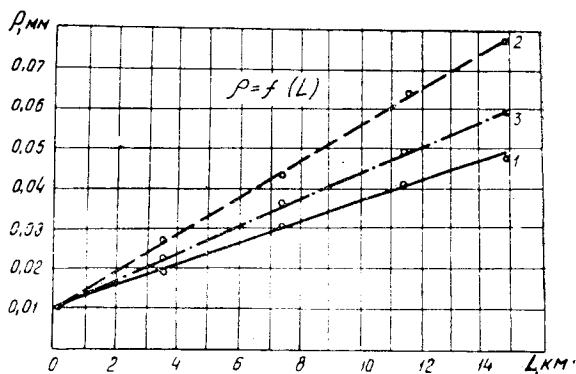


Рис. 4, б. Обозначения те же, что и на рис. 4, а.

Изменение радиуса закругления лезвия зуба пилы в зависимости от пути резания показано на рис. 4, а, а величина износа зуба пилы по биссектрисе угла заточки — на рис. 4, б.

Для сравнения износостойкости испытывали пилы, зубья которых плющились холодным способом, а после заточки и сошлифовки трещин закалялись в индукторе ТВЧ.

Из рис. 4, а, б видно, что характер износа и затупления у всех пил одинаков. В первой половине рабочего периода пил износ всех элементов резца происходит интенсивно; во второй половине интенсивность уменьшается вследствие изменения микрогеометрии затупившегося резца. Величины износа элементов резца и затупления у зубьев, обработанных ТМО, примерно в 2 раза ниже, чем у зубьев, плющенных холодным способом. Износ и затупление зубьев пил, расплющенных в холодном состоянии и закаленных после заточки, меньше, чем у обычных пил. примерно в 1,5 раза.

Износ зубьев рамных пил, приводящий к их затуплению, ухудшает качество пропила и снижает производительность рам, так как уменьшается скорость подачи вследствие проскальзывания распиливаемых бревен в подающих вальцах. На лесопильных предприятиях пилы меняют только из-за ухудшения чистоты пропила, вызванного затуплением зубьев. Следовательно, чистоту пропила можно считать основным фактором, ограничивающим время работы пил без переточки, и по ней окончательно судить о работоспособности пил.

В качестве основного критерия чистоты пропила принимали среднюю арифметическую величину из значений максимальных высот неровностей H_{max} , замеренных с помощью прибора ТСП-4 от вершины гребня до дна впадины по ГОСТу 7016—54. При оценке чистоты учитывали лишь те виды неровностей, образование которых имеет закономерный характер и которые зависят главным образом от остроты режущих элементов зубьев пил.

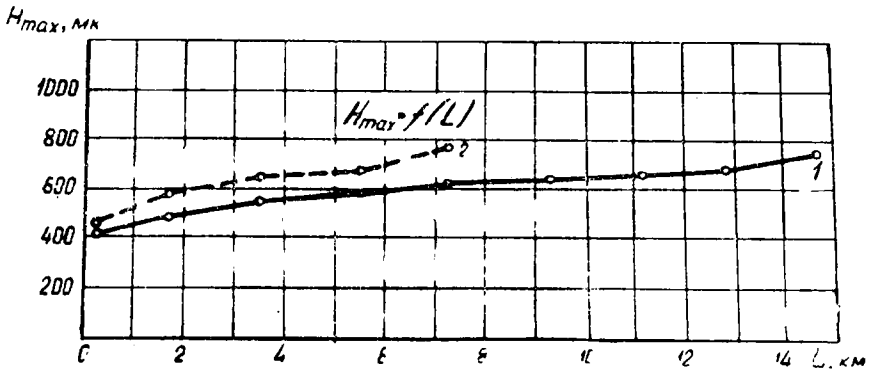


Рис. 5.

1 — горячее плющение; 2 — холодное плющение.

На рис. 5 показана зависимость чистоты пропила от длины пути резания зубьев рамных пил. Пилы холодного плющения дают высококачественный пропил при определенных условиях на длине пути резания примерно 7 км. Дальнейшая работа пил прекращается из-за недопустимого снижения качества пропила. Пилы горячего плющения, прошедшие ТМО, обеспечивают такое же качество пропила на длине до 15 км, что по времени соответствует 7—8 час работы без переточки.

В заключение можно сделать вывод, что обработка зубьев рамных пил с помощью описанного способа ТМО в 1,7 раза снижает линейный износ и вдвое увеличивает стойкость зубьев, что позволяет существенно повысить производительность лесорам без снижения качества вырабатываемой пилопродукции.

Поступила 11 ноября 1969 г.

УДК 634.0.812

ОПТИЧЕСКИЕ ТЕРМОРАДИАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ

Я. А. ДОЛАЦИС

(Латвийская сельскохозяйственная академия)

С. Г. ИЛЬЯСОВ

(Московский технологический институт пищевой промышленности)

Для научного обоснования процессов терморadiационного воздействия на древесину и древесные материалы необходимо знать их оптические свойства: способность к отражению R , поглощению A и пропусканию D , а также степень черноты ϵ . Однако до сих пор оптические свойства древесины изучены очень мало.

Авторы настоящей статьи исследовали способности древесины к отражению и пропусканию в области спектра 0,4—15,0 мкм в зависимости от породы, толщины и влажности образца с учетом рассеяния материалом отраженного и пропущенного излучения.

Спектральные R_λ и D_λ способности измеряли с помощью специальных приставок к монохроматорам спектрофотометров СФ-4, СФ-4А, ИКС-12 и ИКС-14, которые позволяют фокусировать полусферическое отраженное или пропущенное образцом монохроматическое излучение на приемник энергии. Принципиальные оптические схемы приставок рассмотрены в одной из работ [8]. Величины R_λ и D_λ измеряли относительно эталона по методу замещения, как описано в нашей работе [2]. В качестве эталона отражения служило молочное стекло МС-14 для области спектра 0,4—1,5 мкм и зеркало с внешним покрытием алюминия для области спектра 0,7—15,0 мкм с известными спектральными коэффициентами отражения. Эталонном пропускания служил воздух — пустая кювета. Полученные значения способностей к отражению и пропусканию контролировали путем сравнения величин R_λ и D_λ того же образца на спектрометре СФ-10 в области спектра 0,4—0,75 мкм.

В результате исследований было установлено, что древесина обладает четко выраженной селективностью оптических свойств в исследованной области спектра $\lambda = 0,4\text{—}15,0$ мкм.

На рис. 1 изображены способности к поглощению (кривая 1), пропусканию (2) и отражению (3) для образца древесины сосны толщиной 0,46 мм и способность к пропусканию (кривая 4) для образца

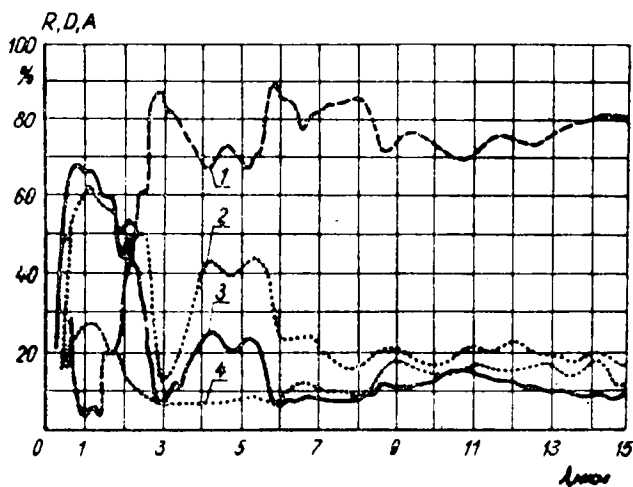


Рис. 1. Спектральные оптические свойства древесины сосны.

толщиной 0,14 мм в диапазоне длин волн 0,4—15,0 мкм. Из рис. 1 видно, что максимальное отражение и пропускание приходится на ближнюю инфракрасную (ИК) область спектра — на длину волны 1,1 мкм. Древесина обладает высокой отражательной способностью до 90—95% в ближнем ИК диапазоне и незначительным отражением — 10—15% в дальнем ИК диапазоне в области длин волн до 15,0 мкм. Полосы селективного поглощения вблизи 1,5; 1,95; 3,0 и 6,0 мкм появляются вследствие значительной полярности водородной связи, когда в структуре имеется группа —ОН. Образцы находились в воздушно сухом состоянии, то есть их влажность соответствовала равновесной при комнатных условиях. Способность к поглощению A_λ древесины также обладает селективными свойствами; ее вычисляли на основании экспериментально найденных способностей к отражению R_λ и пропусканию D_λ

$$A_\lambda = 100 - (R_\lambda + D_\lambda) \%$$

Как видно из рис. 1, поглощение для древесины наименьшее в ближней ИК области спектра при длине волны 1,1 мкм. В области длин волн 3,0 и 6,0 мкм способность к поглощению достигает наибольшего значения в пределах 90—95% для различных пород древесины. В диапазоне длин волн 3,0—5,3 мкм поглощение уменьшается на 10—15%, затем снова возрастает и, начиная с длины волны 6,0 мкм, поглощение примерно постоянно в пределах 70—90% для разных пород древесины.

Способность древесины к пропусканию для ИК излучения изменяется в зависимости от породы. Породы с меньшей плотностью (осина, ель, липа, сосна) обладают большей способностью к пропусканию, а породы с большей плотностью (дуб, бук, яблоня, слива, спрессованная древесина различных пород) — меньшей способностью к пропусканию. Проницаемость древесины в ближней ИК области спектра для определенной длины волны с достаточной точностью можно выразить следующей зависимостью:

$$D = K \exp(-b\delta),$$

где K и b — коэффициенты, зависящие от породы древесины;
 δ — толщина слоя, мм.

В табл. 1 приведены значения коэффициентов K и b для различных пород древесины при длине волны 1,1 мкм и влажности образцов 5—8%.

Таблица 1

№ п/п	Порода	K	b
1	Береза карельская	53,8	2,2957
2	Бяз гладкий	29,9	1,2164
3	. шероховатый	29,67	1,2015
4	Ива (лоза, лозина)	42,12	1,06
5	Можжевельник	31,5	1,1322
6	Орешник	38,18	1,2178
7	Осина	69,37	2,7836
8	Рябина	35,85	1,172
9	Слива	28,39	1,0149
10	Черешня	35,15	1,1377
11	Черемуха	49,83	1,4773
12	Яблоня	31,9	1,092

По данным, приведенным в табл. 1, можно легко определить предельную глубину проникновения ИК излучения для этих пород.

На рис. 2 показана спектральная способность к отражению для образца древесины бука толщиной 1,80 мм в зависимости от влажности. Из этого рисунка видно, что с увеличением влажности отражение уменьшается (здесь W_n — влажность в начале измерения; W_k — влажность в конце измерения; W_p — равновесная влажность).

На рис. 3 приведена зависимость способности к отражению для образцов древесины сосны, березы и бука от их толщины при длине волны 1,1 мкм. Из этого рисунка видно, что с увеличением толщины образца его способность к отражению возрастает. Породы с большей плотностью (бук $\rho = 0,73 \text{ г/см}^3$) меньше рассеивают падающее излучение, чем породы с меньшей плотностью (например, сосна $\rho = 0,54 \text{ г/см}^3$), до определенной толщины образца, при которой наблюдается еще пропускание излучения.

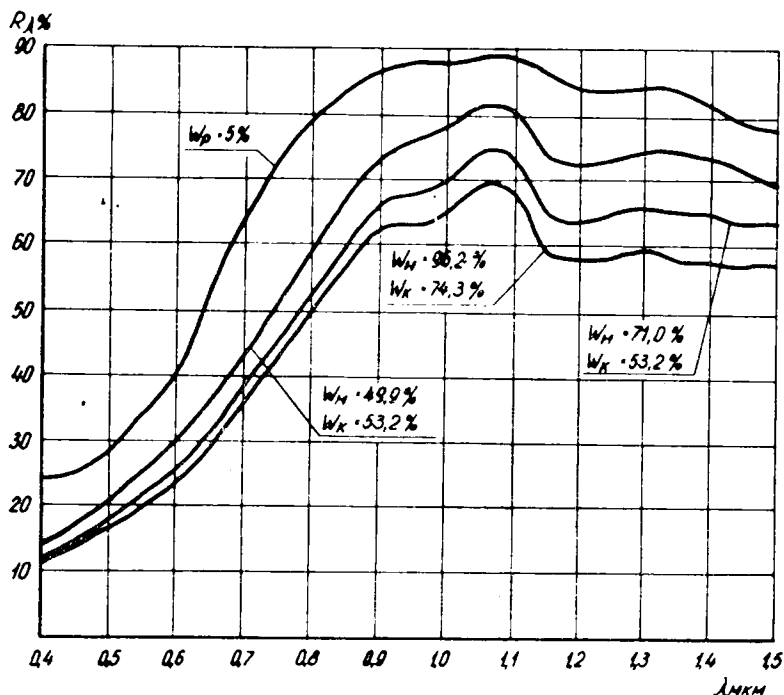


Рис. 2.

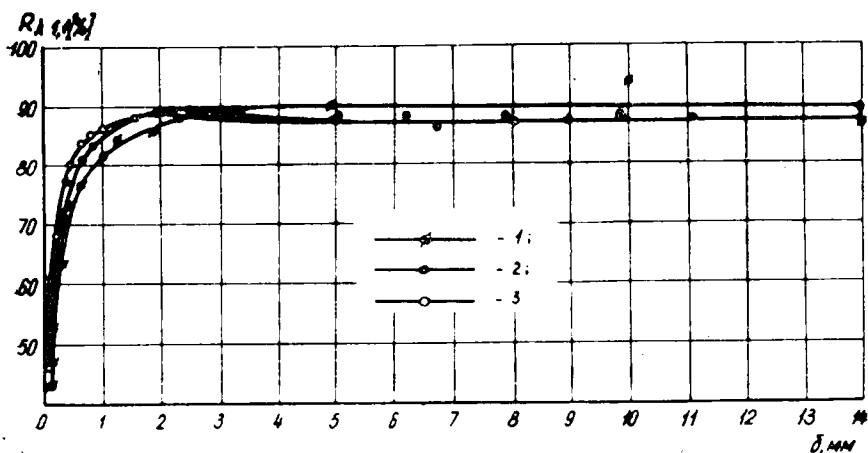


Рис. 3.

1 — сосна ($\gamma = 0,54 \text{ г/см}^3$); 2 — береза ($\gamma = 0,62 \text{ г/см}^3$); 3 — бук ($\gamma = 0,73 \text{ г/см}^3$).

При расчете режимов терморadiационного воздействия на материалы большое значение имеет интегральная способность к излучению, или степень черноты ε . Однако в различных литературных источниках [1], [3], [4], [6], [7] указывается, что для древесины степень черноты изменяется в пределах 0,8—0,91 без указания пород.

Нами была вычислена степень черноты для древесины сосны по методике, изложенной в одной из работ [4], по формуле

$$\varepsilon \approx \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} [1 - (R_\lambda + D_\lambda)] I_{0\lambda} \Delta\lambda / \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_{\lambda} \Delta\lambda,$$

где R_λ — спектральная способность к отражению;

D_λ — спектральная способность к пропусканию;

$I_{0\lambda}$ — спектральная интенсивность излучения абс. черного тела, $вт/м^2$;

$\Delta\lambda$ — интервал длин волн, равный 0,1 мкм;

$\lambda_1 - \lambda_2$ — участок длин волн 3—60 мкм, которому соответствует примерно 99% суммарного излучения, генерируемого абс. черным телом.

Для вычисления степени черноты древесины сосны мы использовали собственные результаты исследований оптических свойств в диапазоне длин волн 0,4—15,0 мкм; отражение сосны в диапазоне длин волн 15,0—60,0 мкм было взято в одной из работ [5]. В результате вычислений степень черноты для древесины сосны получили равной 0,84.

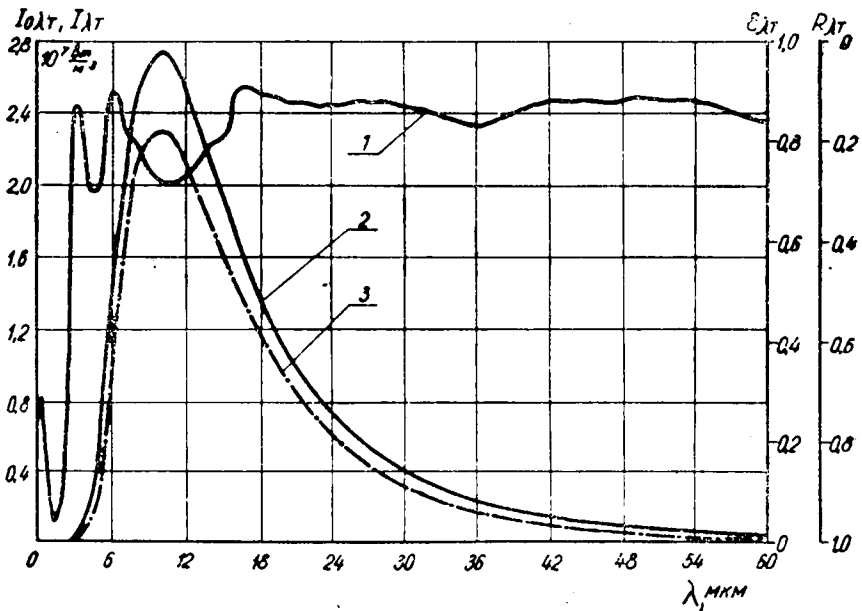


Рис. 4.

На рис. 4 показана спектральная способность к излучению ($\varepsilon_{\lambda T} = 1 - R_{\lambda T}$) и спектральный коэффициент отражения древесины сосны (кривая 1), спектральное распределение излучаемой энергии абс. черным телом (кривая 2) и спектральное распределение излучаемой энергии древесиной сосны при $T = 293^\circ K$ (кривая 3).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. А. Брамсон. Справочные таблицы по инфракрасному излучению нагретых тел. М., Изд-во «Наука», 1964. [2]. Я. А. Долацис, С. Г. Ильясов. Исследование оптических свойств древесины в инфракрасной области спектра. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1969, стр. 70—73. [3]. Л. З. Криксунов, И. Ф. Усольцев. Инфракрасные устройства самонаведения управляемых снарядов. М., «Советское радио», 1963. [4]. М. А. Кропоткин, Б. П. Козырев. Определение излучатель-

ной способности материалов по их инфракрасным спектрам отражения. ИФЖ, VII, № 9, 1964, стр. 108—112. [5]. М. А. Кропоткин, Б. П. Козырев. Исследование спектров отражения природных и искусственных материалов в области длин волн 0,7—100 мк. «Оптика и спектроскопия». XVII, 2, 1964. [6]. С. С. Кутателадзе. Основы теории теплообмена. Машгиз, М.—Л., 1962. [7]. В. Х. Мак-Адамс. Теплопередача (перевод с английского). Металлургиздат, М., 1961. [8]. А. С. Топорец. Методы и аппаратура для измерения диффузного отражения. Сб. «Спектроскопия светорассеивающих сред». Изд. АН БССР, Минск, 1963.

Поступила 5 мая 1970 г.

УДК 667.657.2

ОПЫТЫ ПО ЗАЩИТЕ ДРЕВЕСИНЫ ОТ МЕБЕЛЬНОГО ТОЧИЛЬЩИКА (*Anobium punctatum* Deg.)

И. Н. ТОСКИНА

(Московский лесотехнический институт)

Разные авторы неоднократно рассматривали вопрос о предохранении древесины от точильщиков, но использовали для этой цели обычно хлорорганические и некоторые другие инсектициды. Цель настоящей работы — выбор средств, неядовитых для человека, более устойчивых, чем инсектициды, и не влияющих отрицательно на внешний вид и механические свойства древесины. При постановке опытов мы руководствовались данными, которые были получены в предыдущей нашей работе [2]; в частности, было установлено, что для молодых личинок мебельного точильщика гладкая поверхность древесины — большое препятствие для втачивания. Вся работа выполнена в Государственной центральной художественной научно-реставрационной мастерской им. акад. И. Э. Грабария (ГЦХНРМ).

Методика работы

Опыты были поставлены двумя методами: в одном случае — с учетом возможного взаимовлияния образцов древесины, обработанных разными средствами и методами, на процесс откладки яиц насекомыми и на заселение ими древесины; в другом — с исключением этого взаимовлияния. В первом случае бруски размером $2 \times 2 \times 10$ см с разной величиной торцевой поверхности, изготовленные из нескольких досок выдержанной древесины липы (за исключением специально оговоренных случаев) и защищенные различными средствами, и контрольные были помещены вперемешку в два длинных садка из оргстекла с верхом из хлопчатобумажной ткани. Бруски № 1, 1а, 2а, 5а, 6, 6б, 10а, 11а, 12, 13 вырезаны из той же доски, что и № 15 — контрольный; бруски № 2, 3, 3а, 4, 4а, 5, 8, 9, 9а, 14 вырезаны вместе с контролем № 15б; № 10, 11, 12а — с контролем № 15а; № 8а — с контролем № 15в. В садки через несколько отверстий впускали равными партиями жуков со значительным преобладанием самцов над самками; в первый садок было впущено 100 самцов и 42 самки, во второй — 99 самцов и 33 самки. Затем в течение одного месяца (с середины июля до середины августа 1968 г.) садки находились в помещении, где поддерживалась постоянная температура 18—20°C и относительная влажность воздуха около 80%.

Во втором случае в садки помещали бруски, обработанные лишь одним видом защитных средств. Во всех случаях образцы перед опытом выдерживали 2—6 месяцев (в зависимости от способа защитной обработки) для удаления летучих веществ и растворителей из древесины. Все пропитки делали методом диффузии*.

* Пропитки древесины мочевино-формальдегидной смолой и смолой ПН-10 выполнены Г. Н. Томашевич, остальные покрытия, пропитка и шлифовка сделаны автором.

Результаты опытов

Данные о заражении мебельным точильщиком брусков, помещенных в садки, представлены в табл. 1. Одним номером обозначено одно и то же вещество или одинаковая обработка бруска; буквы указывают или на другую концентрацию вещества, или на другую породу древесины, или просто на повторность.

Таблица 1

№ бруска	Дата обработки древесины	Обработка древесины	Количество отложенных на брусках яиц	Количество отродившихся личинок	Количество личинок, вточившихся в древесину	Примечание
----------	--------------------------	---------------------	--------------------------------------	---------------------------------	---	------------

Пропитка

1	V-68 г.	Смолой ПН-10 (одноазовая пропитка 10% -ным раствором в ацетоне)	37	30	—	
1а	V-68 г.	"	45	42	—	
2	IV-68 г.	Поливинилацетатной эмульсией (фирмы „Эри кипер“), разведенной в этаноле до 5%	1	—	—	
2а	IV-68 г.	"	26	25	17	
3	XI-66 г.	Изоамилглицидиловым эфиром (100 %-ное вещество)	18	16	10	
3а	XI-66 г.	Тем же эфиром (50 %-ный раствор в ксилоле)	4	2	2	
4	XI-66 г.	Мочевино-формальдегидной смолой (модификация с параформом)	6	6	—	
4а	XI-66 г.	"	8	8	—	
5	II-67 г.	Эпоксисоединением ЭС-1 (100 %-ное вещество)	1	—	—	
5а	I-68 г.	Эпоксисоединением (50 %-ный раствор в ксилоле)	15	5	—	
5б	I-68 г.	Эпоксисоединением (10 %-ный раствор в ксилоле)	35	30	—	
6	I-68 г.	Эпоксисилан ЭПО-2 (100 %-ное вещество)	14	—	—	
6а	I-68 г.	Эпоксисилан ЭПО-2 (50 %-ный раствор в ксилоле)	8	—	—	
6б	I-68 г.	Эпоксисилан ЭПО-2 (10 %-ный раствор в ксилоле)	14	13	—	
7	—	Брусок древесностружечной плиты промышленного производства	17	14	—	
7а	—		2	2	—	

Продолжение табл. 1

№ бруска	Дата обработки древесины	Обработка древесины	Количество отложенных на брусок яиц	Количество отрожденных личинок	Количество личинок, втиснувшихся в древесину	Примечание
П о к р ы т и е						
8	II-67 г.	Восковое торцов из древесины липы	—	—	—	
8a	II 67 г.	То же из выдержанной древесины сосны	—	—	—	
9	IV-68 г.	Восковое со скипидаром	—	—	—	В отверстие на боковой стороне (без покрытия) отложено 11 яиц
9a	IV-68 г.	.	—	—	—	
10	V-68 г.	Одноразовое покрытие широких шлифованных торцов даммарным лаком на скипидаре	—	—	—	
10a	V-68 г.	.	14	12	—	В необработанные неровности на боковых сторонах отложено еще 5 яиц
11	V-68 г.	Одноразовое покрытие широких шлифованных торцов неотбеленной олифой	—	—	—	
11a	V-68 г.	.	11	6	2	В отверстия от гвоздей на боковых сторонах (без покрытия) отложено еще 25 яиц
Ш л и ф о в к а						
12	IV-68 г.	Брусок с широкими шлифованными торцами	—	—	—	В отверстия и неровности на боковых сторонах отложено 23 яйца
12a	IV-68 г.	.	—	—	—	
13	IV-68 г.	Три шлифованных бруска, плотно прижатые друг к другу боковыми сторонами для получения узких щелей между ними	12	5	2	
14	—	Боковые шлифованные торцы (древесина липы)	—	—	—	
14a	—	То же (древесина сосны)	5	3	3	
К о н т р о л ь						
15	—	Брусок из древесины липы	207	200	200	
15a	—	.	—	—	—	
15б	—	.	37	34	27	
15в	—	Брусок из древесины сосны	—	—	—	

Как видно из данных табл. 1, древесина приобрела защитные свойства в результате пропитки 10%-ным раствором смолы ПН-10, мочевино-формальдегидной смолой с параформом, эпоксисиланами ЭС-1 и ЭПО-2 (особенно высоких концентраций), а также в результате одноразового покрытия шлифованных торцов даммарным лаком. Древесностружечная плита также не заражается мебельным точильщиком, так как один из компонентов связующего для стружек — мочевино-формальдегидная смола. Этим подтверждается отрицательный вывод, сделанный М. П. Персовым при проверке возможности развития более старших возрастов личинок мебельного точильщика в различных стружечных плитах [1].

Жуки откладывали яйца на бруски, пропитанные в январе 1968 г. 50 и 100%-ными эпоксисиланами ЭС-1 и ЭПО-2 (№ 5а, 6, 6а), несмотря на присутствующий еще к началу опыта запах пропиточных веществ. Значит, запах этих силанов не резко отпугивающий. Как видно из данных табл. 1, в первый год испарения этих эпоксисиланов, особенно ЭПО-2, в больших концентрациях действовали губительно на развитие яиц точильщика; в дальнейшем губительные свойства пропадали (это показали опыты по второй методике).

Бруски, обработанные изоамилглицидиловым эфиром (№ 3, 3а), через полгода после пропитки обладали запахом, отпугивающим мебельного точильщика [2], но через полтора года запах исчез, и этот эфир, как видно из табл. 1, не защитил древесину от заражения точильщиком. Не дала защиты и пропитка разведенной импортной эмульсией (№ 2, 2а).

На два контрольных образца и на все бруски, сделанные из этих же досок (№ 15а и 10, 11, 12а; № 15в и 8а), самки точильщика не отложили яиц. Естественно предположить, что на откладку яиц здесь влияла не обработка брусков, а качество взятой древесины (очень плотной). Поэтому при обсуждении результатов опыта с покрытиями и шлифовкой эти номера брусков не приняты во внимание.

Покрытия боковых торцов воском со скипидаром или одним воском (№ 8, 9, 9а) защитили эти поверхности от нападения точильщиков. Торцы у этих брусков не подшлифовывались, но были хорошо закрыты составом; что сама древесина была пригодна для точильщиков, видно из примечания в табл. 1.

Чистая шлифовка заметно уменьшает возможность заражения, но не надежна, так как нужна абсолютно плотная гладкая поверхность, получить которую у сильно пористой древесины (брусок № 14а) трудно, а иногда и невозможно. Когда для личинки есть хороший упор в виде боковой стенки или пола (№ 12, 13), то даже тщательная шлифовка не спасает от заражения, хотя и уменьшает его возможность. При наличии упора личинки мебельного точильщика смогли вточиться и через гладкую тангенциальную поверхность (щели в № 13), поэтому места соприкосновения поверхностей и торцовые части нуждаются в дополнительной защите. Как видно из табл. 1, такой защитой явилось одноразовое покрытие даммарным лаком; одноразовое покрытие олифой не предохранило древесину от заражения через шлифованные торцы. Во второй части опытов бруски № 12 и 12а поместили в отдельный садок 3, брусок № 5 — в садок 4, бруски № 9 и 9а — в садок 5. Затем в каждую банку сажали небольшую партию жуков. Опыты были начаты в конце августа. Их цель — спровоцировать откладку яиц на некоторые виды обработанной древесины для лучшей проверки защитных свойств обработок.

Таблица 2

№ садка	Количество жуков в опыте	Обработка	№ брусков	Количество отложенных яиц	Количество отродившихся личинок	Количество личинок, вточившихся в древесину	Примечание
3	23 самца и 9 самок	Шлифовка шероховатых торцов	12 12а	1 1	1 1	— 1	В неровности и отверстия на боковых сторонах в бруски № 12 отложено 3 яйца, в № 12а—6 яиц; кроме этого, 18 яиц отложено в вату и на дно банки
4	21 самец и 7 самок	Пропитка 100%-ным ЭС-1	5	16	10	—	В вату и на дно банки отложено еще 7 яиц
5	23 самца и 9 самок	Покрытие торцов воском со скипидаром	9 9а	— 2	— 1	— —	На дно, стенки, вату отложено еще 22 яйца

Результаты опытов представлены в табл. 2. Остатки яиц, отложенных на бруски в больших садках, в этой таблице не были учтены.

Как видно из данных табл. 2, одна личинка вточилась через шлифованный торец с упором в дно банки. Пропитка 100%-ным ЭС-1, сделанная полтора года назад, уже не действовала губительно на развитие яиц мебельного точильщика, но личинки не смогли вточиться в древесину. Бруски в садке 5 были поставлены на дно банки торцами, чтобы увеличить возможность заражения через покрытие, но самки предпочли отложить яйца не на бруски.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. П. Персов. Жуки-точильщики (*Anobiidae*, *Col.*) северо-запада европейской части СССР и меры борьбы с ними. Диссертация, Л., 1966. [2]. И. Н. Тоскина. Защита древесины от мебельного точильщика. В сб. «Вопросы лесной энтомологии», вып. 26, М., 1969.

Поступила 10 марта 1970 г.

УДК 674.053 : 621.933.6

ВЛИЯНИЕ МАРКИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОГО ТВЕРДОГО СПЛАВА НА ПРОЧНОСТЬ ЗУБЬЕВ РАМНЫХ ПИЛ

Е. М. БОРОВИКОВ, А. С. ПОЗДЕЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Различного вида твердосплавной режущий инструмент, изготовляемый инструментальными заводами, интенсивно внедряется в производство, успешно применяется и дает значительный экономический

эффект при обработке древесины и древесных материалов. Однако обеспечение необходимой прочности оснащенных твердосплавными пластинками зубьев рамных пил представляет сложную инженерную задачу.

Твердосплавная рамная пила впервые была создана в Ленинградской лесотехнической академии под руководством прсф. А. Э. Грубе в 1952—1954 гг. Предварительные исследования подтвердили экономическую целесообразность ее внедрения. Но производственные испытания показали, что прочность твердосплавных зубьев была недостаточной; при опытных распиловках на лесопильной раме с непрерывной подачей твердосплавные пластинки отрывались от зубьев пилы. Поэтому при создании работоспособных твердосплавных рамных пил вопрос о прочности их зубьев приобретает первостепенное значение. Очевидно, прочность твердосплавных зубьев в значительной мере будет обуславливаться механическими свойствами припаяваемых твердосплавных пластинок. Нам представлялось возможным исследовать влияние марки твердого сплава на прочность зубьев рамных пил.

При испытаниях на прочность твердосплавных зубьев, проведенных А. Э. Грубе [3], прочность оценивали по величине разрушающей силы P , приложенной к вершине зуба со стороны передней грани и направленной перпендикулярно к твердосплавной пластинке (первая схема). Другие авторы [1] предлагают судить о прочности зубьев по разрушению специальных образцов, которые во время испытания опираются на призмы с расстоянием между ними 24 мм и нагружаются некоторой силой P (вторая схема).

Первая из этих схем в большей степени соответствует действительному характеру приложения силы на зуб и характеру его работы при резании древесины. Однако в этом случае результаты достаточно хорошо характеризуют прочность тех зубьев, которые испытывают одностороннее действие сил резания, например, при пилении древесины круглыми пилами.

Для случая же рамных пил, когда действующие на зубья силы изменяются как по величине, так и по направлению, испытание твердосплавных зубьев по данной схеме недостаточно полно характеризует их прочность.

Выбирая схему, по-видимому, следует исходить из того положения, что в случае изучения усилий, действующих на зуб рамной пилы при пилении древесины, принято раскладывать их на две составляющие, нормальные друг к другу.

При проведении испытаний твердосплавных зубьев на прочность нами принята схема их нагружения, показанная на рис. 1. В соответствии с этой схемой было сконструировано и изготовлено специальное приспособление (рис. 2), состоящее из корпуса 1, стоек 2 и 3, между которыми при помощи зажимной пластинки 4 и болтов 5 зажимается образец пилы с твердосплавными зубьями 10. При помощи клиньев 6 образец прижимается к коксам 7, выходящим во впадины зубьев. Нагружение зубьев во время испытания осуществлялось на универсально-разрывной машине ЦДМ 5/91 через пуансоны 8 и 9 приспособления. Вертикальная нагрузка создавалась через пуансон 9, а горизонтальная — через пуансон 8. Прочность зубьев оценивали по величине разрушающей нагрузки, значение которой снималось со шкалы машины.

Образцы для испытания твердосплавных зубьев на прочность вырезали из рамных пил путем резки их на куски длиной 180 мм. Из пилы длиной 1250 мм получалось 5 образцов с 7 зубьями на каждом. Пилы имели толщину 2,2 мм, шаг зубьев 26 мм. Передний угол зубьев составлял $\gamma = 15^\circ$, задний угол $\alpha = 30^\circ$. Твердосплавные пластинки формы 13А № 1323 по ГОСТу 2209—55 впаивали в закрытый газ при помощи припоя ПрМНМц 68—4—2. Угол наклона впаиваемых пластинок по отношению к передней грани составлял 20° .

При изготовлении твердосплавных рамных пил были выбраны твердые сплавы следующих марок: ВК8, ВК10М, ВК15, Т5К12В, ТТ7Г12 (ГОСТ. 3882—61).

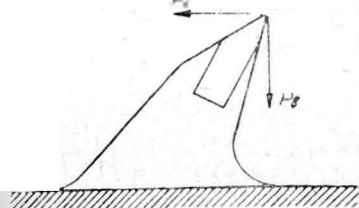


Рис. 1.

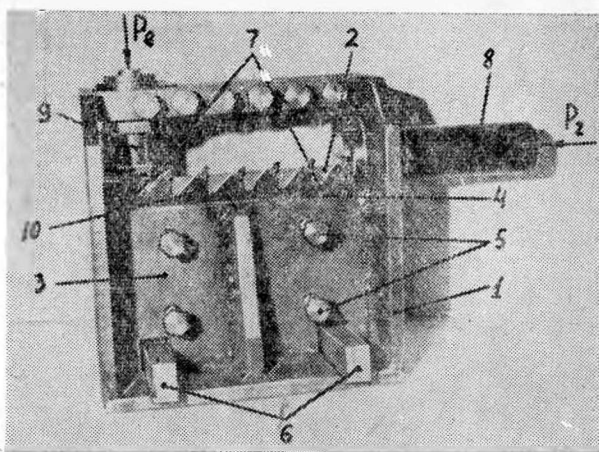


Рис. 2.

Результаты определения прочности зубьев рамных пил, оснащенных твердосплавными пластинками указанных выше марок, приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ опыта	Марка твердого сплава				
	ВК8	ВК10М	ВК15	ТТ7К12	Т5К12В
	Величина разрушающей нагрузки, кг				
1	$\frac{316}{472}$	$\frac{371}{593}$	$\frac{512}{500}$	$\frac{430}{440}$	$\frac{445}{704}$
2	$\frac{536}{480}$	$\frac{582}{474}$	$\frac{393}{622}$	$\frac{454}{426}$	$\frac{381}{647}$
3	$\frac{572}{424}$	$\frac{441}{580}$	$\frac{535}{570}$	$\frac{452}{378}$	$\frac{538}{672}$
4	$\frac{388}{382}$	$\frac{443}{516}$	$\frac{465}{456}$	$\frac{595}{444}$	$\frac{381}{617}$
5	$\frac{412}{364}$	$\frac{378}{530}$	$\frac{484}{487}$	$\frac{580}{374}$	$\frac{580}{540}$
6	$\frac{495}{428}$	$\frac{406}{636}$	$\frac{516}{577}$	$\frac{430}{424}$	$\frac{495}{550}$
7	$\frac{514}{452}$	$\frac{372}{582}$	$\frac{560}{634}$	$\frac{400}{455}$	$\frac{585}{558}$
8	—	$\frac{—}{509}$	$\frac{—}{576}$	$\frac{332}{—}$	$\frac{421}{556}$
9	—	—	—	—	$\frac{384}{616}$
10	—	—	—	—	$\frac{480}{—}$

Продолжение табл. 1.

№ опыта	Марка твердого сплава				
	ВК8	ВК10М	ВК15	ТТ7К12	Т5К12В

Статистические показатели

M , кг	461	428	495	446	469
	428	552	552	420	607
σ , кг	96	74,7	54,6	89	70
	46,2	54	20	32	54,1
v , %	20,8	17,5	11	20	17
	10,6	9,7	3,6	7,6	8,9
m , кг	36,3	28	20,6	31,6	25,3
	17,3	19,3	7,1	12,1	18
P , %	7,8	6,5	4,1	6,9	5,3
	4,0	3,4	1,28	2,8	2,97

Примечание. В числителе данные для P_r ; в знаменателе — для P_b

Для наглядности средние значения нагрузок, разрушающих зубья, для отдельных марок металлокерамических твердых сплавов представлены в виде диаграммы (рис. 3). Из этого рисунка видно, что

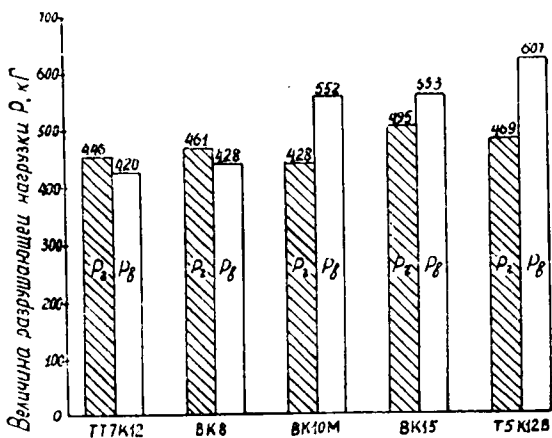


Рис. 3.

при действии силы P_b для сплавов марок ВК10М, ВК15 и Т5К12В прочность твердосплавных зубьев значительно выше, чем для сплавов ТТ7К12 и ВК8. Если величину нагрузки P_b , разрушающую зубья со сплавом марки ТТ7К12, принять за 100%, то для сплавов ВК10М, ВК15 и Т5К12В разрушающая сила P_b увеличится, соответственно, на 31, 21,5 и 45%. Значение разрушающей нагрузки P_r выше для зубьев, армированных сплавами ВК15 и Т5К12В, чем сплавом ТТ7К12. Для зубьев с пластинками марок ВК8, ВК10М и ТТ7К12 разрушающая нагрузка P_r примерно одинакова.

Анализируя результаты опытов, можно заключить, что марка твердого сплава существенно влияет на механические свойства зубьев.

Наибольшую прочность армированным зубьям обеспечивают сплавы марок ВК10М, ВК15, Т5К12В.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. И. Бызов, К. И. Демьяновский. Оснащение зубьев пил быстрорежущей сталью и твердыми сплавами. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966. [2]. А. Э. Грубе. Дереворежущие инструменты. Гослесбуиздат, 1958. [3]. А. Э. Грубе. Дереворежущие инструменты с пластинками твердого сплава. Гослесбуиздат, 1963.

Поступила 28 апреля 1969 г.

УДК 674.053 : 621.933.6

УСТОЙЧИВОСТЬ РАМНЫХ ПИЛ

Г. Ф. ПРОКОФЬЕВ

(ЦНИИМОД)

Для правильной эксплуатации рамных пил необходимо знать, как влияют различные факторы на их устойчивость. С. М. Хасдан [4] теоретически исследовал условия потери устойчивости эксцентрично натянутой пилы под действием горизонтальной составляющей силы резания, приложенной к середине свободной длины. Однако из экспериментальных данных известно, что максимальные силы резания, в несколько раз превышающие средние, возникают в конце рабочего хода и в начале холостого, что не соответствует приложению нагрузки на середине свободной длины. Отношение расстояния от нижних разлучек до места приложения нагрузки к свободной длине

$$t = \frac{H + \frac{d}{2} + \frac{\delta}{2}}{H + d + \delta},$$

где H — ход пильной рамки, мм;

d — диаметр бревна, мм;

δ — припуск на сбеги бревна и на зазоры между прокладками и бревном, мм.

При диапазоне диаметров 200—600 мм и $\delta = 200$ мм $t = 0,7—0,8$.

В этом случае условия устойчивости иные, чем когда $t = \frac{1}{2}$. Поэтому перед нами была поставлена цель — вывести формулу критической силы эксцентрично растянутой пилы при приложении нагрузки в любой точке по длине пилы с учетом действия вертикальной составляющей силы резания. Расчет проводили энергетическим методом. Схема, принятая при расчете, дана на рис. 1. На рис. 2 показана эквивалентная ей схема.

Изменение полной потенциальной энергии $\Delta \Pi$ полотна пилы при переходе из плоской формы в криволинейную

$$\Delta \Pi = \Delta U - W, \quad (1)$$

где ΔU — потенциальная энергия деформации изгиба и кручения;

W — работа, производимая силами в срединной поверхности.

Работу W определяли по формуле Брайана [3]. Возможность использования этой формулы при расчете на устойчивость растянутых

полос доказана М. С. Бернштейном [2]. Для нашего случая формула имеет вид

$$W = -\frac{1}{2} \int_0^l \int_{-\frac{b}{2}}^{+\frac{b}{2}} \left[N_z \left(\frac{d\omega}{dz} \right)^2 + 2N_{xz} \frac{\partial \omega}{\partial z} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial x} \right] dx dz, \quad (2)$$

где N_z — растягивающие усилия, приходящиеся на единицу ширины полотна пилы и действующие в направлении z ;

ω — суммарное отклонение пилы при совместном действии изгиба и кручения;

N_{xz} — касательные усилия, приходящиеся на единицу ширины полотна пилы.

Потенциальная энергия изгиба и кручения

$$\Delta U = \frac{1}{2} \int_0^l B \left(\frac{d^2 U}{dz^2} \right)^2 dz + \frac{1}{2} \int_0^l C \left(\frac{d\beta}{dz} \right)^2 dz. \quad (3)$$

При потере устойчивости полотно испытывает совместную деформацию изгиба и кручения. В первом приближении уравнение изгиба запишем в виде

$$u = \bar{u} \sin \frac{\pi z}{l};$$

уравнение кручения

$$\beta = \bar{\beta} \sin \frac{\pi z}{l}.$$

Отклонение полотна пилы при совместном действии изгиба и кручения выразится

$$\omega = u + \beta x = (\bar{u} + \bar{\beta} x) \sin \frac{\pi z}{l},$$

откуда имеем

$$\frac{\partial \omega}{\partial z} = \frac{\pi}{l} (\bar{u} + \bar{\beta} x) \cos \frac{\pi z}{l}; \quad (4)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial x} = \bar{\beta} \sin \frac{\pi z}{l}. \quad (5)$$

Определяем внутренние силы, действующие на полотно рамной пилы. На рис. 3 дана суммарная эпюра изгибающих моментов M . Они получены путем сложения эпюры моментов от силы N , приложенной с эксцентриситетом e , от момента $\frac{Rb}{2}$ и от силы P . Уравнение моментов на участке $o-c$

$$M_z = -Ne + \frac{Pz(l-c)}{l} - \frac{Rbz}{2l}.$$

Уравнение моментов на участке $c-l$

$$M_z = -Ne + \frac{Pc(l-z)}{l} + \frac{Rb(l-z)}{2l}.$$

Нормальные напряжения на участке $o-c$ от изгибающих моментов

$$\sigma_z = \frac{Nex}{I_y} - \frac{P(l-c)zx}{I_y} + \frac{Rbzx}{2I_y};$$

на участке $c-l$

$$\sigma_z = \frac{Nex}{I_y} - \frac{Pc(l-z)x}{II_y} - \frac{Rl(l-z)x}{2II_y}.$$

Нормальные усилия от изгибающих моментов на участке $o-c$

$$N_z = \frac{Nesx}{I_y} - \frac{P(l-c)szx}{II_y} + \frac{Rbszx}{2II_y};$$

на участке $c-l$

$$N_z = \frac{Nesx}{I_y} - \frac{Pc(l-z)sx}{II_y} - \frac{Rb(l-z)sx}{2II_y}.$$

Нормальные усилия от растягивающих сил на участке $o-c$

$$N_z = \frac{N + R\left(1 - \frac{c}{l}\right)}{b};$$

на участке $c-l$

$$N_z = \frac{N - R\frac{c}{l}}{b}.$$

Полные нормальные усилия на участке $o-c$

$$N_z = \frac{Nesx}{I_y} + \frac{N + R\left(1 - \frac{c}{l}\right)}{b} - \frac{P(l-c)szx}{II_y} + \frac{Rbszx}{2II_y}; \quad (6)$$

на участке $c-l$

$$N_z = \frac{Nesx}{I_y} + \frac{N - R\frac{c}{l}}{b} - \frac{Pc(l-z)sx}{II_y} - \frac{Rb(l-z)sx}{2II_y}. \quad (7)$$

Касательные напряжения от поперечных сил определяем по формуле, известной из сопротивления материалов [1],

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{Q}{sb} \left(1 - \frac{4x^2}{b^2}\right).$$

Эпюры поперечных сил даны на рис. 4.

На участке $o-c$

$$Q = \frac{P(l-c)}{l} - \frac{Rb}{2l};$$

на участке $c-l$

$$Q = \frac{Pc}{l} - \frac{Rb}{2l};$$

Касательные напряжения на участке $o-c$

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{\left[P(l-c) - \frac{Rb}{2}\right]}{sbl} \left(1 - \frac{4x^2}{b^2}\right);$$

на участке $c-l$

$$\tau = -\frac{3}{2} \left(\frac{Pc}{lbs} + \frac{R}{2ls}\right) \left(1 - \frac{4x^2}{b^2}\right).$$

Касательные усилия на участке $o-c$

$$N_{xx} = -\frac{3}{2} \left[\frac{P(l-c)}{lb} - \frac{R}{2l} \right] \left(1 - \frac{4x^2}{b^2} \right); \quad (8)$$

на участке $c-l$

$$N_{xz} = \frac{3}{2} \left(\frac{Pc}{lb} + \frac{R}{2l} \right) \left(1 - \frac{4x^2}{b^2} \right). \quad (9)$$

Подставив в формулу (2) значения величин из выражений (4), (5), (6), (7), (8), (9), произведя интегрирование и обозначив $\frac{x}{l} = t$, получим

$$\begin{aligned} W = & \frac{l\bar{u}\bar{\beta}^2}{4} \left[\pi^2 t(1-t) + \frac{1}{2} (1 - \cos 2\pi t) \right] - \\ & - \frac{1}{4} \frac{\pi^2}{l} \frac{\bar{u}\bar{\beta}}{u\bar{\beta}} \left[N \left(\frac{\bar{u}}{\beta} - \frac{R \sin 2\pi t}{2\pi} \right) \left(\frac{\bar{u}}{\beta} + \frac{\bar{\beta}}{u} \cdot \frac{b^2}{12} \right) - \right. \\ & \left. \frac{Rb}{l} \left(1 - 2t - \frac{\sin 2\pi t}{\pi} \right) + 2Ne \right]. \quad (10) \end{aligned}$$

В этом уравнении не учтено, что нагрузка приложена к режущей кромке, а не к центру тяжести сечения. Поэтому необходимо прибавить дополнительную работу, которая согласно литературным данным [3] равна $\frac{l\bar{u}\bar{\beta}^2}{4}$. Прибавив эту работу и пренебрегая в уравнении (10) величиной $\frac{R \sin 2\pi t}{2\pi}$, ввиду ее малости, получим

$$\begin{aligned} W = & \frac{l\bar{u}\bar{\beta}^2}{4} \left[\pi^2 t(1-t) + \frac{1}{2} (1 - \cos 2\pi t) + \frac{b\bar{\beta}}{u} \right] - \\ & - \frac{1}{4} \frac{\pi^2}{l} \frac{\bar{u}\bar{\beta}}{u\bar{\beta}} \left[N \left(\frac{u}{\beta} + \frac{\bar{\beta}}{u} \cdot \frac{b^2}{12} \right) - \frac{Rb}{l} \left(1 - 2t - \frac{\sin 2\pi t}{\pi} \right) + Ne \right]. \quad (11) \end{aligned}$$

Подставив в уравнение (3) значения

$$\left(\frac{d^2 u}{dz^2} \right) = \frac{\pi^4}{l^4} \bar{u}^2 \sin^2 \frac{\pi z}{l}$$

$$\left(\frac{d^2 \beta}{dz^2} \right)^2 = \bar{\beta}^2 \frac{\pi^2}{l^2} \cos^2 \frac{\pi z}{l}$$

и произведя интегрирование, найдем потенциальную энергию изгиба и кручения

$$\Delta U = \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi^2}{l} \left(\frac{\pi^2}{l^2} B \bar{u}^2 + C \bar{\beta}^2 \right). \quad (12)$$

В момент потери устойчивости $\Delta \Pi = 0$. Следовательно, $\Delta U = W$. Приравняв правые части уравнений (11) и (12) и пренебрегая величиной $\frac{\pi^2}{l^2} B$, ввиду ее малости по сравнению с N , получим

$$P = \frac{\pi^2}{l} \left[\frac{N y^2 + \left(2Ne - \frac{Rb}{2} n \right) y + \frac{Nb^2}{12} + C}{m y + b} \right], \quad (13)$$

где $y = \frac{\bar{u}}{\beta}$; $m = \pi^2 t(1-t) + \frac{1}{2} (1 - \cos 2\pi t)$;

$$n = \left(1 - 2t - \frac{\sin 2\pi t}{\pi} \right).$$

Величину критической силы найдем из условия $\frac{\partial P}{\partial y} = 0$.

Дифференцируя выражение (13) и приравнявая производную, находим, что сила P имеет критическое значение при

$$y = \left(\sqrt{1 + \frac{m^2}{12} + \frac{Cm^2}{Nb^2}} - 2\frac{em}{b} + \frac{Rnm}{2N} - 1 \right) \frac{b}{m}.$$

Абсолютную величину эксцентриситета выразим через относительную

$$e = \varepsilon b.$$

Таким образом, величина критической силы P с учетом места приложения нагрузки и вертикальной составляющей силы резания имеет вид

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 N}{l} \left[\frac{y^2 + \left(2b\varepsilon - \frac{Rbn}{2N} \right) y + \left(\frac{b^2}{12} + \frac{C}{N} \right)}{my + b} \right]. \quad (14)$$

Анализ формулы (14) показал, что вертикальная составляющая не оказывает существенного влияния на устойчивость рамных пил. Пренебрежение ею дает погрешность не более 2—3%, поэтому ее можно не учитывать

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 N}{l} \frac{\left(y^2 + 2b\varepsilon y + \frac{b^2}{12} + \frac{C}{N} \right)}{my + b}, \quad (15)$$

где $y = \left(\sqrt{1 + \frac{m^2}{12} + \frac{Cm^2}{Nb^2}} - 2\varepsilon m - 1 \right) \frac{b}{m}$.

При увеличении эксцентриситета до оптимальной величины критическая сила возрастает. При дальнейшем увеличении эксцентриситета она уменьшается. Определим величину оптимального эксцентриситета.

Дифференцируя выражение (15) по ε , имеем

$$\varepsilon_{оп} = \frac{m}{24} + \frac{Cm}{2Nb^2}.$$

В этом случае $y = 0$.

Тогда критическая сила при оптимальном эксцентриситете имеет максимальное значение

$$P_{кр макс} = \frac{\pi^2}{l} \left(\frac{Nb}{12} + \frac{C}{b} \right), \quad (16)$$

где C — крутильная жесткость.

При $t = 0,75$

$$\varepsilon_{оп} = 0,098 + 0,3915 \frac{Gs^3}{Nb}. \quad (17)$$

Для удобства пользования формулами (16) и (17) на рис. 5 и 6 приведены номограммы. Полученные закономерности применяют при расчете предельных посылок, при определении оптимальных эксцентриситетов линии натяжения и при оценке влияния размеров рамных пил и силы натяжения на их устойчивость.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. М. Беляев. Сопrotивление материалов. Изд. 10, стереотипное. Государственное издательство технико-теоретической литературы, М., 1956. [2]. М. С. Берн-

и тейн. Теорема о работе внешних сил на конечных перемещениях и ее применение к задачам об устойчивости упругого равновесия. Сб. «Расчет пространственных конструкций», вып. VIII, Госстройиздат, 1962. [3]. С. П. Тимошенко. Устойчивость упругих систем. Перевод с английского. Изд. 2-е, Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955. [4]. С. М. Хасдан. Устойчивость ~~реальных~~ пил. Гослесбумиздат, М.—Л., 1960.

1

Поступила 3 апреля 1969 г.

УДК 658.272

О КАЧЕСТВЕННОМ ВЫХОДЕ ПИЛОВОЧНИКА ПРИ РАСКРЯЖЕВКЕ ХЛЫСТОВ КЕДРА КОРЕЙСКОГО

Ф. Т. ТЮРИКОВ

(Ухтинский индустриальный институт)

Практика показывает, что древесина одной породы, заготавливаемая в одном и том же районе, реализуется с завышенной или заниженной сортностью из-за неправильного раскроя хлыста.

Результаты изучения основных сортообразующих пороков древесины деловой части хлыста корейского кедра дают основание утверждать, что для древесных пород, произрастающих в тех или иных районах, можно установить размерно-качественные характеристики, определяющие выход лесопродукции.

В древесине корейского кедра и других пород по главному сортообразующему пороку — сучкам — аналитическими зависимостями определены границы качественных зон: бессучковая и зоны сросшихся и несросшихся сучков.

Бессучковая зона (с наличием сучков толщиной не более 8 мм) находится в комлевой части хлыста. Граница ее начинается непосредственно от комля и сердцевины, а дальше идет к периферии до 0,35 доли длины хлыста по параболической зависимости

$$y_2 = f_2 \left(\frac{l}{L} \right) = \frac{D_{1,3}}{2} \left[z \left(\frac{l}{L} \right)^2 + 0,035 \right],$$

где y_2 — радиус деловой части хлыста в месте замера, м;

L — длина всего хлыста, м;

$D_{1,3}$ — диаметр хлыста на уровне груди или на высоте 1 м от комля, м;

l — длина в месте замера, м.

Бессучковая зона располагается в наиболее сбежистой части хлыста и охватывает в радиусе 50—60 мм 1/10 долю длины; на трех первых относительных долях радиуса от центра эта зона занимает две относительные доли длины, а с половины радиуса она охватывает до 3,5 долей относительной длины, то есть до 1/3 длины хлыста (рис. 1).

Границу зоны несросшихся сучков (включены сучки несросшиеся и частично сросшиеся) определяем по уравнению

$$f_3 \left(\frac{l}{L} \right) = y_3 = \frac{D_{1,3}}{2} \left[1,32 \left(\frac{l}{L} \right)^2 + 0,035 \right].$$

Зная выражение для образующей деловой части хлыста

$$f_1 \left(\frac{l}{L} \right) = y_1 = \frac{D_{1,3}}{2} \left[-1,4 \left(\frac{l}{L} \right) + 2,22 \left(\frac{l}{L} \right)^2 - 1,32 \left(\frac{l}{L} \right) + 1,05 \right]$$

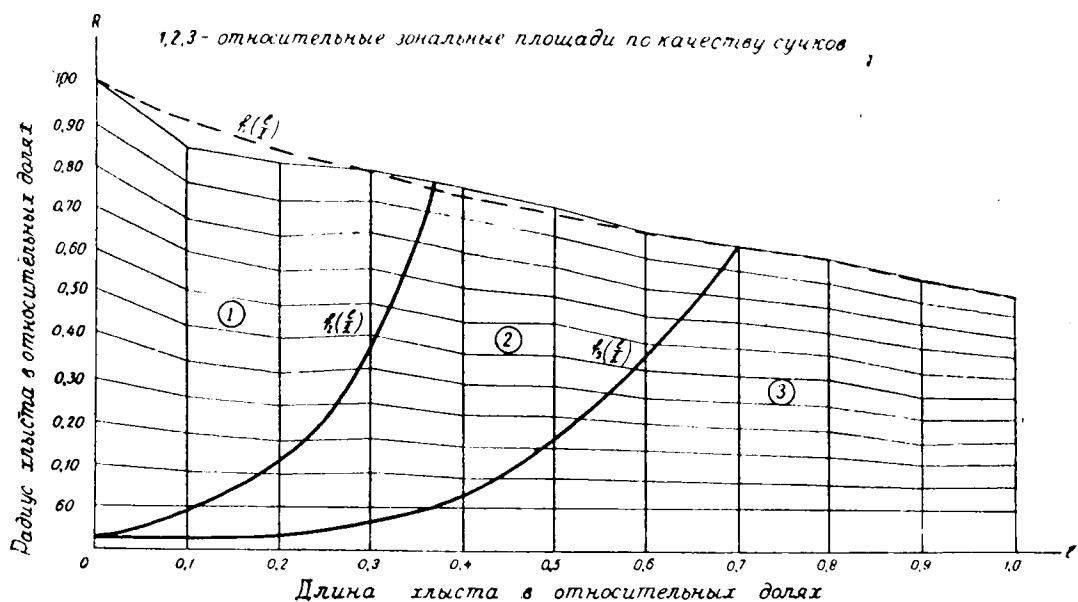


Рис. 1. Распределение качественных зон в деловой части хлыстов древесины корейского кедра.

и области существования функций

$$f_1\left(\frac{l}{L}\right) \text{ — } 0 \leq \frac{l}{L} \leq 1;$$

$$f_2\left(\frac{l}{L}\right) \text{ — } 0 \leq \frac{l}{L} \leq 0,35;$$

$$f_3\left(\frac{l}{L}\right) \text{ — } 0 \leq \frac{l}{L} \leq 0,7,$$

определим толщину зональных колец.

Для бессучковой зоны

$$\varphi_1\left(\frac{l}{L}\right) = y_{\text{бс}} = f_1\left(\frac{l}{L}\right) - f_2\left(\frac{l}{L}\right).$$

Подставляя значения $f_1\left(\frac{l}{L}\right)$ и $f_2\left(\frac{l}{L}\right)$ и решая это уравнение, получим

$$\varphi_1 = \frac{D_{1,3}}{2} \left[-1,4 \left(\frac{l}{L}\right)^3 - 4,78 \left(\frac{l}{L}\right)^2 - 1,32 \left(\frac{l}{L}\right) + 1,015 \right].$$

Зона несросшихся сучков имеет две подзоны с пределами

$$1) 0 \leq \frac{l}{L} \leq 0,35;$$

$$2) 0 \leq \frac{l}{L} \leq 0,70.$$

$$\varphi_2\left(\frac{l}{L}\right) = y_{\text{нс}} = f_2\left(\frac{l}{L}\right) - f_3\left(\frac{l}{L}\right).$$

Подставляя значения $f_2\left(\frac{l}{L}\right)$ и $f_3\left(\frac{l}{L}\right)$ и решая это уравнение, получим

$$\varphi_2 \left(\frac{l}{L} \right) = 2,84 \cdot D_{1,3} \left(\frac{l}{L} \right)^2;$$

$$\varphi_3 \left(\frac{l}{L} \right) = y_{\text{нсс}} = f_1 \left(\frac{l}{L} \right) - f_3 \left(\frac{l}{L} \right) = \frac{D_{1,3}}{2} \left[-1,4 \left(\frac{l}{L} \right)^2 + \right. \\ \left. + 0,9 \left(\frac{l}{L} \right)^2 - 1,32 \left(\frac{l}{L} \right) + 1,015 \right].$$

Зона сросшихся сучков находится в вершинной части хлыста и максимально насыщена сучками больших размеров. Зональное кольцо определяется двумя функциями в двух подзонах

$$1) 0 \leq \frac{l}{L} \leq 0,7; \quad \varphi_4 \left(\frac{l}{L} \right) = y_{\text{нсс}} = f_3 \left(\frac{l}{L} \right);$$

$$2) 0 \leq \frac{l}{L} \leq 0,7; \quad \varphi_5 \left(\frac{l}{L} \right) = y_{\text{нсс}} = f_1 \left(\frac{l}{L} \right).$$

Для нахождения площадей, занятых качественными зонами, решаем интегралы следующих функций: для полуствола

$$S_{\text{пств}} = 2 \int_0^L f_1 \left(\frac{l}{L} \right) dl = 0,1955 D_{1,3}^2 L;$$

для бессучковой зоны

$$S_{6/c} = 2 \int_0^{0,35L} \left(\frac{l}{L} \right) dl = 0,0503 D_{1,3} L;$$

для зоны несросшихся сучков

$$S_{\text{нсс}} = 2 \left[\int \varphi_2 \left(\frac{l}{L} \right) dl + \int_{0,35}^{0,70} \varphi_3 \left(\frac{l}{L} \right) dl \right] = 0,051 \cdot D_{1,3} \cdot L;$$

для зоны сросшихся сучков

$$S_{\text{сс}} = 2 \left[\int_0^{0,7} f_3 \left(\frac{l}{L} \right) dl + \int_{0,7}^L f_1 \left(\frac{l}{L} \right) dl \right] = 0,0938 D_{1,3} L.$$

Сравнительная характеристика площадей, определенных для различных качественных зон, показывает, что бессучковая зона в деловой части хлыста древесины корейского кедра занимает 26% всей площади, зона несросшихся сучков — 26% и сросшихся сучков — 48%. Эти данные получены при конкретных границах между качественными зонами. Однако границы могут иметь некоторые пределы отклонений и в соответствии с этим качественный выход будет находиться в диапазоне; близком к определенному нами.

При раскряжке хлыстов на пиловочные бревна и при составлении рациональных поставов на их распиловку должен быть учтен качественный выход по основным сортообразующим поркам. Как показали исследования, распределение сортообразующих пороков в древесине сосны, корейского кедра, лиственницы и др. имеет свои закономерности, а поэтому при раскряжке на пиловочное сырье и при раскряжке бревен на пиломатериалы нужно использовать размерно-качественную характеристику породы и географического района.

Для практического руководства при разделке хлыстов древесины корейского кедра и при составлении поставов нами предложена цифровая диаграмма (табл. 1) встречаемости сучков семи размерных групп на относительных длинах и радиусах. Диаграмма имеет 23 деления по радиусу хлыста, из которых три (ниже условного нуля) имеют постоянную величину с ценой каждого деления 20 мм. Двадцать делений (выше условного нуля) выведены в относительных величинах — это позволяет определять абсолютную величину делений при изменении радиуса различных хлыстов; при наименьших радиусах величина доли меньшая, при наибольших — соответственно большая.

Для нахождения абсолютной величины изменяемых делений по радиусу с правой стороны диаграммы имеется шкала определения цены деления в зависимости от изменения радиуса в любом сечении хлыста. Так, при значении изменяемой части радиуса 100 мм цена деления равна 5 мм, при радиусе 200 мм — 10 мм. На 0,95 доле радиуса по всей длине хлыста должна учитываться заболонная часть.

Цифровая диаграмма по длине разделена на десять частей, отражающих десять относительных длин деловой части хлыста. В каждой части семь столбцов с числовыми значениями по семи размерным группам сучков.

Качественная характеристика древесины по сучкам определена для относительных длин, поэтому при нахождении абсолютных значений необходимо знать цену доли при фактической длине полуствола. Для этого внизу диаграммы приведена сетка с ценой деления при различных фактических длинах. Например, при длине деловой части хлыста 10 м цена деления равна 1 м, а при 30 м — 3 м.

Количество сучков, указанное для различных размерных групп, исходящее на долю длины, не зависит от абсолютного размера доли. При составлении максимальных поставов необходимо знать, из какой части хлыста вырезаны бревна, средний диаметр, длину и сбег и в соответствии с этими данными провести подсортировку сырья. В этом случае приведенная цифровая диаграмма может служить руководством при планировании количественного и качественного выхода пилопродукции.

Поступила 16 декабря 1968 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.867.5

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ДРЕВЕСНЫХ УГЛЕЙ —
НАПОЛНИТЕЛЕЙ СМАЗКИ
ДЛЯ ВОЛОЧЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ

И. Я. КИСЕЛЕВ, В. П. СЕМЕНОВ, Б. Р. КЕЙЕР, П. П. ГАРЕЗИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Цель настоящей работы — изучение пористой структуры и адсорбционных свойств некоторых древесных углей [4], [5] и выяснение их роли в смазке при сухом волочении стальной проволоки.

Для исследования были выбраны березовый уголь-сырец, полученный при 550°C; березовый уголь, прокаленный дополнительно в течение 12 час при 2000°C; сосновый уголь-сырец, полученный при 500°C; для сравнения брали промышленный уголь марки БАУ.

Пористую структуру и сорбционные свойства древесных углей исследовали с помощью порометрического и капиллярно-конденсационного методов [3], [7]. Суммарный объем пор определяли по разности обратных величин кажущихся и истинных удельных весов

$$V_{\Sigma} = \frac{1}{\delta} - \frac{1}{d}$$

Кажущийся удельный вес δ находили по ртути с поправкой на объем пор, заполняемых ртутью при его определении. Истинный удельный вес d определяли пикнометрическим методом с использованием бензола в качестве пикнометрической жидкости. Объемы пор с эквивалентными радиусами от 2,9 до 30Å ($V_{2,9-30}$) вычисляли по разности суммарного объема пор V_{Σ} и интегрального $V_{пор}$, определенного методом вдавливания ртути [7].

Результаты вычисления параметров пористой структуры древесных углей приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Уголь	d , г/см ³	δ , г/см ³	V_{Σ}		$V_{пор}$		$V_{2,9-30}$	
			см ³ /г	см ³ /см ³	см ³ /г	см ³ /см ³	см ³ /г	см ³ /см ³
Березовый, сырец	1,270	0,398	1,724	0,686	1,553	0,618	0,171	0,068
Березовый, полученный при температуре прокалики 2000°C	1,387	0,340	2,231	0,758	1,984	0,674	0,247	0,084
Сосновый, сырец	1,152	0,393	1,679	0,660	1,531	0,602	0,148	0,058
БАУ	1,852	0,397	1,976	0,784	1,297	0,692	0,679	0,092

Данные табл. 1 показывают, что березовый и сосновый угли-сырцы имеют приблизительно равные суммарные объемы пор. Березовый уголь по сравнению с сосновым имеет больший объем пор в интервале радиусов (2,9 ÷ 30) Å и меньший — в интервале (10 000—100 000) Å (рис. 1); температурная обработка березового угля до 2000°C увеличивает суммарный объем пор и объем пор в интервале радиусов (600—7000) Å и (2,9 ÷ 30) Å. Промышленный уголь БАУ по сравнению с углями-сырцами имеет более развитый объем пор в интервале радиусов

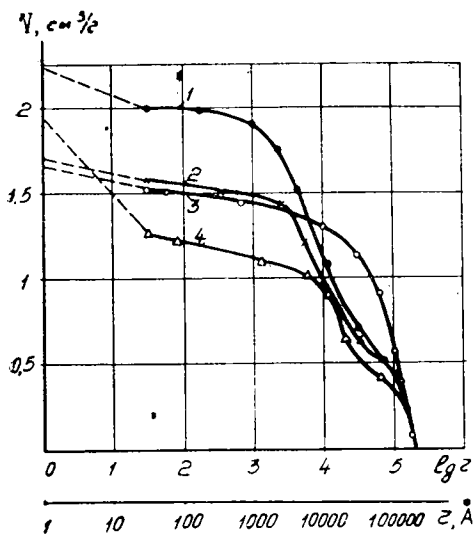


Рис. 1. Интегральные структурные кривые.

1— для березового угля с температурой прокалики 2000°C; 2— для березового угля-сырца; 3— для соснового угля-сырца; 4— для активированного угля БАУ.

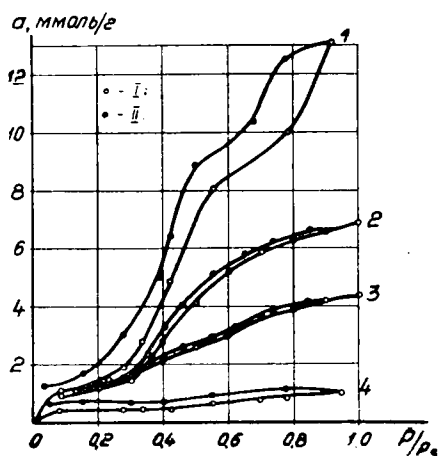


Рис. 2. Изотермы сорбции (I) и десорбции (II) паров воды при 20°C.

I— для активированного угля БАУ; 2— для березового угля-сырца; 3— для соснового угля-сырца; 4— для березового угля с температурой прокалики 2000°C.

2,9—30 Å и близок по структуре к березовому углю, прокаленному при 2000°C. Уголь БАУ имеет меньший объем пор в интервале радиусов (1000—10000) Å по сравнению со всеми исследуемыми углями.

Как известно [1], сорбционные свойства углей по парам воды определяются не только объемом микропор, но и характером поверхностных кислородных соединений угля; наличие последних можно установить, определяя обменную емкость по едкому натру [2].

Данные об определении обменной емкости углей по 0,1 н. раствору едкого натра приведены в табл. 2.

Таблица 2

Уголь	Обменная емкость угля	
	мг-экв/г	мг-экв/см ³
Березовый, сырец	1,87	0,745
Березовый, полученный при температуре прокалики 2000°C	1,45	0,493
Сосновый, сырец	1,56	0,614
БАУ	1,94	0,770

Данные табл. 2 показывают, что наибольшей обменной емкостью по NaOH обладает активированный уголь БАУ, наименьшей — березовый уголь, полученный при температуре прокалики 2000°C.

Сорбционные свойства древесных углей оценивались изотермами сорбции и десорбции паров воды при температуре 20°C [2] (рис. 2). Из рис. 2 видно, что сорбционная емкость по парам воды уменьшается в ряду: активированный уголь БАУ — березовый уголь-сырец — сосновый уголь-сырец и прокаленный до 2000°C березовый уголь.

На метизном заводе в Ленинграде было проведено массовое испытание смеси смазки с древесным углем (10% по весу) для волочения стальной проволоки с диаметра 6,5 мм на диаметр 3,0 мм. Данные о зависимости износа волок Δd и их расхода n (на 1 т протянутого металла) от вида древесного угля приведены в табл. 3.

Таблица 3

Уголь (10% по весу)	Δd , мк/Т	n , шт./Т
Березовый, полученный при температуре выжига 550°C	1,00	0,05
температуре прокалики 2000°C	3,90	0,19
Сосновый, полученный при температуре выжига 500°C	2,10	0,17
Активированный БАУ	3,90	0,26
Смазка без угля (контроль)	9,10	0,45

Из данных табл. 3 видно, что наименьший износ и расход волок наблюдается при использовании березового угля-сырца, полученного при температуре выжига 550°C. Повышенный расход волок для активированного угля БАУ по сравнению с березовым углем, полученным при температуре прокалики 2000°C, при одном и том же износе волок связан с большим количеством протянутой проволоки.

Таким образом, производственные показатели волочения стальной проволоки на смеси смазки с древесным углем находятся в зависимости от сорбционных свойств углей по парам воды, что подтверждает предположение о роли древесного угля как сорбента адсорбционных слоев влаги на поверхности проволоки. Исключение — активированный уголь БАУ; это, вероятно, связано с тем, что он имеет меньший объем пор в интервале радиусов (1000—10 000) А, чем остальные угли. Предполагается, что объем пор древесных углей в интервале радиусов 1000—10 000 А играет решающую роль в поглощении смазки, что приводит к увеличению ее крупнозернистости и повышению упругоэластических свойств, а это в свою очередь увеличивает эффективность действия смазки [6].

Выводы

1. Изучена пористая структура и сорбционные свойства древесных углей и показано, что сорбционная емкость по парам воды убывает в ряду углей: активированный уголь БАУ — березовый уголь-сырец, полученный при температуре выжига 550°C — сосновый уголь-сырец, прокаленный при температуре выжига 500°C — березовый уголь, полученный при температуре прокалики 2000°C.

2. Снижение износа и расхода волок при сухом волочении стальной проволоки на смеси смазки с древесным углем связано как с адсорбционным поглощением влаги с поверхности проволоки древесным углем, так и с величиной объема пор в интервале радиусов 1000—10 000 А.

3. В качестве наполнителя смазки можно использовать отходы древесного угля в виде угольной мелочи, полученной при температуре выжига 550—600°C.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. М. Дубинин. «Успехи химии», 24, вып. 1, 1955. [2]. М. М. Дубинин. В сб. «Поверхностные химические соединения и их роль в процессе адсорбции». Изд-во Московского университета, 1957, стр. 9—33. [3]. М. М. Дубинин. Пористая структура и адсорбционные свойства активных углей ВАХЗ. М., 1968 [4]. И. Я. Киселев. Авторское свидетельство № 200099 с приоритетом от 9 февраля 1966 г. Еюллетень «Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», № 16, 1967. [5]. И. Я. Киселев, В. С. Ерофеев, Е. К. Тимофеева. «Сталь» № 6, 1968, стр. 566—567. [6]. И. Я. Киселев. «Сталь» № 10, 1969, стр. 962. [7]. Т. Г. Плаченов. Рутная парометрическая установка П-3М. Л., 1968.

Поступила 8 мая 1970 г.

УДК 54

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПЛЕКСОВ ДИМЕТИЛАЦЕТАМИДА И ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА С ФЕНОЛОМ В ПРИСУТСТВИИ ФУРФУРОЛА

-И. М. БОХОВКИН, Б. К. СЕМЕНОВ, А. А. ПРИБЫТКОВА

(Архангельский лесотехнический институт)

Диметилацетамид и диметилсульфоксид — хорошие растворители и комплексообразователи.

В ряде работ [1], [3], [5], [6], [7] показано, что по способности к комплексообразованию диметилацетамид и диметилсульфоксид стоят выше ацетона, карбамида, ацетамида. Это находится в прямой связи с большей величиной их дипольных моментов.

Нашими исследованиями [4] было установлено, что устойчивость комплексов фенола с ацетоном и ацетамидом в присутствии фурфурола уменьшается в направлении ацетон — ацетамид, то есть при замещении в ацетоне метильного радикала на аминогруппу. Представляло интерес проследить устойчивость комплексов диметилацетамида и сульфоксида с фенолом в присутствии фурфурола. С этой целью визуально-политермическим методом, путем фиксирования температур исчезновения последних кристаллов нами были изучены две тройные системы: диметилацетамид — фенол — фурфурол и диметилсульфоксид — фенол — фурфурол.

Взятые вещества были очищены и имели температуры плавления, близкие к указанным в литературе.

Бинарные системы

Система диметилацетамид — фенол была исследована ранее [6]. Диаграмма плавкости имеет два максимума, отвечающих соединениям $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ и $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2 \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ с т. пл. -1° и 7° соответственно. Эвтектические точки соответствуют 16 мол. % фенола и -40° , 56 мол. % фенола и 4° , 79 мол. % фенола и -6° .

Система диметилацетамид — фурфурол исследована впервые (рис. 1). Она способна к стеклообразованию. Ветвь фурфурол — диметилацетамид удалось исследовать в пределах до 30 мол. % диметилацетамида, а ветвь диметилацетамид — фурфурол — до 45 мол. % фурфурола. В пределах концентрации диметилацетамида 30—55 мол. % кристаллизацию вызвать не удалось, жидкость становилась вязкой, а с понижением температуры затвердевала в виде про-

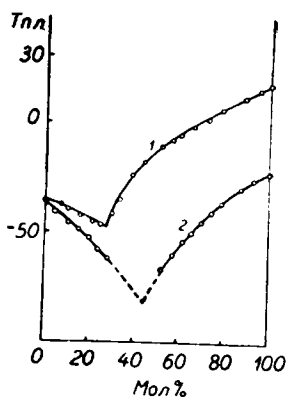


Рис. 1. Диаграммы плавкости бинарных систем.

1 — ДМСО — фурфурол;
2 — ДМА — фурфурол.

зрачной стеклообразной массы. Эта часть диаграммы представлена пунктирными линиями в виде двух пересекающихся ветвей с простой эвтектикой.

Система фурфурол — фенол [2] характеризуется incongruently плавящимся соединением состава $C_5H_4O_2 \cdot C_6H_5OH$. Эвтектическая точка находится при 30 мол. % фенола и -59° , переходная — при 55 мол. % фенола и -42° .

Система способна к стеклообразованию.

Система фурфурол — диметилсульфоксид (рис. 1). Диаграмма плавкости характеризуется простой эвтектикой. Ветви кривой плавкости пересекаются в эвтектической точке при 28 мол. % диметилсульфоксида и -48° .

Система диметилсульфоксид — фенол [1]. Установлено образование двух конгруэнтно плавящихся соединений $(CH_3)_2SO \cdot C_6H_5OH$ и $(CH_3)_2SO \cdot 2C_6H_5OH$.

Разрезы через тройные системы

Для изучения взаимодействия между веществами в твердой фазе был использован метод сечений. По результатам анализа построены плоские диаграммы плавкости и нанесены изотермы через каждые 10° .

В системе диметилацетамид — фенол — фурфурол для выявления фазовых разделов исследовано 11 разрезов в направлениях, указанных на рис. 2. Диаграмма плавкости включает 6 полей кристаллизации: поле кристаллизации фурфурола, которое занимает площадь 11,4% от об-

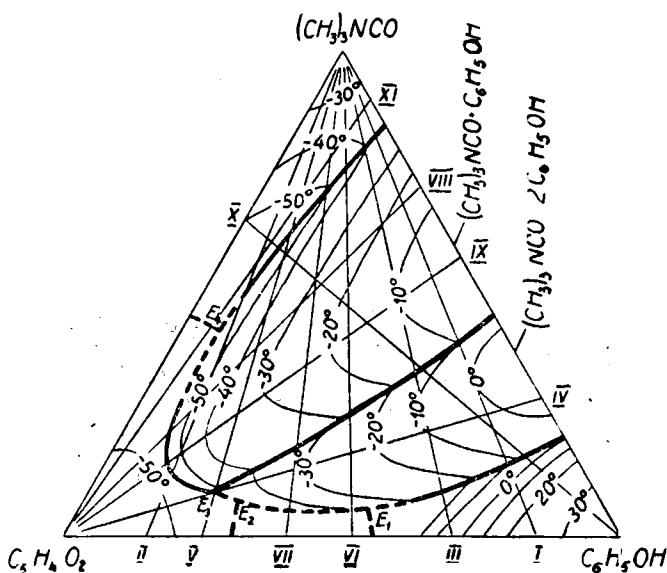


Рис. 2. Диаграмма плавкости тройной системы ДМА — фенол — фурфурол.

щей площади плоской диаграммы, поле диметилацетамида — 10,9%, поле фенола — 10,2%, поле соединения диметилацетамида с фенолом состава 1:1 — 41,1%, поле соединения диметилацетамида с фенолом состава 1:2 — 22,8% и поле соединения фурфурола с фенолом — 3,6%. Следовательно, поля кристаллизации соединений ДМА с фенолом занимают большую часть плоской диаграммы, что указывает на их большую устойчивость в присутствии фурфурола.

Из двух соединений ДМА с фенолом в присутствии фурфурола более устойчиво соединение состава 1:1, поле кристаллизации которого в два раза больше.

Система характеризуется четырьмя тройными точками: E_1 — 6 мол.% ДМА, 58 мол.% фенола и 36 мол.% фурфурола при -43° ; E_2 — 7 мол.% ДМА, 28 мол.% фенола и 65 мол.% фурфурола при -60° ; E_3 — 8 мол.% ДМА, 23 мол.% фенола и 69 мол.% фурфурола при -58° ; E_4 — 42 мол.% ДМА, 6 мол.% фенола и 52 мол.% фурфурола при -81° .

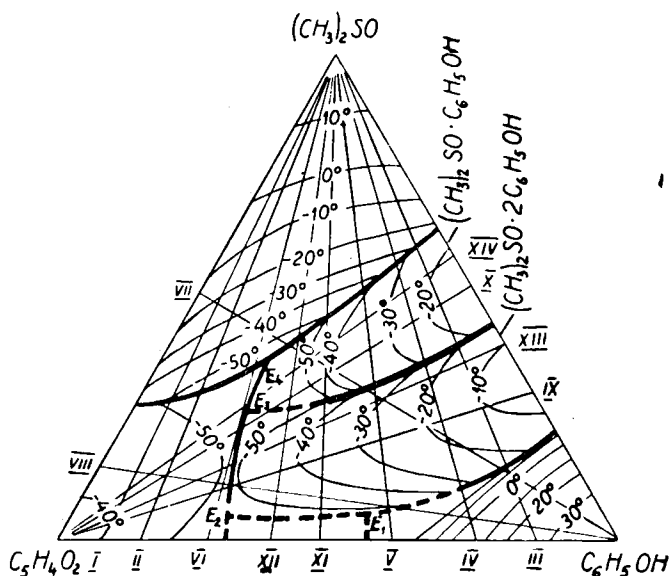


Рис. 3. Диаграмма плавкости тройной системы ДМСО — фенол — фурфурол.

Для изучения тройной системы диметилсульфоксид — фенол — фурфурол исследовано 14 разрезов в направлениях, указанных на рис. 3. В системе проявилось 6 полей кристаллизации: поле кристаллизации фурфурола — 14,4%, поле ДМСО — 30,7%, поле соединения ДМСО с фенолом состава 1:1 — 13,2%, поле соединения ДМСО с фенолом состава 1:2 — 25,8% и поле соединения фурфурола с фенолом — 3,2%. Следовательно, из двух соединений ДМСО с фенолом более устойчиво в присутствии фурфурола соединение состава 1:2, поле кристаллизации которого в два раза больше.

Исследованная диаграмма плавкости имеет 4 тройные точки: E_1 — 11 мол.% ДМСО, 47 мол.% фенола и 42 мол.% фурфурола при температуре -43° ; E_2 — 5 мол.% ДМА, 28 мол.% фенола и 67 мол.% фурфурола при -60° ; E_3 — 25 мол.% ДМСО, 21 мол.% фенола и 46 мол.% фурфурола при -60° ; E_4 — 35 мол.% ДМСО, 19 мол.% фенола и 46 мол.% фурфурола при -61° .

Сопоставляя изученные тройные системы, отмечаем некоторые их сходства. Для них характерно отсутствие тройных соединений. Во всех тройных системах проявляются бинарные соединения. Обнаруживается значительное сходство в общем характере кристаллизации. Кроме того, находим, что устойчивость комплекса ДМА с фенолом в присутствии фурфурола состава 1 : 1 значительно больше по сравнению с устойчивостью комплекса ДМСО — фенол состава 1 : 1, так как площадь кристаллизации его в 3 раза больше площади кристаллизации комплекса ДМСО — фенол состава 1 : 1. Устойчивость комплексов ДМА и ДМСО с фенолом состава 1 : 2 одинакова, а устойчивость комплексов фурфурола с фенолом небольшая из-за малой площади кристаллизации.

Из сопоставления тройной системы ДМА — фенол — фурфурол с тройными системами ацетон — фенол — фурфурол и ацетамид — фенол — фурфурол [4] вытекает, что устойчивость комплексов ацетона, ацетамида и диметилацетамида с фенолом уменьшается в направлении ацетон — диметилацетамид — ацетамид. Отмечаем, что присутствие фурфурола способствует увеличению устойчивости данных комплексов.

Выводы

1. Визуально политермическим методом исследованы бинарные системы диметилацетамид — фурфурол и диметилсульфоксид — фурфурол.

2. Установлено отсутствие химического взаимодействия между ацетамидом и фурфуролом и диметилсульфоксидом и фурфуролом. Система диметилацетамид — фурфурол способна к стеклообразованию.

3. Визуально политермическим методом изучены тройные системы диметилацетамид — фенол — фурфурол и диметилсульфоксид — фенол — фурфурол.

4. Установлено, что устойчивость комплексов $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, $(\text{CH}_3)_2\text{SO} \cdot \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ в присутствии фурфурола возрастает в направлении ДМСО — ДМА.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина, В. Ф. Чесноков. ЖОХ, 39, вып. 7, 1437, 1969. [2]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1969. [3]. И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина. ЖОХ, вып. 1, 3, 1970. [4]. Б. К. Семенов, И. М. Боховкин. Труды АЛТИ XXIII, 1970, стр. 109—113. [5]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин. ЖОХ, 36, 1170, 1966. [6]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ЖОХ, 38, 681, 1968. [7]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин. ЖОХ, 39, вып. 5, 945, 1969.

Поступила 20 апреля 1970 г.

УДК 634.0.813

СОСТАВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ЛИПИДОВ КОРЫ ОСИНЫ

Е. А. АЛЕКСЕЕВА, В. Н. ПИЯЛКИН, А. Л. АГРАНАТ,

Ф. Т. СОЛОДКИЙ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Литературных данных по составу липидов древесины и коры осины мы обнаружили мало [3], [4], [5]. В данном сообщении приведены результаты определения состава кислот липидов коры свежесрубленной и выдержанной осины [1].

Кислоты в виде их метиловых эфиров разделяли методом газо-жидкостной хроматографии [2]. Так как значения физических и химических констант исследуемых кислот лежат в широком интервале, мы приняли вариант ГЖХ с программированием температуры. Анализы проводили на хроматографе ЛХМ-7А в следующих условиях: неподвижная фаза — апьезон М в количестве 12,5% от хромасорба W (80—100 меш.); колонка — нержавеющая сталь ($L = 2$ м, $D_{вн} = 4$ мм); газ-носитель — водород, расход 2 л/час; детектор — катарометр Г-26, ток моста 120 мкА; масштаб записи 2 мкВ; температура детектора 275°, дозатора 320°; программирование температуры колонки от 120 до 320° со скоростью 4°/мин. Идентификацию разделенных компонентов проводили методом метки.

Полученные результаты сведены в табл. 1, из данных которой видно, что в исследуемых образцах идентифицировано не менее 7 индивидуальных компонентов. Основную их часть составляют кислоты C_{18} .

При хранении коры заметно увеличивается количество свободных кислот C_{14} — C_{22} , а связанных уменьшается за счет кислот C_{18} .

Таблица 1

Кислоты	Температура элюирования кислот искусственной смеси, °С	Содержание кислот в липидах коры свежесрубленной осины		Содержание кислот в липидах выдержанной коры	
		свободных	связанных	свободных	связанных
Каприновая		0,25	—	—	—
		0,017			
Миристиновая	214	0,61	1,31	0,60	0,70
		0,04	0,81	0,72	0,29
Пальмитиновая	231	5,85	3,75	8,40	5,50
		0,40	2,32	0,17	2,46
Кислоты C_{18}	251	76,00	82,20	72,60	77,00
		5,32	51,00	15,24	31,5
Стеариновая	255	4,60	5,60	7,80	4,10
		0,32	3,43	1,64	1,68
Арахидиновая	273	2,62	1,66	8,20	2,42
		0,18	1,03	1,89	0,99
Бегеновая	290	1,82	1,26	2,40	1,96
		0,13	0,78	0,50	0,30
Лигноцерииновая	303	4,00	—	—	0,63
		0,29			0,26
Неидентифицированные		4,25	4,22	—	1,69
		0,35	1,61		0,69

Примечание. В числителе данные в процентах от элюируемых; в знаменателе — в процентах от липидов.

Для более надежной идентификации метиловых эфиров исследуемых кислот C_{18} применяли газо-жидкостную хроматографию на полярной фазе. Условия хроматографирования: хроматограф ЛХМ-7А; детектор пламенно-ионизационный; неподвижная фаза — 1-4 бутандиолсульфинат в количестве 15% от хромасорба Р (120—140 меш.); колонка — нержавеющая сталь ($L = 2$ м, $D_{вн} = 4$ мм); температура колонки 205°, детектора 300°, дозатора 300°; газ-носитель — азот, расход 1,5 л/час.

Идентификацию разделенных компонентов проводили методом метки.

Результаты расчета хроматограмм сведены в табл. 2, из данных которой видно, что в кислотной фракции липидов, выделенных из выдержанной в течение шести месяцев коры, происходит уменьшение непредельных жирных кислот, содержащих 2 и 3 двойные связи.

Таблица 2

Кислоты	V' отн элюирован- ных кислот искусственной смеси	Содержание кислот в липидх коры свеже- срубленной осины		Содержание кислот в липидх выдержанной коры	
		свободных	связанных	свободных	связанных
Каприновая	0,212	<u>0,446</u> 0,026	—	<u>0,189</u> 0,036	—
Лауриновая	0,250	<u>0,160</u> 0,009	<u>0,151</u> 0,085	<u>0,939</u> 0,188	—
Изомиристиновая	0,326	<u>0,160</u> 0,009	<u>0,132</u> 0,075	—	0,162 0,063
Миристиновая	0,575	<u>0,215</u> 0,018	—	<u>0,447</u> 0,089	<u>0,333</u> 0,126
Изопальмитиновая	0,845	<u>0,385</u> 0,027	<u>0,198</u> 0,122	1,911 0,403	<u>0,837</u> 0,342
Пальмитиновая	1,000	<u>7,250</u> 0,502	<u>3,810</u> 2,778	6,891 1,450	<u>5,940</u> 2,430
Пальмитоолеиновая	1,240	<u>0,672</u> 0,045	<u>0,151</u> 0,047	<u>0,689</u> 0,143	<u>0,675</u> 0,252
Стеариновая	1,780	<u>0,672</u> 0,045	<u>0,574</u> 0,358	<u>0,191</u> 0,027	<u>0,567</u> 0,225
Олеиновая	1,940	<u>2,016</u> 0,134	<u>3,446</u> 2,486	0,349 0,080	<u>2,520</u> 1,035
Линолевая	2,230	<u>67,386</u> 4,713	<u>75,901</u> 48,873	<u>70,794</u> 14,866	<u>70,657</u> 28,983
Линоленовая	2,680	<u>7,079</u> 0,493	<u>7,251</u> 4,642	<u>3,365</u> 0,707	<u>7,291</u> 2,988
Неидентифицированные		<u>7,370</u> 0,510	<u>6,312</u> 3,851	<u>4,250</u> 0,890	<u>1,140</u> 0,423

Примечание. В числителе данные в процентах от элюируемых; в знаменателе — в процентах от липидов.

Выводы

1. В исследованных образцах кислот, выделенных из липидов коры осины, обнаружено не менее 20 индивидуальных компонентов. Основную часть составляют непредельные кислоты состава C_{18} — олеиновая, линолевая и линоленовая.

Среди предельных кислот удалось выделить пальмитиновую и стеариновую.

2. При хранении коры под влиянием внешних условий количественное соотношение кислот изменяется. Среди свободных кислот количество стеариновой, арахиновой и кислот C_{18} возрастает; среди связанных значительно уменьшается содержание кислот C_{18} и стеариновой.

Качественный набор кислот практически остается постоянным.

3. Большое количество линолевой кислоты, относящейся к эссенциальным кислотам, позволяет считать кислотную фракцию липидов коры осины биоактивным веществом.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Е. А. Алексеева, А. Л. Агранат, Ф. Т. Солодкий. Состав липидов коры осины. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 5, 1970. [2]. Берчфильд, Э. Сторрс. «Газовая хроматография в биохимии». Изд-во «Мир», М., 1964. [3]. В. L. Browning, L. O. Bublitz. «Tappi», 36, № 9, 1953, 418. [4]. R. L. Hossfeld, W. T. Hunter. «Tappi» 41, № 7, 1958, 359—362. [5]. Winhaus. «Chem Tech.» (Berlin), 5, 1953, 24.

Поступила 5 января 1970 г.

УДК 634.0.813

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВАРКИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ НА ХАРАКТЕР И СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В ТИОЛИГНИНАХ

Б. Д. БОГОМОЛОВ, О. Ф. ГОРБУНОВА, Л. Н. ПЬЯНКОВА

(Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института)

Ранее [1], [2], [5] нами было установлено, что неочищенные тиолигнины — щелочные сульфатные лигнины содержат как элементарную, так и органически связанную серу. Были разработаны методы [4], [7], позволяющие с достаточной степенью точности определять элементарную серу и разделять серу по ее активности и принадлежности к определенным типам связи [3], [6], [7]. Настоящая работа — продолжение предыдущих [1], [3]. Основное внимание в ней уделяется выяснению влияния условий варки (длительности и температуры) на содержание серы и ее активность.

Для исследования этого вопроса проводили четыре серии варок древесины сосны при температурах 100—180°C с интервалами 20°; продолжительность разогрева во всех варках 1 час. При каждой температуре продолжительность варок 0; 3; 6 и 12 час. Для варок использовали белый щелок сульфидностью 30% с содержанием активной щелочи 50 г/л (в единицах NaOH) при модуле 5.

Данные о выходе лигнина в зависимости от времени варок и температуры представлены в табл. 1.

Таблица 1

Температура варки, °С	Выход перешедшего в раствор лигнина*, % от содержащегося в древесине, при продолжительности варки, час**				Выход лигнина, выделенного из раствора после переосаждения*, % от перешедшего в раствор, при продолжительности варки, час**			
	0	3	6	12	0	3	6	12
100	10	24	30	36	15	40	50	50
120	14	31	40	45	15	40	50	50
140	20	50	65	80	50	80	50	70
160	35	85	90	94	50	80	75	70
180	65	95	94	94	60	70	70	70

* Средние результаты двух параллельных варок. ** Время разогрева в обозначении не учтено.

Из черных щелоков лигнины выделялись подкислением 1 н. раствором соляной кислоты до pH=4,5. Для очистки от основной массы элементарной серы выделенные лигнины еще до промывки растворяли в 0,1 н. растворе щелочи, из которого нерастворившуюся элементарную серу отделяли на центрифуге, а лигнин осаждали 0,25 н. раствором соляной кислоты, отделяли от маточного раствора, промывали водой до нейтральной реакции и высушивали.

Полученные образцы освобождали от водорастворимых веществ и экстрагировали бензолом в аппарате Сокслета до отрицательной реакции бензольных экстрактов на элементарную серу, высушивали сначала на воздухе, а затем в вакуум-

сушильном шкафу. Указанная очистка позволяла получать образцы с содержанием элементарной серы не более 0,2—0,5%.

Содержание общей серы в образцах определяли методом гидрирования над платиной в токе водорода при температуре 900°C [8], количество элементарной серы—полярографическим методом [4], а органически связанной—по разности между содержанием общей и элементарной серы. «Кислотолабильную» и «алюмогидридную» серу определяли по ранее разработанной методике [6].

Результаты исследования приведены в табл. 2, из которой следует, что наибольшее содержание серы в тиолигнинах по существу соответствует стадии разогрева до 100—120°C. С повышением температуры варки количество органически связанной серы постепенно падает, по-видимому, за счет ее отщепления. Можно отметить, что в период разогрева (варка 0 час) и в первые часы варки (продолжительность 3 часа) содержание серы в тиолигнинах падает приблизительно до одного и того же значения; при продолжительности варки 6 час с повышением температуры от 100 до 180°C сначала содержание серы немного уменьшается, а затем увеличивается почти до первоначального значения. При продолжительности варки 12 час это увеличение заметнее.

Таблица 2

Температура варки, °С	Содержание серы, эквивалентов на 100 звеньев лигнина,											
	общей органической при продолжительности варки, час				кислотолабильной при продолжительности варки, час				алюмогидридной при продолжительности варки, час			
	0	3	6	12	0	3	6	12	0	3	6	12
100	14,1	10,1	8,4	6,1	12,7 (85,5)	8,0 (78,2)	7,7 (91,5)	4,4 (71,5)	13,0 (91,0)	8,0 (78,2)	7,1 (85,0)	4,0 (66,0)
120	16,5	7,9	6,0	6,4	11,7 (71,0)	6,0 (76,0)	4,9 (82,5)	4,1 (63,0)	10,5 (64,0)	65,0 (64,0)	4,5 (76,0)	3,9 (60,0)
140	12,1	7,6	7,6	7,8	10,0 (81,0)	5,3 (70,5)	4,5 (59,5)	4,4 (56,0)	7,7 (63,5)	3,8 (50,5)	3,6 (47,5)	2,9 (36,5)
160	11,7	8,3	7,6	6,7	10,2 (77,5)	4,1 (47,5)	4,0 (53,5)	3,3 (50,0)	9,07 (77,0)	4,3 (51,5)	4,4 (57,5)	3,1 (46,5)
180	7,1	6,8	8,5	10,7	5,7 (80,5)	4,2 (61,5)	4,3 (50,5)	4,3 (40,5)	4,9 (69,0)	3,4 (50,0)	3,6 (43,0)	3,3 (30,6)

Примечание. Элементарная сера учтена. Для варок продолжительностью 3, 6, 12 час. приведены средние результаты двух параллельных варок. В скобках — процент от общей органической серы.

Из данных табл. 2 видно, что содержание органически связанной серы уменьшается с увеличением продолжительности варки. Однако при 180°C этого не наблюдается. По-видимому, при этой температуре сера присоединяется к лигнину в результате вновь образовавшихся групп, способных реагировать с сульфидом натрия или элементарной серой. При каждой из указанных выше температур содержание кислотолабильной и алюмогидридной серы значительно падает с увеличением продолжительности варки от 0 до 12 час; при этом чем ниже температура варки, тем заметнее это падение.

В образцах тиолигнинов от варок в более жестких условиях (температура 180°C, продолжительность варки 6—12 час) и содержащих, казалось бы, наиболее прочно связанную серу в количестве 7—8 эквивалентов на 100 звеньев лигнина, сера не вся стабильна: приблизительно до 50% ее отщепляется при действии смеси кислот и алюмогидрида лития. В приведенных образцах тиолигнинов количества кис-

лотолабильной и алюмогидридной серы (к ним мы относим наиболее реакционноспособную часть серы, принадлежащую α -, β - и γ -углеродным атомам, активированным карбонильными группами) довольно близки друг к другу по своим значениям. В большинстве случаев содержание алюмогидридной серы несколько меньше количества кислотолабильной серы, составляющей от 40 до 85—90% общей органической серы. Одновременно с увеличением продолжительности варок, особенно при температуре 180°C, растет и стабильность серы, и при 12-часовой варке ее содержание составляет 6,5—7,5 эквивалентов на 100 звеньев лигнина.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, О. Ф. Горбунова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1966. [2]. Б. Д. Богомолов, О. М. Соколов, О. Ф. Горбунова, Е. Д. Гельфанд. Доклады Советско-финского симпозиума, Химия древесины, Л., 1968. [3]. Б. Д. Богомолов, О. Ф. Горбунова. Сб. «Химия древесины» № 4, Рига, 1969. [4]. О. Ф. Горбунова, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1965. [5]. О. Ф. Горбунова, Б. Д. Богомолов. Сб. «Химия древесины», 1, Рига, 1968. [6]. О. Ф. Горбунова, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1968. [7]. О. Ф. Горбунова, Б. Д. Богомолов. Тезисы докладов Всесоюзного семинара «Современные методы исследования в химии лигнина». Архангельск, 1968. [8]. М. О. Коршун, Н. Э. Гельман. Новые методы элементарного микроанализа. Государственное научно-техническое издательство химической литературы. М.—Л., 1949. стр. 88—100.

Поступила 31 марта 1970 г.

УДК 54

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ОКСИКИСЛОТ РАСТВОРИМЫХ СМОЛ МЕТОДОМ ГЖХ

Н. А. ИВАНОВ, В. Н. ПИЯЛКИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

В статье [2] даны первые сведения о составе оксикислотной части газогенераторной растворимой смолы (далее РС) из осины, полученные методом бумажной хроматографии. В данной статье приводятся результаты газохроматографического (ГЖХ) анализа оксикислот осинового РС.

Как известно, оксикислоты и лактоны РС — неустойчивые и нелетучие вещества [5], [6]. Поэтому перед газохроматографическим анализом их переводили в более стабильные и летучие соединения — метиловые эфиры, которые получали обработкой метанольного раствора кислот и лактонов газообразным диазометаном.

Экспериментальная часть

Водный раствор оксикислот и лактонов, полученных из бариевых солей [2], упаривали в вакууме (остаточное давление 12—15 мм рт. ст., температура бани 50°C). Остаток растворяли в метаноле, метанольный раствор переносили в две последовательно соединенные барботажные пробирки.

Метанольный раствор кислот и лактонов, охлажденный до 0°C, насыщали газообразным диазометаном, получаемым по способу Штаудингера [9]; при этом значение pH метанольного раствора изменялось от 1—2 до 7. Так как лактоны оксикислот более медленно реагируют с диазометаном [8], то для завершения метилирования к метанольному раствору, содержащему метиловые эфиры и непрореагировавшие лактоны, добавляли избыток диазометана и оставляли на 24 часа. Затем метанол

Компонент	Выход компонента от исходных эфиров, %	Удельный вес d_{20}^{20} , г/см ³	Коэффициент рефракции n_D
Эфирорастворимая часть метиловых эфиров	63,4	1,2433	1,4705
Метанолорастворимая часть метиловых эфиров	36,6	—	—

Номер фракции	Температура паров, °С	Остаточное давление, мм рт. ст.	Вес фракции, г	Выход фракции от загрузки, %	Коэффициент рефракции n_D
1	52 — 105	6,0	1,1	17,65	1,4350
2	105 — 160	6,0	2,4	38,37	1,4685
3	160 — 171	6,0	1,74	28,08	1,4870

Примечание. Разгонку проводили в токе азота. Загружено 6,23 г — 100%. уловлено в ловушке, охлаждаемой льдом), пека 0,43 г — 6,9%, потери 0,19 г — 3,0%.

отгоняли досуха на водяной бане, остаток охлаждали и вакуумизировали (на холоду) для удаления следов растворителя. Характеристика полученных метиловых эфиров оксикислот: удельный вес $d_{20}^{20} = 1,2756$ г/см³; коэффициент рефракции $n_D = 1,4775$; содержание ОСН₃-групп по Фибеку [4] — 20,19%; содержание ОН-групп по Верлею [3] — 16,29%; элементарный состав — 47,99% С, 7,14% Н, 44,87% О; число омыления — 183,9 мг КОН/г вещества; молекулярный вес в уксусной кислоте (криоскопический метод) [3] — 186,3.

В исходной смеси кислот и лактонов содержалось до 12% левоглюкозана [2]; для отделения его от метиловых эфиров последние многократно экстрагировали этиловым эфиром (левоглюкозан в эфире практически нерастворим). Остаток после экстракции растворяли в метаноле.

Сравнительная характеристика компонентов метиловых эфиров оксикислот приведена в табл. 1.

Для окончательной очистки метиловые эфиры (эфирорастворимая часть) были перегнаны в вакууме, а полученный перегон (70,2% от загрузки) расфракционирован.

Результаты фракционной вакуумной разгонки эфирорастворимой части метиловых эфиров оксикислот представлены в табл. 2. Данные табл. 1 и 2 показывают, что метиловые эфиры представляют собой смесь низкомолекулярных веществ с молекулярным весом не более 180—200.

Исходные метиловые эфиры и их фракции были проанализированы методом газо-жидкостной хроматографии. Обычно для газохроматографического анализа метиловых эфиров низкомолекулярных оксикислот применяют полиэтиленгликольадипат [7] и полиэтиленгликоли с молекулярным весом 1500—20 000 [1], [7].

При газохроматографическом анализе мы испытывали следующие неподвижные фазы: апиезон L, полиэтиленгликольадипат и полиэтиленгликоли с молекулярным весом 2000, 3000 и 20 000. Наилучшее разделение метиловых эфиров было достигнуто при использовании в качестве неподвижной фазы ПЭГ-20М-полиэтиленгликоля с молекулярным весом 20 000.

Условия газохроматографического анализа: 1) хроматограф ЛХМ-7а; 2) параметры хроматографической колонки: материал — нержавеющая сталь, длина 2 м, внутренний диаметр 3 мм; 3) неподвижная фаза ПЭГ-20М в количестве 5% от веса хромосорба G (60—80 меш.); 4) детектор — катарометр, ток моста 150 ма; 5) расход газа-носителя (водорода) — 60 мл/мин; 6) температура дозатора 300°C. Анализ проводили с программированием температуры (3°/мин) в пределах 75—230°C. Качественную оценку отдельных пиков хроматограммы осуществляли по искусственной смеси метиловых эфиров оксикислот, количественную — методом внутренней нормализации.

Таблица 1

Содержание ОСН ₂ -групп по Фибеку [4], %	Содержание ОН-групп по Верлею [3], %	Число омыле- ния, мг КОН на 1 г вещества	Элементарный состав, %			Молекулярный вес в уксусной кислоте (крио- скопический метод) [3]
			С	Н	О	
20,56	18,9	242,7	48,75	7,29	43,96	184
17,16	13,82	156,3	46,78	7,21	46,01	172,7

Таблица 2

Содержание ОСН ₂ -групп по Фибеку [4], %	Содержание ОН-групп по Верлею [3], %	Число омыле- ния, мг КОН на 1 г вещества	Элементарный состав, %			Молекулярный вес в уксусной кислоте (криоско- пический метод) [3]
			С	Н	О	
28,63	9,32	355	47,78	7,72	44,5	124
18,07	12,56	283	49,32	7,28	43,4	153
12,7	14,61	239	48,35	7,03	44,62	169

Получено дистиллята 5,61 г — 90,1% (0,37 г — 6,6% легколетучей части дистиллята

Результаты газохроматографического анализа фракций метиловых эфиров оксикислот приведены в табл. 3.

Таблица 3

Компонент	Содержание компонентов во фракциях, %		
	I	II	III
Метиловый эфир гликолевой кислоты	14,75	1,83	0,61
• • • • • молочной	6,47	1,43	0,98
• • • • • α-оксинизомасляной кислоты	1,66	0,80	1,99
• • • • • α-оксимасляной	1,49	0,72	1,05
• • • • • α-оксинизовалериановой	23,23	1,56	1,29
• • • • • α-оксивалериановой	3,54	0,40	0,84
Неидентифицированные вещества	48,86	93,26	93,24

На основании данных табл. 1, 2 и 3 рассчитан выход отдельных компонентов оксикислот растворимой смолы, полученной при газификации осинового дерева (табл. 4).

Таблица 4

Кислота	Содержание компонента в смеси окси- кислот, %	Выход компо- нента, % от РС
Гликолевая	2,44	0,65
Молочная	1,32	0,35
Оксинизомасляная	0,81	0,21
Оксимасляная	0,58	0,15
Оксинизовалериановая	3,55	0,94
Оксивалериановая	0,71	0,19

Выводы

1. Оксикислоты газогенераторной растворимой смолы представляют собой сложную смесь соединений, насчитывающую до 40 компонентов.

2. В состав оксикислотно-лактонной смеси входит не менее 10—15% простейших оксикислот C_2 — C_5 , среди которых преобладают гликолевая, молочная и оксивалериановая кислоты.

3. Неидентифицированные вещества, по-видимому, представляют собой смесь низкомолекулярных оксилактонов и полиоксикислот.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Беликов, С. В. Витт и др. Известия АН СССР. Серия химическая № 8, 1967, 1862—1864. [2]. Н. А. Иванов. Бумажная хроматография оксикислот растворимых смол. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1970. [3]. И. П. Лосев и др. Практикум по химии высокомолекулярных соединений. ГИТИ химической литературы, М., 1962. [4]. А. В. Оболенская и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. Лесная промышленность, М., 1965, 161—163. [5]. Д. В. Тищенко, К. В. Бардышева, Н. И. Носова. ЖПХ, XXI, № 9, 1948, 976—984. [6]. Д. В. Тищенко. ЖПХ, № 2, 1966. [7]. L. Quin, M. Hobbs. Anal. Chem., 1400—1406, 1958. [8]. Spencer, Wright. J. Am. Chem. Soc. 63, № 7, 2017, 1941 [9]. Staudinger, Kupfer. Ber. 45, 505, 1912.

Поступила 1 июня 1970 г.

УДК 634.0.813

О ПОЛУЧЕНИИ ФУРФУРОЛА ИЗ СОЛЯНОКИСЛЫХ ПРЕДГИДРОЛИЗАТОВ

Т. В. БАРАКОВ, Н. А. ЯРЦЕВА, Ю. И. ХОЛЬКИН

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

В последние годы опубликован ряд способов получения фурфурола при гидролизе березовой древесины концентрированной соляной кислотой (29—37%); при этом возможно присутствие органических растворителей и нефтяных масел [2], [3], [10]. Некоторые авторы изучали кинетику реакции разложения ксилозы в кислой среде [5], [8]. Однако эти исследования проводились с применением разбавленных растворов кислот. Предложенный механизм образования промежуточных и конечных продуктов распада ксилозы применим только в случае низкой концентрации катализатора процесса.

Цель настоящих исследований — изучение кинетики реакции разложения пентозных сахаров при различных условиях и нахождение оптимального режима переработки солянокислых пентозных предгидролизатов для получения фурфурола. В нашем сообщении [1] показано, что достаточно высокие выходы фурфурола при дегидратации модельных растворов ксилозы получаются при ведении процесса под вакуумом при температуре кипения 80°C, с концентрацией соляной кислоты в зоне реакции около 22%. В связи с тем, что солянокислые древесные предгидролизаты содержат, кроме пентозных сахаров, некоторое количество гексоз, в настоящей работе предпринято изучение кинетики дегидратации пентоз в присутствии различных гексозных сахаров.

Экспериментальная часть

Для проведения кинетических исследований приготовлены модельные растворы, содержащие отдельные чистые сахара (ксилозу, арабинозу, маннозу, глюкозу и галактозу), двухкомпонентные системы, содержащие ксилозу и гексозные сахара, и четырехкомпонентная система (ксилоза, арабиноза, глюкоза и манноза). Физико-химические константы моносахаров приведены в табл. 1.

Таблица 1

Моносахара	Влажность, %	Зольность, %	Температура плавления, °С	Цвет
Ксилоза	0,249	1,325	144,5	Слабо-желтоватый
Арабиноза	1,0013	0,21	159,5	Белый
Глюкоза	9,03	0,0155	146,0	
Галактоза	0,740	0,06	166,0	Слабо-желтоватый
Манноза	0,573	0,66	165,0	Сероватый

Опыты проводили на установке, описанной в нашем сообщении [1]. На основании ранее выбранного оптимального режима для дегидратации модельных растворов ксилозы, содержание соляной кислоты в реакционной смеси поддерживали около 22%, содержание пентоз 10—11%, температура реакции 80°C, скорость отгонки дистиллята 150 мл/час. Содержание гексоз в модельных растворах 2—3%, что соответствует средней концентрации гексоз в пентозных солянокислых предгидролизатах. Во время реакции через каждые 2 часа из реакционной зоны отбирали пробы, которые анализировали на содержание сахаров методом хроматографии на бумаге; фурфурол и оксиметилфурфурол (ОМФ) определяли по методу Безге [4], кислоты — титрованием 0,1 н. раствором NaOH. В дистилляте определяли содержание кислот, фурфурола и оксиметилфурфуrolа по тем же методикам.

В табл. 2 приведены основные показатели дегидратации модельных растворов сахаров. Данные опытов показывают, что большей скоростью разложения обладают пентозные сахара — ксилоза и арабиноза.

При сравнении средних значений констант скоростей реакций разложения ксилозы и глюкозы видно, что скорость первой реакции в три раза выше. Некоторые исследователи наблюдали сходные соотношения [9] при дегидратации с серной кислотой.

Изучение дегидратации двухкомпонентных смесей сахаров показало, что на скорость разложения ксилозы наибольшее влияние оказывает присутствие маннозы. В этом случае средняя константа скорости разложения ксилозы понижается примерно в 1,5 раза по сравнению с константой распада индивидуального сахара. Тенденция к понижению скорости разложения пентоз наблюдается также в присутствии других гексоз, тогда как скорость распада гексоз, напротив, повышается в присутствии ксилозы, хотя и менее значительно.

Аналогичным образом сказывается влияние гексоз и на выход фурфурола из ксилозы. Кинетические кривые зависимости выхода фурфурола и оксиметилфурфуrolа (G — выход, % от теоретического) от времени дегидратации модельных растворов отдельных сахаров и четырехкомпонентной смеси приведены на рис. 1, а, а для модельных растворов, составленных из ксилозы с одним из гексозных сахаров, — на рис. 1, б. Из приведенных данных видно, что более высокий выход фурфурола достигается при дегидратации ксилозы (более 60% от теоретически возможного), больший выход оксиметилфурфуrolа — при дегидратации маннозы (15% от теоретического).

При дегидратации двухкомпонентных смесей на выход фурфурола из ксилозы заметное влияние оказывает присутствие гексозных сахаров. Если глюкоза практически не снижает выхода фурфурола, то галактоза и особенно манноза уменьшают его в 1,2—1,8 раза (рис. 1, б). Подобное явление наблюдали Лехнер и Юллиг [6] при проверке анали-

Состав исходной модельной смеси (концентрация сахаров, вес. %)	Время от начала опыта, мин	Средняя концентрация HCl в дистилляте, %	Концентрация, вес. %		Выход. % от количества разложившегося сахара	
			фурфу-рола	ОМФ	фурфу-рола	ОМФ
Ксилоза К (10)	720	18,41	0,461	—	38,43	—
Арабиноза А (10)	755	21,58	0,359	—	37,06	—
Глюкоза Г (2)	735	21,76	—	0,05	—	5,77
Манноза М (2)	680	20,88	—	0,03	—	10,98
К (10), Г (2)	530	21,3	0,64	0,024	38,82	6,22
К (10), А (1), Г (1), М (1)	485	21,1	0,50	0,038	30,14	11,65
К (10), М (2)	500	21,0	0,34	0,048	21,06	11,72
К (10), А (1), Г (1), М (1)	530	22,1	0,38	0,027	40,8	12,47

тических методов определения фурфурола. Эти авторы отметили, что при перегонке фурфурола в присутствии гексоз глюкоза немного увеличивает его выход, в то время как галактоза и тем более манноза значительно его уменьшают. Подобное явление можно объяснить тем, что упомянутые выше сахара имеют склонность к гуммификации и способствуют разложению фурфурола [7]. Кроме того, эти сахара или продукты их превращений, по-видимому, препятствуют образованию фур-

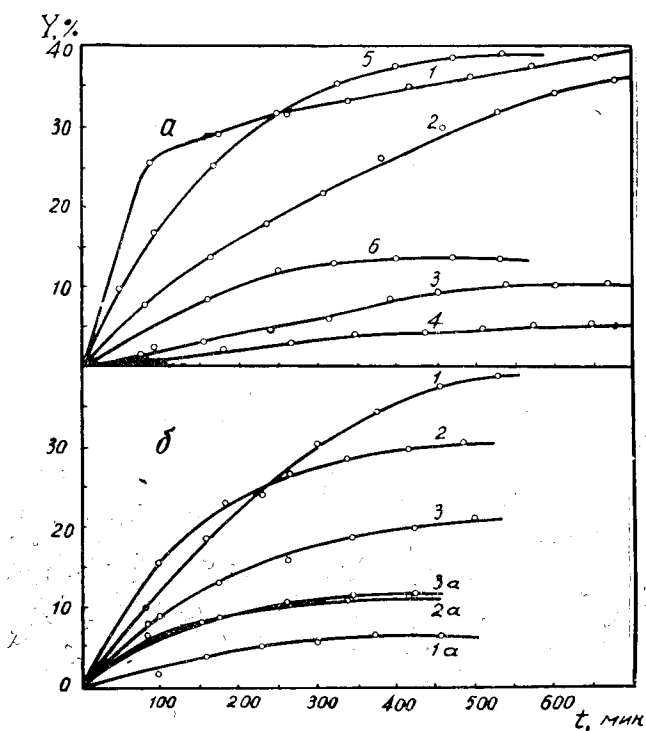


Рис. 1.

a — фурфурол из: 1 — ксилозы (К), 2 — арабинозы (А), 5 — четырехкомпонентной смеси; ОМФ из: 3 — маннозы (М), 4 — глюкозы (Г), 6 — четырехкомпонентной смеси;
б — фурфурол из смесей: 1 — К + Г; 2 — К + галактоза; 3 — К + М; ОМФ из смесей: 1а — К + Г; 2а — К + галактоза; 3а — К + М.

Таблица 2

Выход. % от теоретически возможного,		Количество разложившихся сахаров, %		Константа скорости разложения (10^3 мин^{-1})				
Фурфуrola	ОМФ	Фурфуrola	ОМФ	ксилоза	арабиноза	глюкоза	манноза	галактоза
60,2	—	97,5	—	5,53	—	—	—	—
57,9	—	91,3	—	—	4,66	—	—	—
—	7,2	—	70,5	—	—	1,78	—	—
—	14,95	—	79,3	—	—	—	1,85	—
60,7	8,9	98,63	77,5	4,76	—	2,06	—	—
47,1	16,65	94,4	62,6	5,18	—	—	—	1,58
32,9	16,8	93,9	79,5	3,51	—	—	2,45	—
63,7	17,8	99,5	84,5	6,97	3,78	2,57	1,82	—

фурурола. Последнее подтверждается тем, что в присутствии маннозы и галактозы константа скорости разложения ксилозы значительно ниже, чем для раствора чистого сахара (табл. 2).

Присутствие нескольких гексозных сахаров в пентозно-гексозной смеси влияет незначительно на выход фурфурола. Так, четырехкомпонентная смесь сахаров (рис. 1, а) дает выход фурфурола даже несколько больший, чем раствор чистой ксилозы (~64%).

Наличие глюкозы и галактозы в реакционной смеси вызывает небольшое повышение концентрации фурфурола в дистилляте (табл. 2), в то время как манноза уменьшает ее в 1,5 раза по сравнению со средней концентрацией фурфурола в дистиллятах, полученных при дегидратации чистой ксилозы.

Обратное действие пентозы оказывают на выход оксиметилфурфурола, хотя это влияние менее значительно. Так, при дегидратации двухкомпонентных смесей ксилоза + глюкоза (рис. 1, б) и ксилоза + манноза выход оксиметилфурфурола увеличивается в 1,1 раза по сравнению с выходом его из растворов чистых гексозных сахаров.

Выводы

1. Выход фурфурола при дегидратации модельных смесей, составленных из ксилозы с одним из гексозных сахаров, снижается в присутствии маннозы и галактозы. Глюкоза не оказывает существенного влияния на выход фурфурола.

2. При дегидратации четырехкомпонентной смеси, состоящей из ксилозы, арабинозы, глюкозы и маннозы, выход фурфурола и оксиметилфурфурола не снижается.

3. Поскольку предгидролизаты березовой древесины содержат, в основном, ксилозу и глюкозу, можно предполагать, что при дегидратации технических продуктов выход фурфурола будет одного порядка с выходом его из ксилозы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. В. Бараков, Ю. И. Холькин. В сб. «Исследования в области химии и химической технологии древесины», Изд. АН СССР, М., 1963, 26—31. [2]. Осима Микаэси, Маэда Юсио, Яги Мисаки. Японский патент 630, 1960. [3]. Alfons Apel. Us patent 2951 775, sept. 6, 1960. [4]. P. O. Bethge. Svensk Pappers-tidn., 63, 1960, 813—816. [5]. C. D. Hurd, L. L. Isenhour. J. Amer. Chem. Soc., 54, 317, 1932. [6]. R. Lechner, R. Illig. Biochemische Zeitschrift, 299, № 1—2; 1938, 177—193. [7]. B. Petter, H. Thaler, R. Taufel. Zeitschr. f. Unters. d. Lebensm., 66, 1933, 143. [8]. D. F. Root, J. F. Saeman, J. F. Harris, W. K. Neill. Forest Prod. J., 9, 5, 1959, 158—165. [9]. W. Thorn. Dingers polytech., 24, 210 1873. [10]. Udic Societe anon Lausanne (bei Alfons Apel), Ger patent 1 039 960, sept. 25, 1958, Ger patent 1 034 560, July 17, 1958.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 674.815-41

МЕТОД КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В. В. КОРОТКОВ

(Московский лесотехнический институт)

В настоящее время существует несколько методов, с помощью которых можно контролировать и регулировать процесс прессования древесностружечных плит. Наиболее удобен метод, основанный на измерении диэлектрической проницаемости прессуемой проклеенной массы. Диэлектрическая проницаемость — важный параметр для определения качества диэлектриков; он может служить для предопределения свойств материала при наличии соответствующих корреляционных данных. Учитывая, что величина диэлектрической проницаемости композиционного материала прямо пропорциональна соотношению отдельных компонентов и их диэлектрических проницаемостей, в ряде случаев ее используют для определения соотношения неизвестных ингредиентов или плотностей материала. Кроме того, диэлектрическая проницаемость позволяет изучить структуру исследуемого вещества. При наличии двух полярных составляющих в бинарной системе возникают смешанные ассоциации. Процессы образования ассоциаций влияют на диэлектрические характеристики. Так как такие процессы увеличивают или уменьшают поляризацию молекулы, их можно характеризовать с помощью измерения диэлектрической проницаемости, дипольного момента и мольной поляризации. Теоретическими аспектами данной проблемы занимались Вольф, Хюккель и Мекке.

На основе измерения диэлектрической проницаемости можно определить молекулярный вес. Маринеско, Юнгнер и Альген вычислили молекулярные веса нуклеиновых кислот по уравнениям

$$M = \frac{N_A}{V'} \cdot \frac{4\pi a^3}{3}; \quad \tau = \frac{1}{\omega_{кр}} \cdot \frac{\epsilon'_{\infty} + 2}{\epsilon'_{\omega_0} + 2};$$

$$\lambda = \frac{2\pi c}{\omega_{кр}}.$$

- где M — молекулярный вес;
 V' — удельный объем растворенного вещества;
 τ — время релаксации;
 $\omega_{кр}$ — критическая частота;
 ϵ'_{∞} — диэлектрическая проницаемость при высокой частоте;
 ϵ'_{ω_0} — диэлектрическая проницаемость при низкой частоте;
 $\lambda_{кр}$ — критическая длина волны.

Диэлектрические измерения позволяют определять поведение жидкостей в области затвердевания и кристаллизации. При переходе из жидкого состояния в твердое в связи с ростом вязкости затрудняется ориентация диполей и в большинстве случаев уменьшается диэлектрическая проницаемость. На графиках это отражается обычно в

виде скачков. Отсутствие скачков объясняется тем, что фиксируются только центры молекул; полярные же группы сохраняют свою подвижность. Подобные явления особенно хорошо наблюдаются у высокомолекулярных соединений.

Диэлектрическую проницаемость измеряют также при исследовании кинетики химических реакций, изучении свойств коллоидов и эмульсий, биологических тканей, при контроле чистоты химических соединений и определении влагосодержания. Следовательно, метод измерения диэлектрической проницаемости может найти применение там, где исследуемый процесс сопровождается изменением диэлектрической проницаемости и проявляется как изменение емкости некоторого датчика.

Древесностружечная проклеенная масса представляет собой многокомпонентную смесь, одним из компонентов которой является высокополярная вода. В составе этой смеси имеются целлюлоза и мочевино-формальдегидная смола, которые тоже обладают некоторой полярностью, но в менее значительной степени, чем вода. Поэтому из целого ряда параметров проклеенной древесностружечной массы наиболее ценным является параметр, характеризующий диэлектрическую проницаемость данной смеси.

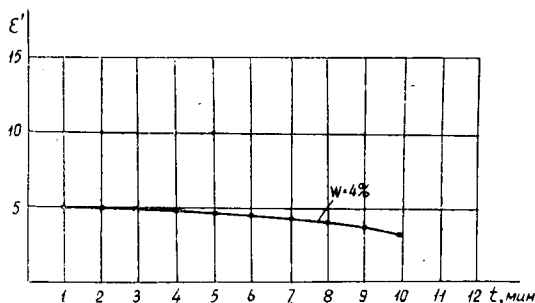


Рис. 1.

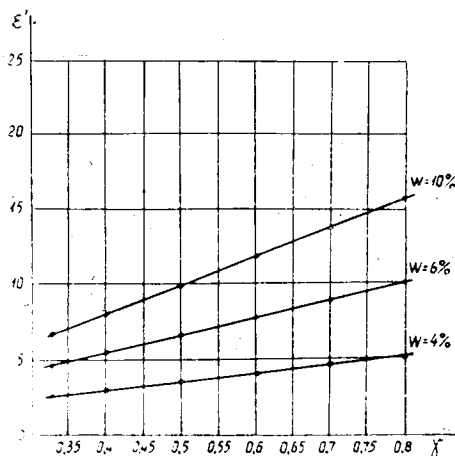


Рис. 2.

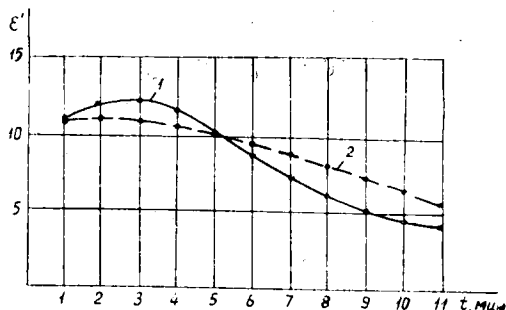


Рис. 3.

В результате исследований найден ряд зависимостей, связывающих качественные характеристики древесностружечной проклеенной массы с ее диэлектрическими свойствами в процессе пьезотермической обработки. На основании этих зависимостей получен критерий, наиболее полно отражающий свойства этой массы до, во время и после прессования.

Как и некоторые из известных методов, предлагаемый метод контроля позволяет преобразовывать измеряемую физическую величину непосредственно в электрический сигнал и контролировать измеряемые параметры внутри древесностружечного пакета.

Для измерений диэлектрической проницаемости ϵ' древесностружечной проклеенной массы в процессе прессования в горячем прессе был создан датчик специальной конструкции, который позволил выявить ряд зависимостей.

На рис. 1 изображен график изменения во времени диэлектрической проницаемости сухой непроклеенной стружечной массы при ее прессовании в горячем прессе. Плотность получаемого пакета $\gamma = 0,65 \text{ кг/см}^3$ достигается в течение первой минуты. Величина ϵ' уменьшается вследствие удаления влаги.

На рис. 2 показаны графики зависимости диэлектрической проницаемости ϵ' от степени уплотнения стружечного пакета. Размеры стружек: толщина 0,15—0,5 мм, ширина 3 мм, длина 10—20 мм. Уплотнение происходило при 20°C.

На рис. 3 представлены две кривые: первая отражает изменение диэлектрической проницаемости ϵ' во времени при прессовании в горячем прессе стружки проклеенной, вторая — непроклеенной. Величина ϵ' изменяется с уменьшением содержания влаги в стружечном пакете. Для проклеенной стружки кривая снижается круче, чем для непроклеенной, так как в этом случае влага, кроме испарения, еще вступает в реакцию со связующим.

На рис. 4 приведены кривые, отражающие характер изменения диэлектрической проницаемости ϵ' для проклеенной стружки в зависимости от плотности прессуемой плиты. При прессовании плит одина-

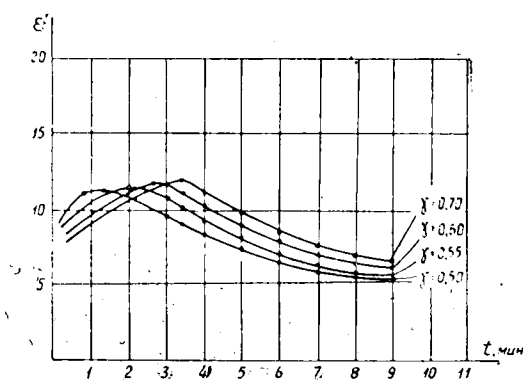


Рис. 4.

ковой плотности, но разной начальной влажности наблюдается заметное характерное изменение диэлектрической проницаемости ϵ' в зависимости от влажности массы (рис. 5). Для сравнения представлены одновременно и кривые изменения ϵ' непроклеенной массы. Расхож-

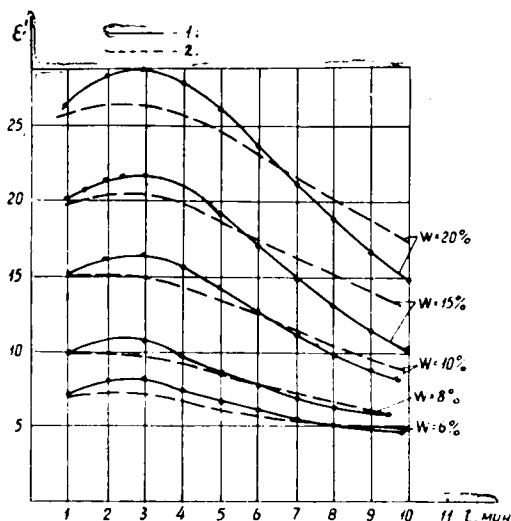


Рис. 5.

1 — для проклеенной стружки;
2 — для непроклеенной.

дения диэлектрической проницаемости ϵ' для проклеенной и непроклеенной стружечной массы наблюдаются во всем представленном диапазоне влажности от 6 до 20%.

Все измерения проводили на лабораторном прессе с электроподогревом при температуре плит 150°C на частоте 80 кГц. Размер плит 20 × 20 × 1,7 см. В качестве датчика использовали плоский конденсатор, состоящий из трех полосок меди, нанесенных на слюдяной изолятор.

На основании приведенных зависимостей диэлектрической проницаемости от различных технологических параметров прессования древесностружечных плит можно разработать систему автоматического контроля процесса прессования.

Поступила 12 января 1970 г.

УДК 674.09

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУНКЕРНЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ БРЕВЕН

А. П. МАЛЫХ

(Архангельский лесотехнический институт)

А. И. СМЕРНОВ

(СевНИИП)

В настоящее время разработано несколько конструкций загрузочных устройств бункерного типа для поштучного отделения бревен от пачки и подачи их в обработку. Общая расчетная формула производительности имеет вид

$$P_{\text{см}} = v_{\text{ср}} z k, \quad (1)$$

где v_{cp} — средний объем бревна;

z — число рабочих циклов извлекающего механизма в смену;

k — коэффициент отдачи.

В формуле (1) два первых сомножителя, как правило, известны, а для определения коэффициента отдачи k необходимо было провести специальные исследования.

Наблюдения за работой загрузочного устройства показали, что коэффициент отдачи определяется тремя основными факторами: расположением бревен относительно захватных органов в зоне их загрузки; частотой сброски извлекаемого бревна другими лесоматериалами в момент отделения от пачки; частотой сброски извлекаемого бревна с захвата при отсеивании излишних бревен, расположенных сверху.

Следовательно, коэффициент отдачи можно определить как произведение

$$k = P_p \cdot P_{уст} \cdot P'_{уст}, \quad (2)$$

где P_p — вероятность расположения бревна в зоне загрузки захвата в благоприятном для извлечения положении;

$P_{уст}$ — вероятность устойчивого расположения бревна на захвате в момент отделения от пачки;

$P'_{уст}$ — вероятность устойчивого расположения бревна на захвате в момент отсеивания лишних бревен.

Транспортирование бревна из зоны загрузки захвата возможно, если проекция его центра тяжести не выходит за пределы захвата [1].

Наибольший угол отклонения бревна от направляющей ориентирующей поверхности ОП, при котором транспортирование еще возможно,

$$\varphi_{max} = \arcsin \frac{0,5(B + D_{max})}{\sqrt{\rho^2 + l^2}} - \varphi_0 = \arcsin \frac{0,5(B + D_{max})}{\sqrt{\rho^2 + l^2}} - \arctg \frac{\rho}{l}, \quad (3)$$

где B — ширина захвата;

D_{max} — наибольший диаметр бревна;

ρ и l — продольное и поперечное плечи центра тяжести бревна.

По этой формуле были вычислены величины предельных углов отклонения для бревен диаметром 6—30 см и 14—60 см. Значения этих углов в зависимости от длины бревна приведены на рис. 1.

На рис. 2 представлен график распределения вероятностей отклонения на различные углы γ , построенный по экспериментальным данным. Исследования [2] показали, что при ворошении бревен в бункере захватом кривая распределения вероятностей отклонения бревен относительно НП характеризует их расположение относительно захвата при ориентировании под действием гравитационных, фрикционных, инерционных, механических и комбинированных сил. Используя кривые на рис. 1 и 2, можно определить вероятности P_p размещения бревен на захвате в благоприятном для извлечения положении.

Вычисления показывают, что при средней длине бревен 7 м величина предельного угла отклонения пиловочных бревен составляет 6° (при $D = 14—60$ см), а для балансового сырья, руддолготья и строительных бревен 4° (при $D = 6—30$ см).

Вероятности того, что при этих значениях углов бревна на захвате расположены благоприятно для извлечения, составляют 0,95 для пиловочника и 0,86 для руддолготья, балансового сырья и стройлеса.

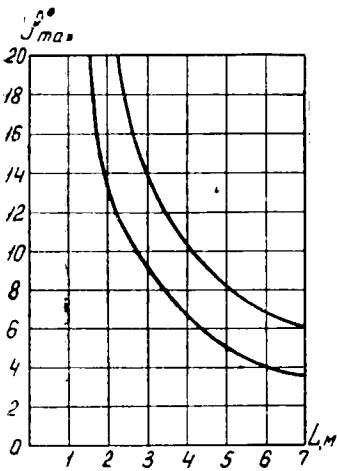


Рис. 1. Значения максимально допустимых углов отклонения бревен относительно захвата.

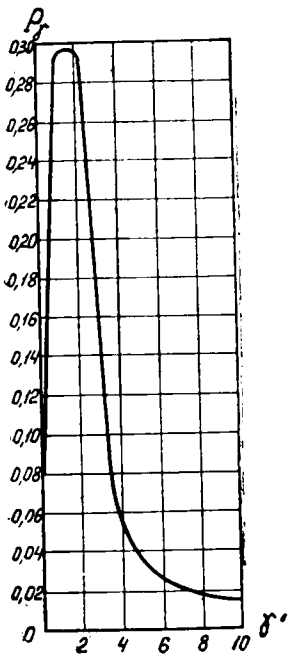


Рис. 2.

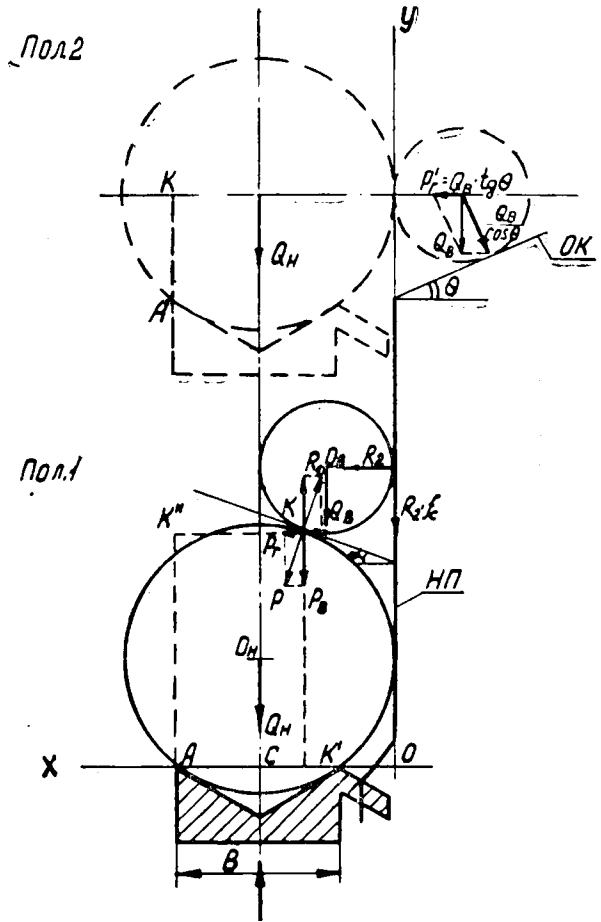


Рис. 3. Схемы действия сил на бревно.

1 — при извлечении; 2 — при отсеивании лишнего бревна.

При других параметрах бревен необходимо пересчитать φ_{max} и в соответствии с полученными данными выбрать по графику новые значения P_p .

При извлечении бревна из нижнего слоя пачки над ним могут устойчиво располагаться бревна меньших диаметров (рис. 3). В этом случае гравитационные силы верхних лесоматериалов действуют на бревно, причем величина и направление суммарной составляющей этих сил могут быть такими, что при прохождении верхнего слоя пачки лесоматериалов извлекаемое бревно сбрасывается обратно

в бункер. Во время движения бревна внутри пачки почти не наблюдается схода его с захвата, так как боковые перемещения ограничены лесоматериалами и направляющей поверхностью. Устойчивое положение извлекаемого бревна на захвате обеспечивается при положительном значении суммарного момента сил относительно точки А (рис. 3, пол. 1)

$$\dot{L}^A = M_{QH}^A + M_r^A, \quad (4)$$

где M_{QH}^A — момент от собственного веса извлекаемого бревна;
 M_r^A — момент силы, передаваемой верхним бревном нижнему.
 Величину момента M_{QH}^A для прямых бревен вычисляют по формуле

$$M_{QH}^A = Q_H \cdot AC = 0,5Q_H \cdot B = 0,75Q_H \cdot D_{min}. \quad (5)$$

При расчетах диапазон изменения диаметров пиловочных бревен принимали 14—60 см (с градацией через 10 см), а диапазон изменения длин — 3—8 м (с градацией через 1 м). Для руддолготья, балансового сырья и стройлеса значения диаметров принимали равными 10—30 см, а значения длин — 3—8 м. Для бревен с односторонней кривизной величина момента M_{QH}^A зависит от их расположения на захвате. При этом возможны четыре устойчивых положения: прогиб в сторону направляющей поверхности НП и от захвата, прогиб в сторону бункера и к захвату, прогиб в сторону НП и к захвату, а также прогиб в сторону бункера и от захвата. Вычисления производили для бревен тех же размеров с учетом положения их центров тяжести.

Чтобы определить момент от силы P , создаваемой верхним бревном, находили ее величину в зависимости от веса верхнего бревна Q_v и от силы трения его о направляющую поверхность. В основу расчета положены уравнения равновесия верхнего бревна в плоскости XOY .

По величине P и значениям угла α (которые находили графически) вычисляли вертикальную P_v и горизонтальную P_r составляющие. Соответственно момент от действия верхнего бревна

$$M_v^A = M_{vB}^A + M^A = P_v \cdot AK' - P_r \cdot AK''. \quad (6)$$

• Вычисления (4) показали, что суммарный момент M^A может быть отрицательным при извлечении кривых бревен, если они располагаются выпуклостью от захвата, а стрела прогиба направлена в сторону бункера. Это наблюдается только при длине извлекаемого бревна около 8 м и диаметре свыше 50 см, когда сверху находится бревно диаметром около 20 см. Вероятность такого сочетания очень мала, и это дает основание полагать, что вероятность устойчивого расположения бревен на захвате при прохождении верхнего слоя пачки близка к единице.

Во время отсеивания лишних бревен на отсеивающей плоскости действия сил характеризуется схемой для положения 2 (рис. 3). Наименьшая устойчивость извлекаемого бревна на захвате бывает в момент, когда центры тяжести обоих бревен расположены на одной горизонтальной прямой. Общее условие устойчивости характеризуется неравенством

$$M_{QH}^A \geq M_{r,r}^A. \quad (7)$$

Величину $M_{r,r}^A$ можно определить из равенства

$$M_{r,r}^A = P_r \cdot AK = Q_v \cdot \text{tg } \Theta \cdot AK, \quad (8)$$

где Θ — угол трения древесины по стали при сухом трении;
 Q_v — вес отсеиваемого бревна.

Плечо AK определяли из графического построения для бревен указанных выше размеров и с той же градацией по длинам и диаметрам.

Сопоставление расчетных значений M_{QH}^A и $M_{r,r}^A$ показало, что устойчивость извлекаемого бревна на захвате при отсеивании лишних

Таблица 1

Сортименты	Сочетание бревен по диаметрам $\frac{D_{извл}}{D_{отс}}$	Бревна прямые	Бревна с односторонней кривизной и выпуклостью			
			от захвата		к захвату	
			кривизна в сторону бункера	кривизна в сторону НП	кривизна в сторону бункера	кривизна в сторону НП
Пиловочник	60	—	+	—	—	—
	60	—	+	—	—	—
	50	—	+	—	—	—
	60	+	+	—	+	+
	50	—	+	—	—	—
	50	+	+	—	+	+
	40	+	+	—	+	+
	50	—	+	—	—	—
	40	—	+	—	—	—
	60	+	—	—	+	+
	30	+	+	—	+	+
	50	+	+	—	+	+
	30	+	+	+	+	+
	20	+	+	—	+	—
20	+	+	—	+	—	
Руддолготье, балансы, строилес	30	—	—	—	+	—
	30	—	—	—	+	—
	30	—	—	—	+	—
	20	—	—	—	+	—
	30	+	+	+	+	+

бревен не обеспечивается только при условиях, указанных в табл. 1 знаком плюс.

Распределение бревен по диаметрам для Севера европейской части СССР характеризуется табл. 2.

Таблица 2

Диаметр, см	Бревна пиловочные, %		Руддолготье, балансы, строилес, %	
	прямые	кривые	прямые	кривые
40—50	0,7	0,3	—	—
30—40	2,7	1,2	—	—
20—30	16,0	6,9	1,0	0,3
10—20	50,6	21,6	48,0	21,0
6—10	—	—	21,0	8,7

Кривые бревна составляют примерно 30%. Как отмечалось выше, они могут занять одно из четырех положений на захвате. Принимая

каждое из положений за равновероятное, можно полагать, что оно имеет место при извлечении 7,5% бревен.

Вероятность расположения прямого бревна заданного диаметра на захвате или над извлекаемым бревном равна 0,01 от процентного содержания бревен в общей массе лесоматериалов. А вероятность расположения на захвате кривого бревна заданного диаметра в одном из четырех фиксированных положений равна 0,0025 от процентного содержания бревен этого диаметра. Тогда, используя данные табл. 1 и 2, можно вычислить вероятности неблагоприятных для извлечения сочетаний. Например, для пиловочных прямых бревен

$$P_{\frac{50-60}{40-50}} = P_{50-60} P_{40-50} = 0 \cdot 0,007 = 0.$$

Результаты таких вычислений сведены в табл. 3.

Таблица 3

Сортименты	Сочетание бревен по диаметрам $\frac{D_{изв}}{D_{отс}}$	Вероятность неблагоприятных для извлечения сочетаний для прямых бревен	Вероятность неблагоприятных для извлечения сочетаний для бревен с односторонней кривизной и выпуклостью			
			от захвата		к захвату	
			кривизна в сторону бункера	кривизна в сторону НП	кривизна в сторону бункера	кривизна в сторону НП
Пиловочник	$\frac{60}{60}$	0	0	0	0	0
	$\frac{50}{60}$	0	0	0	0	0
	$\frac{60}{50}$	0	0	0	0	0
	$\frac{50}{50}$	0	$6 \cdot 10^{-7}$	0	0	0
	$\frac{60}{40}$	0	0	0	0	0
	$\frac{50}{40}$	0	$22 \cdot 10^{-7}$	0	0	0
	$\frac{60}{30}$	0	0	0	0	0
	$\frac{50}{30}$	$112 \cdot 10^{-5}$	$129 \cdot 10^{-7}$	0	$129 \cdot 10^{-7}$	$129 \cdot 10^{-7}$
	$\frac{60}{20}$	0	0	0	0	0
	$\frac{50}{20}$	$354 \cdot 10^{-5}$	$405 \cdot 10^{-7}$	0	$405 \cdot 10^{-7}$	0
Руддолготье, баламсы, стройлес	$\frac{30}{30}$	—	$6 \cdot 10^{-7}$	—	$6 \cdot 10^{-7}$	—
	$\frac{30}{20}$	—	—	—	$39 \cdot 10^{-7}$	—
	$\frac{30}{10}$	$163 \cdot 10^{-7}$	$163 \cdot 10^{-7}$	$163 \cdot 10^{-7}$	$163 \cdot 10^{-7}$	$163 \cdot 10^{-7}$

Вероятность неблагоприятного сочетания для пиловочных бревен определяется как

$$P_n = \Sigma P_1 + \Sigma P_2 + \Sigma P_3 + \Sigma P_4 + \Sigma P_5 = 0,004882,$$

а для руддолготья, балансов и стройлеса

$$P'_n = \Sigma P'_1 + \Sigma P'_2 + \Sigma P'_3 + \Sigma P'_4 + \Sigma P'_5 = 0,000275.$$

Вероятности того, что извлекаемое бревно не сбрасывается с захвата при отсеивании лишних бревен, определяются как

$$P'_{уст} = 1 - P'_n \approx 0,995 \text{ — для пиловочника;}$$

$$P'_{уст} = 1 - P'_n = 0,999 \text{ — для руддолготья, балансов и стройлеса.}$$

Коэффициент отдачи загрузочного устройства, вычисленный по формуле (2),

$$K = 0,950 \cdot 1 \cdot 0,995 = 0,945 \text{ — для пиловочника;}$$

$$K = 0,860 \cdot 1 \cdot 0,999 = 0,859 \text{ — для остальных бревен.}$$

После определения коэффициентов отдачи дальнейший расчет производительности загрузочного устройства по формуле (1) не представляет сложности.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. П. Малых. Механика процесса поштучного выделения круглых лесоматериалов при многослойном расположении в бункере питателя. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1968. [2]. А. П. Малых. Исследование взаимного расположения круглых лесоматериалов в бункере питающих устройств. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1969.

Поступила 25 февраля 1970 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.79

ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ
ПРИРОДНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ
НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЛЕСПРОМХОЗОВ

Н. И. КОКАРЕВ, А. М. КУЛИКОВ, М. И. ГЛИНЕР

(Костромской технологический институт)

Математические и, в частности, корреляционные методы исследования в отличие от традиционных позволяют на основе массового материала выявить влияние природных и производственных факторов на эффективность лесопромышленного производства и разработать экономико-математические методы, которые могут быть использованы для целей анализа и планирования.

В данном исследовании использованы отчетные материалы 22 лесопромхозов комбината «Костромалес» за 1968 г. В табл. 1 приведена краткая характеристика и условные обозначения принятых к исследованию факторов (показателей).

Факторы производства, включенные в исследование, можно подразделить на следующие группы*: I — качество используемых природных ресурсов; II — местоположение предприятия; III — техническая вооруженность труда и использование рабочей силы.

К первой группе относятся факторы x_1, x_2, x_4, x_5, x_6 ; ко второй — x_3, x_5, x_{11}, x_{13} и к третьей — все остальные.

Факторы первой и второй групп относятся к так называемым нерегулируемым, объективным, то есть независимым от коллективов предприятий. Третья группа факторов зависит от коллектива данного предприятия и поэтому их можно считать регулируемыми.

На результаты работы лесозаготовительных предприятий сильное влияние оказывают качество лесосечного фонда и примыкание лесосырьевых баз (к рекам, к железной дороге), то есть нерегулируемые факторы.

Различно влияние регулируемых и нерегулируемых факторов на тот или иной экономический показатель. Здесь-то и возникает необходимость учета специфики и особенностей работы отдельных предприятий с тем, чтобы обоснованно распределить общие задания между ними и ставить, таким образом, предприятия в равные условия для достижения того или иного экономического показателя и создавать равные возможности для экономического стимулирования развития производства.

Предположив линейный характер зависимости изучаемых величин, мы получили следующие уравнения регрессии.

Формулы, учитывающие влияние природных (неуправляемых) факторов:

$$B = 133,06 + 70,76x_1 + 1,516x_2 - 1,269x_3 + 1,54x_4 - 6,83x_5 + 7,017x_6;$$

* А. А. Френкель. Математический анализ производительности труда. М., 1968.

Таблица 1

Наименование показателей	Условные обозначения	Единицы измерения	Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение	Дисперсия	Коэффициент вариации, %
Результативные показатели						
Комплексная выработка на рабочего	<i>B</i>	м ³	475,0	57,33	3286,729	12,1
Себестоимость 1 м ³ древесины	<i>C</i>	руб.	9,30	0,991	0,982	10,7
Средняя цена 1 м ³ древесины	<i>Ц</i>	.	10,55	0,91	0,828	8,6
Балансовая рентабельность	<i>P₀</i>	%	19,0	8,40	70,56	44,2
Расчетная рентабельность	<i>P_p</i>	.	12,1	7,90	62,41	65,4
Факторы						
Средний объем хлыста	<i>x₁</i>	м ³	0,33	0,0441	0,001945	13,4
Средний запас древесины на 1 га	<i>x₂</i>	.	232	20,44	417,794	8,8
Удельный вес вывозки к рекам	<i>x₃</i>	%	55,2	34,72	1205,478	63,0
Удельный вес хвойной древесины	<i>x₄</i>	.	59,7	11,64	135,49	19,5
Средневзвешенное расстояние вывозки	<i>x₅</i>	км	21,0	5,993	35,916	28,5
Остаток сырьевой базы	<i>x₆</i>	лет	12,6	4,55	20,703	36,1
Удельный вес вывозки в хлыстах	<i>x₇</i>	%	82,1	11,82	139,712	14,4
Удельный вес вывозки автомашинами	<i>x₈</i>	.	54,7	29,22	853,81	53,5
Коэффициент текучести кадров	<i>x₉</i>	.	37,5	10,33	104,448	27,3
Удельный вес трудозатрат на основных работах	<i>x₁₀</i>	.	59,2	5,076	25,766	8,6
Количество м ³ , провозимых по каждому 1 км лесовозных дорог (разброс сырьевой базы)	<i>x₁₁</i>	м ³ /км	2695	784,0	614656	29,1
Съем продукции с 1 руб. производственных основных фондов	<i>x₁₂</i>	руб.	1,57	0,29	0,0841	18,5
Количество оборотов оборотных средств	<i>x₁₃</i>	обороты	6,95	2,71	7,344	39,0

$$C = 14,82 - 5,892x_1 - 0,0156x_2 - 0,0082x_3 + 0,0089x_4 + \\ + 0,0045x_5 - 0,0107x_6;$$

$$Ц = 11,45 + 3,552x_1 - 0,0112x_2 + 0,0209x_3 - 0,0143x_4 + \\ + 0,0735x_5 - 0,104x_6;$$

$$P_0 = -25,67 + 65,4x_1 + 0,119x_2 - 0,041x_3 + 0,0305x_4 - \\ - 0,0152x_5 - 0,288x_6;$$

$$P_p = -24,58 + 75,65x_1 + 0,102x_2 - 0,059x_3 - 0,085x_4 - \\ - 0,038x_5 - 0,199x_6.$$

Формулы, учитывающие влияние производственных (управляемых) факторов:

$$B = 387,13 + 0,366x_9 + 0,0276x_{10} - 0,9576x_{11} + 0,675x_{12} + 0,0194x_{13};$$

$$C = 10,66 + 0,0022x_9 - 0,0084x_{10} + 0,0171x_{11} + 0,0054x_{12} - \\ - 0,0008x_{13} + 0,1732x_{14} + 0,007x_{15};$$

$$\begin{aligned}
 C &= 9,74 + 0,0167x_9 + 0,0039x_{10} + 0,024x_{11} - 0,00062x_{13}; \\
 P_o &= 28,06 - 0,1022x_9 - 0,0103x_{10} - 0,2397x_{11} - 0,5003x_{12} + \\
 &\quad + 0,006x_{13} + 15,21x_{14} - 0,2104x_{15}; \\
 P_p &= -19,45 - 0,0297x_9 + 0,0018x_{10} - 0,0263x_{11} - 0,1322x_{12} + \\
 &\quad + 0,0069x_{13} + 16,184x_{14} - 0,1851x_{15}.
 \end{aligned}$$

Величины коэффициентов множественной корреляции R , расчетные (F_R) и табличные (F_T) значения критерия Фишера (для проверки существенности R) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результативные показатели	Статистические характеристики для моделей, учитывающих влияние факторов					
	нерегулируемых			регулируемых		
	R	F_R	F_T	R	F_R	F_T
B	0,96	28,8	2,31	0,66	2,48	2,26
C	0,61	1,52	2,31	0,62	1,25	2,26
$Ц$	0,60	1,28	2,31	0,67	3,55	2,23
P_o	0,51	0,90	2,31	0,84	4,90	2,37
P_p	0,64	1,74	2,31	0,90	8,60	2,37

Как видно из табл. 2, наибольший коэффициент корреляции наблюдается между выработкой и нерегулируемыми (природными) факторами.

Связь между рентабельностью (общей и расчетной), а также между среднесложившейся ценой и рассматриваемыми регулируемыми факторами также существенна. Уравнения регрессии общей и расчетной рентабельности, учитывающие влияние регулируемых факторов, значимы; расчетные значения F -критерия, соответственно равные 2,77 и 2,50, превышают табличное $F_T = 2,37$.

Все другие уравнения регрессии не значимы. Это (как и низкие коэффициенты корреляции) объясняется недостаточным количеством данных наблюдений. Несомненно, что при увеличении их числа повысится значимость коэффициентов корреляции и уравнений регрессии, а также появится возможность учесть в исследовании совокупное влияние обеих групп факторов, построить соответствующие модели и выявить их общее и раздельное влияние на тот или иной экономический показатель.

Таким образом, из построенных моделей можно использовать модель комплексной выработки на рабочего лесозаготовок в год, учитывающую влияние природных факторов, а также модели общей и расчетной рентабельности, учитывающие влияние управляемых факторов. Они пригодны для оценки работы леспромхозов Костромской области с точки зрения их объективных возможностей, а также при разработке плановых заданий на будущее; при сравнительном анализе работы леспромхозов; при расчетах эффективности различных мероприятий.

УДК 634.0.905.2

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. В. ПОЛЯНСКИЙ

(ЛенНИИЛХ)

Ленинградская область относится к числу лесодефицитных. Из собственных ресурсов покрывается около половины потребности в древесине. Дефицитность областного баланса производства и потребления древесины обусловлена высоким общим уровнем развития экономики области и, в особенности, значительным развитием механической и химической переработки при заметной истощенности лесных ресурсов. Возрастная структура лесов области такова, что дальнейшая интенсивная рубка может привести в недалеком будущем к необходимости существенного снижения размеров пользования древесиной на довольно продолжительные сроки.

Эксплуатационный запас лесов государственного фонда области составляет немногим более 90 млн. м³, и 71% его приходится на лесхозы восточной половины области (восточнее р. Волхова). Эксплуатационные запасы сосны и ели в этих лесхозах равны 46,5% общего эксплуатационного запаса и 81% запаса хвойных пород. В этих лесхозах в эксплуатационном фонде сосны велик удельный вес древостоев V и Va классов бонитета по избыточно увлажненным почвам (около $\frac{2}{3}$ по площади и более 40% по запасу). Для лесхозов западной половины области характерно преобладание березняков и осинников (более 61% эксплуатационного запаса).

При расчетной лесосеке главного пользования в лесах второй группы в 5,0—5,2 млн. м³ фактический отпуск по главному пользованию в 1959—1968 гг. составлял 4,0—4,7 млн. м³; на долю хвойных приходилось в составе расчетной лесосеки 2,3—2,5 млн. м³, а в составе фактического отпуска 2,4—3,1 млн. м³. Таким образом, для Ленинградской области характерны недостаточное использование имеющихся эксплуатационных запасов лиственных пород и форсированная рубка хвойных. Это уже в настоящее время подрывает нормальное лесопользование: в последние годы (кроме 1968 г.) полностью использована расчетная лесосека не только по лиственным хозяйствам, но и по хвойным.

Лесозаготовки сосредоточены в основном в восточной половине области. В лесхозах этой части более полно используется расчетная лесосека по лесам второй группы, но одновременно наблюдается устойчивый переруб расчетной лесосеки по хвойным хозяйствам. В лесхозах западной половины не дорубается не только суммарная расчетная лесосека в лесах второй группы, но и по хвойным хозяйствам. При этом уровень использования расчетной лесосеки по хвойным здесь даже ниже (кроме 1968 г.), чем суммарной лесосеки. Расчетная лесосека по лесам первой группы вырубается в области в еще меньшей степени: по хвойным хозяйствам на 60—70%, по лиственным — на 30—40%.

Удельный вес хвойных хозяйств в фактическом отпуске за рассматриваемый период (кроме 1968 г.) все время оставался ниже удель-

лого веса хозяйств в расчетной лесосеке. Это обусловлено тем, что малопродуктивные хвойные леса на избыточно увлажненных почвах рубятся недостаточно, а разрозненные мелкие участки спелых высокобонитетных хвойных древостоев, особенно в западной части области, практически недоступны для лесозаготовителей.

Лесозаготовители не используют планового отпуска леса и даже не вырубает того количества древесины, на которое ими выбраны лесорубочные билеты. На протяжении рассматриваемого периода фактический объем заготовки составил лишь около 90% планового отпуска и около 95% принятого лесозаготовителями лесосечного фонда.

Степень использования лесосечного фонда зависит от того, транспортируется ли древесина к местам потребления сплавом или по железным и автомобильным дорогам. С этой точки зрения условия лесоэксплуатации в Ленинградской области непрерывно улучшаются: за период с 1961 г. по 1966 г. объем вывозки на прижелезнодорожные склады и в места потребления увеличился по деловой древесине с 43 до 60%, а по дровяной с 60 до 79%. Но использование лесосечного фонда не улучшилось.

В Ленинградской области 50% деловой древесины расходуется на производство пиломатериалов и 34% — на производство целлюлозы и древесной массы. Совершенно ничтожно потребление круглого леса на производство лесохимической продукции и древесных плит; эти производства потребляют незначительные количества отходов деревообработки: на их долю приходится лишь около 34% общего потребления кусковых отходов и около 21% опилок. Незначительно потребление отходов деревообработки и в целлюлозно-бумажном производстве. В общем объеме лесопотребления Ленинградской области невелик удельный вес древесины лиственных пород: 19% по деловой древесине, 15% по пиломатериалам. При этом около 41% объема лиственной древесины расходуется на производство фанеры, тары и клепки и 48% на производство пиломатериалов.

Иными словами, основная масса деловой древесины лиственных пород идет в производство, где сравнительно высоки требования к размерам и качеству сортиментов.

В области очень раздроблено производство пиломатериалов: на долю специализированных предприятий деревообрабатывающей промышленности приходится менее 50% общего объема производства. Это затрудняет утилизацию отходов лесопиления и усложняет замену пиломатериалов другими видами сырья.

Сортиментная структура промышленных лесозаготовок в области существенных изменений не претерпевает, в составе продукции лесопромхозов преобладают сортименты, потребляемые в круглом виде или идущие на распиловку (около 45%), и дрова (31%). Лишь $\frac{1}{4}$ объема заготовок составляют сырьевые сортименты для переработки. Около $\frac{2}{3}$ всего пиловочника, потребляемого областью, ввозится извне.

Очевидно, что главные возможности ослабления лесодефицита в области кроются в улучшении структуры потребления древесины. В то же время должны быть использованы все возможности увеличения внутриобластных лесозаготовок. Одна из таких возможностей — эксплуатация низкобонитетных сосняков, которые на 50% представлены древостоями эксплуатационного возраста. По запасам на 1 га спелые сосняки V и Va классов бонитета в большей своей части вполне могут быть объектом промышленного использования: 47% площади эксплуатационного фонда мелкотоварных сосновых хозяйств и 62% его запаса представлено участками с запасом 100 м³ и более на 1 га. Общий выход деловой древесины составляет 63% корневого запаса. Очевидно,

что и в отношении товарной структуры запасов низкобонитетные сосняки вполне пригодны для промышленной эксплуатации.

В области есть потребители мелкотоварной древесины. Сосновые балансы перерабатывает Светогорский ЦБК, потребность которого пока удовлетворяется в значительной мере путем ввоза сырья из-за пределов области. Заготовка сосновых балансов в низкобонитетных сосняках позволила бы существенно улучшить сырьевой баланс этого комбината. Крупным потребителем мелкотоварной сосновой древесины может быть производство древесных плит.

В области имеется химический завод, перерабатывающий сосновую живицу. Из-за недостатка сырья этот завод работает с недогрузкой. Подсочка сосны в области ведется на сравнительно небольших площадях, а сырьевая база химлесхозов сильно распылена. Дальнейшее расширение подсочки требует интенсивного развития транспортной сети.

Другим направлением эффективного хозяйственного использования низкобонитетных сосняков могла бы стать осмолоподсочка. При осмолоподсочке с воздействием хлорной известью выход барраса составляет, по исследованиям Б. М. Дыскина (ЦНИИЛХИ), 120—170 кг с 1 га подсоченной площади при себестоимости 1 т барраса 500—600 руб. Баррас во всех случаях полностью отвечает требованиям ГОСТа на третий сорт живицы.

В химлесхозах комбината «Ленлес» в 1966 г. выход живицы составил 71 кг с 1 га при себестоимости 708 руб. за 1 т. Организация осмолоподсочки позволила бы химлесхозам и другим предприятиям, ведущим подсочку в лесах области, решить проблему расширения объемов производства без значительных дополнительных капиталовложений и даже с заметной экономией текущих затрат. Переработка стволового осмолы позволяет получить ценную продукцию. Промышленные опыты, проведенные ЦНИЛХИ, показали высокую экономическую целесообразность использования стволового осмолы в канифольно-скипидарном производстве с последующей передачей отработанной щепы для производства древесноволокнистых плит, либо в целлюлозно-бумажное производство.

Поступила 26 мая 1970 г.

УДК 634.0.79

ФОНДОВООРУЖЕННОСТЬ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е. С. РОМАНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

В любом производстве все многообразные пути повышения производительности труда сходятся к трем основным направлениям: увеличению времени работы, повышению интенсивности труда и росту производительной силы труда. В каждом из них заключены крупные резервы повышения производительности. В первую очередь должны использоваться резервы, связанные с увеличением времени работы и интенсивности. Однако эти резервы ограничены, особенно в социалисти-

ческом производстве. Решающую роль в повышении производительности труда должен сыграть рост его технической вооруженности.

Наиболее общим, синтетическим показателем технической вооруженности труда является его фондовооруженность. Практически сейчас

Таблица 1

Ранг во фондовооруженности труда	Леспромхоз	Фондовооруженность труда, руб.	Средняя годовая выработка на одного рабочего по валовой продукции, руб.	Ранг по средней годовой выработк.	P	Q
1	Верховский	7249	4626	13	36	12
2	Усть-Ваенгский	7111	3624	43	6	41
3	Лавельский	7000	3095	49	0	46
4	Нюбский	6546	3633	42	5	40
5	Мошинский	6114	4153	27	19	25
6	Северодвинский	5978	3291	47	1	42
7	Ленский	5625	4300	22	22	20
8	Онежский	5452	4274	23	21	20
9	Шоношский	5311	5875	2	39	1
10	Концгорский	5091	3223	48	0	39
11	Литвиновский	5046	3976	34	10	28
12	Каргопольский	5039	3905	36	8	29
13	Зелениковский	5002	4111	25	16	20
14	Шнесский	4996	3964	35	8	27
15	Малосуйский	4851	4625	14	23	11
16	Пинежский	4847	3905	37	7	26
17	Сосновский	4691	3569	45	1	31
18	Красновский	4641	4026	30	9	22
19	Унежемский	4352	4639	12	20	10
20	Шалакушский	4385	5148	7	24	5
21	Красноборский	4364	4518	18	15	12
22	Кодинский	4357	3878	38	5	22
23	Емецкий	4278	3869	39	4	22
24	Орлецкий	4266	3730	40	3	22
25	Авнюгский	4181	4189	24	9	15
26	Приозерный	3892	4583	15	14	9
27	Дмитриевский	3758	4758	9	16	6
28	Подюжский	3712	5811	3	20	1
29	Карпогорский	3672	4031	29	6	14
30	В.-Лупьинский	3661	5179	6	16	3
31	Левковский	3649	4338	21	8	10
32	Верхне-Тоемский	3644	4041	28	6	11
33	Няндомский	3633	4506	19	8	8
34	Лешуконский	3566	3587	46	0	15
35	Северный	3532	3999	32	3	11
36	Ровдинский	3523	4551	17	6	7
37	Коношский	3420	4422	20	5	7
38	Ерогодский	3362	5127	8	8	3
39	Костылевский	3341	5330	4	9	1
40	Устьянский	3179	4723	10	7	2
41	Березниковский	2966	3648	41	1	7
42	Вандышский	2965	5929	1	7	0
43	Емцовский	2926	4022	31	2	4
44	Лимендский	2892	5305	5	5	0
45	Вельский	2674	4684	11	4	0
46	Плесецкий	2662	4570	16	3	0
47	Выйский	2597	3590	44	0	2
48	Шенкурский	2262	4097	26	1	0
49	Вилегодский	2058	3986	33	0	0

467 709

Примечание. По Шоношскому ЛПХ из промышленно-производственных основных фондов исключена стоимость ширококолейной ветки, а по Приозерному ЛПХ хозяйственной дороги.

в большинстве публикаций под фондовооруженностью труда понимается отношение стоимости промышленно-производственных основных фондов к среднесписочной численности рабочих.

Рассмотрим, в какой мере увеличение фондовооруженности труда сказывается на его производительности. Для этого надо определить тесноту связи этих двух показателей. Она характеризуется показателями коэффициента корреляции, корреляционного отношения и др. Воспользуемся для этой цели коэффициентом корреляции рангов Кендалла. В табл. 1 все леспромхозы Архангельской области расположены (проранжированы) в порядке убывания фондовооруженности (данные за 1968 г.). Ранги по производительности труда, выраженной среднегодовой выработкой по валовой продукции, также проставлены от большей выработки к меньшей.

Коэффициент корреляции рангов показывает, в какой мере изменение производительности труда соответствует (или не соответствует) изменению фондовооруженности. Коэффициент рассчитывается по формуле

$$\tau = \frac{P - Q}{0,5N(N-1)},$$

где N — число леспромхозов, а P и Q определены в табл. 1.

Подставив в формулы суммы P и Q и $N = 49$, получим

$$\tau = \frac{467 - 709}{0,5 \cdot 49 \cdot 48} = -0,206.$$

Результат получился неожиданный: в данной совокупности (леспромхозы Архангельской области) зависимость между фондовооруженностью и среднегодовой выработкой на одного работающего оказалась слабой и даже обратной. Таким же было положение и в других крупных лесопромышленных районах: соответствующий коэффициент корреляции для леспромхозов Коми АССР равен $-0,093$, Карелии $-0,027$. В леспромхозах Вологодской области корреляция была положительной, но также очень слабой ($+0,072$).

Прежде чем пытаться объяснить эти результаты, столь не соответствующие нашим представлениям о влиянии технической вооруженности труда на его производительность, выделим из табл. 1 однородную группу леспромхозов.

Известно, что в леспромхозах, вывозящих древесину по рельсовым дорогам, как правило, основные фонды больше, чем там, где применяется автомобильный лесотранспорт; при примыкании к сети МПС фонды больше, чем при вывозке к сплавающим путям. Эти различия, конечно, влияют на фондовооруженность труда. Поэтому вполне естественно и даже необходимо рассмотреть интересующую нас связь фондовооруженности и производительности для возможно более однородной совокупности предприятий. В табл. 2 представлены те из леспромхозов Архангельской области, которые вывозят древесину к сплавающим путям, имеют малые объемы переработки, а на вывозке пользуются преимущественно (не менее 70% объема) автотранспортом.

Выполнив те же операции по ранжированию и расчету P и Q , получаем коэффициент корреляции между выработкой по валовой продукции и фондовооруженностью

$$\tau = \frac{72 - 81}{0,5 \cdot 18 \cdot 17} = -0,0588.$$

В той же табл. 2 приведены показатели комплексной выработки в кубометрах на списочного рабочего лесозаготовок. Этот показатель

Таблица 2

Ранг по фондовооруженности труда	Леспромхоз	Среднегодовая выработка на одного работающего, руб.	Ранг по среднегодовой выработке	P	Q	Комплексная выработка			
						м ³	ранг	P	Q
1	Мошинский	4053	8	10	7	460,0	8	10	7
2	Каргопольский	3905	12—13	6	10	438,5	14	4	12
3	Пинежский	3905	12—13	5	10	456,0	9	8	7
4	Сосновский	3569	18	0	14	396,5	17	1	13
5	Красноборский	4518	6	8	5	494,0	5	9	4
6	Емецкий	3809	14	3	9	444,8	12	4	8
7	Приозерный	4583	4	8	3	504,7	2	10	1
8	Дмитриевский	4753	1	10	0	504,0	3	9	1
9	Карпогорский	4031	10	4	5	467,6	7	6	3
10	Верхне-Томский	4041	9	4	4	446,0	11	4	4
11	Лешуконский	3587	17	0	7	440,0	13	3	4
12	Ровдинский	4551	5	4	2	487,5	6	4	2
13	Устьянский	4723	2	5	0	502,0	4	4	1
14	Березниковский	3648	15	1	3	400,6	16	1	3
15	Вельский	4684	3	3	0	525,4	1	3	0
16	Выйский	3590	16	0	7	393,0	18	0	2
17	Шенкурский	4097	7	1	0	447,9	10	1	0
18	Вилегодский	3986	11	0	0	438,0	15	0	0
	Итого			72	81			81	72

свободен от влияния такого фактора, как процент выхода деловой древесины, не имеющего прямого отношения к уровню производительности труда. В совершенно однотипных предприятиях, какими являются леспромхозы, представленные в табл. 2, комплексная выработка более точно характеризует производительность труда. Но и для нее коэффициент корреляции с фондовооруженностью труда остается низким: $\tau = 0,058$.

Совершенно аналогичны коэффициенты корреляции для леспромхозов других указанных выше областей и республик.

Эти факты можно объяснить, по крайней мере, двумя причинами.

1. Фондовооруженность труда, вычисленная делением стоимости основных фондов на списочное число рабочих, выражает не массу средств труда, применяемых одним рабочим, а наличие их в среднем на одного рабочего. Поскольку в наличие входят основные фонды, используемые и неиспользуемые, а в списочной численности рабочих учитываются как работавшие, так и не вышедшие на работу (по причинам болезни, отпуска, выполнения государственных и др.), то в таком показателе уровень вооруженности труда затемняется разной степенью использования наличных основных фондов и рабочей силы. Более того, при лучшем использовании основных фондов может создаваться видимость снижения фондовооруженности труда. Например, там, где вывозка организована в две смены, фондовооруженность «списочного» шофера вдвое меньше, чем при односменной вывозке.

2. В леспромхозах Севера, да и в целом по стране, применяется в общем однотипная техника и технология. Действительная вооруженность труда тракториста ТДТ-40М всегда 42 л. с., или 3560 руб., где бы он ни работал и сколько бы ни было тракторов в леспромхозе. Иными словами, вооруженность труда рабочих на лесозаготовках в общем повсюду одинакова, а средняя ее величина определяется не столько

мощностью, сколько количеством (наличием) машин, а также числом рабочих, занятых ручным трудом (обрубщики сучьев, чокеровщики, вспомогательные рабочие).

Конечно, не одинаково вооружен труд шоферов на машинах ЗИЛ-157 и МАЗ-509, трактористов ТДТ-40 и ТДТ-55. Но, к сожалению, нет прямой пропорциональной связи между мощностью и стоимостью машин, с одной стороны, и производительностью труда, с другой. Хуже того, выработка на 1 руб. стоимости или на 1 л. с. мощности у «новых», «более совершенных» машин меньше.

Таким образом, в условиях повсеместного применения однотипной техники и несовершенства цен на нее показатель фондовооруженности труда на списочного рабочего характеризует не техническую вооруженность труда, а насыщение предприятий техникой и другими основными фондами. Он может выдавать их излишек за повышение технического уровня. Отсюда ограниченная роль этого показателя в экономическом анализе. Он может быть полезен главным образом в макроанализе, то есть при укрупненных сопоставлениях и расчетах за длительные периоды, когда происходят серьезные сдвиги в технике и строительстве. И наоборот, фондовооруженность мало полезна, если не сказать больше, при сравнениях предприятий друг с другом или за короткий отрезок времени. Вряд ли можно плодотворно использовать фондовооруженность списочного рабочего в многофакторном корреляционном моделировании, несмотря на неоспоримую причинную связь технической вооруженности труда с его производительностью и другими экономическими показателями. В этих целях следует применять показатель фондовооруженности труда, исчисленный по правилам промышленной статистики, то есть как отношение стоимости основных фондов к явочному числу рабочих в наибольшей (наиболее заполненной) смене, или показатель стоимости рабочего места.

Поступила 24 апреля 1970 г.

УДК 634.0.71

РАСЧЕТНЫЕ ЦЕНЫ НА ЛЕСОПРОДУКЦИЮ

Е. Е. БУРСИН

(ЦНИИМОД)

В настоящее время применяются два основных метода регулирования рентабельности предприятий: первый связан с фиксированными платежами в бюджет, второй — метод расчетных цен.

Система фиксированных платежей ориентируется, главным образом, на цены, построенные на базе относительно худших индивидуальных затрат, что может вызвать удорожание продукции у потребителя. В производящей же отрасли подобный способ ценообразования «удобен». Относительно высокий уровень оптовой цены «устраивает» все предприятия-производители и является единым для потребителей. Производители, имеющие наименьшие затраты, вносят в бюджет фиксированные платежи, которые представляют собой форму изъятия дополнительной прибыли, не связанной с усилиями производственного коллектива.

Второй метод применяется, в частности, при регулировании рентабельности лесопильно-деревообрабатывающих и лесозаготовительных

предприятий и предполагает использование системы двух видов оптовых цен — дифференцированных расчетных цен для производителей данной продукции и единой оптовой цены для ее потребителей. Система расчетных цен представляет собой набор дифференцированных цен, по которым государство через сбытовые организации рассчитывается с конкретными производителями продукции. Потребитель же покупает нужную ему продукцию не непосредственно у поставщиков, а у сбытовой организации по единым общесоюзным (или зональным) ценам. Таким образом, назначение расчетных цен состоит в перераспределении прибыли, созданной в отрасли, между предприятиями-производителями. Система расчетных цен сугубо внутриотраслевая, выражает отношение «производитель — сбытовая организация» и никак не вторгается в сферу интересов предприятий-покупателей продукции. Данная система связана с двойной оценкой продукции, с необходимостью иметь два прејскуранта — для производителей (расчетные цены) и для потребителей (оптовые цены).

Объективная необходимость расчетных цен обусловлена резкими колебаниями уровня затрат по предприятиям, вызываемыми не зависящими от них факторами. Так, по отдельным районам страны рентабельность лесопиления в 1965 г. (принятом за базу при расчете оптовых цен 1967 г.) колебалась в пределах: от + 32% (прибыль) до — 39% (убыток). Из 60 областей, краев и союзных республик производство пиломатериалов было рентабельным лишь в 24, а в 36 — убыточным. Вполне понятно, что единая для всех предприятий отрасли цена пиломатериалов не могла обеспечить всем нормально работающим предприятиям рентабельности, отвечающей новым условиям. Здесь была необходима система расчетных цен, включающая в себя внутриотраслевую систему изъятия и доплат.

Учитывая чрезвычайно большое количество лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, а также то обстоятельство, что районный (в разрезе областей, краев и республик) уровень цен на эту продукцию обеспечивает хозрасчетные условия большинству предприятий отрасли, расчетные цены 1967 г. на продукцию лесопиления и деревообработки были дифференцированы по областям, краям и союзным республикам, а не по отдельным предприятиям. Расчетные цены по каждой области, краю или республике по прејскуранту цен № 07—03 получаются из оптовых цен промышленности через систему скидок (надбавок). Следовательно, через систему расчетных цен, определенных описанным выше способом, происходит внутриотраслевое (или внутрирайонное) перераспределение чистого дохода из областей, краев и республик с минимальными индивидуальными затратами труда и высокой суммой чистого дохода в районы с повышенными издержками и низкой нормой чистого дохода.

Рассмотрим методику установления скидок (надбавок), при помощи которых определяются районные расчетные цены на пиломатериалы. Прежде всего устанавливают новую цену обезличенного 1 м³ пиломатериалов с учетом цен на сырье. Затем для каждого района страны определяют средний ценностный коэффициент (добротность) пиломатериалов. По этим двум показателям устанавливают базисную (единичную) оптовую цену франко-вагон станция отправления (цену предприятия). Эту цену сравнивают затем с базисными (единичными) ценами франко-вагон станция назначения (всех поясов назначения) и таким образом определяют величину скидок или надбавок для перехода от оптовых цен франко-вагон станция назначения к расчетным ценам франко-вагон станция отправления. Пример расчета скидок и надбавок по хвойным и лиственным пиломатериалам приведен в табл. 1.

Таблица 1

Область, край, республика	Цена обезличенного 1 м ³ пиломатериалов, руб.	Ценностный коэффициент (добротность)	Цена 1 м ³ пиломатериалов с K _ц = 1,0	Скидка (-), надбавка (+), руб., за 1 м ³ по поясам назначения				
				I	II	III	IV	V
Архангельская область	31,27	0,876	35,70	+2,80	+1,90	0,80	3,20	- 7,20
Карельская АССР	24,73	0,939	26,30	-6,60	-7,50	-10,20	-12,60	-16,60
Кировская область	28,07	0,933	30,00	-2,90	-3,80	6,50	8,90	-12,90
Свердловская область	27,59	1,094	25,20	-7,70	-8,60	-11,30	-13,70	-17,70
Красноярский край	27,68	0,984	28,10	-4,80	-5,70	8,40	-10,80	-14,80
Хабаровский край	34,30	1,0	34,30	+1,40	+0,50	- 2,20	- 4,60	- 8,60
В среднем	30,26	0,992	30,50	-2,40	-3,30	6,00	8,40	12,40

Описанная система построения расчетных цен на пиломатериалы предполагает, что реализация продукции осуществляется через снабженческо-сбытовую организацию «Союзглавлес», и, следовательно, все расчеты за продукцию предприятия-поставщика и предприятия-потребителя ведут через эту организацию. При такой системе расчетов валовой доход снабженческо-сбытовой организации образуется как разница между оптовыми ценами франко-вагон станция назначения и расчетными ценами франко-вагон станция отправления, которые и являются оптовыми ценами предприятия.

Снабженческо-сбытовая организация возмещает предприятию-изготовителю его областную, краевую или республиканскую расчетную цену франко-вагон станция отправления, которая может оказаться выше поясной цены франко-вагон станция назначения. В другом случае, районная цена франко-вагон станция отправления позволяет снабженческо-сбытовой организации по данной области, краю или республике получать разницу в ценах, значительно превышающую величину транспортных расходов, и, следовательно, иметь дополнительную прибыль. В целом, однако, снабженческо-сбытовая организация получает продукцию от промышленности по отраслевой расчетной цене франко-вагон станция отправления (цене предприятия) и реализует ее по ценам франко-вагон станция назначения (ценам промышленности).

Таким образом, государство через систему скидок и надбавок регулирует уровень рентабельности производства основных видов материалов по отдельным областям, краям и союзным республикам и, следовательно, по предприятиям этих районов страны.

Валовой доход снабженческо-сбытовой организации «Союзглавлес» по прейскуранту оптовых цен № 07—03 1967 г. составляет в среднем 5 руб. 95 коп. на 1 м³ пиломатериалов. Эта сумма идет на оплату перевозок пиломатериалов, содержание снабженческо-сбытовой организации и включает в себя плановую прибыль сбытовых организаций в размере 5% к сумме транспортных расходов. Фактический размер прибыли сбытовых организаций в значительной степени зависит от того, как они планируют перевозки пиломатериалов, определяют направления грузопотоков.

В лесозаготовительной промышленности также действует система расчетных цен. В целом по этой отрасли общая рентабельность произ-

водства в 1968 г. составила 16,9%. Введение новых цен на лесопродукцию привело к некоторому уменьшению разрыва в рентабельности отдельных предприятий, но не ликвидировало его полностью.

Новые цены на лесоматериалы еще несовершенны, они не отражают всех природных и технических различий производства. Естественно поэтому, что и при действующей системе скидок и надбавок для перехода от оптовых цен франко-вагон станция назначения к расчетным ценам франко-вагон станция отправления на ряде предприятий, находящихся в лучших условиях, образуются излишки прибыли, а у других ощущается острый недостаток ее. Разница в рентабельности, как правило, объясняется объективными причинами. В лесозаготовительной промышленности, например, она зависит от природных факторов: объема хлыста, расстояния вывозки, состава насаждений и т. п. В этих условиях правильным выходом является перераспределение излишков прибыли, то есть переход к расчетным ценам отдельных предприятий. Поэтому в 1967 г. Министерством лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР было принято решение провести в комбинате «Ленлес» опыт по перераспределению прибыли с использованием скидок и надбавок к действующим преysкурантным ценам в процентах к сумме (или в копейках на рубль) всей реализуемой товарной продукции. При этом надбавки были установлены плано-убыточным и малорентабельным предприятиям, а скидки — высокорентабельным. Опыт показал, что введение системы скидок и надбавок к действующим отпускным ценам позволяет успешно перераспределять прибыль, что является мощным стимулом повышения эффективности производства на малорентабельных предприятиях.

В заключение следует указать, что в отличие от оптовых цен промышленности расчетные цены выполняют ограниченные функции: служат средством перераспределения чистого дохода предприятий внутри страли (или района), способствуют укреплению хозяйственного расчета и стимулируют развитие производства. В то же время они не в полной мере выполняют функцию учета общественных затрат. Тем не менее их целесообразно использовать для определения экономических показателей данного предприятия — прибыли, объема реализации и т. д.

Таким образом, расчетные цены не имеют такого всеобщего характера, как оптовые цены, но их значение в развитии общественного производства определяется тем, что они дают возможность сочетать интересы государства и интересы отдельных хозрасчетных предприятий. Поэтому расчетные цены не являются просто счетной величиной, а представляют собой экономическую категорию товарно-денежных отношений предприятий, возникающие в процессе создания и реализации стоимости и перераспределения чистого дохода внутри отрасли, обеспечивая стимулирующее воздействие закона стоимости на производство.

УДК 684.003.1

СОЗДАНИЕ ФИРМ И УРОВЕНЬ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Т. П. ТИХОМИРОВА

(Ленинградская лесотехническая академия)

Развитие мебельной промышленности в последние годы характеризуется значительным ростом объема производства и его совершенствованием на основе концентрации и специализации. Выпуск мебели в 1968 г. в 2,1 раза превысил уровень 1960 г.

В 1963—1964 гг., наряду со строительством новых мебельных предприятий, реконструкцией и расширением действующих, были созданы мебельные производственные объединения (фирмы), благодаря чему значительно поднялся уровень концентрации мебельного производства. Если в 1960 г. производством мебели было занято около 4000 самостоятельных, преимущественно мелких предприятий, то к 1965 г. их количество сократилось вдвое. В 1965 г. выпуск мебели в среднем на одно предприятие составил 0,877 млн. руб., в то время как в 1960 г. он не превышал 0,3 млн. руб.

В мебельные фирмы обычно объединяли однородные мебельные фабрики на базе головного предприятия. В мебельной промышленности РСФСР к 1965 г. было создано 43 фирмы и комбината (на правах фирмы), объединивших 158 предприятий.

Развитие мебельной промышленности и рост уровня ее концентрации можно видеть на примере Свердловской области. Если в 1960 г. предприятия и цехи Свердловской области выпустили мебели на 26 089 тыс. руб., то в 1967 г. — на 39 646 тыс. руб., или в 1,5 раза больше.

Около 80% мебели, производимой в области, выпускается предприятиями и цехами Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности, среди которых в 1962 г. преобладали мелкие. Создание в 1963—1964 гг. мебельных фирм и укрупнение фабрик позволило сократить количество мелких предприятий и значительно повысить степень концентрации производства мебели в области.

Для сравнения уровня концентрации мебельной промышленности в 1962 г. (год, предшествовавший проведению мероприятий по концентрации производства) и в 1964 г. мы провели группировку мебельных предприятий (подчиненных ныне производственному объединению «Свердлесдревпром») по объему выпускаемой продукции — в процентах к итогу (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что около половины предприятий, занятых производством мебели, имели объем производства менее 500 тыс. руб. в год, на их долю приходилось 14,4% всего выпуска мебели и 21,2% численности промышленно-производственного персонала. Предприятий с объемом производства более 5 млн. руб. не было.

В результате проведенной в 1963—1964 гг. работы по концентрации мебельного производства сократился удельный вес мелких предприятий с 42,3 до 25%, появились крупные предприятия, выпуск продукции которых уже в 1964 г. составил 32,4% общего объема производства.

Таблица 1

Группы предприятий	Число предприятий		Валовая продукция в ценах на 1/VII 1955 г.		Численность			
	1962 г.	1964 г.	1962 г.	1964 г.	промышленно-производственного персонала		в том числе	
					1962 г.	1964 г.	1962 г.	1964 г.
Предприятия, состоящие на самостоятельном балансе, в том числе предприятия с объемом производства, тыс. руб.	100	100	100	100	100	100	100	100
до 100	42,3	25,0	14,4	4,7	21,2	5,9	21,0	5,8
101—500	23,1	16,7	15,2	4,6	20,1	6,1	20,0	6,2
501—1000	34,6	50,0	70,4	58,3	58,7	65,4	59,0	65,7
1001—5000	—	8,3	—	32,4	—	22,6	—	22,3
5001—10000	—	—	—	—	—	—	—	—
свыше 10000	—	—	—	—	—	—	—	—

Группировка предприятий по выпуску валовой продукции дает наиболее правильное представление о доле различных предприятий. Для мебельной промышленности как отрасли с трудоемкими процессами большую роль в определении уровня концентрации производства играют также показатели численности промышленно-производственного персонала и рабочих. Группировка мебельных предприятий по численности рабочих за 1962 и 1964 гг. в процентах к итогу показана в табл. 2.

Таблица 2

Группы предприятий	Число предприятий		Валовая продукция в ценах на 1/VII 1955 г.		Среднегодовая численность			
	1962 г.	1964 г.	1962 г.	1964 г.	промышленно-производственного персонала		в том числе рабочих	
					1962 г.	1964 г.	1962 г.	1964 г.
Предприятия, состоящие на самостоятельном балансе, в том числе предприятия со среднегодовой численностью рабочих	100	100	100	100	100	100	100	100
до 100	27,0	8,3	7,6	1,1	10,7	1,5	10,2	1,5
101—200	38,4	25,0	24,3	5,9	30,1	6,6	30,0	6,6
201—500	30,8	25,0	52,2	13,0	45,3	17,8	45,6	17,9
501—1000	3,8	33,4	15,9	47,6	13,9	51,5	14,2	51,7
свыше 1000	—	8,3	—	32,0	—	22,6	—	22,3

В 1962 г. среди рассматриваемых мебельных предприятий преобладали мелкие фабрики с численностью рабочих менее 200 человек. Эти фабрики выпускали $\frac{1}{3}$ общего объема продукции. В 1964 г. удельный вес мелких предприятий в общем количестве предприятий снизился, более 40% стали занимать предприятия с численностью рабочих свыше 500 человек, производившие почти 80% всей продукции.

В мебельной промышленности области было организовано четыре мебельные фирмы, на долю которых в 1964 г. приходилось 45,8% всего

количества мебели, изготовленной предприятиями области. Значительно вырос уровень концентрации продукции. Если в 1962 г. одно мебельное предприятие объединения «Свердлесдревпром» выпускало мебели в среднем на 837 тыс. руб., то в 1964 г. — уже на 1938 тыс. руб., в 1967 г. — почти в три раза больше, чем в 1962 г. До создания фирм на одном мебельном предприятии насчитывалось в среднем 241 человек промышленно-производственного персонала, после — в 2 раза больше.

Увеличение масштаба производства продукции создает предпосылки для улучшения экономических показателей работы предприятий, прежде всего производительности труда. Динамика производительности труда в зависимости от размера мебельных предприятий объединения «Свердлесдревпром» в 1964 г. показана в табл. 3.

Таблица 3

Показатели выпуска валовой продукции	Группы предприятий по объему выпускаемой валовой продукции, млн. руб. в год			
	до 1	1—3	3—5	свыше
На одно предприятие (по отношению к I группе)	1,0	3,4	7,2	14,7
На одного работающего в год (% к I группе)	100	101,2	142,4	193,7

Из табл. 2 видно, что с увеличением объема производства в 15 раз производительность труда возрастает вдвое. Характерно, что производительность труда выше на тех предприятиях, где велик уровень концентрации однородного производства, то есть специализации. Так, на предприятиях с удельным весом мебели в общем объеме валовой продукции от 95 до 100% производительность труда в 1,6 раза выше, чем в группе предприятий с меньшим удельным весом мебели в общем объеме валовой продукции.

Создание мебельных фирм привело к улучшению технико-экономических показателей работы предприятий. В последующие годы на основе возросшего уровня концентрации производства в рамках фирм происходили качественные изменения: углубление специализации и развитие внутрифирменного кооперирования, совершенствование производственной структуры и организации производства, обновление ассортимента продукции, освоение новой техники, прогрессивной технологии, что позволило еще более повысить эффективность мебельного производства.

Поступила 20 апреля 1970 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.2

**ПРИРОСТ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА
В СВЯЗИ С ПОСТЕПЕННЫМИ РУБКАМИ**

Ю. А. ПОПОВ

(Костромская лесная опытная станция ВНИИЛМа)

Обеспечение естественного возобновления хозяйственно-ценных пород — одна из основных задач постепенных рубок.

Вопросу о выживаемости и росте елового подроста, остающегося после рубки взрослого древостоя, посвящено много исследований. Рост елового подроста при различных степенях освещенности его под пологом древостоя изучен менее детально.

Для лесоводственной оценки постепенных рубок необходимо исследовать прирост подроста различных высот при разной освещенности. Результаты таких исследований позволили бы рекомендовать наиболее целесообразные степени изреживания древесного полога при различных приемах рубки в зависимости от возраста подроста и условий его произрастания в период, предшествующий рубке.

Такие исследования проведены нами в Рылеевском лесничестве Галичского ЛПХ на двух опытных участках, пройденных первым приемом рубок в 1962 г. В табл. 1 дана краткая таксационная характеристика этих участков.

Т а б л и ц а 1

Таксационные показатели	Участок 1	Участок 2
Тип леса	Кисличник	Кисличник
Класс бонитета	I	I
Состав до рубки	5,0СЗ, 0Б1,9Е0,1Ос	5,8Б2,2С1,4Ос0,6Е
Состав после рубки	5,7С2,3Е2,0Б	5,8Б2,3С1,0Е0,9Ос
Интенсивность рубки, %	27	23
Полнота до рубки	0,97	0,87
Полнота после рубки	0,66	0,59
Количество подроста ели после рубки, шт./га	2400	2700

На этих участках в сентябре был произведен массовый обмер подроста. Измеряли ежегодный прирост за период 1958—1965 гг. Для каждой группы подроста таксационным прицелом (Н. П. Анучина) определяли полноту и состав материнского древостоя как после рубки, так и до рубки (суммированием площадей сечений деревьев, окружающих подрост, и пней, находящихся в круговой площадке). Все полноты древостоя до рубки были объединены в три группы: 0,5—0,6; 0,7—0,8; 0,9—1,1. Подрост объединяли также в три группы высот: до 1; 1—2 и более 2 м.

Для каждой группы высоты подроста в каждой из групп полноты был определен периодический прирост отдельно за четыре года до рубки (1958—1961 гг.) и за четыре года после рубки (1961—1965 гг.). Таким же образом для сравнения был найден прирост подроста и на участках, не тронутых рубкой.

Прирост измеряли лишь у подроста, ежегодный прирост которого за последние 5 лет составлял не менее 2 см.

Выводы

1. В первые четыре года после первого приема постепенной рубки у подроста высотой до 2 м прирост увеличивается, причем резче реагирует на изменение условий подрост высотой до 1 м: его прирост возрастает в 1,6—1,8 раза.

2. В первый год после рубки несколько уменьшается прирост подроста всех высот, но уже на второй год он превышает прирост, имевший место до рубки. При-

рост меньше всего снижается в первый год после рубки и подрост высотой до 1 м быстрее осваивается с новыми условиями.

3. Наименьшее снижение прироста в первый год после рубки отмечено у прироста высотой до 1 м, он быстрее осваивается с новыми условиями.

4. У подроста высотой более 2 м в первые четыре года после разреживания материнского полога не происходит заметного увеличения прироста. Исключение составляет лишь подрост, воспитывавшийся в условиях невысокой полноты древостоя 0,5—0,6.

УДК 634.0.566

ХОД РОСТА ЕЛЬНИКОВ ЛИПОВЫХ ТАТАРСКОЙ АССР, СФОРМИРОВАВШИХСЯ ПОСЛЕ ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК*

Ф. В. АГЛИУЛЛИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

В 1964—1969 гг. мы обследовали сохранившиеся участки постепенных рубок различной давности на территории Раифского лесничества Волжско-Камского госзаповедника, Зеленодольского опытно-показательного мехлесхоза, Арского лесхоза и Сабинского леспромхоза Татарской АССР. Весь цикл формирования и хода роста целого поколения еловых древостоев восстановлен по данным лесоустроительных отчетов за несколько периодов и экспериментальным данным, полученным нами после закладки 20 пробных площадей с вырубкой на каждой из них по 20—25 деревьев для основного элемента леса и по 5—7 деревьев для сопутствующих пород. Кроме этого, использованы данные восьми опытных участков Татарской ЛОС. При составлении таблицы хода роста принадлежность к одному естественному ряду определяли, исходя из общности типа леса и класса бонитета (по условиям местопрорастания), а также по упрощенному анализу хода роста 3—5 средних по величине деревьев основного элемента леса. Запас древостоя элемента леса на пробе находили по формуле

$$M = \sum V \frac{G_i}{\Sigma g}$$

где M — запас, м³;
 ΣV — сумма объемов учтенных деревьев, м³;
 G — общая площадь сечения деревьев пробы, м²;
 Σg — сумма площадей сечений учтенных деревьев, м².

При обработке опытного материала и составлении таблицы применен графоаналитический метод. Динамика средних высот, диаметров и запасов выявлена для каждого элемента леса на основании математической обработки данных пробных площадей и графического их выравнивания. Сумма площадей сечений для каждого элемента леса вычислена путем деления ранее выравненных и графически увязанных по возрастам запасов на их выравненные видовые высоты. Динамика числа стволов определена путем деления установленных сумм площадей сечения в данном возрасте на среднюю площадь сечения древостоя. Состав древостоя определен из соотношения суммарных запасов элементов леса. Проверка составленных таблиц показала, что коэффициент корреляции между опытными и выравненными значениями не превышал 0,95.

Первый прием постепенной рубки проведен в 80-летних лиственно-еловых древостоях с полнотой 0,7. Интенсивность выборки древостоя 40% по запасу. Через 10 лет проведен второй — окончательный прием рубки оставшейся части материнского древостоя. После двух приемов рубки с учетом естественного отпада и повреждения в процессе лесозаготовок к 40-летнему возрасту количество хвойного молодняка составляет более 2,9 тыс. шт. на 1 га, то есть 31% от его количества перед началом постепенных рубок древостоев верхнего полога. Дальнейшее формирование и рост хвойных древостоев происходят вместе с молодняком березы, который в обилии появляется после вырубки деревьев верхнего полога. С увеличением освещенности происходит некоторая дифференциация роста хвойного молодняка. Например, тенелюбивая пихта больше страдает от солнцепека и в значительном количестве усыхает или побивается морозом. Выжившая часть ее несколько отстает от ели и в даль-

* Исследования проведены в период работы в Татарской ЛОС и прохождения заочной аспирантуры в Ленинградской лесотехнической академии под руководством доц. В. С. Монсева.

Возраст, лет	Состав и возраст по элементам леса	Средняя высота, м	Сумма площадей сечений, м ²	Запас на 1 га, м ³	Элементы				
					средняя высота, м	средний диаметр, см	запас на 1 га, м ³	сумма площадей сечений, м ²	количество деревьев на 1 га
10	5,0Е ₁₀ 5,0П	1,1		8	1,2	—	4,0	—	6500
					1,0	—	4,0	—	6000
Подрост перед первым приемом									
20	5,7Е ₂₀ 4,3П	2,2	4,15	12	2,1	2,3	6,8	2,39	5975
					2,3	2,5	5,2	1,76	3520
Подрост перед вторым — окончательным —									
30	6,4Е ₃₀ 3,6П	3,8	6,08	18	4,1	4,1	11,5	3,91	2962
					3,4	3,7	6,5	2,17	2028
Возрастная динамика второго поколения									
40	7,0Е ₄₀ 1,3П 1,7Б ₁₀	6,7	15,55	60	7,5	8,2	42,0	9,81	1851
					4,8	5,2	7,7	2,31	1100
					5,0	4,1	10,3	3,43	2638
50	7,6Е ₅₀ 1,0П 1,4Б ₂₀	11,4	22,55	138	12,1	12,2	104,9	15,84	1353
					9,6	9,5	13,8	2,56	366
					8,8	7,0	19,3	4,15	1092
60	8,3Е ₆₀ 0,6П 1,1Б ₃₀	15,3	25,96	208	15,8	16,9	72,6	20,67	923
					14,5	14,0	12,5	1,60	104
					12,0	10,5	22,9	3,69	429
70	9,0Е ₇₀ 0,4П 0,6Б ₄₀	18,5	27,04	259	18,8	21,1	233,1	23,86	682
					18,0	19,0	10,4	1,11	39
					14,6	13,6	15,5	2,07	143
80	9,3Е ₈₀ 0,3П 0,4Б ₅₀	21,0	27,67	299	21,2	24,2	278,0	25,50	549
					20,6	22,4	9,0	0,84	21
					17,8	16,8	12,0	1,33	60
90	9,6Е ₉₀ 0,2П 0,2Б ₆₀	22,9	28,34	329	23,0	27,0	315,8	27,13	473
					22,5	25,3	6,6	0,57	13
					20,4	19,6	6,6	0,64	21

нейшем растет при боковом отенении елью и березой. Через 20—30 лет после окончания рубок условия освещения нормализуются.

Анализ позволяет установить прямолинейную зависимость HA , DH , GA , VA от A и HF от H , начиная с 60-летнего возраста деревьев. Например, по запасу эта зависимость выразилась следующей формулой:

$$V_{60-90} = 571A - 21815,$$

где V — запас на 1 га древостоя ели в возрасте от 60 до 90 лет;
 A — возраст.

Связь видовых чисел с возрастом криволинейна и выражается уравнением гиперболы.

Любопытно, что у 70-, 80- и 90-летнего древостоя средние высоты и средние диаметры по новым таблицам хода роста близки к их значениям по всеобщим таблицам хода роста ельников II класса бонитета (А. В. Тюрина) и III класса бонитета для Ленинградской области (Варгаса), однако относительная полнота (по сравнению с полнотой в таблице Варгаса) составляет по сумме площадей сечений — 0,85, а по запасу древостоя — 0,90.

Таблица 1

леса			Вырубасмая часть (отпад)			Общая произ-водительность, м ³	Средний прирост наличного древостоя		
видовое число, 0,001	среднее изменение запаса		количество деревьев	запас стволовой древесины, м ³	сумма запасов вырубасмой части, м ³		общий на 1 га, м ³	периодический, м ³	процент периодического прироста
	общее, м ³	периодическое, м ³							
—	0,40	—	—	—	—	4,0	0,40	—	—
—	0,40	—	—	—	—	4,0	0,40	—	—
постепенной рубки древостоев верхнего полога									
1350	0,34	0,28	2525	1,2	1,2	8,0	0,40	0,40	6,7
1282	0,26	0,12	2480	1,1	1,1	6,3	0,31	0,23	4,5
приемом рубки древостоев верхнего полога									
718	0,38	0,47	3013	1,7	2,9	14,4	0,48	0,64	5,7
882	0,22	0,13	1492	1,2	2,3	8,8	0,29	0,25	3,3
после вырубкы древостоев верхнего полога									
571	1,05	3,05	1111	2,2	5,1	47,1	1,18	3,27	10,6
677	0,19	0,12	928	1,5	3,8	11,5	0,29	0,27	2,7
600	1,03	—	—	—	—	10,3	1,03	—	—
548	2,10	6,29	497	5,6	10,7	115,6	2,31	6,85	8,4
562	0,28	0,61	734	2,5	6,3	20,1	0,40	0,86	5,4
528	0,96	0,90	1546	3,0	3,0	22,3	1,11	1,20	7,4
528	2,88	6,77	431	16,7	27,4	200,0	3,33	8,44	5,4
537	0,22	0,13	262	5,0	11,3	23,8	0,40	0,37	1,7
517	0,76	0,36	663	5,9	8,9	31,8	1,06	0,95	3,5
520	3,33	6,05	241	22,5	49,9	283,0	4,04	8,30	3,4
522	0,15	0,21	65	3,9	15,2	25,6	0,37	0,18	0,7
511	0,39	0,74	286	7,6	16,5	32,0	0,80	0,02	0,0
514	3,47	4,49	133	22,7	67,6	345,6	4,32	6,26	2,0
519	0,11	0,14	18	2,4	17,6	26,6	0,33	0,10	0,4
506	0,24	0,35	83	4,5	21,0	33,0	0,66	0,10	0,0
507	3,51	3,78	76	19,2	86,8	402,6	4,48	4,70	1,3
513	0,07	0,24	8	1,7	19,3	25,9	0,29	0,07	0,0
504	0,11	0,54	39	3,9	24,9	31,5	0,53	0,15	0,0

УДК 634.0.453

РОСТ СОСНЫ И ВЫДЕЛЕНИЕ ЖИВИЦЫ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ ТОЧЕЧНОЙ СМОЛЕВКОЙ

О. Н. БУКЗЕЕВА

(Ленинградское управление лесного хозяйства)

В литературе имеются указания на то, что некоторые виды смолевок заселяют не только ослабленные, но и совершенно здоровые деревья. В Савальском лесничестве Воронежской области мы изучали способность точечной смолевки заселять здоровые деревья сосны. Была сделана также попытка установить наличие внешних и физиологических изменений у деревьев, зараженных и не зараженных смолевкой. Физиологическое состояние деревьев характеризовалось интенсивностью

выделения живицы и изменением текущего прироста в высоту, а также прироста по диаметру и высоте за ряд лет.

Материалом для изучения служили 6—10-летние культуры в очагах размножения точечной смолевки. К моменту учета (1963 г.) зараженность древостоя в отдельных стациях достигала 20%. Уже со второй половины июня начали проявляться внешние признаки заражения точечной смолевкой. К этому времени и были приурочены наши наблюдения.

Все обследуемые деревья мы делили по внешним признакам на здоровые и ослабленные (в результате дополнительного питания жуков и последующего развития потомства). Последние разбивали на три категории: I — хвоя светло-зеленая, на стволиках следы дополнительного питания жуков, в верхней части сосен зачатую наблюдаются капли смолы; II — хвоя с желтоватым оттенком, верхушка усохла; III — дерева с равномерно усыхающей хвоей.

При обследовании молодняков сосны определяли число деревьев по категориям заселенности их жуками, а также одновременно измеряли прирост в высоту и устанавливали интенсивность выделения живицы в течение часа в баллах.

Значение прироста в высоту у сосны как диагностического признака, характеризующего состояние и, в первую очередь, энергию роста дерева, известно лесоводам давно и подробно освещалось в печати [2].

Метод искусственных ранений для определения жизнеспособности сосны разработан П. А. Положенцевым [1]. Для ранения изучаемых деревьев мы применяли высечку диаметром 1 см. Ранку с захватом заболони наносили на южной стороне стволика между последней и предпоследней (от верхушки дерева) мутовками. По истечении часа глазомерно определяли количество выделившейся живицы в баллах по таблице П. А. Положенцева [1].

Хороший показатель для сравнительной характеристики здорового и больного дерева — величина прироста деревьев по диаметру и высоте. Для выяснения хода роста деревьев в предыдущие годы нами было взято 62 модельных дерева сосны в возрасте 6 лет и 22 — в возрасте 10 лет.

Обследованные деревья спиливали у комля, затем измеряли приросты в высоту (см) и по диаметру (мм) за все предшествующие годы. При измерении годичных колец пользовались бинокляром.

Всего обследовано 1355 деревьев. Результаты приведены в табл. 1. Чтобы установить, какое количество долгоносиков способно привести дерево к усыханию, мы искусственно заражали 15 деревьев разных возрастов. Эти деревья подразделяли на категории: здоровые и угнетенные, а также искусственно травмированные путем обрезки части ветвей. Каждое опытное дерево изолировали с помощью марлевого мешка или футляра из железной сетки с мелкими отверстиями, а затем в начале мая на них помещали определенное количество жуков (самцов и самок). В августе все зараженные деревья были обследованы и результаты проанализированы.

Таблица 1

Категория деревьев	Балл выделения живицы	Средний прирост, см	Количество осмотренных деревьев	Количество деревьев, заселенных точечной смолевкой
III	0		38	18
II	1	8,6	134	21
I	2	10,6	592	49
Здоровые	3	17,9	591	17

Этот опыт подтвердил установленную ранее закономерность, что при большом количестве жуков возможно повреждение и в дальнейшем заселение здоровых деревьев.

Наши исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Деревья, имеющие минимальный текущий прирост в высоту и характеризующиеся наименьшим баллом выделения живицы, заселяются точечной смолевкой в первую очередь.

2. Нападение точечной смолевки, наряду с деревьями, отстающими в росте, могут подвергаться и деревья, не угнетенные в прошлом и даже имевшие несколько больший прирост по высоте и диаметру, чем здоровые, но ослабленные к моменту заражения в результате дополнительного питания жуков.

3. Точечная смолевка повреждает не только ослабленные, но и совершенно здоровые деревья. Последние под действием дополнительного и возобновительного питания жуков настолько ослабляются, что на них возможна яйцекладка и последующее развитие потомства точечной смолевки. Это подтверждается результатом работ по искусственному заражению деревьев: для 6-летних сосен достаточно 5 пар жуков; 7-летних — 6 пар.

4. Деревья, заселенные смолевкой, отличаются по физиологическому состоянию и по внешним признакам от здоровых: это важно для диагностики заселенности растущих деревьев, при планировании мероприятий по борьбе с ней.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. А. Положенцев. Метод искусственных ранений для определения жизнеспособности сосен. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1951. [2]. П. А. Положенцев. Энтормоннвазия ветровальной сосны. Энтормоннвазия и ее связь с внешними признаками дерева (из работ над здоровым и больным деревом). Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, XII, 1953.

УДК 674.031.632.25

КАШТАН СЪЕДОБНЫЙ В НАГОРНОМ КАРАБАХЕ

Р. И. АРУШАНЯН

(Степанакертский лесхоз Азербайджанской ССР)

Ранее считали, что на территории Малого Кавказа южная граница ареала каштана съедобного проходила в Боржомских лесах Грузии. В октябре 1964 г. И. С. Сафаров обнаружил каштан съедобный естественного происхождения на северо-восточной окраине Малого Кавказа, на территории Нагорно-Карабахской автономной области (НКАО). Поиски новых местонахождений этой высокопродуктивной и ценной породы дали положительные результаты. Каштановые деревья были обнаружены нами на северном склоне горы Малый Кирс, около с. Сигнах Степанакертского района, с. Тагаверт Мартунинского района, с. Большой Таглар Гадрутского района, около селения Мадаткенд. Старые каштановые деревья поражают своими гигантскими размерами (1,50—3 м в диаметре), а молодые красотой и оригинальностью. Растут они в смешанном дубово-грабовом насаждении (40—60 лет) на тяжелосуглинистых свежих почвах. В подлеске лещина, мушмула, алыча; подрост из подлесочных пород обильный, из основных редкий — дуб, граб. Крутизна склона местности достигает 20° и более, высота над уровнем моря 1150 м. Об естественном происхождении каштана свидетельствует наличие на данной территории многих других реликтовых древесных пород и кустарников — представителей третичного периода.

Большой интерес представляют искусственное и естественное возобновление каштана в условиях области. Автор обследовал разновозрастные культуры, выращиваемые с поливом и без полива в разных почвенно-климатических условиях.

На территории НКАО впервые каштан был посажен в садах селения Нинги Мартунинского района 100 лет тому назад. Почвы горно-лесные коричневые, карбонатные, ореховой структуры, тяжелосуглинистые, мощность гумусового горизонта 70 см. Культуры расположены на северо-восточном склоне на высоте 1030 м над уровнем моря. Результаты обследования 20 деревьев приведены в табл. 1.

Фенологическим наблюдением были установлены рано и поздно цветущие формы, различающиеся и по времени созревания плодов. Плодоносят они ежегодно и обильно.

Культурой каштана занимались и в последующие годы. Отдельные деревья были посажены в садах всех районов области в разных почвенно-климатических условиях. Посаженное около села Сигнах на высоте 1300 м над уровнем моря 55-летнее дерево имеет диаметр 40 см, высоту 16 м.

14-летние поливные культуры возле г. Степанакерта уже в течение 7 лет ежегодно и обильно плодоносят (табл. 2).

Как видно из таблицы, средний прирост по диаметру достигает 1 см и более, а прирост по высоте 0,41 м.

Возле селения Нинги Мартунинского района в зарослях алычи, шиповника, лещины, боярышника, бересклета и других пород нами было найдено несколько 8—12-летних деревьев каштана. Все эти деревья семенного происхождения и в 1967 г. дали обильный урожай. Средний прирост их по высоте свыше 40—50 см, а по диаметру 0,5 см.

Фенологическим наблюдением было установлено следующее. Вегетация каштана в области начинается во второй половине апреля и кончается в конце октября. Листья распускаются полностью к 20 мая, желтеют 10 октября и полностью опадают к 15—20 ноября. Цветение у рано созревающих сортов наблюдается с 1 по 10 июня, у поздно созревающих с 10 по 20 июня, созревание плодов соответственно с 5 по 15 и с 15 по 25 октября.

Таблица 1

Диаметр на высоте груди, см	Высота, м	Диаметр кроны, м	Период цветения	Период плодоношения
92	13,5	8	1—10/VI	5—15/X
72	13	9	.	.
76	17	11	10—20/VI	15—25/X
48	15	8	.	.
56	15	10	.	.
44	13,5	9	.	.
72	18	14	.	.
108	21	14	1—10/VI	5—15/X
76	18	9	10—20/VI	15—25/X
64	17,5	12	.	.
60	19	9	.	.
100	20	16	1—10/VI	5—15/X
96	20	9	10—20/VI	15—25/X
96	21	11	.	.
68	19	9	10—20/VI	15—25/X
72	20	14	.	.
72	20	12	.	.
52	21	8	.	.
72	21	9	.	.
80	22	8	.	.

Таблица 2

Диаметр на высоте груди, см	Высота, м	Прирост	
		по высоте, м	по диаметру, см
10	4,25	0,3	0,71
9	—	—	—
22	6,10	0,43	1,5
11	6,45	0,43	0,8
10	—	—	—
8	—	—	—
12,5	6,40	0,43	0,88
13,5	5,05	0,35	0,96
17	5,0	0,35	1,2
22	7,05	0,5	1,5
15	6,60	0,47	1,07
10	—	—	—
7,5	—	—	—
14	5,25	0,4	1,0
14	5,85	0,42	1,0
14	7,35	0,52	1,0
16	7,5	0,53	1,1
7	—	—	—
7	—	—	—
8,5	—	—	—
11,0	—	—	—
9	—	—	—
14	4,8	0,34	1,0

Плоды каштана, собранные в культурах 100-летнего возраста, крупнее, чем у 8—12-летних деревьев естественного происхождения (вес 100 шт. соответственно 900 и 650 г). Как плюсны, так и семена у деревьев естественного происхождения мельче, в плюсах насчитывается, главным образом, один—два каштана, тогда как у культурных по три высококачественных мясистых семени.

Наблюдения показали, что в условиях НКАО каштан обладает хорошей порослевой способностью. Через 7 лет после рубки дерева на высоте 4 м появились обильные, ныне хорошо плодоносящие побеги. Диаметр некоторых из них достигает 16 см, а высота 8,5 м, средний прирост по высоте 1—2 м. Все деревья имеют обильные водяные побеги у основания дерева, иногда их бывает более 50.

Для установления возможности разведения каштана на обширных территориях области осенью 1967 г. было собрано 300 кг семян каштана и заложены первые опыты в питомниках, в условиях, экологически отличающихся друг от друга. Собранные материалы позволяют сделать следующие выводы.

1. Каштан можно разводить во всех районах Нагорно-Карабахской автономной области, преимущественно на северных и северо-восточных экспозициях, на высоте до 1300 м над уровнем моря.

2. Каштан следует сажать на хорошо обработанных сравнительно свежих почвах, с обязательными пятикратными уходами в первые годы.

3. В целях повышения продуктивности малоценных насаждений IV—V классов бонитета, расположенных на всех экспозициях (кроме южных сухих склонов), можно при реконструкции вводить каштан и добиться хороших результатов, если ширина полос будет небольшая, пни выкорчеваны и произведена сплошная глубокая обработка почвы.

4. Исследования показали, что в условиях НКАО каштан можно отнести к быстрорастущим породам. Успешный рост каштана сопровождается хорошим плодоношением с 7—8-летнего возраста.

УДК 634.0.23

ВЛИЯНИЕ МЫШЕЙ И ПТИЦ НА ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЕЛИ

В. Н. ДРАЧКОВ

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Мыши и птицы приносят значительный вред естественному и искусственному возобновлению ели на концентрированных вырубках. Изучение этого вопроса нами проведено на 34 постоянных пробных площадях (из них 10 в лесных культурах) размером 0,01—0,35 га, заложенных в 1962 г. для выяснения причин отпада самосева и семян ели в первые 10 лет после их появления. Лесные культуры созданы посевом семян вразброс после подготовки почвы тракторной гусеничной бороной.

Постоянные пробные площади закладывали на свежих вырубках из-под ельников-черничников свежих и травяно-сфагновых в Бурачихинском лесничестве Няндомского лесхоза. Кроме того, были проведены наблюдения на временных пробных площадях в Котласском, Коношском, Каргопольском и Обозерском лесхозах Архангельской области. Всходы учитывали 4 раза, а самосев и сеянцы 2 раза за вегетационный период.

О распространении мышевидных грызунов на вырубках и о их влиянии на возобновление хвойных пород писали в своих работах П. А. Свириденко [2], [3], В. В. Турьева [4], В. А. Алексеев и В. Кирпичникова [1]. Их данные подтверждаются нашими исследованиями.

В 1964 г. на вырубке второго года из-под ельника-черничника свежего была обработана почва полосами гусеничной бороной, специально приспособленной для этого.

Семена сеяли руками вразброс, значительная часть их оставалась на поверхности почвы. Мыши, продвигаясь вдоль полос, уничтожали эти незаделанные семена. Одновременно их склевывали сойка и другие мелкие птицы из отряда воробьиных. Потеря полноценных семян уменьшает количество всходов на единицу площади.

Всходы ели в первые два месяца после появления еще не одревеснели и хорошо заметны на фоне отмирающей растительности после рубки леса. В это время их охотно склевывают птицы и на месте всходов остаются торчки высотой 1—5 мм. Например, при учете лесных культур ели (весенний посев) 13 июля 1963 г. в одном посевном месте размером 0,5×1,5 м было учтено 137 всходов. В тот же день мы сделали второй пересчет после посещения этого места птицами из семейства вьюрковых: осталось 93 всхода; за одно посещение птицами склевано 29,2% всходов. Всходы также скусывают и полностью съедают мыши. Насколько велик вред, наносимый по-отдельности птицами и мышами, определить не удалось. Данные о среднем отпаде самосева в результате скусывания мышами и склевывания птицами по годам приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип леса	Происхождение молодняка	Средний отпад молодняка, %, при возрасте молодняка, лет				
		1	2	3	4	5
Черничник свежий	Естественное	11,2	3,1	1,1	0,9	0,3
Травяно-сфагновый	·	22,1	1,5	13,9	2,3	0,9
Черничник свежий	Искусственное	14,6	0,3	—	—	—

Из данных табл. 1 видно, что в первый год наибольший отпад всходов наблюдается в более влажном типе леса. Это объясняется тем, что в низинах всходы расположены на микроповышениях, которые являются местом обитания мышей и птиц.

В последующие годы мыши скусывали самосев ели как препятствие, встречающееся на многочисленных дорожках, прокладываемых мышами по всей площади

вырубку. При этом мыши скусывают самосев около шейки корня и отодвигают его на край дорожки, ширина которой 8—10 см. Нередко мыши при проделывании нор вырывают елочки из почвы или полностью заваливают их землей.

Из таблицы также видно, что высокий процент отпада самосева наблюдается в травяно-сфагновом типе леса на третий год после рубки древостоя. Причина этого — массовое размножение мышей, которому способствовало развитие травянистой растительности на этих влажных вырубках и значительная захламленность их. Около пней и корневых лап было большое количество нор. Мыши проделывают свои пути по микроповышениям, где, в основном, расположен самосев. На лесосеках типа леса черничник свежий мышей значительно меньше, так как травянистая растительность здесь редкая и захламленность незначительная. Особенно это заметно на лесокультурной площади, где при подготовке почвы под посев вырубку дополнительно очищали от лесосечных отходов.

Общий отпад самосева из-за повреждения его мышами и птицами на пробных площадях за пять лет в типе леса черничник свежий в среднем составил 14,7%, в травяно-сфагновом — 28,3% и в лесных культурах — 14,9% от общего количества всходов.

Из проведенных наблюдений можно сделать вывод, что мыши и птицы приносят большой вред возобновлению ели на вырубках. В первый год всходы ели скусываются мышами и склевываются птицами, в последующие годы самосев отпадает только от повреждения мышами. Наиболее высокий отпад в первый и последующие годы происходит в травяно-сфагновом типе леса, так как всходы и самосев здесь располагаются на микроповышениях, которые также являются местом обитания мышей и птиц. Кроме того, здесь быстро разрастается травянистая растительность. В годы массового размножения мышей отпад самосева значительно увеличивается.

Мерой борьбы с отпадом самосева может служить ограничение численности мышевидных грызунов. Для этого необходимо удалять порубочные остатки, корчевать пни и выкашивать травы до их созревания. На особо ценных участках можно применять химическую защиту. При создании лесных культур посевом необходимо тщательно заделывать семена.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Алексеев, В. Кирпичникова. Мыши — вредители лесных культур. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1966. [2]. П. А. Свириденко. Роль деятельности человека в накоплении и ограничении численности лесных мышевидных грызунов. «Зоологический журнал», вып. 6, т. 24, 1945. [3]. П. А. Свириденко. Мышевидные грызуны и защита от них урожая, запасов продуктов и древесных культур. Изд. АН УССР, Киев, 1953. [4]. В. В. Турьева. Особенности питания мышевидных грызунов в лесу и на вырубках. Труды Коми филиала АН СССР, № 9. Сыктывкар, 1960.

УДК 634.0.2

ИЗ ОПЫТА РУБОК УХОДА В ДУБНЯКАХ ВЕЛИКО-АНАДОЛЬСКОГО ЛЕСА

И. И. СТАРЧЕНКО

(Марнупольская лесная опытная станция)

Опытные рубки ухода начаты в 1957, 1958 и 1959 гг. в Велико-Анадольском лесничестве, расположенном в зоне обыкновенного чернозема.

Пробная площадь № 1 заложена в 1957 г. в 10-летней культуре в квартале 90. Условия местопроизрастания по Бельгарду СГ1-2 (Д1-2). Местоположение ровное, возвышенное. Уровень грунтовых вод около 19 м. Состав насаждения по секциям перед рубкой был следующий: секция А — 5Д4Яс.з1Кло.; секция Б — 4,5Д5,2Яс.з0,3Кло. и секция В — 4Д6Яс.з,ед.Кло. Запас насаждений до рубки соответственно 39,4; 38,9; 35,6 м³. Опытная рубка в 1957 г. произведена в следующих объемах по запасу: секция А контрольная, вырубали единичные сухие дубки; Б — дуб — 19,0%, ясень — 37,8% и клен остролистный 30,7% (всего 32%); В — дуб черешчатый — 12,3%, ясень — 100%, клен остролистный толстомерный — 68,2% (всего 63%). Период наблюдений — 4 года.

Пробная площадь № 2 заложена в 1958 г. в квартале 88. Местоположение ровное, пониженное. Грунтовые воды на глубине 4—6 м. Условия местопроизраста-

Таблица 1

Секции	Породы	Средний диаметр, см			Годичный прирост по диаметру	
		Средняя высота, м			по высоте	
		до рубки	после рубки		см	%
в год закладки культур	при последнем учете					

Пробная площадь № 1

А	Дуб	$\frac{3,0}{4,2}$	$\frac{3,0}{4,2}$	$\frac{4,1}{5,3}$	$\frac{0,27}{27}$	$\frac{9,0}{6,4}$
		$\frac{4,3}{5,3}$	$\frac{4,3}{5,3}$	$\frac{5,2}{6,3}$	$\frac{0,22}{25}$	$\frac{5,1}{4,7}$
Б	Дуб	$\frac{2,9}{3,8}$	$\frac{3,1}{4,1}$	$\frac{4,9}{6,3}$	$\frac{0,45}{55}$	$\frac{14,5}{13,4}$
		$\frac{4,1}{5,1}$	$\frac{4,1}{5,1}$	$\frac{5,5}{6,1}$	$\frac{0,35}{25}$	$\frac{8,5}{5,0}$
В	Дуб	$\frac{3,0}{4,2}$	$\frac{3,1}{4,2}$	$\frac{5,2}{6,3}$	$\frac{0,52}{52}$	$\frac{16,8}{12,4}$

Пробная площадь № 2

А	Дуб	$\frac{11,4}{10,5}$	$\frac{11,2}{10,5}$	$\frac{14,3}{13,5}$	$\frac{0,62}{60}$	$\frac{5,5}{5,7}$
		$\frac{8,7}{9,2}$	$\frac{8,7}{9,2}$	$\frac{10,3}{11,8}$	$\frac{0,32}{52}$	$\frac{3,7}{5,7}$
Б	Дуб	$\frac{11,4}{10,5}$	$\frac{12,2}{10,9}$	$\frac{14,7}{14,5}$	$\frac{0,52}{72}$	$\frac{4,3}{6,6}$
		$\frac{8,7}{8,6}$	$\frac{8,8}{10,4}$	$\frac{10,4}{11,5}$	$\frac{0,32}{22}$	$\frac{3,6}{2,1}$
В	Дуб	$\frac{10,7}{10,3}$	$\frac{11,4}{10,7}$	$\frac{14,0}{14,0}$	$\frac{0,52}{66}$	$\frac{4,6}{6,2}$
		$\frac{8,4}{9,2}$	$\frac{8,2}{9,0}$	$\frac{9,8}{11,5}$	$\frac{0,32}{50}$	$\frac{3,9}{5,6}$
Г	Дуб	$\frac{11,2}{10,5}$	$\frac{11,5}{10,7}$	$\frac{14,1}{13,5}$	$\frac{0,52}{56}$	$\frac{4,4}{5,2}$
		$\frac{7,9}{9,0}$	$\frac{7,2}{8,7}$	$\frac{8,7}{10,9}$	$\frac{0,3}{44}$	$\frac{4,2}{5,1}$

Пробная площадь № 3

А	Дуб	$\frac{7,1}{9,0}$	$\frac{7,3}{9,0}$	$\frac{9,3}{11,0}$	$\frac{0,4}{40}$	$\frac{5,5}{4,4}$
		$\frac{6,6}{8,6}$	$\frac{6,6}{8,6}$	$\frac{8,0}{11,0}$	$\frac{0,28}{48}$	$\frac{4,3}{5,6}$
В	Дуб	$\frac{6,7}{8,7}$	$\frac{6,8}{8,7}$	$\frac{9,1}{11,5}$	$\frac{0,46}{56}$	$\frac{6,8}{6,4}$
		$\frac{6,1}{8,5}$	$\frac{6,2}{9,0}$	$\frac{7,4}{10,1}$	$\frac{0,24}{22}$	$\frac{4,0}{2,4}$
Г	Дуб	$\frac{6,4}{8,5}$	$\frac{6,5}{8,5}$	$\frac{8,6}{10,6}$	$\frac{0,42}{42}$	$\frac{6,5}{5,0}$
		$\frac{6,4}{8,6}$	$\frac{6,0}{8,3}$	$\frac{7,4}{9,0}$	$\frac{0,28}{14}$	$\frac{4,7}{1,6}$

Секции	Запас до ухода, м ³	Срублено при уходе, м ³	Запас после ухода, м ³	Запас при последнем учете, м ³	Срублено при уходе		Естественный отпад	
					% от запаса	% от текущего прироста	м ³	%
Пробная								
А	39,4	0	39,4	68,6	0	0	2,1	3,1
Б	38,9	12,3	26,6	58,4	32	39	1,9	3,3
В	35,6	22,4	13,2	41,8	63	78	0,3	0,7
Пробная								
А	105	0,1	104,9	167,5	0,1	0,2	9,3	5,5
Б	99,6	9,7	89,9	153,4	9,8	15,4	0,7	0,5
В	99,5	18,5	81,0	140,6	18,6	31,7	0,4	0,3
Г	99,6	23,7	75,9	136,7	23,8	39,1	1,0	0,7
Пробная								
А	90,9	2,0	88,9	154,5	2,2	3,0	2,9	1,9
В	85,7	24,0	61,7	121,2	27,9	44,0	1,0	0,8
Г	88,9	35,6	53,3	99,4	40,0	77,0	0,6	0,6

Таблица 3

Секции	Полнота древостоя	Световой режим		
		в августе 1960 г.	в начале сентября 1961 г.	в августе 1962 г.

Пробная площадь № 2

А	1,3	2006	1311	2973
		<u>10,7</u>	<u>2</u>	<u>2,4</u>
Б	1,1	3273	1398	—
		<u>17,4</u>	<u>2,2</u>	
В	1,0	3517	1509	3681
		<u>19</u>	<u>2,3</u>	<u>3</u>
Поляна		18825	64116	123201
		<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>

Пробная площадь № 3

А	1,0	4416	—	3494
		<u>11,1</u>		<u>2,5</u>
В	0,7	14622	—	5663
		<u>39</u>		<u>4,3</u>
Г	0,6	20696	—	6268
		<u>55,7</u>		<u>4,5</u>
Просека	—	37148	—	—
Поле		—	—	140439

Примечание. В числителе световой режим, лк; в знаменателе — процент освещенности на открытом месте.

ния СГ-2 (Д2). Насаждение, в котором заложена пробная площадь, представляет собой культуру в возрасте 16 лет. Состав насаждения 6—7ДЗ—4Яс.з.ед. бархат амурский. Подлесок густой из желтой акации и усыхающего бархата. Полнота по площади сечения 1,3. Запасы до рубки: секция А—105; Б—99,6; В—99,5 и Г—99,6 м³. Вырублено: на секции А—0,1% сухостоя; Б—9,8%, В—18,6% и Г—23,8% по запасу. Период наблюдений—5 лет.

Таблица 2

Эффективный прирост за период наблюдений			Общий прирост за период наблюдений			Производительность древостоем		
м ³	% от запаса	" от контроля	м ³	% от запаса	% от контроля	м ³	" от запаса	" от контроля
площадь № 1								
29,2	74	100	31,3	82	100	70,7	179	100
31,8	119	161	33,7	122	148	72,6	187	102
28,6	217	293	28,9	225	274	64,5	181	99
площадь № 2								
62,6	60	100	71,9	68,5	100	177,9	169,4	100
63,5	71	118	64,2	71,4	104	163,8	164,4	97
59,6	74	123	60,0	74,0	108	159,5	160,0	95
60,8	80	133	61,8	81,4	119	161,4	162,0	96
площадь № 3								
65,6	72,6	100	68,5	77,0	100	159,4	175,0	100
59,5	96,4	133	60,5	98,0	127	146,9	170,0	97
46,1	86,5	119	46,7	88,0	114	135,6	253,0	87

Пробная площадь № 3 заложена в 1959 г. в квартале 11 в порослевом насаждении 16-летнего возраста. Участок представляет собой слабый южный склон. Местоположение возвышенное. Уровень грунтовых вод до 10 м. Тип условий местопроизрастания СГ1-2 (Д1-2). Состав насаждения от 5Д5Яс.об до 7Д3Яс.об, ед. клен остролиственный, берест. Во втором ярусе клен остролиственный, берест, единично груша. Подлесок средней густоты из жимолости татарской, береста, боярышника. Полнота по площади сечения 1,0. Запасы до рубки: секция А — 90,9; В — 85,8 и Г — 89 м³. Вырублено: на секции А — 2,2% сухостоя; В — 27,9% и Г — 40% по запасу. Интенсивность рубки увеличилась за счет ясеня. На секции В вырублено 36,7% ясеня, а на секции Г — 62,8%. Период наблюдений — 5 лет.

Результаты исследования влияния рубок ухода на линейный и объемный прирост приведены в табл. 1 и 2.

Микроклиматические наблюдения проводили на пробных площадях № 2 и 3. Световой режим (табл. 3) изучали на протяжении светового дня при помощи селеновых люксметров типа 24. Наблюдение проводили в 10—15 точках на каждой секции с пятью отсчетами в каждой остановке на 10—15 см от поверхности почвы. Места для наблюдений выбирали без подлеска. Температуру на поверхности почвы измеряли при помощи срочных термометров, а влажность воздуха на высоте 1,5 м — психрометрами Ассмана между 13—14 часами.

Данные о температуре на поверхности почвы и относительной влажности воздуха на высоте 1,5 м показаны в табл. 4. На пробе № 2 в 1960 г. наблюдения проводили в августе, на пробе № 3 в 1960 г. — 10 сентября, в 1961 г. — 17 августа.

Таблица 4

Секции	Температура на поверхности почвы, °С		Относительная влажность воздуха, %	
	в 1960 г.	в 1961 г.	в 1960 г.	в 1961 г.
Пробная площадь № 2				
Б	17,9	—	60	—
В	18,0	—	65	—
Г	18,5	—	51	—
Пробная площадь № 3				
А	20,8	24,0	37,9	47,0
В	19,8	25,0	37,0	38,0
Г	28,6	26,0	33,0	39,0
Поляна	29,5	38,0	32,0	35,0

Из таблицы следует, что при сильном изреживании насаждения создаются неблагоприятные микроклиматические условия: повышенная температура на поверхности почвы и пониженная относительная влажность воздуха. В заключение можно сделать вывод, что при проведении проросток в степных дубравах изреживание насаждений должно быть умеренным (24—28% по запасу). Выработка ясеня и толстомерного клена остролистного значительно улучшает рост дуба.

УДК 634.0.114.27

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛЕСЬЯ УССР

Е. Ю. ПОЛЯКОВА

(Полесская агролесомелиоративная опытная станция)

В происходящих в почве процессах огромную роль играют ферменты, источником которых являются микрофлора, корневые системы растений и растительные остатки [5], [8]. Многие авторы [4], [6] считают активность каталазы — одного из

Тип условий местопроизрастания	Генетический горизонт	Глубина, см	Каталаза, мл О ₂		
			май	июль	сентябрь
А ₅ — осушение в 1960 г.	T ₀₋₁	0—25	224	338	77
	T ₂₋₃	25—37	800	724	290
	T ₅	37—78	163	37	175
	l _{pgl}	78—100	7	7	7
А ₅ — контроль	T ₀	0—18	282	622	484
	T ₁₋₃	18—32	702	841	399
	T ₄	32—55	166	806	130
	l _{pgl}	55—100	13	6	36
В ₅ — осушение в 1960 г.	T ₁₋₂	0—28	476	512	558
	T ₃	28—38	393	248	325
	T ₅	38—66	320	219	31
	l _{pgl}	66—100	16	22	13
В ₅ — контроль	T ₀₋₁	0—15	565	189	648
	T ₂₋₃	15—32	296	353	438
	T ₄	32—55	144	35	198
	l _{pgl}	55—100	14	5	22
С ₅ — осушение в 1961 г.	T ₁	0—12	375	313	618
	T ₃	12—26	754	427	840
	T ₄₋₅	26—50	176	54	170
	l _{pgl}	50—100	22	11	11
С ₅ — контроль	T ₀₋₁	0—14	733	705	767
	T ₂₋₃	14—29	459	593	468
	T ₄₋₅	29—50	518	29	131
	l _{pgl}	50—100	71	9	—

устойчивых и распространенных ферментов — показателем биологического состояния почвы. В литературе о сезонной динамике каталазы имеются противоречивые сведения [1], [3].

В 1963—1965 гг. мы изучали активность каталазы на стационарных пробных площадях, заложенных в Емилчинском лесхоззаге Житомирской области в условиях местопроизрастания А₅, В₅, С₅ на осушенных и неосушенных участках леса

(последние использовали в качестве контрольных). Почвы торфяно-болотные, иногда переходящие в торфяники, глинисто-песчаные на древнеаллювиальных песчаных отложениях. Торф—осоково-сфагновый в борах и суборах и осоково-тростниковый в сугрудках. Нижние горизонты представляют собой средне-, хорошо и очень хорошо разложившийся торф, а верхние—плохо разложившийся торф или очес. Степень разложения торфа определяли по В. С. Доктуровскому [2]. Почвы исследуемых объектов характеризуются высокой гидролитической кислотностью, которая до осушения составляла 100—128 мг-эква и несколько снижалась после осушения (табл. 1). Зольность торфов возрастает от боров к сугрудкам. Изучение каталитической активности проводили в сырых образцах по методике В. Ф. Куприевича [6].

Выполненные исследования показали, что особенно высока каталитическая активность торфяных горизонтов. Минеральная часть почвы характеризуется довольно низкой активностью фермента. В течение вегетационного периода активность в торфяных горизонтах, как правило, возрастает. Для минерального слоя почвы такая закономерность не наблюдается. Среди торфяных горизонтов наиболее высокой каталитической активностью обладает второй торфяной горизонт. Увеличение активности каталазы наблюдается в летние месяцы.

Исследованиями установлено, что осушение приводит к уменьшению активности каталазы во всех типах местопроизрастания. Это явление, по-видимому, связано с разложением органического вещества после осушения и требует дальнейших исследований.

Таблица 1

на 100 г абс. сухой почвы							Гидролитическая кислотность, мг-эква на 100 г воздушно-сухой почвы	Зольность, %
ноябрь	среднее за 1964 г.	май	июль	сентябрь	ноябрь	среднее за 1965 г.		
548	276	348	784	286	384	449	100,4	5,74
481	574	348	462	481	521	454	76,2	16,94
293	166	521	273	90	341	305	36,4	—
—	—	—	—	11	10	—	33,6	—
1152	736	594	870	855	975	823	114,6	5,46
821	816	1036	1109	599	1035	945	87,2	5,58
166	317	296	408	389	441	384	55,5	—
10	17	—	51	45	43	46	5,5	—
986	628	486	978	416	845	681	97,2	11,12
435	349	973	632	579	895	765	48,6	31,40
164	184	451	355	367	379	388	10,4	—
15	17	—	65	27	52	—	7—9	—
574	519	409	1293	580	1135	830	118,0	5,70
375	363	1032	224	782	1222	850	131,0	16,45
200	144	597	260	184	621	416	48,6	—
25	16	47	44	43	44	43	13,6	—
517	461	914	1336	394	922	867	87,3	9,31
302	588	1097	1275	637	944	988	82,3	21,80
145	138	256	344	137	268	265	28,2	—
41	21	—	40	21	41	—	18,9	—
1106	829	1318	770	995	1247	1075	93,7	18,44
1098	638	1188	1280	321	1231	1229	90,5	13,65
118	190	154	240	126	874	348	52,8	—
23	—	79	34	65	73	64	38,4	—

Следует отметить, что кинетика (табл. 2) каталитической реакции осушенных и контрольных площадей различна и зависит от активности каталазы. Особенно отчетливо это проявляется в торфяных горизонтах. В минеральном слое почвы всех типов местопроизрастания каталитическая реакция почти полностью заканчивается на третьей минуте, в торфяных же горизонтах происходила на протяжении всего периода наблюдений. По-видимому, в торфяном горизонте каталаза более активна,

Таблица 2

Тип условий местопрорастания	Генетический горизонт	Глубина, см	Активность каталазы, м.л. О. на 100 г абс. сухой почвы, через				
			30 сек	1 мин	2 мин	3 мин	5 мин
А ₅ — 5-летнее осушение	T ₂₋₃	25—37	83	195	240	268	290
	T ₅	37—78	82	93	144	164	175
	I _{rg1}	78—100	5	6	8	8	8
А ₁ — контроль	T ₁₋₃	18—32	180	493	723	916	898
	T ₄	32—55	42	61	71	105	129
	I _{rg1}	55—100	8	12	22	29	36
В ₃ — 5-летнее осушение	T ₃	28—38	80	180	211	283	324
	T ₅	38—66	26	26	31	31	31
	I _{rg1}	66—100	7	9	10	13	13
В ₅ — контроль	T ₂₋₃	15—32	157	211	296	330	437
	T ₅	32—55	95	108	140	182	195
	I _{rg1}	55—100	12	13	17	22	22
С ₃ — 4-летнее осушение	T ₃	12—26	51	94	256	350	521
	T ₄₋₃	26—50	38	61	88	109	126
	I _{ep}	50—100	9	14	16	16	16
С ₅ — контроль	T ₂₋₃	14—29	149	284	498	618	937
	T ₄₋₅	29—50	22	43	69	104	136
	I _{ep}	50—100	14	18	21	21	21

чем в минеральной почве. Ранее нами установлено [7], что торфяно-болотные почвы содержат огромные запасы органического вещества. При сочетании с другими факторами его накопление способствует усилению активности ферментов, в частности каталазы. Осушение приводит к снижению содержания органического вещества, что, в свою очередь, ведет к снижению каталитической активности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Ш. Галстян. Изучение сравнительной активности каталазы в некоторых типах почв Армении. Доклады АН Армянской ССР, т. 23, № 2, 1956. [2]. В. С. Докторовский. Торфяные болота. Происхождение, природа и особенности болот СССР. Изд. 2, ОНТИ, М., 1935. [3]. Р. С. Канцельсон, В. В. Ершов. Исследование микрофлоры целинных и окультуренных почв Карельской АССР. II. Биологическая активность почв Карельской АССР. Журн. «Микробиология» № 1, 1958. [4]. В. А. Кирсанова. Роль ферментов при гумификации растительных остатков. Журн. «Биохимия», т. II, вып. 3, 1946. [5]. Н. А. Красильников. Выделение ферментов корнями высших растений. Доклады АН СССР, т. 87, 12, 1952. [6]. В. Ф. Купрневич. Вопросы почвенной энзимологии. Вестник АН СССР, № 4, 1958. [7]. Е. Ю. Полякова. Органическое вещество заболоченных почв Полесья УССР. Труды 5-й научной конференции аспирантов и молодых ученых УкрНИИЛХА, тезисы докладов, Харьков, 1965. [8]. Е. И. Ратнер. О жизнедеятельности корневых систем растений. Сб. «Вопросы ботаники», изд. АН СССР, т. II, М.—Л., 1954.

УДК 674.032.477.62

ПЛОДНОШЕНИЕ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ЗЕРАВШАНСКОГО

В. М. САХАЦКИЙ

(СредазНИИЛХ)

Можжевельные леса, широко распространенные в Средней Азии, имеют большое водорегулирующее и почвозащитное значение. Лесопокрытая площадь под арчевыми древостоями составляет до 700 тыс. га, из них более половины площади приходится на можжевельник зеравшанский (*Juniperus serauschanica* Kom.).

Основные лесные массивы можжевельника зеравшанского, где были проведены исследования, размещены в западных отрогах Чаткальского хребта (бассейны рек Сукок-Сая и Башкызыл-Сая) на высоте 1400—2400 м над уровнем моря.

Сильное сокращение площадей арчевников в прошлом и неудовлетворительное их современное состояние требуют быстреего восстановления и расширения этих ценных лесов. При любых методах восстановления арчевников (содействие возобновлению, лесные культуры) необходима массовая заготовка семян, количество и качество которых в естественных насаждениях варьируют по годам.

Имеющиеся в литературе указания о периодичности семенных лет в арчевниках не дают возможности прогнозировать урожай семян, так как не изучались конкретные факторы, влияющие на заложение генеративных органов и периодичность плодоношения. Изучение плодоношения можжевельника зеравшанского осложнялось тем, что развитие репродуктивных органов арчи замедлено [1], протекает более двух вегетационных периодов, а генеративные органы на мужских и женских деревьях закладываются в летне-осенний период на вегетативных побегах текущего года.

Фенологические наблюдения за плодоношением, замеры приростов побегов и учет урожая проводили на постоянно выделенных семенниках, произрастающих в различных экологических условиях по двум замкнутым маршрутным ходам протяженностью до 30 км. Ежегодно в сентябре—октябре замеряли приросты вегетативных побегов кроны на 300—400 семенниках в 10-кратной повторности. Учет урожая проведен на 510 деревьях. Обилие плодоношения на каждом семеннике учитывали в четырехкратной повторности, квадратные метровки располагали в нижней части кроны и ориентировали в направлении четырех стран света. Приросты побегов за 1960—1962 гг. определяли на срезанных ветвях, а урожай за 1962 г. дополнительно уточняли по количеству самосева под семенными деревьями.

За восьмилетний период было три года с очень слабым приростом ($1,27+0,05$ см), два года со средним и два года с хорошим приростом; в 1962 г. наблюдался слабый прирост ($3,48+0,06$ см). Разность между средними значениями приростов вегетативных побегов существенна ($t > 3$) и, по-видимому, обусловлена воздействием какого-то природного фактора, который создал существенно новые условия для роста. Эти условия повлияли на прирост (например, 1963 г.), что отразилось на уровне закладки зачатков и в последующем — на урожае однолетних шишко-ягод в 1964 г., а через год (в 1965 г.) — и на урожае двухлетних шишко-ягод.

Какой же фактор влияет на прирост вегетативных побегов? Известно, что можжевельник зеравшанский произрастает в условиях высоких летних температур, продолжительной солнечной радиации, при цикличном увлажнении и на бедных почвах [7]. О медленном росте арчи в таких условиях свидетельствуют данные, полученные А. В. Гурским [2]. В. И. Запрягаева [3] отмечает, что замедленный рост арчи объясняется не специфическими ее особенностями, а условиями существования, в данном случае — недостаточным количеством влаги. Это видно, если вычислить количество осадков за гидрологические годы и коэффициенты увлажнения по формуле Н. Н. Иванова [4] с цифровой поправкой Л. А. Молчанова [5], равной 0,8 для Средней Азии. Коэффициент увлажнения — отношение суммы осадков за гидрологический год (с октября по сентябрь включительно) к испаряемости, определяемой по формуле с учетом недостатка насыщения и температуры воздуха

$$E = 0,00144 (25 + t)^2 (100 - a),$$

где E — испарение;

t — температура воздуха;

a — относительная влажность воздуха.

При таком методе полученные коэффициенты отображают комплекс метеорологических элементов.

За восьмилетний период в отдельные годы наблюдалась неоднородность условий увлажнения, которая обусловила пульсирующий характер текущих приростов вегетативных побегов. Годы с коэффициентом увлажнения 0,3—0,4 мы определили как сухие, с коэффициентом 0,5—0,6 средневлажные, с коэффициентом 0,7—0,8 — влажные. Результаты по приросту, урожаю шишко-ягод и осадкам за гидрологические годы показаны на рис. 1.

Кривые прироста и урожая одно- и двухлетних шишко-ягод (со сдвигом на 1—2 года) по тенденции колебания сходны с кривыми осадков за гидрологические годы. Обильные осадки за 1960 и 1963 гг. привели к большому урожаю в 1962 и 1965 гг., тогда как в обильный осадками 1964 г. наблюдался очень слабый прирост побегов ($1,27+0,05$ см), а в 1966 г. был неурожай двухлетних шишко-ягод. Для 1964 г. это можно объяснить обильным урожаем однолетних шишко-ягод, во время развития которых большая часть остальных функций жизненного процесса растения или временно приостанавливается, или сильно замедляется, так как наблюдается отток ассимилятов на формирование плодов [6].

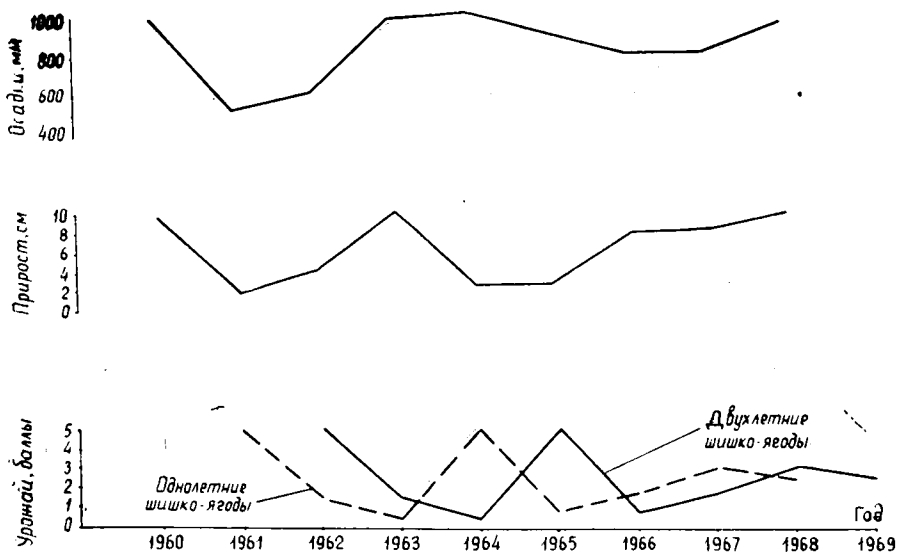


Рис. 1.

В целом если значение вегетативного прироста как материального носителя зачатков шишек определяет потенциальную величину урожая, то заложение генеративных органов должно контролироваться летними температурами или дефицитом влажности за период июнь—август, когда у можжевельника зеравшанского закладываются мужские и женские зачатки.

Обилие зачатков шишек прямо не связано с температурой и недостатком насыщения за период июнь—август. Так, в 1966 г. при высоких среднесуточных температурах и дефиците влажности (23,5°C и 20,6 мб) наблюдалось среднее (2—3 балла) обилие зачатков, а в 1967 г. такое же количество генеративных органов имелось при более низкой температуре и дефиците влажности (21,7°C и 17,4 мб). Между недостатком насыщения и коэффициентом увлажнения, как и между дефицитом влажности и обилием зачатков, прослеживается обратно пропорциональная зависимость. Между коэффициентом увлажнения и обилием генеративных органов наблюдается прямая пропорциональность, которая корректируется обилием урожая текущего года.

Выводы

1. Можжевельник зеравшанский плодоносит не ежегодно. В Западном Тянь-Шане урожай в арчевых насаждениях прямо пропорционален количеству осадков за гидрологические годы.

2. Обильные осадки вызывают хороший прирост и приводят к высокому урожаю. Во влажные годы с обильной завязью однолетних шишко-ягод, по-видимому, основная масса пластических веществ расходуется на урожай и наблюдаются очень слабые приросты побегов с весьма ограниченным количеством зачатков шишек. Через год после очень слабых приростов, как и после сухих лет, наблюдаются слабоурожайные и неурожайные годы.

3. По осадкам за гидрологические годы, коэффициенту увлажнения и текущему плодоношению можно прогнозировать урожай на 1—2 года вперед.

4. При лесовосстановительных работах в арчевниках необходимо создавать резервный фонд семян в размере одно-двухгодичной потребности для обеспечения лесхозов в малоурожайные и неурожайные годы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. С. Александровский. Эмбриология среднеазиатских и некоторых интродуцированных видов рода *Juniperus* L. в связи с качеством семян. Автореферат канд. диссертации, Ташкент, 1967. [2]. А. В. Гурский. Рост и долговечность арчи на разных высотах. Сообщение ТФ АН СССР, вып. XVI, 1949. [3]. В. И.

Запрягаева. Перспективы разведения арчи на склонах Туркестанского хребта. Труды Ботанического института АН Таджикской ССР, т. 78, Сталинабад, 1958. [4]. Н. Н. Иванов. Зоны увлажнения земного шара. Изд. АН СССР, серия «География и геофизика» № 3, М., 1941. [5]. Л. А. Молчанов. Новая карта испаряемости на территории Средней Азии. Метеорология и гидрология в Узбекистане. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1955. [6]. Т. П. Некрасова. Семенные годы и проблема прогноза урожая у хвойных древесных пород. Труды по лесному хозяйству Западной Сибири, вып. 3, Изд. Западно-Сибирского филиала АН СССР, Новосибирск, 1957. [7]. Ю. И. Никитинский. Арчевники Наукатского лесничества (бассейны рек Киргиз-Ата и Чийли). Изд. АН КирССР, Фрунзе, 1960.

УДК 674.032.475.3

ДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ГАММА-ЛУЧЕЙ НА СЕМЕНА ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ

В. Н. НЕНЮХИН

(УкрНИИЛХА)

Действие ионизирующих лучей на семена лесных древесных пород изучали многие авторы [1]—[5].

В настоящем сообщении приводятся результаты исследований влияния гамма-лучей различных доз на воздушно сухие семена лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), которые были получены из Горячегогорского спецлесхоза Красноярского края. Семена были заготовлены в сентябре 1965 г. Характеристика партии семян следующая: лабораторная свежесть на седьмые сутки составила 68%, энергия прорастания 68%, пустых семян 29%, чистота партии 98%. По размерам семена не калиброваны. Облучение проводили на установке Губе в феврале 1967 г. Мощность дозы 860 р/мин, дозы облучения 860, 1720, 2500, 5000 и 10 000 р. Семена проращивали в приборах В. Д. Огиевского. Энергию прорастания определяли на седьмые сутки, лабораторную всхожесть — на пятнадцатые сутки. Хромосомные нарушения изучали в 7-дневных корешках методом давленных препаратов. Корешки фиксировали в смеси 96% спирта и ледяной кислоты (3:1). За одни сутки перед изготовлением препаратов хромосомы окрашивали ацетокармином. Хромосомные перестройки учитывали в поздней анафазе и ранней телофазе (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Хромосомная aberrация — мост.



Рис. 2. Хромосомная aberrация — микродра.

Первое проращивание семян проводили через одни сутки после облучения. Данные об энергии прорастания и лабораторной всхожести семян в зависимости от дозы гамма-лучей и срока хранения после облучения представлены в табл. 1 (контроль принят за 100, данные приведены в процентах к контролю).

Из данных табл. 1 видно, что энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян по срокам проращивания различны. Доза 1720 р оказала положительное влияние на прорастание во все сроки, доза 2500 р имела некоторое стимулирующее влияние после 40 дней хранения семян. Дозы 5000 и 10 000 р резко подавляют прорастание семян и рост проростков (рис. 3). Анализ данных замеров корешков 7-дневных проростков показал, что их длина больше в варианте облучения дозой 1720 р.

Облученные и контрольные семена весной 1967 г. были высеваны в питомнике в открытом грунте и под полиэтиленом. Наблюдения за появлением сеянцев и их рос-

Таблица 1

Доза облучения, <i>p</i>	Энергия прорастания (числитель) и лабораторная всхожесть (знаменатель) после облучения через		
	1 сутки	40 суток	360 суток
860	$\frac{79}{104}$	$\frac{111}{108}$	$\frac{92}{110}$
1720	$\frac{137}{120}$	$\frac{111}{108}$	$\frac{103}{108}$
2500	$\frac{75}{100}$	$\frac{120}{120}$	$\frac{60}{100}$
5000	$\frac{79}{89}$	$\frac{57}{72}$	$\frac{41}{94}$
10000	$\frac{29}{76}$	$\frac{26}{66}$	$\frac{17}{50}$

том показали большие различия в высотах. При анализе посевов было установлено, что с увеличением дозы количество семян на единице площади уменьшается. Доза 10 000 *p* для семян летальна, дозы 860, 1720 и 5000 *p* имеют хотя и небольшое, но отрицательное влияние на рост сеянцев в открытом грунте, доза 2500 *p* оказывает незначительное положительное влияние. При выращивании сеянцев под полиэтиленом, где температура и влажность выше по сравнению с открытым воздухом, наблюдалось общее увеличение роста (рис. 4).

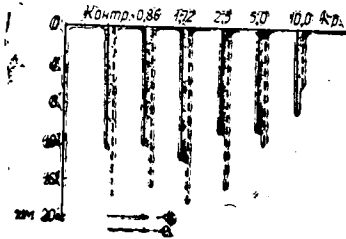


Рис. 3. Зависимость роста проростков лиственницы сибирской от дозы облучения семян.

1 — длина проростков при проращивании в течение 1 суток после облучения; 2 — то же при проращивании в течение 40 суток после облучения.

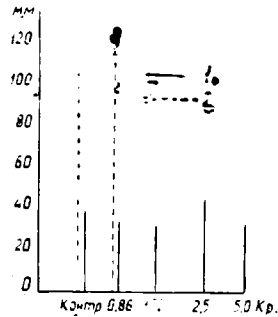


Рис. 4. Зависимость роста однолетних сеянцев лиственницы сибирской от дозы облучения семян.

1 — в открытом грунте; 2 — под полиэтиленовым покрытием.

Таблица 2

Доза облучения, <i>p</i>	Количество просмотренных клеток	Вид нарушения, % от числа просмотренных клеток			
		мости	фрагменты	мости и фрагменты	итого (М м)
860	170	2,5	0	0	2,5 ± 0,046
1720	267	2,8	0	0	2,8 ± 0,043
2500	180	3,3	0	0	3,3 ± 0,067
5000	167	9,8	1,8	0	11,6 ± 0,320
10000	174	20,5	3,5	2,4	26,4 ± 0,460
Контроль	196	0,5	0	0	0,5 ± 0,007

При цитологических исследованиях корешков проростков семян были обнаружены нарушения в виде хромосомных и хроматидных мостов и фрагментов в делении ядра. В табл. 2 приведены данные о цитологических нарушениях в корешках проростков в зависимости от дозы гамма-облучения.

Из данных табл. 2 видно, что с увеличением дозы облучения процент хромосомных нарушений возрастает. В пределах облучения 860—2500 *p* их количество небольшое, с увеличением дозы до 5000 *p* процент хромосомных aberrаций повышается в 3,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Я. Я. Гайлис. Влияние ионизирующих излучений на всхожесть семян и выход сеянцев сосны и ели. Сб. «Ионизирующие излучения в биологии». Изд-во «Зинатне», Рига, 1965. [2]. Р. Т. Карабань. Влияние гамма-облучения семян на рост и развитие сеянцев. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1966. [3]. М. А. Кудинов. Влияние гамма-облучения семян на их прорастание, рост и развитие древесных растений. Автореферат кандидатской диссертации, Минск, 1966. [4]. Г. Ф. Привалов. Морфологические изменения у сосны в результате обработки семян гамма-лучами и колхицином. Известия СО АН СССР, сер. «Биология и медицина» 8, вып. 2, 1964. [5]. Г. Ф. Привалов. Некоторые итоги и перспективы работ по экспериментальному мутагенезу у древесных растений. Сб. «Совещание по лесной генетике, селекции и семеноводству». Тезисы докладов, Петрозаводск, 1967.

УДК 634.0.2

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ШИРОКОЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СУПУТИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

В. Д. ЧЕРНЫШЕВ

(Биолого-почвенный институт ДВ филиала СО АН СССР)

В 1965—1966 гг. в характерных типах широколиственно-хвойных лесов Супутинского заповедника мы анализировали эколого-фитоценотическую обстановку на пробных площадях, заложенных для изучения жизнеспособности подроста и состояния возобновления. Формы кривых распределения деревьев по диаметру и подроста и кустарников по высоте мы рассматриваем в качестве фитоценотических показателей естественного возобновления. Знать эти закономерности важно и при изучении строения девственных широколиственно-хвойных лесов.

Из описания пробных площадей видно, что они заложены в сложных типах леса (табл. 1). Возраст хвойных пород определен глазомерно* в соответствии со стадиями развития кедрово-широколиственных лесов [2]. На пробе 23 (0,5 га) наибольший отпад мертвых хвойных и лиственных пород наблюдался в I ярусе, что послужило причиной появления угнетенного в различной степени подроста. Это VI стадия развития древостоя, ее возраст — 200—240 лет. Подлесок средней густоты (сомкнутость 0,5): чубушник, дейция, элеутерококк, жимолость, смородина, калина, клен бородачатый, бересклеты и др. Средняя высота подлеска—0,7 м. Травяной покров неравномерен: на участках с преобладанием лиственных пород и в окнах древостоя он гуще, чем в других условиях. Фон создают папоротники — толстокорневищный и кочедыжники; из других трав характерны осоки, какалии, кислица и мителла. Общее покрытие почвы травами — 0,3.

На пробе 24 (0,21 га) древостой находился на VII стадии развития: большая часть хвойных пород выпала из состава I и II ярусов, после чего начал успешно развиваться подрост. Возраст хвойных пород I яруса около 240—280 лет. Подлесок густой (покрытие 0,6—0,7) и по составу очень сходен с подлеском пробы 23. Средняя его высота — 0,9 м. Травяной покров тот же, что и на пробе 23, но редкий (покрытие 0,1). В составе преобладают осоки и мелкотравье (мителла, подмаренник и др.).

Наличие крупных стволов перестойной маньчжурской березы на пробе 29 (0,25 га) свидетельствует о том, что примерно 100 лет назад лес подвергался резкому распа-

* В Супутинском заповеднике взять модельные деревья не представлялось возможным.

Номер пробной площади	Топографическое положение пробных площадей	Тип леса [1], [2]	Состав древостоя (в целом по трем ярусам)
23	ЮЮЗ, 8—10°	Чернопихтарник кленово-кедровый	5П.ц2К1Е.а1Б.ж1Кл+П, ед. прочие лиственные
24	ЮЮВ, 7°	То же	4П.ц2К2Б.ж1Кл1Лп.а---Г, ед. прочие лиственные
29	ЮЗ, 7°	Кленово-грабовый кедрово-еловый лес (группа типов)	3Е.а2К2Б.м2Лп.а1Кл+П, ед. прочие лиственные

Примечание. Обозначение древесных пород: К — кедр корейский; П. ц — пихта амурская; Кл — клены; Д — дуб монгольский; Г — граб сердцелистный;

ду (пожар, ветровал и т. п.). После этого участок заселила береза, затем под ее пологом развился хвойный подрост. Возраст хвойных пород I яруса около 120—160 лет (в данном случае стадии развития девственных лесов выделить трудно). Подлесок довольно густой (общее покрытие почвы — 0,6—0,7). В его составе наиболее характерны: чубушник, элеутерококк, калина, смородина и дейция. Средняя высота 0,5 м. Травяной покров редкий (покрытие — 0,1), поскольку значительная площадь питания занята здесь подростом и подлеском. В составе трав папоротники, осоки, мителла, кислица и др. При анализе форм кривых распределения деревьев по диаметру и подроста по высоте мы использовали теорию корреляции, в соответствии с которой вычислено 11 эмпирических уравнений по материалам сплошного перечета стволов и учета подроста и всходов на пробных площадях.

В кленово-кедровом чернопихтарнике (проба 23) распределения числа деревьев выражаются гиперболическими зависимостями (рис. 1): распределение хвойных и лиственных пород вместе

$$N = \frac{1270}{D} - 4 \quad (\eta = 0,922);$$

лиственных

$$N = \frac{894}{D} - 2 \quad (\eta = 0,87);$$

хвойных

$$N = \frac{351}{D} + 4 \quad (\eta = 0,953).$$

Высокие значения корреляционных отношений η указывают на тесные связи между числом деревьев и их диаметром. На этой пробе распад перестойных деревьев происходит постепенно, он был замечен на отдельных участках с преобладанием или хвойных, или лиственных деревьев. Здесь не было отмечено влияния пожаров.

На пробе 24 (рис. 2) распределения деревьев по диаметру приближаются к функции вида

$$y = ax^2 + bx + c + a'e^{-b \cdot x},$$

где y — число деревьев;
 x — диаметр.

Расчет этой формулы трудоемок, да и не эффективен для данного примера, поэтому кривые распределения мы разделили на более простые функции.

Распределение лиственных и хвойных деревьев диаметром до 16 см выражается параболой второго порядка

$$N = -3,8D^2 + 65,5D - 6 \quad (\eta = 0,996),$$

более 16 см — гиперболой

$$N = \frac{1280}{D} - 23 \quad (\eta = 0,853).$$

Таблица 1

Запас, м ³	Полнота [3]	Состояние подроста и всходов естественного возобновления			
		хвойных пород		лиственных пород	
		количество, шт.	средняя высота, см	количество, шт.	средняя высота, см
520	0,90	3620	46,2	19000	39,5
340	0,79	8500	57,0	18090	38,3
320	0,87	Не менее 8000	Не менее 50,0	Не менее 3000	Не менее 30,0

та цельнолиственная; Е. а — ель аянская; П — пихта белокорая; Б. ж — береза желтая; Б. м — береза маньчжурская.

Деревьев диаметром более 52 см оказалось мало (есть разрыв), поэтому расчеты для них проводить нельзя.

Распределение лиственных пород по диаметру до 16 см выражено параболой

$$N = -3,6D^2 + 64D - 38 \quad (r_1 = 0,98),$$

более 16 см — почти такое же, как распределение общего числа деревьев, так как древесные породы этих размеров представлены в основном лиственными деревьями. Параметры гиперболы оказались следующими:

$$N = \frac{1222}{D} - 22 \quad (r_1 = 0,893).$$

Гипербола для хвойных пород получилась самой нечеткой, о чем говорит и корреляционное отношение

$$N = 16,6 + \frac{1}{D} \quad (r_1 = 0,60).$$

На этой пробе выражен резкий отпад перестойных хвойных деревьев диаметром 52—68 см, площадь их питания занята подростом и подлеском. На пробе заметно влияние давнего пожара. Возобновление хвойных пород здесь значительно лучше, а средняя высота подроста хвойных больше, чем на пробе 23. Возобновление лиственных пород на обеих пробах хорошее. У них несколько раз отмирает главный побег, но подрост не теряет жизнеспособности.

В характерном широколиственно-хвойном лесу распределения числа подроста и кустарников по высоте также подчиняются гиперболической зависимости (установить изменения по диаметру технически трудно) — рис. 3.

Распределение числа кустарников по высоте выражается гиперболой с параметрами

$$N = \frac{761}{H} + 12 \quad (r_1 = 0,822);$$

распределение подроста лиственных пород

$$N = \frac{715}{H} + 4 \quad (r_1 = 0,94);$$

хвойных

$$N = \frac{103}{H} + 4 \quad (r_1 = 0,922).$$

По высоким значениям корреляционных отношений можно судить о том, что и эти закономерности (хотя они и вероятностны) характерны для широколиственно-хвойных лесов. Распределение подроста и кустарников по высоте может иметь тот же вид, что и распределение деревьев по диаметру на пробе 24. Это проявляется в случае, когда на пробных площадях мало всходов; тогда кривая имеет провал в низших ступенях высоты. Подобно этому можно объяснить кривую и в распределении диаметров деревьев (рис. 2): мелких деревьев мало, а подрост и кустарники, занимающие места деревьев, учитываются отдельно, что на кривой не отражено.

Существование довольно четких и общих закономерностей распределения числа деревьев, подроста и кустарников по их размерам (диаметру и высоте) позволяет считать это явление не случайным. Очевидно, оно выражает одну из важнейших особенностей девственных широколиственно-хвойных лесов — непрерывность процессов отпада и возобновления. Можно утверждать, что распределение древесных пород по диаметру и, вероятно, по высоте (но не по возрасту) в девственных широколиственно-хвойных лесах в каждый момент времени выражается такой же математической зависимостью, как и распределение числа деревьев по диаметру, высоте и возрасту в чистых одновозрастных древостоях во времени. В последнем случае закономерность относится к одному поколению леса, в первом — обнаруживается существование множества поколений. В общем случае эти закономерности выражаются гиперболическими кривыми.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. Г. Васильев, Б. П. Колесников. Чернопихово-широколиственный лес Южного Приморья. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1962. [2]. Б. П. Колесников в Кедровые леса Дальнего Востока. Труды ДВФ им. В. Л. Комарова, т. II (IV), 1956. [3]. С. Н. Моисеенко. Таблица хода роста кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока. Хабаровское книжное изд-во, 1966.

УДК 634.0.81

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СМОЛЯНЫХ ХОДОВ ХВОИ КЕДРА КОРЕЙСКОГО

В. Г. ПОЛЫНСКИЙ, А. Д. ШЕВЧЕНКО

(Приморский сельскохозяйственный институт)

Строение смоляных ходов хвои сосны обыкновенной, сосны крымской, кедров сибирского и некоторых других представителей семейства сосновых изучено довольно подробно [1]—[6]. Данная работа является попыткой исследовать смоляной аппарат хвои кедров корейского.

В Чугуевском лесхозе Приморского края были заложены две пробные площади и выбраны модельные деревья, согласно методике, изложенной в ГОСТе 11483—65. Пробная площадь № 1 заложена на южном склоне крутизной 8° в мшисто-лещинном кедрово-еловом типе леса, состав которого 3К2Е(120)2Лп1Д1Тм1Ос + Б. б, ед. П. б, И. К. м, класс бонитета III, полнота 0,8, средний возраст 120 лет, средний диаметр 28 см, средняя высота 26 м, запас 260 м³/га, почвы пойменные бурые влажные суглинистые. Пробная площадь № 2 заложена на юго-восточном склоне крутизной 10° в лещинном кедровнике с липой. Состав 8К2Лп + Кл, ед. П. б, класс бонитета III, полнота 0,8, средний возраст 120 лет, средний диаметр 28 см, средняя высота 20 м, запас 272 м³/га, почвы бурые горно-лесные свежие суглинистые средней мощности.

На пробных площадях было отобрано по шесть модельных деревьев. С каждого из них взято по 150 двухлетних хвоннок (по 50 шт. из верхней, средней и нижней частей кроны). Хвою фиксировали в насыщенном водном растворе уксусно-кислой меди. В лабораторных условиях измеряли длину и ширину хвон, с помощью микрометра приготавливали срезы вершины, середины, основания хвои и пенька, измеряли все смоляные ходы (всего 3600 измерений). Результаты обработаны методами вариационной статистики.

По своему строению смоляные ходы хвои кедров корейского и других представителей семейства сосновых не различаются [1]—[6], но характер их расположения и количество несколько иные.

Эпителлиальные клетки в количестве 10—16, выстилающие канал смоляного хода, мелкие, с тонкостенными целлюлозными оболочками, с прозрачным содержимым. Вокруг них расположены 1—2 ряда толстостенных склеренхимных волокон, придающих определенную жесткость хвое (рис. 1).

В хвое кедров корейского, так же как и в хвое кедров сибирского, смоляные ходы расположены в толще ассимиляционной ткани (рис. 2), в то время как у сосны обыкновенной они находятся непосредственно под гиподермой [1], [4], [6]. В хвое кедров сибирского встречается, как правило, три и иногда, у более развитых хвоннок, четыре смоляных хода, расположенных в углах граней [1]. В хвое сосны обыкновенной и сосны крымской число смоляных ходов колеблется от 6 до 12 [6]. Теневая хвоя кедров корейского имеет только три крупных смоляных хода (63—121 мк),

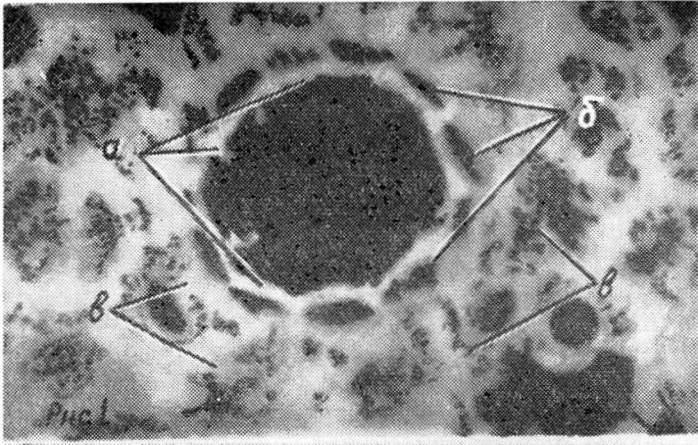


Рис. 1. Поперечный разрез смоляного хода хвон кедр корейского.

а — эпителиальные клетки; *б* — склеренхимные волокна; *в* — ассимиляционная ткань хвой.

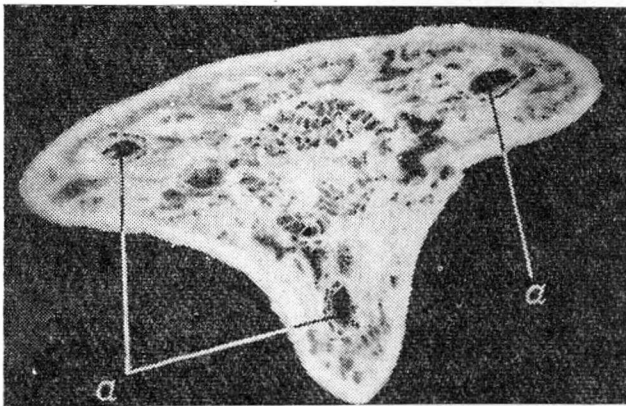


Рис. 2. Поперечный разрез теневой хвон кедр корейского.

а — смоляные ходы.

расположенных по углам граней (рис. 2). В световой, наиболее развитой хвое, помимо этого, встречается от 1 до 5 более мелких (45—105 мк) ходов, расположенных между крупными вокруг центрального проводящего пучка (рис. 3). В самом проводящем пучке смоляных ходов не обнаружено.

Все смоляные ходы заканчиваются у верхинки хвон пучком склеренхимных волокон. Наиболее развитые ходы, сближаясь у основания хвон, проходят через пенек в коровую часть побега, где заканчиваются слепо, не сообщаясь со смолоносной системой древесины. Менее развитые смоляные ходы заканчиваются или у основания хвон пучком склеренхимных волокон, или в пеньке, где склеренхимные волокна замещаются паренхимными клетками (рис. 4). Таким образом, смоляные ходы хвон изолированы от смолоносной системы древесины кедр корейского.

Длина и диаметры смоляных ходов зависят от степени развитости хвон, на которую большое влияние оказывает освещенность (табл. 1). Из таблицы видно, что

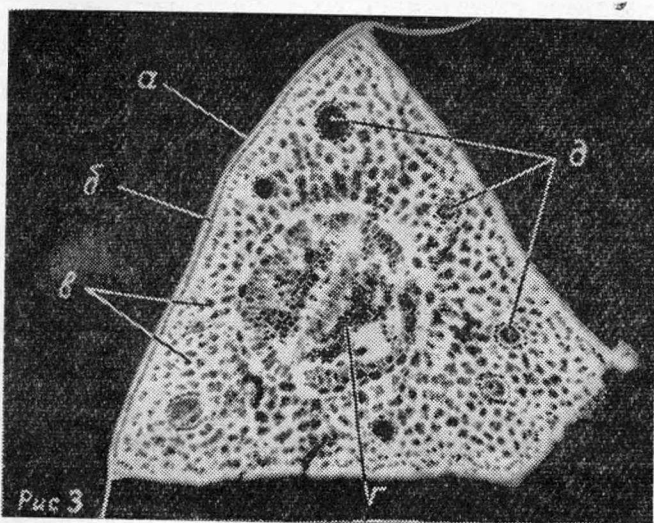


Рис. 3. Поперечный разрез световой хвои кедр корейского.

а — эпидермис; б — гиподерма; в — ассимиляционная ткань хвои; г — центральный проводящий пучок; д — смоляные ходы (видны восемь смоляных ходов).

Рис. 4. Поперечный разрез пенька.

а — смоляные ходы хвои; б — группы паренхимных клеток (окончания смоляных ходов).

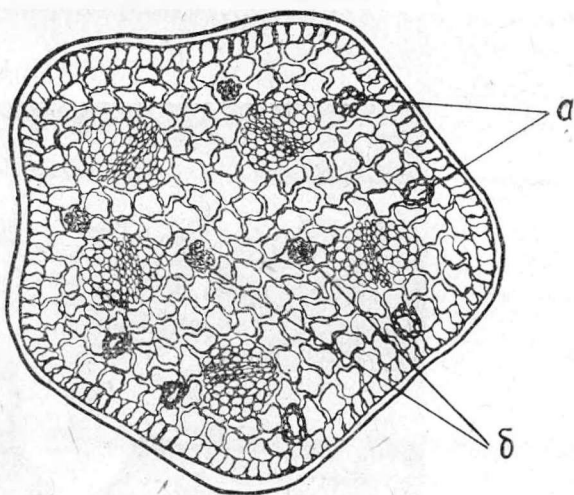


Таблица 1

Часть кроны	Длина хвои, мм	Ширина хвои, мм	Диаметры смоляных ходов, мк
Мшисто-лещинный кедрово-еловый тип леса			
Верхняя	101,2 ± 6,4	1,4	93,2 ± 8,6
Средняя	88,0 ± 5,8	1,0	85,4 ± 8,1
Нижняя	94,4 ± 6,1	0,9	76,5 ± 7,7
В среднем	94,5 ± 6,1	1,1	85,0 ± 8,2
Лещинный кедровник с липой			
Верхняя	100,0 ± 6,3	1,4	105,5 ± 8,4
Средняя	98,9 ± 6,1	1,1	90,7 ± 7,9
Нижняя	96,3 ± 6,4	1,0	77,5 ± 7,6
В среднем	98,3 ± 6,3	1,1	91,2 ± 8,1

хвоя верхней части кроны (световая) более развита, чем в средней и нижней частях кроны (теневая). Условия местопроизрастания оказывают незначительное влияние на развитость как самой хвои, так и смоляных ходов (табл. 1). Имеется лишь некоторая тенденция к увеличению размеров хвои и смоляных ходов в лесничном кедровнике.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Э. И. Адамович. Кедр сибирский как дерево декоративное, плодовое и смолистое. Труды Пермского СХИ, т. XII, 1948. [2]. Э. И. Адамович. Строение смоляной системы у пихты сибирской. Сб. «Пути расширения сырьевой базы подсоски лесов Урала и Сибири». Свердловск, 1960. [3]. Э. И. Адамович. Смоляные ходы лиственницы сибирской. Труды Пермского СХИ, Пермь, т. XIII, 1951. [4]. Л. И. Джапаридзе, Л. М. Василевская. К анатомической характеристике кавказских сосен. Труды Тифлисского ботанического института, т. I, 1933. [5]. В. Можейко. К вопросу о связи между количеством и анатомическим строением смоляных ходов хвой и смолопродуктивностью сосны. Журн. «Лесохимическая промышленность» № 2 (8), 1933. [6]. А. Н. Шатерникова. Сосна крымская. Анатомо-физиологические исследования, ЦНИИЛХ, Л., 1956.

УДК 674.812

ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ В ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЕ И СТЕПЕНИ ПРЕССОВАНИЯ

В. А. БЕЛЫЙ, В. Ф. АННЕНКОВ

(Отдел механики полимеров АН БССР)

Прессованная древесина широко применяется для изготовления деталей различных машин и механизмов. Наполнение древесины перед прессованием различными полимерами значительно улучшает ее физико-механические свойства, зависящие от степени (процента) наполнения и степени прессования. Так, экспериментальными исследованиями установлено, что у деталей машин из прессованной древесины, наполненной фенол-формальдегидной смолой в количестве свыше 16% (по сухому остатку) от веса деталей, практически не возникает распрессовка при выдержке во влажных условиях ($W_{\text{возд}} = 95-97\%$); при содержании наполнителя свыше 18% отсутствует распрессовка деталей в случае выдержки в воде ($T_{\text{воды}} = 18-20^\circ\text{C}$). Введение наполнителя в древесину в количестве менее 18% значительно повышает водостойкость и формоустойчивость материала; при этом (рис. 1) в случае наполнения от 5 до 17% разбухаемость уменьшается с возрастанием процента наполнения. С другой стороны, введение наполнителя в древесину перед прессованием значительно улучшает механические свойства материала: твердость увеличивается в 2,5—3 раза, предел прочности при сжатии — в 1,5—1,7 раза. Установлено, что механическая прочность наполненной прессованной древесины улучшается также прямо пропорционально степени наполнения.

Правильное определение степени (процента) наполнения древесины при конструировании узлов с деталями из прессованной древесины, работающих во влажных условиях или же требующих точных сопряжений элементов узлов, позволяет предварительно установить возможность применения выбранного материала и решить вопрос о его работоспособности в данном узле при выбранных режимах.

Среднее значение степени (процента) наполнения для непрессованной древесины после наполнения или после сушки* можно определить по формуле

$$V_{\text{н}} = \frac{G_{\text{н}}}{G_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $V_{\text{н}}$ — процент наполнения по привесу раствора или же по сухому остатку;
 $G_{\text{н}}$ — вес наполненной детали;
 G — вес детали до наполнения.

Эту формулу можно применять только при определении степени наполнения непрессованной наполненной древесины; она дает среднее значение степени напол-

* Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 11, 1966.

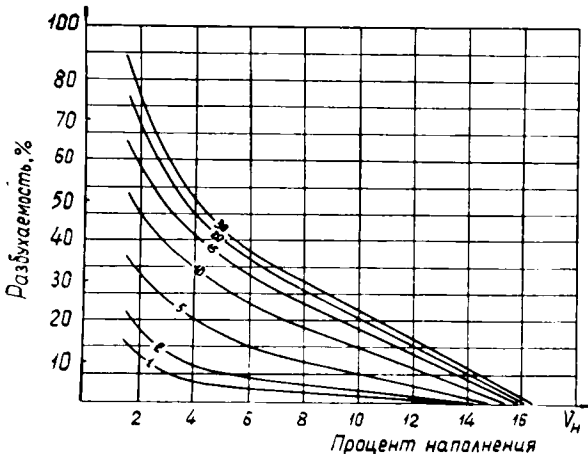


Рис. 1. График зависимости разбухаемости прессованной древесины от процента наполнения.

нения для всей детали в целом без учета возможностей неравномерности наполнения.

Однако в результате неравномерного проникновения наполнителя или нарушения технологических режимов наполнения степень наполнения по сечению детали может значительно колебаться. В этом случае формула (1) может привести к неправильному определению степени наполнения отдельных участков детали.

Чтобы устранить возможные ошибки, пользуются контрольными образцами, которые разрезают на части, и для каждого участка определяют степень наполнения

$$V_{\text{н}} = \frac{\gamma_{\text{пр}}^{\text{нап}} \cdot \gamma_{\text{исх. др}} K}{\gamma_{\text{пр}}^{\text{нап}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где $\gamma_{\text{пр}}^{\text{нап}}$ — объемный вес прессованной наполненной древесины, $г/см^3$ (определяют путем измерений);

$\gamma_{\text{исх. др}}$ — объемный вес исходной древесины, $г/см^3$ (находят путем измерений);

K — коэффициент уплотнения;

$$K = 1 - \frac{100}{i}$$

здесь i — степень прессования (определяют путем измерений).

Номограмма, приведенная на рис. 2, позволяет графически определять количество введенного наполнителя в древесине и более быстро вычислять степень прессования в зависимости от процента наполнения. По оси ординат откладываем показатели объемного веса древесины исходной, наполненной непрессованной и наполненной прессованной; по оси абсцисс вправо — степень прессования (i), влево — процент наполнения $V_{\text{н}}$.

В правой части номограммы приведена зависимость объемного веса прессованной древесины $\gamma_{\text{пр}}$ ($г/см^3$) от объемного веса исходной древесины $\gamma_{\text{исх. др}}$ ($г/см^3$) и от степени прессования i (%), то есть изменение объемного веса при различной степени уплотнения. Эта зависимость выражается формулой

$$\gamma_{\text{пр}} = \frac{100 \gamma_{\text{исх. др}}}{100 - i} = \frac{\gamma_{\text{исх. др}}}{1 - \frac{i}{100}}$$

Левая часть номограммы показывает зависимость объемного веса наполненной древесины $\gamma_{\text{нап}}$ (до прессования) от объемного веса исходной древесины $\gamma_{\text{исх. др}}$ и степени наполнения $V_{\text{н}}$

$$\gamma_{\text{нап}} = \frac{100 \gamma_{\text{исх. др}}}{100 - V_{\text{н}}} = \frac{\gamma_{\text{исх. др}}}{1 - \frac{V_{\text{н}}}{100}} \quad г/см^3$$

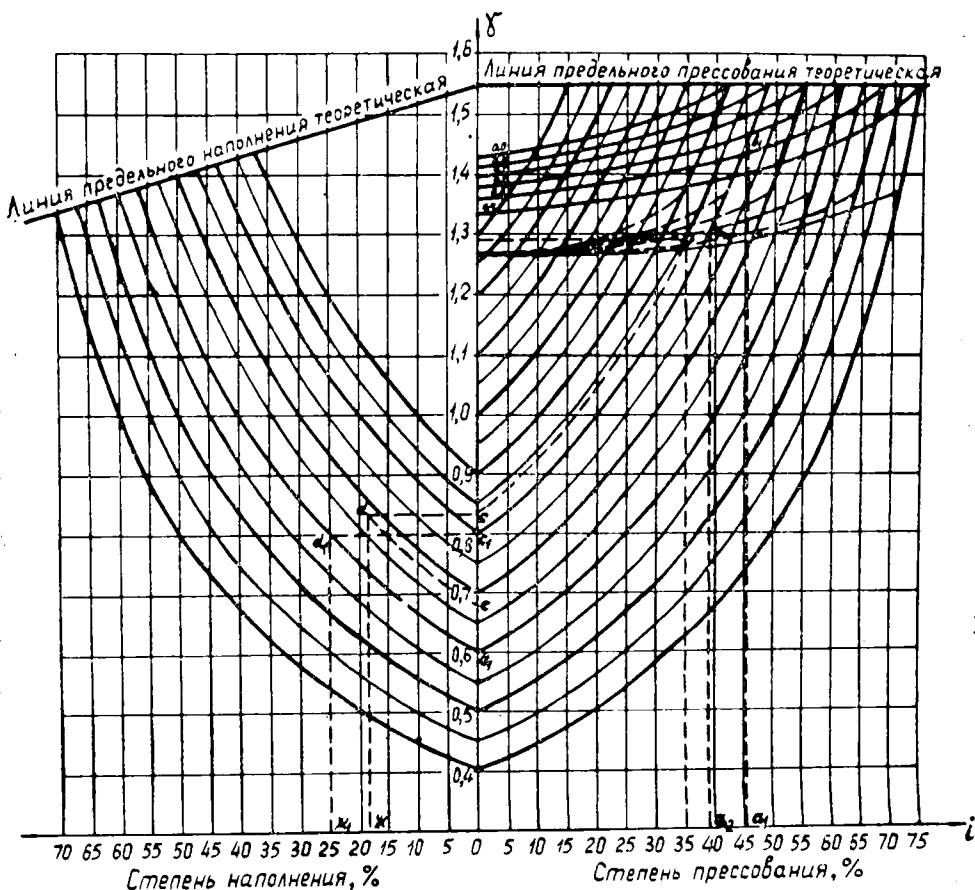


Рис. 2. Номограмма для определения наполнителя в древесине и степени прессования.

откуда

$$V_{II} = 100 - \frac{100 \gamma_{\text{исх. др}}}{\gamma_{\text{нап}}} \text{ о/о}$$

В правой части номограммы пологие кривые (0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9), выходящие из точек пересечения кривых, выраженных зависимостью $\gamma_{\text{пр}} = \frac{100 \gamma_{\text{исх. др}}}{100 - i}$, с линией предельного значения удельного (объемного) веса древесного вещества и идущие до пересечения с осью ординат, показывают предельное теоретическое значение объемного веса наполненной прессованной древесины при разной степени наполнения, различном объемном весе исходной древесины и различной степени прессования (проекция на ось ординат), а также показывают предельное теоретическое значение степени прессования для древесины, имеющей различную степень наполнения и разный исходный объемный вес (проекция на ось абсцисс). С другой стороны, зная объемный вес исходной древесины и степень наполнения, пользуясь номограммой, можно легко определить необходимую степень прессования i .

Теоретическую степень прессования $i_{\text{теор}}$ находят путем опускания перпендикуляров к оси абсцисс из точек пересечения кривых, выражающихся зависимостью $\gamma_{\text{пр}} = \frac{100 \gamma_{\text{исх. др}}}{100 - i}$, с кривыми 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 (правая часть номограммы). Пересечение перпендикуляра с осью абсцисс показывает максимальное теоретическое значение степени прессования для древесины, имеющей определенный процент наполнения и определенный исходный объемный вес.

Практическую степень прессования определяют, исходя из теоретического, по формуле

$$i_{\text{пр}} = K_d \cdot i_{\text{теор}},$$

где K_d — коэффициент, учитывающий степень прессования древесины в зависимости от ее состояния и свойств.

Величину K_d определяют в зависимости от степени наполнения и объемного веса древесины по диаграмме, приведенной на рис. 3.

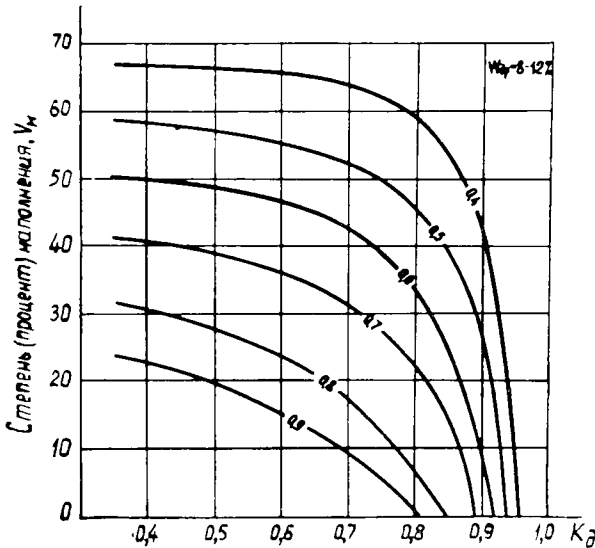


Рис. 3. Диаграмма зависимости коэффициента K_d от степени наполнения и объемного веса исходной древесины.

По номограмме практическую степень прессования находят аналогично теоретической путем восстановления перпендикуляра к оси абсцисс из точек пересечения кривых $\gamma_{\text{пр}} = \frac{100 \cdot \gamma_{\text{исх. др}}}{100 - i}$ с кривыми (пунктирные линии), определяющими практическое значение объемного веса наполненной прессованной древесины (получены экспериментальным путем при оптимальном давлении прессования 250 кг/см^2).

Поясним это на примерах.

Задача 1. Определить процентное содержание наполнителя в прессованной наполненной древесине, имеющей объемный вес $\gamma_{\text{пр}}^{\text{нап}} = 1,29 \text{ г/см}^3$, степень прессования $i = 35\%$, объемный вес исходной древесины $\gamma_{\text{др. исх}} = 0,68 \text{ г/см}^3$.

Решение. На оси ординат находим точку a , соответствующую объемному весу наполненной прессованной древесины, то есть $\gamma_{\text{пр}}^{\text{нап}} = 1,29 \text{ г/см}^3$. Из точки a проводим горизонтальную линию до пересечения с вертикальной линией, соответствующей степени прессования $i = 35\%$ (точка b). Из этой точки проводим кривую, параллельную кривым, выражающим зависимость $\gamma_{\text{пр}} = \frac{100 \cdot \gamma_{\text{исх. др}}}{100 - i}$, до пересечения с осью ординат (точка c). Точка c , расположенная на ординате, в данном случае показывает объемный вес наполненной древесины перед прессованием. Из этой точки в левой части номограммы проводим горизонтальную линию до пересечения с кривой (точка d), выражающей зависимость $\gamma_{\text{нап}} = \frac{\gamma_{\text{исх. др}}}{1 - \frac{V_n}{100}}$. Эта кривая проведена из

точки e , соответствующей объемному весу исходной древесины $\gamma_{\text{др. исх}} = 0,68 \text{ г/см}^3$. Из точки d опускаем вертикальную линию до пересечения с осью абсцисс (точка $ж$), которая и показывает процент наполнения прессованной древесины, то есть $V_n = 18,6\%$.

Задача 2. Определить необходимую степень прессования древесины, имеющей исходный объемный вес $0,60 \text{ г/см}^3$ и степень наполнения 25% .

Решение. На оси ординат находим точку e_1 , соответствующую объемному весу исходной древесины $\gamma_{исх.др} = 0,6$. Из точки e_1 в левой части номограммы проводим кривую, выражающую зависимость $\gamma_{нап} = \frac{\gamma_{исх.др}}{1 - \frac{V_n}{100}}$, до пересечения

(точка d_1) с вертикальной линией, восстановленной из точки $ж_1$, соответствующей степени наполнения $V_n = 25\%$. Из точки d_1 проводим горизонтальную линию до пересечения с осью ординат (точка c_1). Из этой точки в правой части номограммы проводим кривую, параллельную линиям, выражающим зависимость $\gamma_{пр} = \frac{100 \cdot \gamma_{исх.др}}{100 - i}$, до пересечения с кривой 0,6, показывающей предельное

теоретическое значение объемного веса наполненной прессованной древесины (точка b_1). Из этой точки проводим вертикальную линию до пересечения с осью абсцисс (точка a_1), которая показывает теоретическое значение максимально возможной степени прессования 45,5%. Практическую величину степени прессования находим путем опускания на ось абсцисс вертикальной прямой из точки b_2 , полученной при пересечении кривой, выраженной зависимостью $\gamma_{пр} = \frac{100 \gamma_{исх.др}}{100 - i}$, с кривой, показывающей практическое значение объемного веса наполненной прессованной древесины. Точка пересечения прямой с осью абсцисс (точка a_2) и определяет практическую степень прессования, то есть $i_{\text{практик}} = 39\%$.

Пользуясь диаграммой (рис. 3), практическую степень прессования определяем по формуле

$$i_{\text{пр}} = K_d i_{\text{теор}} = 0,855 \cdot 45,5 = 39\%$$

Таким образом, предложенная номограмма графически устанавливает зависимость физических параметров исходной и прессованной древесины, упрощает определение степени наполнения древесины и дает возможность найти степень прессования в зависимости от степени наполнения. Правильный выбор степени прессования, с одной стороны, исключает получение деталей с заниженными физико-механическими свойствами, а с другой, позволяет избежать излишних усилий при прессовании. Экспериментальное определение практической степени прессования, приведенной на номограмме, производили при давлении прессования 250 кг/см². Номограмму можно применять при выборе и изготовлении деталей из прессованной древесины для сельхозмашин, машин шахтного оборудования, а также для других машин и механизмов, работающих во влажных условиях.

УДК 674.05

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ НАЛОЖЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЗМЕТОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

П. Ф. КУРОПТЕВ

(ЦНИИМОД)

Работоспособность разметочных устройств характеризуется максимально допустимым значением наложенной освещенности. Для определения этой освещенности необходимо знать минимальную видимость разметочных линий, которую определяли на специальной экспериментальной установке. На размечаемую поверхность проектировали четкую разметочную линию и, увеличивая наложенную освещенность, видимость ее доводили до минимально допустимого предела. Наблюдатель фиксировал этот момент, а измерительным прибором М-53А замеряли видимость в центре разметочной линии. Эта видимость считалась нормативной. Описание прибора и правила пользования им приведены в работах Т. А. Глаголевой [1] и Л. Л. Дашкевича [2].

Результаты опытов показали, что нормативная видимость не зависит от вида размечаемой поверхности и характера изображения (тенивое, световое), а зависит лишь от характера распределения видимости по длине разметочной линии. Видимость нормативной видимости среднего участка разметочной линии от отношения ви-

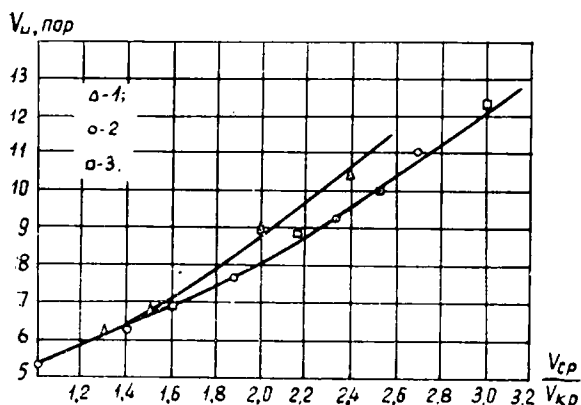


Рис. 1.

1 — при длине линии 2 м; 2 — 4 м;
3 — 6 м.

димости среднего участка линии к видимости краиних участков $\frac{V_{ср}}{V_{кр}}$ представлена на рис. 1.

Приведенные графики показывают, что чем больше снижается видимость по длине разметочной линии, тем выше нормативная видимость среднего участка. Однако последняя возрастает медленнее, чем отношение $\frac{V_{ср}}{V_{кр}}$. Так, для разметочной линии длиной 6 м уменьшение видимости от центра к краям в 3 раза увеличивает нормативную видимость лишь в 2,3 раза. Причем при снижении видимости от центра линии к краям возрастание видимости среднего участка примерно одинаково для линий длиной 4 и 6 м и более быстрое для 2-метровых линий. По этим графикам можно определить нормативную видимость среднего участка для разметочных линий с любым перепадом видимости по их длине. Для получения действительных значений нормативной видимости величины, снятые с графиков, следует увеличивать на 15%, поскольку при рассмотрении разметочных линий через прибор видимости получаются заниженные замеры, вследствие снижения яркости фона и объекта наблюдения.

Как следует из сказанного, наложенная освещенность допустима, если видимость среднего участка разметочной линии достигает нормативной величины. Следовательно, если построить графические зависимости видимости среднего участка разметочной линии и нормативной видимости от наложенной освещенности, то точка пересечения этих кривых даст значение допустимой наложенной освещенности.

Видимость среднего участка разметочной линии при различных значениях наложенной освещенности можно определить по формуле

$$V_{ср} = \frac{kE_{н1}}{k_{н1}(E_{н1} + E_{р1} + E_{н})}$$

где $V_{ср}$ — видимость среднего участка разметочной линии в порогах;
 $E_{н1}$ — освещенность на размечаемой поверхности (в зоне среднего участка разметочной линии) непосредственно от источника света, установленного в разметочном устройстве, лк;
 $k_{н1}$ — пороговый контраст, определяется по усредненным графикам А. С. Шайкевича [3];
 k — коэффициент, характеризующий резкость разметочной линии.

$$k = 1 - \left(\frac{l_1}{l_1 + l_2} \right)^{0,65}$$

здесь l_1 — расстояние от преграды, формирующей разметочную линию, до размечаемой поверхности (высота установки разметочного устройства);

l_2 — расстояние между источником света, установленным в разметчике, и преградой, формирующей разметочную линию.

$$E_{н1} = \frac{I}{H^2},$$

где I — сила света, св;
 H — расстояние от источника света до размечаемой поверхности ($H = l_1 + l_2$).

Яркость фона, по которой определяют пороговый контраст,

$$B_{\Phi} = \frac{\rho (E_{н1} + E_{p1} + E_n)}{\pi},$$

где ρ — коэффициент отражения размечаемой поверхности;
 E_n — наложенная освещенность, лк;
 E_{p1} — освещенность на размечаемой поверхности (в зоне среднего участка разметочной линии), создаваемая световым потоком, отраженным от светильника, лк.

В случае окраски внутренней поверхности корпуса светильника в черный цвет $E_p = (2 \div 3) \% E_n$. Если корпус светильника изготовлен из неокрашенной горячекатанной стали, то $E_p = (7 \div 8) \% E$. При изготовлении корпуса светильника из жести или из другого материала, имеющего высокий коэффициент отражения, а также при окраске внутренней поверхности корпуса светильника в белый цвет $E_p = (30 \div 100) \% E_n$.

Чтобы найти значения нормативной видимости (рис. 1), необходимо рассчитать отношение $\frac{V}{V_{кр}}$ для различных условий по формуле

$$\frac{V_{ср}}{V_{кр}} = \frac{E_{н2} \cdot k_{п2} (E_{н2} + E_{p2} + E_n)}{E_{н2} \cdot k_{п1} (E_{н1} + E_{p1} + E_n)},$$

где $E_{н2}$ — освещенность на размечаемой поверхности (в зоне крайнего участка разметочной линии) непосредственно от источника света, установленного в разметочном устройстве, лк;
 $k_{п2}$ — пороговый контраст;
 E_{p2} — освещенность на размечаемой поверхности (в зоне крайнего участка разметочной линии), создаваемая световым потоком, отраженным от светильника, лк;

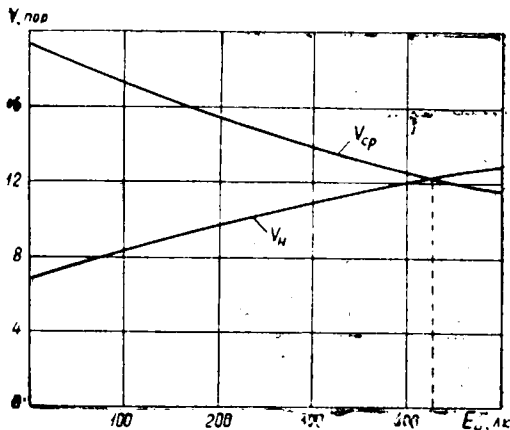
$$E_{н2} = \frac{8IH}{(4H^2 + L^2) \sqrt{4H^2 + L^2}},$$

здесь L — длина проектируемой разметочной линии.

Яркость фона, по которой определяется пороговый контраст,

$$B_{\Phi} = \frac{\rho (E_{н2} + E_{p2} + E_n)}{\pi}.$$

Рис. 2. Зависимость видимости разметочной линии от величины наложенной освещенности.



В качестве примера на рис. 2 представлен графический способ определения допустимой наложенной освещенности для разметочного устройства СР-1М (конструкция ЦНИИМОДА, вариант с софитной лампой накаливания), установленного на высоте 1 м над размечаемой поверхностью. Расчеты $V_{ср}$ и $\frac{V_{ср}}{V_{кр}}$ произво-

дили по приведенным формулам. Наложенная освещенность, определенная из графиков (рис. 2), допустима при разметке черной бумаги; такая бумага выбрана в качестве расчетной разметочной поверхности потому, что обладает диффузной отражающей способностью. Для определения величины допустимой наложенной освещенности при разметке древесины числовые значения, полученные из графиков, необходимо умножить на соответствующий поправочный коэффициент. Для строганной доски (ель, сосна) поправочный коэффициент равняется 1,07, для пиленой доски (ель, сосна)—0,90, для окоренного бревна—0,75, для неокоренного—0,55.

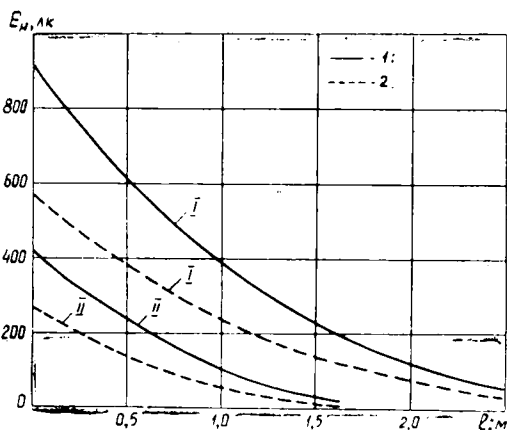


Рис. 3.

I — для СР-1М (вариант с софитной лампой накаливания); *II* — для ПРД12-2 (серийно выпускаемого промышленностью); *I'* — разметка пиленой доски (сосна, ель); *2* — разметка неокоренного бревна.

Таким же путем рассчитывают допустимую наложенную освещенность для любого разметочного устройства. Зависимость допустимой наложенной освещенности от высоты установки разметочного устройства представлена на рис. 3.

Выводы

1. При эксплуатации в одинаковых условиях разметочное устройство СР-1М обеспечивает нормативную видимость разметочных линий при большей наложенной освещенности, чем ПРД 12-2.

2. Разметчик ПРД 12-2, установленный перед лесопильной рамой 2-го ряда на высоте, рекомендуемой заводом-изготовителем, обеспечивает нормативную видимость разметочных линий при наложенной освещенности, не превышающей 60 лк.

3. Устройства СР-1М и ПРД 12-2 могут оказаться неработоспособными при установке их на большой высоте даже при минимальной наложенной освещенности, нормируемой СН и П*.

* Строительные нормы и правила, утвержденные Госстроем СССР 29 мая 1962 г.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. А. Глаголева. К вопросу измерений видимости поляризационным измерителем видимости системы Дашкевича Л. А. Журн. «Светотехника» № 8, 1958. [2]. Л. А. Дашкевич. Поляризационный бинокулярный измеритель видимости. Журн. «Светотехника» № 3, 1955. [3]. А. С. Шайкевич. Качество промышленного освещения и пути его повышения. Госэнергоиздат, 1962.

УДК 634.0.813

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФТОРА В ДРЕВЕСИНЕ, ПРОПИТАННОЙ ФТОРСОДЕРЖАЩИМИ АНТИСЕПТИКАМИ

Л. М. ЧАЩИНА, Е. Е. ФЛОМИНА

(ЦНИИМОД)

Для контроля качества пропитки древесины фторсодержащими антисептиками необходимо определять фтор в растворах этих антисептиков и в пропитанной ими древесине.

Работу проводили в двух направлениях: изыскания оптимальных условий разложения пропитанной древесины с последующим отделением фтора от сопутствующих элементов и количественного определения фтора. По разложению древесины испытано два наиболее простых и удобных метода — сухое озоление известково-нитратной смесью (смесь гидрата окиси кальция и азотнокислого калия) [5] и сплавление со смесью едкого натра и перекиси натрия (разложение в щелочной среде в присутствии окислителя) [6]. Отделение фтора от мешающих примесей осуществляли отгонкой его с паром в виде кремнефтористоводородной кислоты в присутствии кремнезема и разбавленной серной кислоты по методу Тананаева и Уилларда-Уинтера [2], [3], [4]. Фтор определяли фотометрическим методом с использованием цирконизаринового лака [1], [2].

В опытах применяли образцы (пропитанные по ГОСТу 11540—65) из заболони сосны размером 20×20×5 мм, влажностью 8—10%. Лучшие результаты получены при анализе растворов после разложения в щелочной среде в присутствии окислителя (табл. 1).

Методика. Необходимые реактивы: едкий натр (ХЧ или ЧДА); перекись натрия (Ч); соляная кислота концентрированная, 5,0 и 2,0 н. растворы; раствор хлористого циркония в 2,5 н. растворе соляной кислоты (1,305 г $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ вносят в мерную литровую колбу, растворяют в 500 мл 5 н. раствора соляной кислоты и доводят водой до метки); ализариновый красный S—0,5%-ный водный раствор; стандартный раствор фтористого натрия, содержащий 1 мг фтора в 1,0 мл (2,211 г фтористого натрия (ХЧ) растворяют в литровой колбе и затем доводят до метки. Из этого раствора в день колориметрирования приготавливают рабочий раствор путем разведения исходного раствора в 100 раз; 1 мл рабочего раствора содержит 0,01 мг фтора).

Ход анализа. Измельченную древесину (0,5 г) взвешивают с точностью до 0,01 г и помещают в никелевый (или фарфоровый) тигель с крышкой. Прибавляют в тигель 2,5 г едкого натра (из расчета 1 г древесины — 5 г едкого натра) и немного (2 капли) воды. Тигель ставят в холодный муфель и нагревают его до 300°C, обугливая древесину при этой температуре в течение 15 мин. После обугливания тигель вынимают, охлаждают и вносят в него 2,5 г перекиси натрия. Далее тигель снова помещают в холодный муфель, нагревают до 500—570°C и выдерживают при этой температуре в течение 1 часа. Полученный плав растворяют в горячей воде. Объем раствора не должен превышать 100 мл. После охлаждения раствор количественно переносят в мерную колбу на 100 мл и доводят водой до метки. Аликвотную часть его (25,0 мл) переносят в перегонную колбу Вюрца и отгоняют фтор с паром в присутствии разбавленной серной кислоты и кремнезема в виде кремнефтористоводородной кислоты. Собранный дистиллят нейтрализуют 0,1 н. раствором едкого натра до посинения лакмусовой бумажки. После нейтрализации к дистилляту добавляют 0,1 н. азотной кислоты до слабого покраснения лакмусовой бумажки, затем переносят его в мерную колбу емкостью 200—250 мл и доводят водой до метки. Для колоримет-

Таблица 1

Препарат	Количество введенного в древесину фтора, мг	Количество определенного в древесине фтора, мг
NaF	35,95	34,14
	74,97	74,88
	110,30	107,08
	136,84	132,46
ФХМ-7751	2,34	2,26
	3,93	4,12
	6,95	6,82
	7,74	7,90

раз; 1 мл рабочего раствора содержит

рирования отбирают аликвотную часть дистиллята 2,0—25,0 мл в зависимости от содержания фтора в анализируемой пробе *. Аликвоту помещают в мерную колбу на 50,0 мл, разбавляют водой до 25—30 мл, прибавляют последовательно, при тщательном перемешивании 2,25 мл 2 н. раствора соляной кислоты, 0,2 мл хлорокиси циркония, 2,0 мл ализарина S, доводят водой до метки, перемешивают и оставляют стоять на ночь в темном прохладном месте. Колориметрируют по принципу обратной колориметрии на приборе марки ФЭК-М, используют при этом зеленый светофильтр и кюветы длиной 35 мм. Отсчитывают разность оптических плотностей холостой пробы и испытуемого раствора **. По калибровочной кривой определяют количество фтора в растворе. Содержание фтора в анализируемой пробе рассчитывают по формуле

$$F = \frac{a \cdot L \cdot M \cdot H}{b \cdot c \cdot h} \text{ мг,}$$

где a — количество фтора, содержащееся в аликвотной части дистиллята, взятой на колориметрирование, мг;

L — общий объем дистиллята после отгонки, мл;

M — общий объем раствора после разложения, мл;

b — объем аликвотной части дистиллята, взятой на колориметрирование, мл;

c — объем раствора после разложения, взятый на отгонку, мл;

H — общий вес анализируемого образца древесины, г;

h — вес части анализируемого образца древесины, взятой на разложение, г.

Построение калибровочной кривой. В мерные колбы на 50 мл вливают последовательно 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 11,0; 12,0; 13,0; 14,0 мл стандартного раствора фтористого натрия, содержащего 0,01 мг в 1,0 мл ($T_F = 0,00001$ г/мл), разбавляют до 25—30 мл водой, прибавляют последовательно 2,25 мл 2 н. соляной кислоты, 0,2 мл хлорокиси циркония, 2,0 мл ализарина S, доводят водой до метки, перемешивают и оставляют на ночь. Затем измеряют оптическую плотность каждого раствора при тех же условиях, как указано в методике. По полученным данным строят калибровочную кривую: оптическая плотность D (ось ординат) — содержание фтора, мг (ось абсцисс).

Таким образом, для определения фтора в древесине, пропитанной фторсодержащими препаратами (фтористым натрием, ФХМ-7751 и др.), можно применять фотометрический метод с использованием цирконализаринового лака. Разложение древесины следует проводить сплавлением со смесью едкого натра и перекиси натрия. При поглощении препарата в интервале 2—7% к весу воздушно сухой древесины относительная ошибка определения фтора не превышает +10,0%.

* При содержании 0,1—0,40 мг фтора в 100 мл дистиллята отбирают аликвоту объемом 25,0—10,0 мл; при большем содержании фтора (0,40—2,00 мг) — соответственно 10,0—1,0 мл.

** Холостая проба содержит дистиллированную воду и все реактивы, прибавленные в таком же количестве и порядке, как указано выше.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. А. Гури и. Научные труды Гиредмета, вып. 10, 1961. [2]. Е. К. Киселева. Анализ фторсодержащих соединений. Изд-во «Химия», 1968. [3]. И. Тананаев. ЖПХ № 5, 1932, 834 [4]. Сб. «Фтор и его соединения». Т. II, ИЛ, М., 1956. [5]. AWPА. Proc., vol. 52, 1956, pp. 218—220. [6]. A. Simon, H. Rabovskiy. Quantitative und qualitative Bestimmung von Impregniersalzen im Holz. «Holzindustrie», № 10, 1956, s. 272—273.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК 634.0.232(09)

СОСТОЯНИЕ И РОСТ 40-ЛЕТНИХ ПОСЕВОВ СОСНЫ И ЕЛИ
В КОНОШСКОМ ЛЕСХОЗЕ

Л. Ф. ИПАТОВ, В. Б. ЛАРИН

(Архангельский лесотехнический институт)

К одной из первых попыток создания лесных культур на Европейском Севере относятся посевы сосны и ели 1929—1930 гг. в Коношском лесхозе Архангельской области (средняя подзона тайги, 61° с. ш.). Они были произведены по заданию Вологодского гублесоотдела под наблюдением и при консультации Центральной лесной опытной станции (г. Ленинград). В 1929 г. семена ели были высеяны на 85 га в двух смежных кварталах. Первый участок площадью 11 га получил название опытных культур, второй — 74 га — хозяйственных. Руководил работами лесничий П. А. Крюков, в честь которого культуры нередко называют крюковскими. Дополнительно в 1930 г. были заложены культуры Г. П. Лучкиным на площади 54 га: на 10 га — сосновые и на 44 га — еловые.

Культуры закладывали на участках из-под ельников-зеленомошников (в основном черничников), по которым за несколько лет до посева прошел беглый пожар. Оставшуюся после рубки осину окольцовывали. В первые годы на вырубках наблюдались признаки заболачивания. Появившаяся на них поросль осины и березы ко времени закладки лесных культур достигла 1,5 м в высоту. Наиболее распространена почва подзолистая, суглинистая на валунном карбонатном тяжелом суглинке.

Семена высевали в подготовленную площадками и полосами почву и в неподготовленную. Все работы выполняли вручную. Норма высева семян 2—3 кг на 1 га. Участников работ до проведения посева собирали на 10-дневные курсы, разбивали на бригады по 5—6 человек. Во главе бригады стоял культнадзиратель.

Высокая норма расхода семян и обстоятельность подготовки работ отразились на стоимости создания 1 га культур (в 2—3 раза больше, чем в настоящее время).

Уходов за культурами в первые годы не проводили. В дальнейшем на небольших участках были рубки ухода, которые, вследствие незначительного объема, не оказали существенного влияния на общее состояние культур.

И. С. Мелехов, побывавший на культурах в первый год после их создания, отметил удовлетворительные результаты всхожести семян как на минерализованных полосах, так и на участках, где не было рыхления. Обследование культур было проведено в 1936 г. Ф. Б. Орловым, который обратил внимание на их полную заброшенность. Несмотря на то, что местами число деревьев ели и сосны доходило до 35—50 тыс. на 1 га, культуры на большой площади были повреждены скотом и пострадали от сенокоса. Особенно это отразилось на опытных посевах, обследование которых уже тогда пришлось оставить. В 1952 г. 23-летние культуры были осмотрены А. С. Синниковым*. Он отметил, что на участке сосновых культур имеется всего лишь 3,5 тыс. сосенок, а культуры ели, находящиеся под пологом березы и осины, имеют крайне замедленный рост.

В 1967 и 1969 гг. мы заложили пробные площади для изучения состояния и хода роста культур и провели детальные исследования всей лесокультурной площади (рис. 1). В результате обследования составлено таксационное описание сформировавшихся на этой площади насаждений (табл. 1). Причину гибели части культур установить в настоящее время не представляется возможным.

На участке сохранившихся культур сосны (10 га) в 1957 г. были проведены рубки ухода. Частично вырубали березу, а сосну, даже сухостойную, оставляли на корню. По данным закладки пробных площадей в наиболее густом участке культур, об-

* А. С. Синников. К истории лесных культур Архангельской области. Сборник статей по лесному хозяйству. Архангельское областное правление НТО лесной промышленности, 1958.

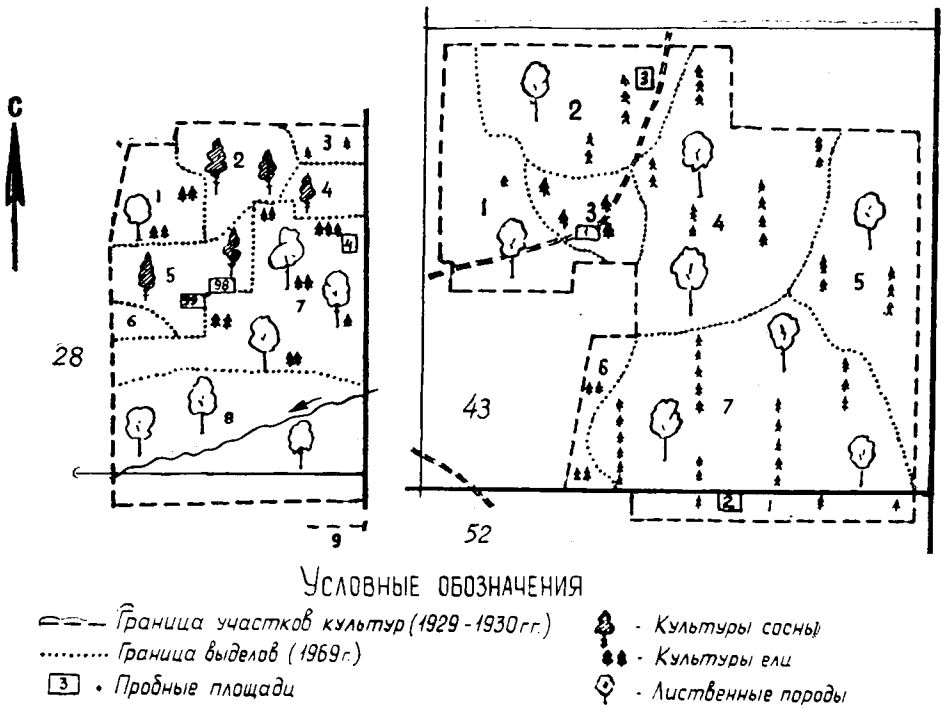


Рис. 1.

Таблица 1

№ выдела	Площадь, га	Состан	Средние		Класс бонитета	Тип леса	Полнота	Запас, м ³	Культуры ели	
			Н, м	Д, см					Н, м	колич. деревьев, тыс. шт.
Квартал 28										
1	4	9Б1Ос,ед.Е	16	14	II	Кисличник	0,9	160	3	3
2	3	4С5Б1Ос	13	10	II	Черничник	0,9	170	—	—
3	2	7Б3Ос	18	14	I	Кисличник	0,9	180	3	4
4	2	8С2Б	15	10	I	Черничник	1,0	210	—	—
5	4	8С2Б	14	11	II	—	1,0	190	—	—
6	1	3С5Б2Ос	13	10	II	Кисличник	0,9	170	—	—
7	13	9Б1Ос+Ив,Ол	16	12	II	—	0,8	140	2,5	5
8	21	7Б1Ол1Ив1Е+Ос	14	10	III	Травяной	0,7	100	—	—
9	5	5Б3Ос1С1Е	16	12	II	—	0,8	140	—	—
Квартал 43										
1	8	8Б1Е1Ос	14	12	III	Травяной	0,7	110	—	—
2	9	6Б4Ос	20	16	I	Кисличник	1,0	220	1,5	6
3	4	9Б1Ос	15	12	II	Травяной	0,8	130	3,5	7
4	17	7Б3Ос	18	14	I	Черничник	1,0	190	2,0	6
5	11	8Б1Ос1Ол,ед.Е	17	14	I	Травяной	0,8	150	2,5	5
6	2	10Б	15	12	II	—	0,8	130	4,0	3
7	20	9Б1Ос	18	14	I	Черничник	1,0	190	3,5	8
Квартал 52										
1	3	9Б1Ос	18	14	I	Черничник	1,0	190	3,0	6

щее число деревьев составляет 14,7 тыс. шт. на 1 га, из них 9,8 тыс.—сухостойные и лишь 4,9 тыс. шт. растущие (32%). Деревьев господствующего полога (I—III классов роста по Крафту) на 1 га—2,8 тыс. шт., что на 10% больше, чем по таблицам хода роста естественных сосновых древостоев II класса бонитета (В. И. Левина). В одной площадке находится в среднем по 4—5 деревьев (все деревья с диаметром на высоте груди до 5 см отмерли). Средняя высота растущих деревьев 14 м, средний диаметр 11 см, средняя длина кроны 5,8 м, ширина 1,9 м, запас 190 м³ на 1 га. Естественные полные сосновые насаждения в этом возрасте (по таблицам В. И. Левина) имеют примерно такой же запас. Очищение стволов от сучьев только начинается. Плодоношение слабое. Корневая система поверхностная. В напочвенном покрове все больше черники и брусники. Культуры крайне нуждаются в рубках ухода.

Кроме того, в квартале 44 по границам карьера обнаружены отдельные ряды 40-летних культур сосны.

На площадях, где были проведены посевы семян ели, сформировались березовые и осиновые насаждения со средней высотой 15—20 м, под пологом которых имеется еловый подрост искусственного и реже естественного происхождения. При лесоустройстве в 1961 г. таксационная характеристика молодняка была следующей: 7ЕЗБ—32, $H=6$ м. Такая оценка дана, видимо, для того, чтобы подчеркнуть искусственное происхождение ели.

Состояние елового подроста естественного происхождения в целом хорошее, но его немного—400—600 шт. на 1 га.

Культуры ели в худшем состоянии, чем культуры сосны. Чем меньше высота лиственных пород и их сомкнутость, тем выше еловый подрост и лучше его состояние. На отдельных участках закультивированной площади рядов не заметно, и ель трудно разделить по происхождению.

Изучение состояния и хода роста культур ели, проведенное на четырех пробных площадях, показало, что эта порода и при искусственном происхождении надолго «засиживается» под пологом лиственных пород, если не проводятся рубки ухода. Как видно из табл. 2, средняя высота еловых культур в выделах не превышает 4,5 м. От 77 до 57,5% деревьев относится к ослабленным и сухостойным.

Таблица 2

№ пробных площадей	Количество деревьев на 1 га, % по категориям			Всего деревьев на 1 га, шт.	Средняя высота H , м	Средний диаметр $D_{1,3}$, см
	здоровые	ослабленные	сухостойные			
1	23,0	28,5	48,5	16981	3,9	4,0
2	34,8	30,2	35,0	12788	4,5	4,1
3	42,5	35,8	21,7	5670	1,9	1,6
4	39,9	34,7	25,4	9290	2,5	3,0

В то же время на отдельных участках на 1 га насчитывается до 200—300 деревьев высотой 8—11 м. Согласно данным таблиц хода роста (И. И. Гусева), примерно такой средней высоты достигает 40-летняя ель при свободном стоянии.

Таким образом, опыт коношских культур еще раз убедительно подтверждает слова М. Е. Ткаченко о том, что без ухода культуры создавать не следует.

Посевы сосны и ели 1929—1930 г. в Коношском лесхозе—одни из старейших на Европейском Севере—должны привлечь внимание производителей и ученых. Даже в настоящее время они представляют интересную базу для проведения рубок ухода с оставлением достаточного количества контрольных секций. Лучшие участки следовало бы ограничить и закрепить как памятники природы.

Поступила 10 ноября 1969 г.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

«ЭКОНОМИКА ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ»

Одна из сложных проблем, стоящих перед лесоэкономической наукой, — проблема определения эффективности защитного лесоразведения затрагивает интересы различных отраслей народного хозяйства. Выпущенная издательством «Лесная промышленность» (1969 г.) книга доктора экономических наук, проф. А. А. Сенкевича «Экономика защитного лесоразведения» служит ценным вкладом в решение этой проблемы.

Книга достаточно полно характеризует значения защитного лесоразведения как одного из основных и наиболее надежных способов борьбы с ветровой и водной эрозией почв, а также полезное влияние ползащитных лесных полос на урожайность сельскохозяйственных культур. Агролесомелиоративные мероприятия, проведенные в различных районах нашей страны, приобретают большое положительное значение в обеспечении расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве.

Автор совершенно правильно подчеркивает, что «определение экономической эффективности капитальных вложений в создание многолетних насаждений имеет свои особенности», которые необходимо учитывать. К ним относятся не только оценка ежегодного урожая фруктов и ягод в защитных насаждениях, но и «прирост древесины, защитные функции против водной и ветровой эрозии почв, а также положительное влияние на улучшение условий водообеспечения и питания и на микроклимат. Все это находит количественное выражение в повышении урожайности на полях, в садах и на плантациях». Исходя из этого положения, автор приводит методику определения экономической эффективности капитальных вложений в ползащитное лесоразведение.

К сожалению, автор не учитывает потерю урожая сельскохозяйственных культур на площадях, занятых ползащитными лесными полосами, что необходимо делать, особенно при составлении проектов в ползащитном лесоразведении. Кроме того, известно, что защитные лесонасаждения проявляют свои защитные функции не менее чем через 5 лет с момента их создания, а поэтому при определении экономической эффективности следовало бы учесть влияние фактора времени.

Освещая вопрос о повышении урожайности сельскохозяйственных культур в системе лесных полос, автор подробно рассматривает положительные стороны наиболее рационального способа определения прибавки урожая за бункерному весу зерна, что исключает возможность искажения получаемых результатов.

На основе анализа экономики передовых колхозов и совхозов демонстрируется высокая эффективность создания агролесомелиоративных насаждений, обеспечивающих значительную прибавку урожая сельскохозяйственных культур, повышение производительности труда в сельском хозяйстве, снижение себестоимости продукции растениеводства и повышение рентабельности полеводства. Положителен и тот факт, что в книге дана экономическая классификация защитных лесонасаждений. При систематизации различных типов защитных лесонасаждений по экономическим группам автор не ограничивался только категориями основных и оборотных фондов, но учитывал все многообразие экономических особенностей.

В книге рассматривается важный вопрос о продукции защитных лесов, где автор совершенно конкретно и правильно говорит о необходимости учета комплексной продукции защитных лесов. Это предложение подкрепляется цифровыми материалами, полученными не только самим автором, но и другими исследователями.

При рассмотрении вопроса о планировании и организации работ по защитному лесоразведению автор обращает внимание читателя на необходимость составления перспективного плана, который «является органической частью всего комплекса технико-экономических факторов интенсификации и развития сельскохозяйственного производства». Книга очень содержательна, охватывает широкий круг важнейших экономических вопросов защитного лесоразведения. Обогащенная обширным фактическим материалом, она легко воспринимается и представляет интерес не только для специалистов различных профессий, но может быть широко использована как учебное пособие для студентов экономических, лесохозяйственных и лесомелиоративных специальностей.

УДК 634.0(048.1)

КНИГА О ЛЕСАХ ВЕНГРИИ *

Книга «Венгерские леса» — прекрасно иллюстрированная монография, редкая по научному содержанию. Ее автор Керестеши Бела — крупный специалист лесного дела, неутомимый исследователь и страстный поборник нового в лесоводстве социалистической Венгрии.

Главная идея книги — ведение лесного хозяйства в интересах общего благосостояния народа — подробно изложена в пяти главах: 1) Многостороннее использование лесов; 2) Значение лесов для общего благосостояния народа; 3) Эстетика леса; 4) Венгерские леса; 5) Ведение лесного хозяйства в интересах общего благосостояния народа.

В первой главе дан краткий обзор методов и результатов промышленного, агрономического, мелиоративного, культурного, научно-учебного использования лесов в Венгрии.

Во второй главе на основе научно-практических данных охарактеризовано влияние леса на климат страны и отдельных ее географических районов, рассмотрено значение леса для водного хозяйства, защиты почвы от эрозии, в борьбе с индустриальным шумом и загрязнением воздуха пылью, дымом, газами, радиоактивными элементами и т. п. Заканчивается глава описанием санаторно-курортной службы леса (летние пионерские лагеря, туризм пеший, конный, автомобильный, охота, культурно-эстетическое значение леса).

В третьей главе рассмотрены основы эстетики, описаны лесные ландшафты, дороги и постройки.

«Всякое лесоразведение, всякое озеленение, — заключает автор, — является и деятельностью по образованию ландшафта, поэтому следовало бы их планировать и художественно, ландшафтно. Планы по лесоразведению, озеленению следовало бы рассматривать и с точки зрения эстетики в интересах того, чтобы новые лесные насаждения служили целям сознательного украшения ландшафта». Такое суждение верно, оно открывает новую перспективу лесного дела и, несомненно, станет со временем важным принципом культурного лесоводства.

В главе четвертой ползащитные и озеленительные насаждения страны описаны в зонально географическом плане: Большая и Малая Венгерские равнины. Альпы Венгрии, Холмистая Задунайская область, Задунайское среднегорье, Северное среднегорье. В границах каждой из этих зон выделены малые лесные районы, привроченные к почвенным разностям (пески, связанные засоленные почвы, осушенные болота); к долинам и берегам рек (Дунай, Тиссы с их притоками); к возвышенностям, горам и хребтам; к населенным пунктам — крупным центрам (Будапешт, Шопрон, Кесег и др.). Такой подход к районированию лесов отражает интересы будущего, заботу лесоводов о красоте ландшафта страны.

Очень убедительно объяснил этот подход сам автор: «...районы Венгрии, несмотря на их относительно низкую лесистость, ландшафтно украшаются именно лесами, ползащитными и зелеными насаждениями. Обеспечению улучшения отечественного лесного ландшафта содействовало формирование в стране лесохозяйственных районов. Имея в виду очень разнообразные лесохозяйственные условия нашей небольшой страны, мы определили 50 лесохозяйственных районов, описали их естественные условия, естественные леса, древесные породы и возможности искусственного лесоразведения и озеленения. Мы обратили внимание на характер ландшафта, естественный облик наших лесохозяйственных районов и указали возможности для их формирования и изменения».

В заключительной пятой главе описаны планы и результаты многолетних работ лесоводов по формированию и преобразованию ландшафтов путем лесохозяйственной деятельности. При устройстве лесов особое внимание уделено их значению для общего благосостояния народа. Автор творчески рассматривает эстетические задачи лесоводства. В частности, серьезное внимание он уделяет эстетике леса.

* Керестеши Бела. Венгерские леса. Ведение лесного хозяйства в интересах общего благосостояния народа. Будапешт, 1968 (на венгерском языке). Книга объемом 276 стр., с фотоиллюстрациями, таблицами, картами, диаграммами, схемами, списком литературы, указателями имен, предметов, авторов иллюстраций.

Обобщен и проанализирован материал по следующим важным вопросам: охрана старых деревьев и аллей в научных, культурных и эстетических целях; эстетические проблемы полезащитного лесоразведения и озеленительных посадок; рекультивация лесных площадей, затронутых горнорудной промышленностью; эстетические требования к лесным постройкам и к другим сооружениям; формирование окрестностей домов лесничих; эстетические требования к строительству лесных дорог, создание мест отдыха для автомобилистов при шоссежных дорогах; инвестиционная политика лесного хозяйства с особым вниманием к целям хозяйства на благо общества; оценка общественно-благотворительных функций леса, охрана красоты и общественно-благотворительной ценности лесов.

Из краткого обзора содержания книги «Венгерские леса» можно судить об особой структуре и оригинальном ее содержании. Книга широко ставит проблему эстетического значения деревьев и леса, соответствующего отношения людей к лесу в условиях все возрастающей малолесности страны.

«...Облесение равнины в Венгрии,—отмечает автор,—кроме полезащитного действия, имеет значение также и с точки зрения формирования ландшафта... Социалистическое государство плановым проведением работ по лесоразведению и озеленению в интересах благосостояния всего народа преобразует вид всей страны». Автор подчеркивает огромное значение лесной селекции, смешения пород и озеленения дорог.

Книгу «Венгерские леса», написанную с чувством любви к народу и лесу, желательнее видеть изданной на русском языке.

И. Я. Шемякин

(Воронежский лесотехнический институт)

М. В. ПЛАКСИН

После продолжительной и тяжелой болезни скончался старейший сотрудник Львовского лесотехнического института, профессор Михаил Викторович Плаксин.

М. В. Плаксин родился в 1905 г. в селе Борисове Дальне-Константиновского района Горьковской области. В 1935 г. закончил Ленинградскую лесотехническую академию имени С. М. Кирова, затем работал главным инженером Харовского леспромпхоза треста «Севлес», старшим научным сотрудником и заведующим отделением ЦНИИМЭ.



Во Львовском лесотехническом институте М. В. Плаксин в течение 24 лет возглавлял созданную им кафедру механизации лесоразработок. Им написано более 36 научных работ, в том числе два учебника по технологии и механизации лесоразработок и создана школа молодых специалистов в области механизации горных лесоразработок и организации комплексных лесных предприятий.

С 1941 г. по 1945 г. М. В. Плаксин защищал Родину на фронтах Отечественной войны. Награжден орденом Красной звезды и медалями «За боевые заслуги», «За победу над Германией», а за успешную многолетнюю педагогическую работу медалью «За трудовую доблесть» и медалью «За доблестный труд в честь столетия со дня рождения В. И. Ленина».

Активный общественник, высококвалифицированный специалист, отличный педагог и воспитатель, чуткий и отзывчивый товарищ, член КПСС, проф. М. В. Плаксин пользовался большим уважением и любовью среди преподавателей и студентов института.

Светлая память о друге и учителе, Михаиле Викторовиче Плаксине навсегда сохранится в наших сердцах.

Группа товарищей.

(Львовский лесотехнический институт)

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Г. А. Харитонов. Рельеф, его строение и значение для лесоводственных и лесомелниоративных целей	3
В. М. Иванюта. Биометрический анализ таксовой стоимости леса	10
Д. Д. Лавриненко, Я. Я. Дьяченко. Использование данных о корневаселенности в смешанных кулисных культурах для суждения о взаимодействии древесных пород	14
А. В. Преображенский. О перспективной оценке типа культур по формированию насаждения	17
П. Ф. Совершаев. Содержание и локализация нуклеиновых кислот в семенах сосны в период покоя и прорастания	22
Д. М. Пирагс. Влияние предпосевной обработки семян на развитие сеянцев дугласии	26
Н. А. Титов. О закономерных связях морфологических признаков годового подраста	30

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

С. А. Боровский. Влияние конструктивных факторов на тяговые характеристики подающих элементов гусеничного движителя	34
Н. Д. Тагильцев, Г. М. Парфенов, Л. М. Дидковская. Металлические плиты на усах лесовозных автодорог	39
А. М. Жигалов. Исследование колебаний автолесовоза методом статистической динамики	44
И. И. Слепко. Исследование напряженного состояния проволоки несущего каната	48
Н. П. Коваленко. Учет неоднородности торфяных грунтов при оценке их прочностных и деформационных свойств	55

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Б. Д. Колчанов. Об обработке диаграмм мощности резания при продольной распиловке древесины	60
Ф. Н. Карпунин. К вопросу повышения износостойкости зубьев рамных пил	63
Я. А. Долацис, С. Г. Ильясов. Оптические терморadiационные свойства древесины	68
И. Н. Тоскина. Опыты по защите древесины от мебельного точильщика (<i>Apo-bium pinstatum</i> Deg.)	73
Е. М. Боровиков, А. С. Поздеев. Влияние марки металлокерамического твердого сплава на прочность зубьев рамных пил	77
Г. Ф. Прокофьев. Устойчивость рамных пил	81
Ф. Т. Тюриков. О качественном выходе пиловочника при раскряжке хлыстов кедра корейского	86

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

И. Я. Киселев, В. П. Семенов, Б. Р. Кейер, П. П. Гарезин. Изучение структуры древесных углей — наполнителей смазки для волочения стальной проволоки	90
И. М. Боховкин, Б. К. Семенов, А. А. Прибыткова. Об устойчивости комплексов диметилацетамида и диметилсульфоксида с фенолом в присутствии фурфурола	93
Е. А. Алексеева, В. Н. Пилякин, А. Л. Агранат, <u>Ф. Т. Солодкий</u> . Состав жирных кислот липидов коры осины	96
Б. Д. Богомолов, О. Ф. Горбунова, Л. Н. Пьянкова. Влияние условий варки древесины сосны на характер и содержание серы в тиолигнинах	99

<i>Н. А. Иванов, В. Н. Пиялкин.</i> Исследование состава оксикислот растворимых смол методом ГЖХ	101
<i>Т. В. Бараков, Н. А. Ярцева, Ю. И. Холькин.</i> О получении фурфурола из солянокислых предгидролизатов	104

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

<i>В. В. Коротков.</i> Метод контроля процесса прессования древесностружечных плит	108
<i>А. П. Малых, А. И. Смирнов.</i> К определению производительности бункерных загрузочных устройств для бревен	111

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Н. И. Кокарев, А. М. Куликов, М. И. Глинер.</i> Опыт исследования влияния природно-производственных факторов на показатели работы леспромхозов	118
<i>Е. В. Полянский.</i> Некоторые вопросы использования лесных ресурсов Ленинградской области	121
<i>Е. С. Романов.</i> Фондовооруженность и производительность труда в лесозаготовительной промышленности	123
<i>Е. Е. Бурсин.</i> Расчетные цены на лесопродукцию	127
<i>Т. П. Тихомирови.</i> Создание фирм и уровень концентрации мебельного производства	131

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

<i>Ю. А. Попов.</i> Прирост елового подроста в связи с постепенными рубками	134
<i>Ф. В. Аглуллин.</i> Ход роста ельников липовых Татарской АССР, сформировавшихся после постепенных рубок	135
<i>О. Н. Букзеева.</i> Рост сосны и выделение живицы при повреждении точечной смолевкой	137
<i>Р. И. Арушанян.</i> Каштан съедобный в Нагорном Карабахе	139
<i>В. Н. Драчков.</i> Влияние мышей и птиц на возобновление ели	141
<i>И. И. Старченко.</i> Из опыта рубок ухода в дубяках Велико-Анадольского леса	142
<i>Е. Ю. Полякова.</i> Активность каталазы заболоченных почв Центрального Полесья УССР	146
<i>В. М. Сахацкий.</i> Плодоношение можжевельника зеравшанского	148
<i>В. Н. Ненюхин.</i> Действие различных доз гамма-лучей на семена лиственницы сибирской	151
<i>В. Д. Чернышев.</i> Некоторые особенности строения широколиственно-хвойных лесов Супутинского заповедника	153
<i>В. Г. Полянский, А. Д. Шевченко.</i> Анатомическое строение смоляных ходов хвой кедра корейского	156
<i>В. А. Белый, В. Ф. Анненков.</i> Графический метод определения наполнителя в прессованной древесине и степени прессования	159
<i>И. Ф. Куроптев.</i> Определение допустимой наложенной освещенности при эксплуатации разметочных устройств	163
<i>Л. М. Чащина, Е. Е. Фломина.</i> Определение фтора в древесине, пропитанной фторсодержащими антисептиками	167

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

<i>Л. Ф. Ипатов, В. Б. Ларин.</i> Состояние и рост 40-летних посевов сосны и ели в Коношском лесхозе	169
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

<i>И. В. Воронин, М. А. Куликов.</i> «Экономика защитного лесоразведения»	172
<i>И. Я. Шемякин.</i> Книга о лесах Венгрии	173

НЕКРОЛОГ

<i>Группа товарищей.</i> М. В. Плаксин	175
---	-----

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



Цена 1 руб.

Индекс 70368

**Подписывайтесь
на журнал на 1971 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИИ

Лесной журнал

1969, № 2

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

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

УДК 541.1

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

И. М. БОХОВКИН, Б. К. СЕМЕНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Фурфурол широко применяется в производстве искусственных смол, на основе которых изготавливают пластобетон, коррозионноустойчивые замазки, краски, клеи [1], [7], [8], [10], [14], а также в органическом синтезе [9], [11] как селективный растворитель [2], [3] и как замедлитель коррозии металлов в кислотах [13]. Во многих случаях фурфурол реагирует с другими компонентами в присутствии органических кислот.

В одной из наших работ [6] проведено физико-химическое исследование фурфурола с фенолом и его нитропроизводными. В других работах исследовано взаимодействие фурфурола с уксусной кислотой [4] и фурфурола с фенолом в уксусной кислоте [5]. Представляло интерес изучить взаимодействие фурфурола с нитропроизводными фенола в уксусной кислоте.

В настоящей работе приведены данные по термическому исследованию тройных систем: фурфурол — о-нитрофенол — уксусная кислота, фурфурол — п-нитрофенол — уксусная кислота и фурфурол — м-нитрофенол — уксусная кислота. Изучение проводили визуально-политермическим методом путем определения температур исчезновения последних кристаллов. Исходные вещества очищали следующим образом: фурфурол — путем перегонки с дефлегматором в вакууме (т. пл. $36,50^\circ$), уксусную кислоту — путем перегонки и последующего вымораживания (т. пл. $16,6^\circ$). м-, о- и п-нитрофенол брали марки ХЧ, температуры плавления, равные соответственно 96 , 45 и 114° , близки к литературным данным [12]. Растворы готовили весовым методом, концентрацию пересчитывали на молекулярные проценты.

Двойные системы

Система фурфурол — уксусная кислота исследована ранее [4]. Диаграмма плавкости ее характеризуется наличием простой эвтектики при 20 мол. % CH_3COOH и — 41° . Исследование гомогенной фазы этой системы путем измерения вязкости и поверхностного натяжения при 20 , 30 и 40° не обнаружило взаимодействия между компонентами.

Система фурфурол — о-нитрофенол [6]. Диаграмма плавкости ее указывает на отсутствие взаимодействия между компонентами в твердой фазе. Эвтектическая точка находится при 11 мол. % о-нитрофенола и — 39° . Изотермы вязкости, плотности и удельной электропроводности при 40 , 50 и 60° также не обнаружили взаимодействия между компонентами.

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

ная точка — 38 мол. % м-нитрофенола и 10°. Жидкая фаза этой системы исследована путем определения плотности, вязкости и удельной электропроводности при 50, 60 и 70°. Только изотермы удельной электропроводности указывают на некоторое взаимодействие между компонентами в жидкой фазе.

Система фурфурол — п-нитрофенол. Диаграмма плавкости свидетельствует об образовании двух incongruently плавящихся соединений [6] состава $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_2$ и $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_2$. Диаграмма плавкости характеризуется одной эвтектической точкой при 2 мол. % п-нитрофенола с температурой — 41° и двумя переходными точками при 31 и 53 мол. % фурфурола с температурой плавления 29 и 53° соответственно. Изотермы вязкости, плотности и удельной электропроводности не дают явных указаний на существование соединений в расплаве.

Система уксусная кислота — о-нитрофенол характеризуется отсутствием взаимодействия между компонентами (рис. 1). Ветви кривой плавкости пересекаются в эвтектической точке при 15 мол. % о-нитрофенола и 8°.

Система уксусная кислота — м-нитрофенол (рис. 1). В ней отсутствует взаимодействие между компонентами. Эвтектическая точка соответствует 13 мол. % м-нитрофенола и 6°.

Система уксусная кислота — п-нитрофенол также характеризуется отсутствием взаимодействия между компонентами (рис. 1). Ветви кривой пересекаются в эвтектической точке при 12 мол. % п-нитрофенола и 8°.

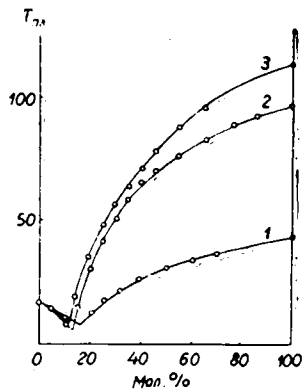


Рис. 1. Бинарные системы уксусная кислота — нитрофенолы.

1 — уксусная кислота — о-нитрофенол; 2 — уксусная кислота — м-нитрофенол; 3 — уксусная кислота — п-нитрофенол.

Разрезы через тройные системы

Для исследования тройной системы фурфурол — уксусная кислота — о-нитрофенол проведено 6 сечений в направлениях, указанных на рис. 2. Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 5. По этим данным построена диаграмма плавкости тройной системы и нанесены изотермы через каждые 10°.

В системе проявились только поля кристаллизации чистых компонентов. Величина этих полей находится в прямой связи с их температурами плавления.

Наибольшее поле занимает о-нитрофенол, имеющий самую высокую температуру плавления, затем уксусная кислота; самое малое поле занимает фурфурол, имеющий наиболее низкую температуру плавления. В системе имеется одна тройная эвтектическая точка при 81 мол. % фурфурола, 10 мол. % уксусной кислоты и 9 мол. % о-нитрофенола при температуре — 41°.

В системе фурфурол — уксусная кислота — м-нитрофенол для выявления поверхности кристаллизации исследовано 9 разрезов (рис. 3). Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 6. Диаграмма плавкости включает в себя 4 поля кристаллизации: 3 чистых компонента и 1 соединение, образуемое фурфуролом с

м-нитрофенолом. Величина полей кристаллизации чистых компонентов находится в соответствии с их температурами кристаллизации: большее поле принадлежит м-нитрофенолу, меньшее фурфуролу как низкоплавкому компоненту, среднее положение занимает поле кристаллизации уксусной кислоты. В системе имеются две тройные эвтектические точки: E_1 — 75 мол. % фурфурола, 16 мол. % уксусной кислоты и 9 мол. % м-нитрофенола при температуре — 45°; E_2 — 36 мол. % фурфурола, 43 мол. % уксусной кислоты и 21 мол. % м-нитрофенола при температуре — 10°.

В тройной системе фурфурол — уксусная кислота — п-нитрофенол изучено 10 разрезов, указанных на рис. 4. Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 7. В этой тройной системе выявлено 5 полей кристаллизации: 3 поля чистых компонентов и 2 поля соединений, образуемых фурфуролом с п-нитрофенолом $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ и $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$. Тройного соединения не образуется.

В системе имеется три тройных точки: E_1 — 78 мол. % фурфурола, 20 мол. % уксусной кислоты и 2 мол. % п-нитрофенола при — 40°; E_2 — 32 мол. % фурфурола, 58 мол. % уксусной кислоты и 10 мол. % п-нитрофенола при — 7°; E_3 — 4 мол. % фурфурола, 84 мол. % уксусной кислоты и 12 мол. % п-нитрофенола при 3°. Наибольшее поле кристаллизации в тройной системе принадлежит чистому п-нитрофенолу как наиболее высокоплавкому компоненту. Соединение фурфурола с п-нитрофенолом состава $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ устойчиво в присутствии уксусной кислоты и занимает вторую по величине поверхность кристаллизации в тройной системе. Соединение фурфурола с п-нитрофенолом состава $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ тоже устойчиво в присутствии уксусной кислоты и занимает третью по величине поверхность кристаллизации.

Таким образом, в системе фурфурол — уксусная кислота — о-нитрофенол проявляются только поля чистых компонентов и нет двойных и тройных соединений; в системе фурфурол — уксусная кислота — м-нитрофенол, кроме полей чистых компонентов, явно проявилось поле двойного соединения фурфурол — м-нитрофенол; в системе фурфурол — уксусная кислота — п-нитрофенол явно проявились два поля двойных соединений фурфурол — п-нитрофенол состава 2:1 и 1:1. Поля двойных соединений фурфурол — п-нитрофенол состава 2:1 и 1:1 в системе фурфурол — уксусная кислота — п-нитрофенол сравнительно больше, чем поле двойного соединения фурфурол — м-нитрофенол в системе фурфурол — уксусная кислота — м-нитрофенол. Это указывает на то, что склонность к взаимодействию с фурфуролом в уксусной кислоте возрастает в направлении: о-, м- и п-нитрофенол.

Из сопоставления рассмотренных систем с системой фурфурол — уксусная кислота — фенол [5] вытекает, что двойные соединения фурфурол — п-нитрофенол и фурфурол — м-нитрофенол в уксусной кислоте более устойчивы, чем двойное соединение фурфурол — фенол.

Выводы

1. Визуально-политермическим методом исследованы бинарные системы уксусная кислота — о-нитрофенол, уксусная кислота — м-нитрофенол и уксусная кислота — п-нитрофенол.
2. Установлено отсутствие химического взаимодействия между уксусной кислотой и всеми тремя нитрофенолами.
3. Визуально-политермическим методом исследованы тройные системы фурфурол — уксусная кислота — о-нитрофенол, фурфурол —

$C_5H_4O_2$

$C_6H_5NO_2$



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

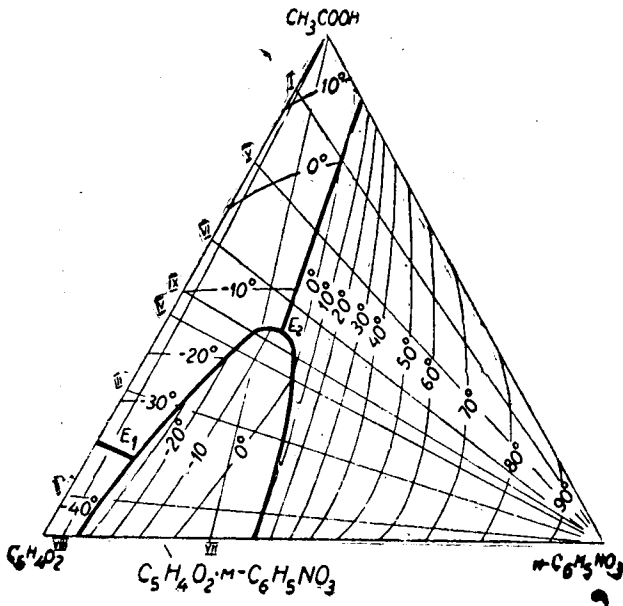


Рис. 3. Диаграмма состояния тройной системы фурфурол — уксусная кислота — м-нитрофенол.

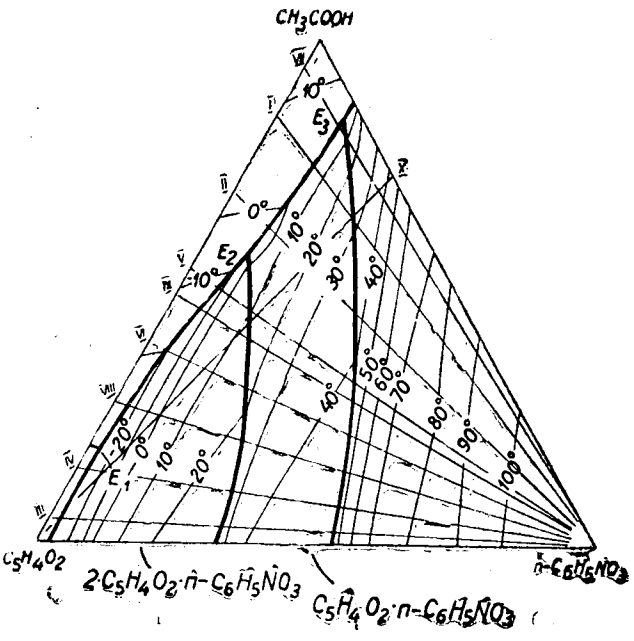


Рис. 4. Диаграмма состояния тройной системы фурфурол — уксусная кислота — п-нитрофенол.

Рис. 5. Кривые кристаллизации по разрезам V и VI тройной системы фурфурол — уксусная кислота — о-нитрофенол.

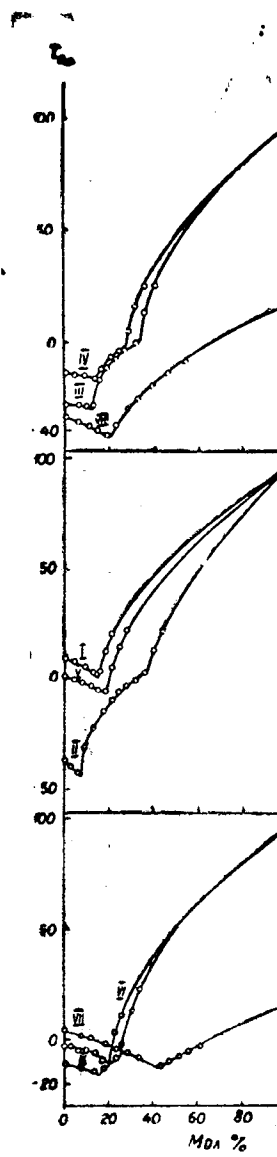


Рис. 6. Кривые кристаллизации по разрезам II, III, IV, V, VI, VII, VIII и IX тройной системы фурфурол — уксусная кислота — м-нитрофенол.

уксусная кислота и м-нитрофенол и фурфурол — уксусная кислота — п-нитрофенол.

4. Установлено, что способность взаимодействия с фурфуролом в уксусной кислоте возрастает в направлении: о-, м- и п-нитрофенол.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Е. Алексеева, Л. В. Мельникова. Механическая обработка древесины. Сб. 16, 1964, 9—11. [2]. Р. З. Ахмедова. ИВУЗ, «Нефть и газ» № 12, 1964, 53—54. [3]. А. З. Биккулов, Б. М. Грошев, В. А. Попов. ИВУЗ, «Нефть и газ» № 6, 1965, 67—72. [4]. И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960, 159. [5]. И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ЖОХ, 36, 1966, 573. [6]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. Физико-химическое исследование взаимодействия фурфурола с фенолом и его нитропроизводными. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1969. [7]. В. Е. Броновицкий, Р. В. Шакирова. Сб. «Структура и модификация хлопковой целлюлозы», вып. 3, «Фан», Ташкент, 1966, 325—329. [8]. В. А. Воскресенский, Ю. А. Соколов. «Бетон и железобетон» № 12, 1964, 541—543. [9]. М. А. Закутская. ЖОХ, 26, № 10, 1956, 2720. [10]. С. А. Потневская, К. К. Мошинская. Карбамидные смолы с применением фурфурола и его производных. «Техника», Киев, 1964. [11]. В. А. Смирнов, В. А. Тушналобова, Д. П. Семченко. «Химия гетероциклических соединений» № 4, 1968, 585—587. [12]. Справочник химика. Т. 2, ГХИ, 1963. [13]. Такахиси. Chem. Abstrs, 1955, 8084. [14]. А. Туйчиев, Х. Ф. Хайдаров, М. Н. Селиверстова, А. Е. Саакян, А. А. Абдувалиев. Сб. «Каталитическая переработка углеводородного сырья». Вып. 2, М., 1968, 144—150.

Поступила 3 декабря 1969 г.

УДК 634.0.863

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИИ

Лесной журнал

1969, № 2

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

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

УДК 541.1

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

И. М. БОХОВКИН, Б. К. СЕМЕНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Фурфурол широко применяется в производстве искусственных смол, на основе которых изготавливают пластобетон, коррозионностойкие замазки, краски, клеи [1], [7], [8], [10], [14], а также в органическом синтезе [9], [11] как селективный растворитель [2], [3] и как замедлитель коррозии металлов в кислотах [13]. Во многих случаях фурфурол реагирует с другими компонентами в присутствии органических кислот.

В одной из наших работ [6] проведено физико-химическое исследование фурфурола с фенолом и его нитропроизводными. В других работах исследовано взаимодействие фурфурола с уксусной кислотой [4] и фурфурола с фенолом в уксусной кислоте [5]. Представляло интерес изучить взаимодействие фурфурола с нитропроизводными фенола в уксусной кислоте.

В настоящей работе приведены данные по термическому исследованию тройных систем: фурфурол — о-нитрофенол — уксусная кислота, фурфурол — п-нитрофенол — уксусная кислота и фурфурол — м-нитрофенол — уксусная кислота. Изучение проводили визуально-политермическим методом путем определения температур исчезновения последних кристаллов. Исходные вещества очищали следующим образом: фурфурол — путем перегонки с дефлегматором в вакууме (т. пл. $36,50^\circ$), уксусную кислоту — путем перегонки и последующего вымораживания (т. пл. $16,6^\circ$). М-, о- и п-нитрофенол брали марки ХЧ, температуры плавления, равные соответственно 96 , 45 и 114° , близки к литературным данным [12]. Растворы готовили весовым методом, концентрацию пересчитывали на молекулярные проценты.

Двойные системы

Система фурфурол — уксусная кислота исследована ранее [4]. Диаграмма плавкости ее характеризуется наличием простой эвтектики при 20 мол. % CH_3COOH и -41° . Исследование гомогенной фазы этой системы путем измерения вязкости и поверхностного натяжения при 20 , 30 и 40° не обнаружило взаимодействия между компонентами.

Система фурфурол — о-нитрофенол [6]. Диаграмма плавкости ее указывает на отсутствие взаимодействия между компонентами в твердой фазе. Эвтектическая точка находится при 11 мол. % о-нитрофенола и -39° . Изотермы вязкости, плотности и удельной электропроводности при 40 , 50 и 60° также не обнаружили взаимодействия между компонентами.

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

ная точка — 38 мол. % м-нитрофенола и 10°. Жидкая фаза этой системы исследована путем определения плотности, вязкости и удельной электропроводности при 50, 60 и 70°. Только изотермы удельной электропроводности указывают на некоторое взаимодействие между компонентами в жидкой фазе.

Система фурфурол — п-нитрофенол. Диаграмма плавкости свидетельствует об образовании двух инконгруэнтно плавящихся соединений [6] состава $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_2$ и $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_2$. Диаграмма плавкости характеризуется одной эвтектической точкой при 2 мол. % п-нитрофенола с температурой — 41° и двумя переходными точками при 31 и 53 мол. % фурфурола с температурой плавления 29 и 53° соответственно. Изотермы вязкости, плотности и удельной электропроводности не дают явных указаний на существование соединений в расплаве.

Система уксусная кислота — о-нитрофенол характеризуется отсутствием взаимодействия между компонентами (рис. 1). Ветви кривой плавкости пересекаются в эвтектической точке при 15 мол. % о-нитрофенола и 8°.

Система уксусная кислота — м-нитрофенол (рис. 1). В ней отсутствует взаимодействие между компонентами. Эвтектическая точка соответствует 13 мол. % м-нитрофенола и 6°.

Система уксусная кислота — п-нитрофенол также характеризуется отсутствием взаимодействия между компонентами (рис. 1). Ветви кривой пересекаются в эвтектической точке при 12 мол. % п-нитрофенола и 8°.

Разрезы через тройные системы

Для исследования тройной системы фурфурол — уксусная кислота — о-нитрофенол проведено 6 сечений в направлениях, указанных на рис. 2. Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 5. По этим данным построена диаграмма плавкости тройной системы и нанесены изотермы через каждые 10°.

В системе проявились только поля кристаллизации чистых компонентов. Величина этих полей находится в прямой связи с их температурами плавления.

Наибольшее поле занимает о-нитрофенол, имеющий самую высокую температуру плавления, затем уксусная кислота; самое малое поле занимает фурфурол, имеющий наиболее низкую температуру плавления. В системе имеется одна тройная эвтектическая точка при 81 мол. % фурфурола, 10 мол. % уксусной кислоты и 9 мол. % о-нитрофенола при температуре — 41°.

В системе фурфурол — уксусная кислота — м-нитрофенол для выявления поверхности кристаллизации исследовано 9 разрезов (рис. 3). Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 6. Диаграмма плавкости включает в себя 4 поля кристаллизации: 3 чистых компонента и 1 соединение, образуемое фурфуролом с

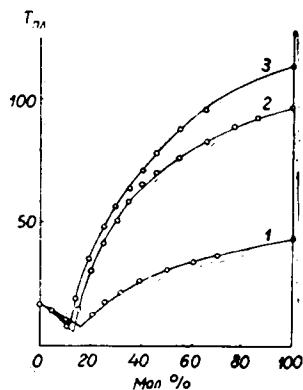


Рис. 1. Бинарные системы уксусная кислота — нитрофенолы.

1 — уксусная кислота — о-нитрофенолу 2 — уксусная кислота — м-нитрофенолу; 3 — уксусная кислота — п-нитрофенолу.

м-нитрофенолом. Величина полей кристаллизации чистых компонентов находится в соответствии с их температурами кристаллизации: большее поле принадлежит м-нитрофенолу, меньшее фурфуролу как низкоплавкому компоненту, среднее положение занимает поле кристаллизации уксусной кислоты. В системе имеются две тройные эвтектические точки: E_1 — 75 мол. % фурфурола, 16 мол. % уксусной кислоты и 9 мол. % м-нитрофенола при температуре — 45°; E_2 — 36 мол. % фурфурола, 43 мол. % уксусной кислоты и 21 мол. % м-нитрофенола при температуре — 10°.

В тройной системе фурфурол — уксусная кислота — п-нитрофенол изучено 10 разрезов, указанных на рис. 4. Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 7. В этой тройной системе выявлено 5 полей кристаллизации: 3 поля чистых компонентов и 2 поля соединений, образуемых фурфуролом с п-нитрофенолом $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ и $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$. Тройного соединения не образуется.

В системе имеется три тройных точки: E_1 — 78 мол. % фурфурола, 20 мол. % уксусной кислоты и 2 мол. % п-нитрофенола при — 40°; E_2 — 32 мол. % фурфурола, 58 мол. % уксусной кислоты и 10 мол. % п-нитрофенола при — 7°; E_3 — 4 мол. % фурфурола, 84 мол. % уксусной кислоты и 12 мол. % п-нитрофенола при 3°. Наибольшее поле кристаллизации в тройной системе принадлежит чистому п-нитрофенолу как наиболее высокоплавкому компоненту. Соединение фурфурола с п-нитрофенолом состава $C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ устойчиво в присутствии уксусной кислоты и занимает вторую по величине поверхность кристаллизации в тройной системе. Соединение фурфурола с п-нитрофенолом состава $2C_5H_4O_2 \cdot p-C_6H_5NO_3$ тоже устойчиво в присутствии уксусной кислоты и занимает третью по величине поверхность кристаллизации.

Таким образом, в системе фурфурол — уксусная кислота — о-нитрофенол проявляются только поля чистых компонентов и нет двойных и тройных соединений; в системе фурфурол — уксусная кислота — м-нитрофенол, кроме полей чистых компонентов, явно проявилось поле двойного соединения фурфурол — м-нитрофенол; в системе фурфурол — уксусная кислота — п-нитрофенол явно проявились два поля двойных соединений фурфурол — п-нитрофенол состава 2:1 и 1:1. Поля двойных соединений фурфурол — п-нитрофенол состава 2:1 и 1:1 в системе фурфурол — уксусная кислота — п-нитрофенол сравнительно больше, чем поле двойного соединения фурфурол — м-нитрофенол в системе фурфурол — уксусная кислота — м-нитрофенол. Это указывает на то, что склонность к взаимодействию с фурфуролом в уксусной кислоте возрастает в направлении: о-, м- и п-нитрофенол.

Из сопоставления рассмотренных систем с системой фурфурол — уксусная кислота — фенол [5] вытекает, что двойные соединения фурфурол — п-нитрофенол и фурфурол — м-нитрофенол в уксусной кислоте более устойчивы, чем двойное соединение фурфурол — фенол.

Выводы

1. Визуально-политермическим методом исследованы бинарные системы уксусная кислота — о-нитрофенол, уксусная кислота — м-нитрофенол и уксусная кислота — п-нитрофенол.
2. Установлено отсутствие химического взаимодействия между уксусной кислотой и всеми тремя нитрофенолами.
3. Визуально-политермическим методом исследованы тройные системы фурфурол — уксусная кислота — о-нитрофенол, фурфурол —

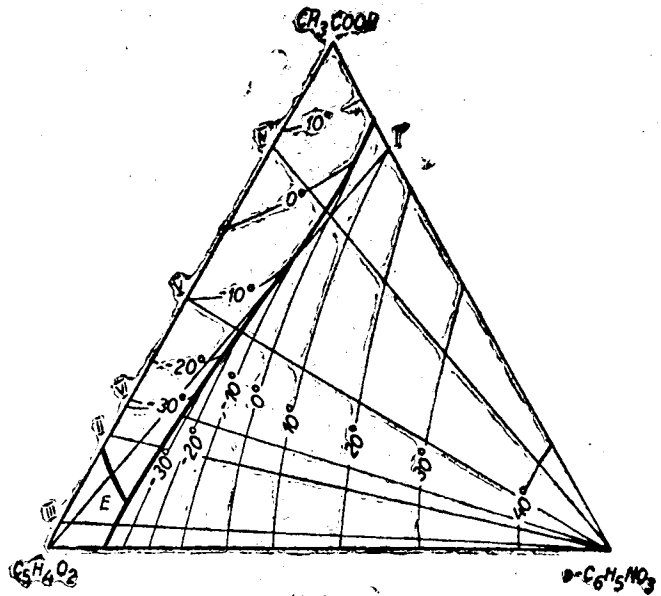


Рис. 2. Диаграмма состояния тройной системы фурфурол — уксусная кислота — о-нитрофенол.

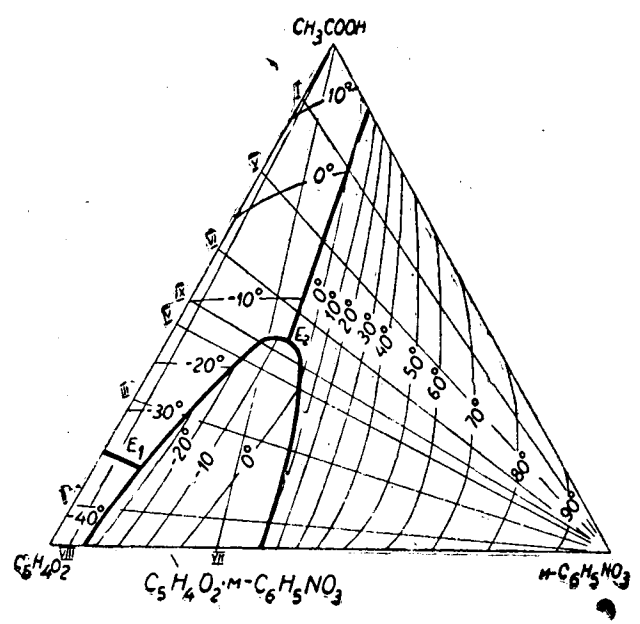


Рис. 3. Диаграмма состояния тройной системы фурфурол — уксусная кислота — м-нитрофенол.

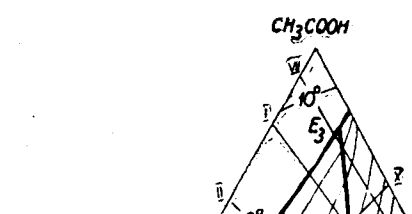
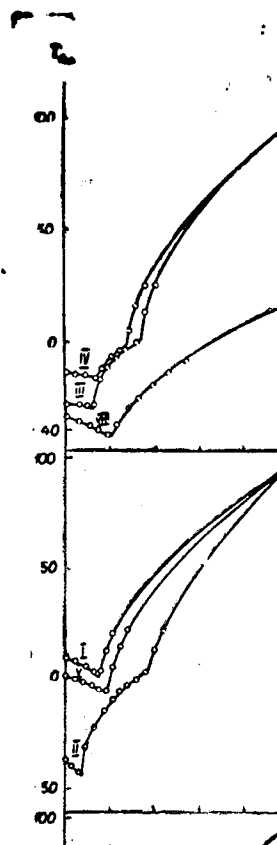


Рис. 5. Кривые по ра...
ции по ра...
V и VI тр...
фурфурол — у...
о...



уксусная кислота и м-нитрофенол и фурфурол — уксусная кислота — п-нитрофенол.

4. Установлено, что способность взаимодействия с фурфуролом в уксусной кислоте возрастает в направлении: о-, м- и п-нитрофенол.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Е. Алексеева, Л. В. Мельникова. Механическая обработка древесины. Сб. 16, 1964, 9—11. [2]. Р. З. Ахмедова. ИВУЗ, «Нефть и газ» № 12, 1964, 53—54. [3]. А. З. Биккулов, Б. М. Грошев, В. А. Попов. ИВУЗ, «Нефть и газ» № 6, 1965, 67—72. [4]. И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960, 159. [5]. И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ЖОХ, 36, 1966, 573. [6]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. Физико-химическое исследование взаимодействия фурфурола с фенолом и его нитропроизводными. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1969. [7]. В. Е. Броновицкий, Р. В. Шакирова. Сб. «Структура и модификация хлопковой целлюлозы», вып. 3, «Фан», Ташкент, 1966, 325—329. [8]. В. А. Воскресенский, Ю. А. Соколов. «Бетон и железобетон» № 12, 1964, 541—543. [9]. М. А. Закутская. ЖОХ, 26, № 10, 1956, 2720. [10]. С. А. Потневская, К. К. Мошинская. Карбамидные смолы с применением фурфурола и его производных. «Техника», Киев, 1964. [11]. В. А. Смирнов, В. А. Тушналобова, Д. П. Семченко. «Химия гетероциклических соединений» № 4, 1968, 585—587. [12]. Справочник химика. Т. 2, ГХИ, 1963. [13]. Така хиси. Chem. Abstrs, 1955, 8084. [14]. А. Туйчиев, Х. Ф. Хайдаров, М. Н. Селиверстова, А. Е. Саакян, А. А. Абдувалиев. Сб. «Каталитическая переработка углеводородного сырья». Вып. 2, М., 1968, 144—150.

Поступила 3 декабря 1969 г.

УДК 634.0.863

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

1970, № 6

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

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

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПЛЕКСОВ ДИМЕТИЛАЦЕТАМИДА И ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА С ФЕНОЛОМ В ПРИСУТСТВИИ ФУРФУРОЛА

И. М. БОХОВКИН, Б. К. СЕМЕНОВ, А. А. ПРИБЫТКОВА

(Архангельский лесотехнический институт)

Диметилацетамид и диметилсульфоксид — хорошие растворители и комплексообразователи.

В ряде работ [1], [3], [5], [6], [7] показано, что по способности к комплексообразованию диметилацетамид и диметилсульфоксид стоят выше ацетона, карбамида, ацетамида. Это находится в прямой связи с большей величиной их дипольных моментов.

Нашими исследованиями [4] было установлено, что устойчивость комплексов фенола с ацетоном и ацетамидом в присутствии фурфурола уменьшается в направлении ацетон — ацетамид, то есть при замещении в ацетоне метильного радикала на аминогруппу. Представляло интерес проследить устойчивость комплексов диметилацетамида и сульфоксида с фенолом в присутствии фурфурола. С этой целью визуально-политермическим методом, путем фиксирования температур исчезновения последних кристаллов нами были изучены две тройные системы: диметилацетамид — фенол — фурфурол и диметилсульфоксид — фенол — фурфурол.

Взятые вещества были очищены и имели температуры плавления, близкие к указанным в литературе.

Бинарные системы

Система диметилацетамид — фенол была исследована ранее [6]. Диаграмма плавкости имеет два максимума, отвечающих соединениям $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ и $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2 \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ с т. пл. -1° и 7° соответственно. Эвтектические точки соответствуют 16 мол. % фенола и -40° , 56 мол. % фенола и 4° , 79 мол. % фенола и -6° .

Система диметилацетамид — фурфурол исследована впервые (рис. 1). Она способна к стеклообразованию. Ветвь фурфурол — диметилацетамид удалось исследовать в пределах до 30 мол. % диметилацетамида, а ветвь диметилацетамид — фурфурол — до 45 мол. % фурфурола. В пределах концентрации диметилацетамида 30—55 мол. % кристаллизацию вызвать не удалось, жидкость становилась вязкой, а с понижением температуры затвердевала в виде про-

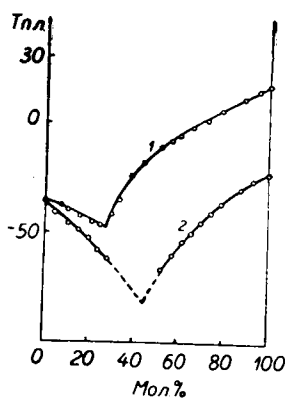


Рис. 1. Диаграммы плавкости бинарных систем.

1 — ДМСО — фурфурол;
2 — ДМА — фурфурол.

зрачной стеклообразной массы. Эта часть диаграммы представлена пунктирными линиями в виде двух пересекающихся ветвей с простой эвтектикой.

Система фурфурол — фенол [2] характеризуется инконгруэнтно плавящимся соединением состава $C_5H_4O_2 \cdot C_6H_5OH$. Эвтектическая точка находится при 30 мол. % фенола и -59° , переходная — при 55 мол. % фенола и -42° .

Система способна к стеклообразованию.

Система фурфурол — диметилсульфоксид (рис. 1). Диаграмма плавкости характеризуется простой эвтектикой. Ветви кривой плавкости пересекаются в эвтектической точке при 28 мол. % диметилсульфоксида и -48° .

Система диметилсульфоксид — фенол [1]. Установлено образование двух конгруэнтно плавящихся соединений $(CH_3)_2SO \cdot C_6H_5OH$ и $(CH_3)_2SO \cdot 2C_6H_5OH$.

Разрезы через тройные системы

Для изучения взаимодействия между веществами в твердой фазе был использован метод сечений. По результатам анализа построены плоские диаграммы плавкости и нанесены изотермы через каждые 10° .

В системе диметилацетамид — фенол — фурфурол для выявления фазовых разделов исследовано 11 разрезов в направлениях, указанных на рис. 2. Диаграмма плавкости включает 6 полей кристаллизации: поле кристаллизации фурфурола, которое занимает площадь 11,4% от об-

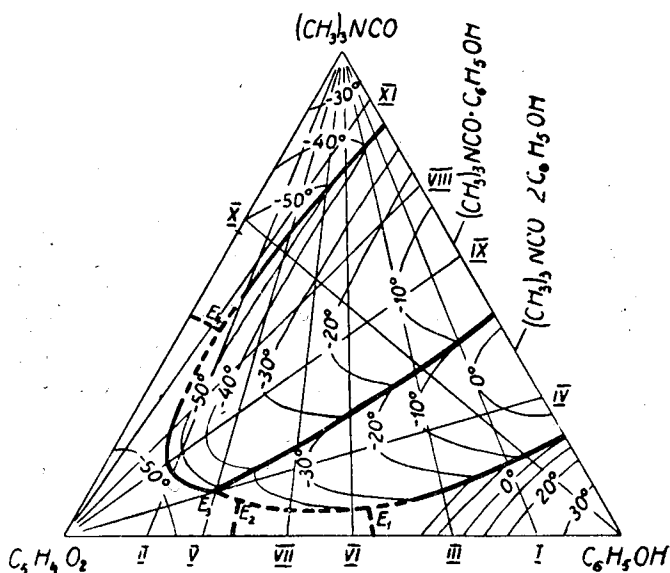


Рис. 2. Диаграмма плавкости тройной системы ДМА — фенол — фурфурол.

щей площади плоской диаграммы, поле диметилацетамида — 10,9%, поле фенола — 10,2%, поле соединения диметилацетамида с фенолом состава 1:1 — 41,1%, поле соединения диметилацетамида с фенолом состава 1:2 — 22,8% и поле соединения фурфурола с фенолом — 3,6%. Следовательно, поля кристаллизации соединений ДМА с фенолом занимают большую часть плоской диаграммы, что указывает на их большую устойчивость в присутствии фурфурола.

Из двух соединений ДМА с фенолом в присутствии фурфурола более устойчиво соединение состава 1:1, поле кристаллизации которого в два раза больше.

Система характеризуется четырьмя тройными точками: E_1 — 6 мол.% ДМА, 58 мол.% фенола и 36 мол.% фурфурола при -43° ; E_2 — 7 мол.% ДМА, 28 мол.% фенола и 65 мол.% фурфурола при -60° ; E_3 — 8 мол.% ДМА, 23 мол.% фенола и 69 мол.% фурфурола при -58° ; E_4 — 42 мол.% ДМА, 6 мол.% фенола и 52 мол.% фурфурола при -81° .

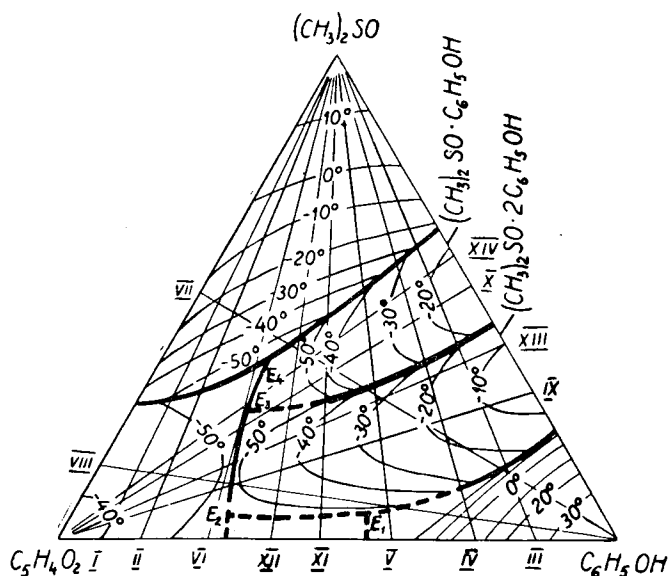


Рис. 3. Диаграмма плавкости тройной системы ДМСО — фенол — фурфурол.

Для изучения тройной системы диметилсульфоксид — фенол — фурфурол исследовано 14 разрезов в направлениях, указанных на рис. 3. В системе проявилось 6 полей кристаллизации: поле кристаллизации фурфурола — 14,4%, поле ДМСО — 30,7%, поле соединения ДМСО с фенолом состава 1:1 — 13,2%, поле соединения ДМСО с фенолом состава 1:2 — 25,8% и поле соединения фурфурола с фенолом — 3,2%. Следовательно, из двух соединений ДМСО с фенолом более устойчиво в присутствии фурфурола соединение состава 1:2, поле кристаллизации которого в два раза больше.

Исследованная диаграмма плавкости имеет 4 тройные точки: E_1 — 11 мол.% ДМСО, 47 мол.% фенола и 42 мол.% фурфурола при температуре -43° ; E_2 — 5 мол.% ДМА, 28 мол.% фенола и 67 мол.% фурфурола при -60° ; E_3 — 25 мол.% ДМСО, 21 мол.% фенола и 46 мол.% фурфурола при -60° ; E_4 — 35 мол.% ДМСО, 19 мол.% фенола и 46 мол.% фурфурола при -61° .

Сопоставляя изученные тройные системы, отмечаем некоторые их сходства. Для них характерно отсутствие тройных соединений. Во всех тройных системах проявляются бинарные соединения. Обнаруживается значительное сходство в общем характере кристаллизации. Кроме того, находим, что устойчивость комплекса ДМА с фенолом в присутствии фурфурола состава 1 : 1 значительно больше по сравнению с устойчивостью комплекса ДМСО — фенол состава 1 : 1, так как площадь кристаллизации его в 3 раза больше площади кристаллизации комплекса ДМСО — фенол состава 1 : 1. Устойчивость комплексов ДМА и ДМСО с фенолом состава 1 : 2 одинакова, а устойчивость комплексов фурфурола с фенолом небольшая из-за малой площади кристаллизации.

Из сопоставления тройной системы ДМА — фенол — фурфурол с тройными системами ацетон — фенол — фурфурол и ацетамид — фенол — фурфурол [4] вытекает, что устойчивость комплексов ацетона, ацетамида и диметилацетамида с фенолом уменьшается в направлении ацетон — диметилацетамид — ацетамид. Отмечаем, что присутствие фурфурола способствует увеличению устойчивости данных комплексов.

Выводы

1. Визуально политермическим методом исследованы бинарные системы диметилацетамид — фурфурол и диметилсульфоксид — фурфурол.

2. Установлено отсутствие химического взаимодействия между ацетамидом и фурфуролом и диметилсульфоксидом и фурфуролом. Система диметилацетамид — фурфурол способна к стеклообразованию.

3. Визуально политермическим методом изучены тройные системы диметилацетамид — фенол — фурфурол и диметилсульфоксид — фенол — фурфурол.

4. Установлено, что устойчивость комплексов $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, $(\text{CH}_3)_2\text{SO} \cdot \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ в присутствии фурфурола возрастает в направлении ДМСО — ДМА.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина, В. Ф. Чесноков. ЖОХ, 39, вып. 7, 1437, 1969. [2]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1969. [3]. И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина. ЖОХ, вып. 1, 3, 1970. [4]. Б. К. Семенов, И. М. Боховкин. Труды АЛТИ XXIII, 1970, стр. 109—113. [5]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин. ЖОХ, 36, 1170, 1966. [6]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ЖОХ, 38, 681, 1968. [7]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин. ЖОХ, 39, вып. 5, 945, 1969.

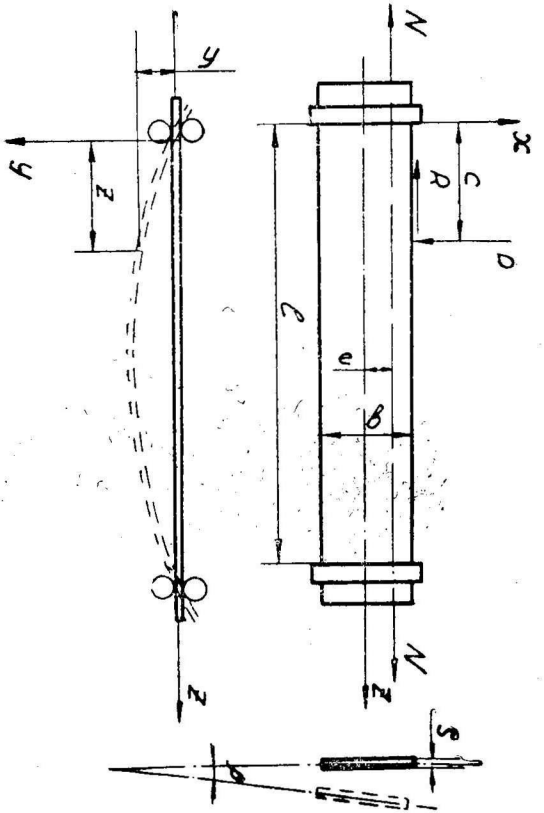


Рис. 1.

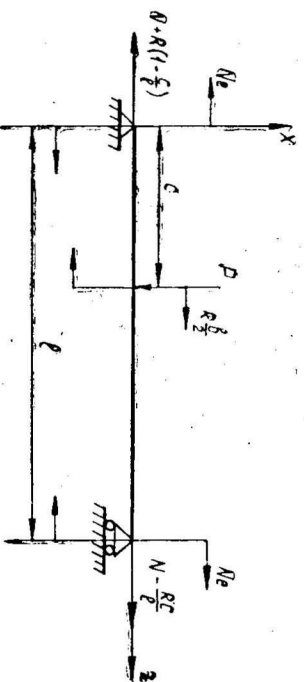


Рис. 2.

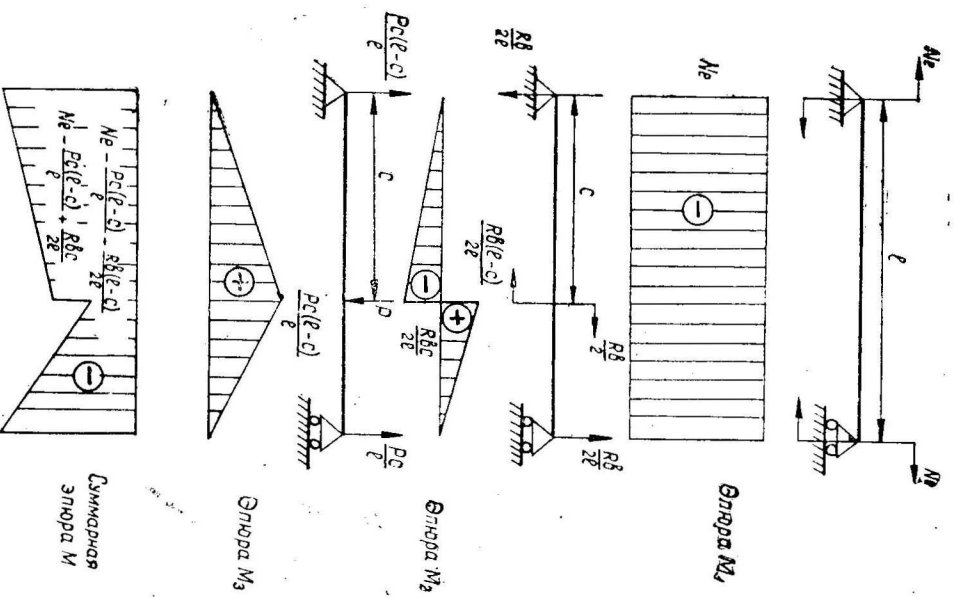


Рис. 3.

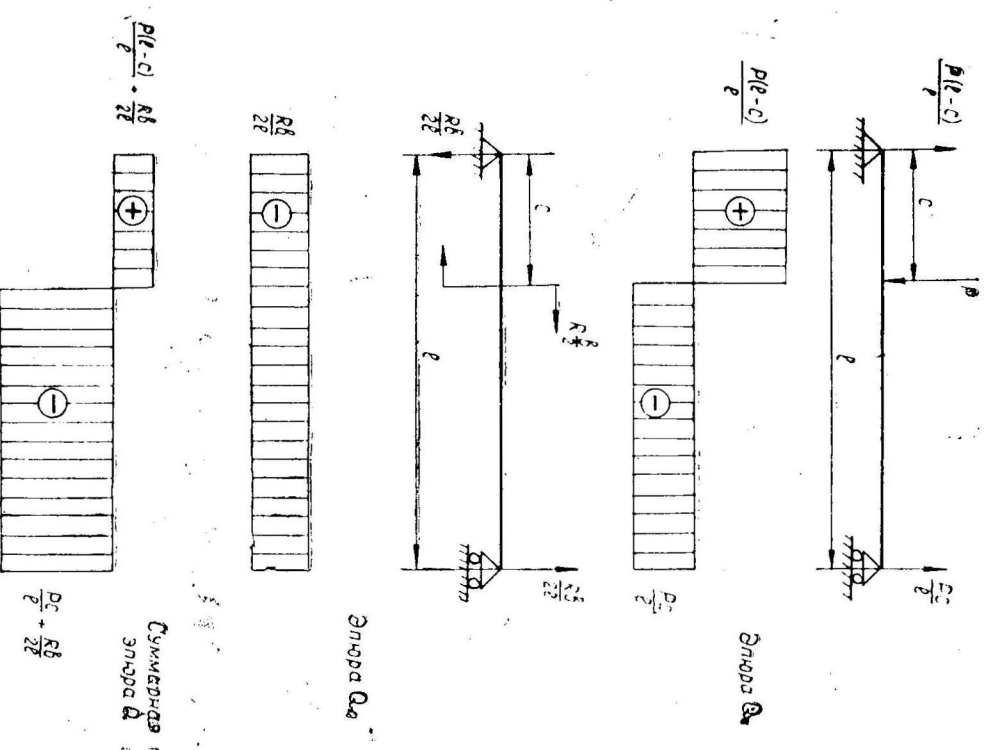


Рис. 4.

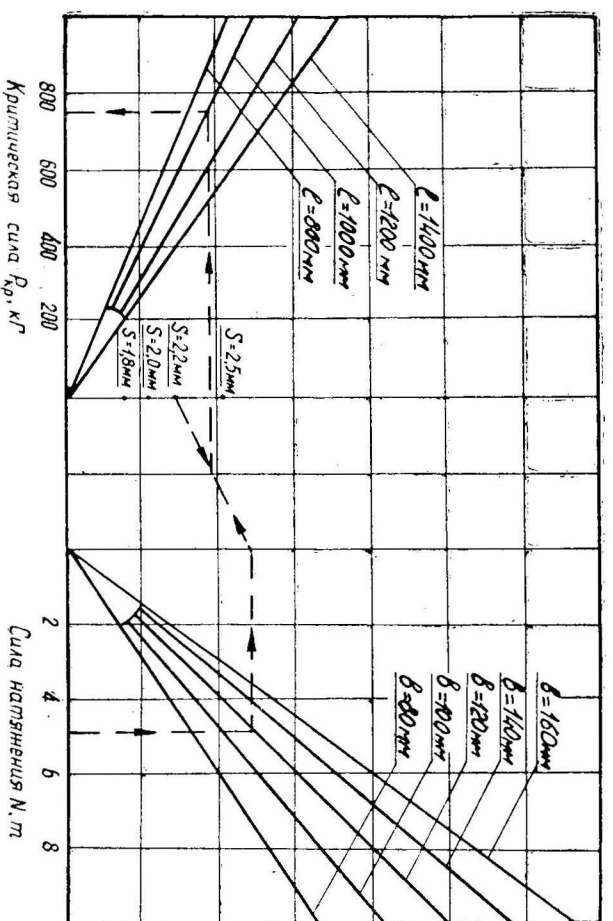


Рис. 5.

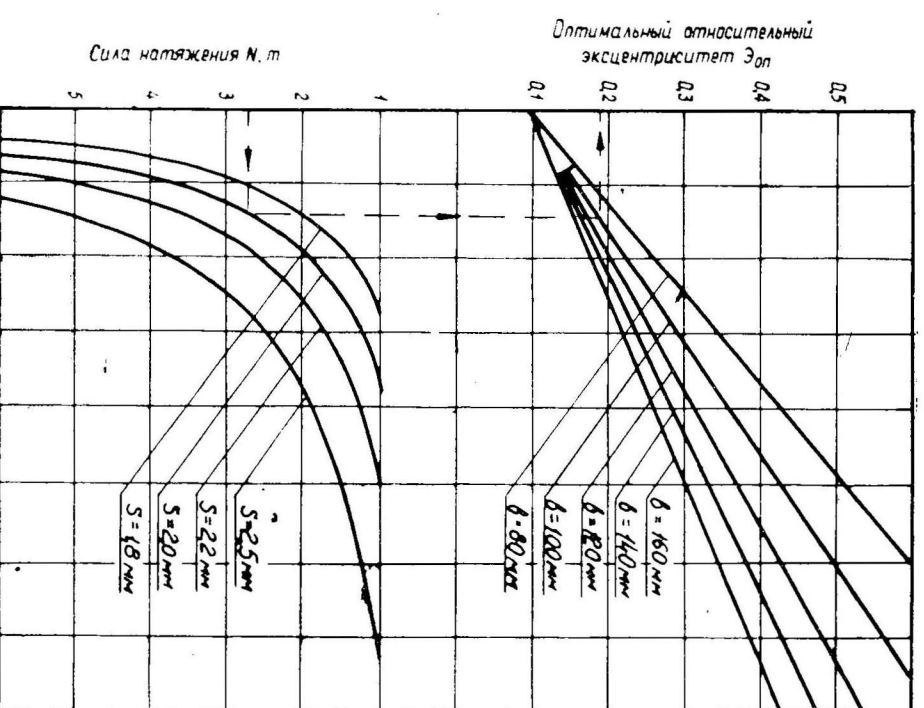


Рис. 6.

Относительная величина разницы от центра к периферии	от 0 до 0,11										от 0,1 до 0,21										от 0,2 до 0,31										от 0,3 до 0,41									
	от 50 ж.м. и выше	от 40 ж.м. и выше	от 30 ж.м. и выше	от 20 ж.м. и выше	от 15 ж.м. и выше	от 10 ж.м. и выше	всех ж.м. и выше	от 50 ж.м. и выше	от 40 ж.м. и выше	от 30 ж.м. и выше	от 20 ж.м. и выше	от 15 ж.м. и выше	от 10 ж.м. и выше	всех ж.м. и выше	от 50 ж.м. и выше	от 40 ж.м. и выше	от 30 ж.м. и выше	от 20 ж.м. и выше	от 15 ж.м. и выше	от 10 ж.м. и выше	всех ж.м. и выше	от 50 ж.м. и выше	от 40 ж.м. и выше	от 30 ж.м. и выше	от 20 ж.м. и выше	от 15 ж.м. и выше	от 10 ж.м. и выше	всех ж.м. и выше												
1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
г карандаша для всех толщин 60 ж.м.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
При длине хлыста 8 м	8	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0											
Цена доли 8 ж	0,30	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00	2,05	2,10	2,15	2,20											

