

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕСЯТЫЙ

3

1967

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. Ф. И. Коперин (отв. редактор), доц. П. И. Войчалъ (зам. отв. редактора), проф. С. Х. Будыка, доц. Г. А. Вильке, проф. И. В. Воронин, проф. А. Э. Грубе, проф. М. Л. Дворецкий, доц. Д. С. Добровольский, доц. Г. Л. Дранишников, проф. М. И. Зайчик, проф. С. Я. Коротов, акад. ВАСХНИЛ проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Н. Песоцкий, проф. С. И. Рахманов, доц. Г. Я. Трайтельман, доц. В. В. Щелкунов.

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

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

Выходит 6 раз в год.

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

ВАЖНЕЙШЕЕ ПОСТАНОВЛЕНИЕ О БОРЬБЕ С ЭРОЗИЕЙ

Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР приняли важное постановление «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии». Необходимость такого постановления обусловлена широким распространением эрозии почв во многих сельскохозяйственных предприятиях степных и лесостепных районов, что приводит к низким и неустойчивым урожаям.

Постановление заостряет внимание специалистов и общественности на таких грозных явлениях природы, как пыльные бури, водная эрозия почв, селевые потоки. Огромный вред этих явлений определил вывод ЦК КПСС и Совета Министров Союза ССР, которые «рассматривают борьбу с ветровой и водной эрозией почв как одну из важнейших государственных задач в системе мер, принимаемых партией и правительством для дальнейшего развития сельскохозяйственного производства в стране». В полном соответствии с этой оценкой Советам Министров союзных республик, ряду министерств, ведомств, организаций и научных учреждений предложено выполнить комплекс производственных мероприятий организационно-хозяйственного, агротехнического, лесомелиоративного и гидротехнического характера, а также некоторых дополнительных мер, ведущих к повышению урожайности сельскохозяйственных угодий. Сюда относятся, в частности, закрепление и облесение песков и других земель, не пригодных для сельскохозяйственного использования, выращивание полевых защитных лесных полос, облесение оврагов, балок, берегов рек и водоемов, облесение и залужение горных склонов и т. д. В постановлении указаны цифры плана противоэрозионных и других, связанных с ними работ на трехлетие (1968—1970 гг.), определены задачи различных ведомств для решения общей проблемы защиты почв от эрозии.

Работникам высшей школы особенно близка та часть постановления, которая определяет задания по подготовке специалистов лесомелиоративного профиля, в том числе повышение квалификации руководителей и специалистов хозяйств на действующих факультетах вузов, а также другая часть, решающая вопрос об организации Государственного научно-исследовательского института земельных ресурсов.

Через все постановление проходит идея самого активного участия органов лесного хозяйства в борьбе против эрозии почв. Очевидно, для этого необходима хорошая подготовка каждого инженера лесного хозяйства по вопросам лесной мелиорации. Это надо учесть в учебном плане, обеспечив этой дисциплине достаточное число часов, полноценный курсовой проект, экзамен и дипломное проектирование. Таково веление времени, вытекающее из постановления «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии».

П. И. Войчалъ.

*Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук
(Архангельский лесотехнический институт).*

УДК 631.847

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ
МЕЖДУРЯДНОЙ КУЛЬТУРОЙ
МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА МНОГОЛИСТНОГО****Б. Д. ЖИЛКИН**

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Белорусский технологический институт)

В большинстве лесорастительных районов, в том числе в Подмоскowie, в числе средств повышения продуктивности лесов основное место занимает гидротехническая мелиорация, а работы по биологической мелиорации легких почв отодвигаются «на отдаленное будущее» [2]. Между тем эти почвы по своей природе бедны органическим веществом, что обуславливает их плохие водные свойства, низкую буферность, бедность основаниями и элементами минеральной пищи растений, особенно азотом. Эти почвы крайне нуждаются в повышении плодородия и в первую очередь в обогащении органическим веществом и азотом, утраченными в результате прокаливания в огне лесных пожаров, наиболее частых на легких почвах.

Важнейшими источниками органического вещества на легких почвах принято считать лесную подстилку, навоз, торф, компосты, живой напочвенный покров, особенно люпин и другие бобовые.

Люпин давно занял прочное место в земледелии. В лесном хозяйстве его стали применять с конца прошлого столетия. В результате длительных исследований у нас сложилось представление, что среди мероприятий по улучшению условий местопроизрастания первое место занимает биологическая мелиорация легких почв путем междурядной культуры многолетнего люпина. Этот азотособираТЕЛЬ на легких почвах в наших опытах в лесах БССР дает очень высокие урожаи (до 90 т/га). Однако история повышения продуктивности лесов культурой люпина в отечественном лесоводстве долгое время складывалась из немногих эпизодических, часто незавершенных опытов, а главным образом — из логических умозаключений, далеких географических экстраполяций, догадок. Что касается зарубежного опыта, то проф. В. Виттих [3], подводя в 1956 г. итоги 50-летнего влияния люпина на лесную почву в Эбнате, отметил, что этот вопрос ждет еще своего исследователя.

Мы [3] поставили перед собой задачу посылить этот пробел и, после систематизации, сводки и обработки литературных источников обратились в 1951 г. через печать к лесоводам с предложением заложить полевые опыты по простой схеме: в шахматном порядке располагаются 1) три делянки с посевом многолистного люпина мно-

многолетнего в междурядья посадок сосны, достигших полуметровой высоты, в обработанные (рыхлением на глубину 3—8 см) полосы, 2) три делянки с аналогичной обработкой почвы, без посева люпина и 3) три делянки с ненарушенным живым покровом в междурядьях. Размеры делянок определяются количеством подопытных сосен (200—400 шт.). Несколько позже мы разработали методику закладки полевых опытов по более сложной схеме (до 21 варианта с трехкратной повторностью), по которой у нас заложен стационар 8ⁿ.

Исследования ведутся, главным образом, в сухом бору (сосняке вересковом) III—IV классов бонитета, свежем бору (сосняке брусничном) III класса, свежей субори (сосняке орляково-брусничном) II класса и влажной субори (сосняке орляково-черничном) I класса бонитета.

Девять лет спустя после введения люпина в верхнем, наиболее корнеобитаемом слое почвы на глубине 5—10 см оказалось повышенным содержание гумуса (в процентах к абс. сухому весу почвы): в сосняке вересковом на 41%, в брусничном — на 47, в орляково-брусничном — на 94 и в орляково-черничном — на 44%. При этом улучшилось и его качество: отношение C/N стало уже.

Содержание общего и легко гидролизуемого азота также увеличилось, а именно: в сосняке вересковом на 67 и 59%, брусничном — на 54 и 16%, орляково-брусничном — на 114 и 70%, орляково-черничном — на 171 и 8%. Под влиянием люпина в этот период повысилось содержание в почвах калия и кальция; в некоторых случаях фосфора, увеличились показатели суммы поглощенных оснований и степени насыщенности почвы основаниями.

Влияние люпина на влажность почвы оказалось несущественным. Наши исследования, проведенные в сухом бору и влажной субори путем эпизодических наблюдений на стационарах с сопутствующей культурой многолетнего люпина и на ближайшем поле, показали, что под влиянием густой (двухрядной) культуры люпина уменьшается освещенность, прогреваемость, испаряемость и увлажненность почвы. Это приводит к существенным изменениям условий жизни сосны, причем в сухом бору — к положительным, а во влажной субори — к отрицательным.

Изменение запасов стволовой древесины семилетних культур сосны в сухом бору (сосняке вересковом) на стационаре 8ⁿ под влиянием разных видов удобрений, включающих сопутствующую междурядную культуру кормового многолетнего люпина многолистного сорта «Белорусский», показало, что лучшие результаты дал вариант с внесением 200 г торфокрошки в посадочную щель, увеличивший в 7-летнем возрасте сосны ее запас в 9 раз по сравнению с контролем с частичной обработкой почвы плужными бороздами в вереске и в 2 раза по сравнению с контролем со сплошной обработкой почвы; варианты с люпином по фону минеральных удобрений и с мульчированием посевных рядков торфокрошкой занимают следующие места.

Увеличение запасов стволовой древесины в молодняках сосны с последующей культурой многолетнего люпина за 8—9 лет его удобряющего действия достигло в сосняке вересковом IV класса бонитета — 89%, в брусничнике III класса — 132%, в орляково-брусничном II класса — 146% и орляково-черничном I класса — 176%.

Сопоставляя рост посадок сосны в этих четырех типах леса в одном и том же 13-летнем возрасте (табл. 1), мы выявили максимальное влияние люпина в свежей субори. При повышении сухости или влажности условий произрастания прибавки запасов стволовой древесины снижаются.

Наименование почвенных разностей	Оценочный балл (бонитет) пахотных почв БССР по А. Г. Медведеву и Л. Н. Суровому	Тип растительных условий и тип леса	Класс бонитета сосны	Участие в лесокультурном фонде БССР, %	№ стационара
Дерново-подзолистая рыхлопесчаная слабо оподзоленная на дюнных бугристых песках	10	Очень сухой бор (A ₀), сосняк вересково-лишайниковый	V—Va	5	В Су толь и
Дерново-подзолистая связнопесчаная слабо и средне оподзоленная, подстилаемая песком	37	Сухой бор (A ₁), сосняк вересковый	IV—III	36	8 ^е
Дерново-подзолистая связнопесчаная слабо и средне оподзоленная, подстилаемая морской	42	Свежий бор (A ₂), сосняк брусничный	III	10	8 ^и
Дерново-подзолистая рыхлосупесчаная, подстилаемая морской	51	Свежая суборь (B ₂), сосняк орляково-брусничный	II	33	8 ^к
Дерново-подзолистая связносупесчаная оглеенная внизу	58	Влажная суборь (B ₃), сосняк орляково-черничный	I	11	8 ^а

Исследование роста сосны и ели под влиянием последующей и сопутствующей культуры многолетнего люпина в разных типах леса и при разных возрастах древостоев по результатам повторных обмеров на стационарах показало, что сосны и ели с 7- до 35-летнего возраста на секциях с люпином имеют большие высоты и диаметр, чем на контрольных, независимо от типов леса и последующей или сопутствующей форм его введения, и, как говорят сопоставления статистических показателей, они существенны и доказаны.

Показатели влияния многолетнего люпина на повышение запасов стволовой древесины в сосняках вересковых IV—III классов бонитета также существенны и доказаны как при последующей, так и при сопутствующей форм его введения (при сопутствующей даже в результате введения менее урожайного кормового люпина).

На более плодородных почвах в сосняках орляково-брусничных II класса бонитета и орляково-черничных I класса положительные результаты получены только при последующей форме введения люпина, 2—4 года спустя после посадок однолетней сосны. Этот способ дает такие же прибавки, как в сосняках вересковых, и даже более высокие (до 276%).

Результаты повторных обмеров на стационарах 5^а (с сосной 42-летнего возраста) и служащем дополнением к нему 8^е (с сосной 19 лет) показывают, что в сосняке вересковом при последующем введении многолетнего люпина в междурядья культур сосны 7-летнего возраста на четвертый год влияния люпина на повышение запаса стволовой массы максимально. Наблюдающееся с возрастом снижение уровня превышения запасов стволовой древесины на секциях с люпином

Таблица 1

Делянки	Возраст сосны, лет	Срок действия люпина, лет	Запас стволовой древесины сосны, м ³	Дополнительный прирост, м ³	Стоимость дополнительного прироста, руб.	Урожай семян люпина, ц/га	Чистый доход от семян люпина, руб.	Стоимость механизированной люпинизации, руб.	Чистый доход от люпинизации общий (в среднем за 1 год руб.)	Срок окупаемости, лет
БССР опытов нет										
для по опыту в лесничестве Цеп в южной Чехии, люпин растет ко после подготовки почвы глубокой вспашкой и внесения извести фосфорно-калийных удобрений										
Контрольная	13	—	3,9	—	—	—	—	—	—	—
С люпином	13	6	7,9	4,00	4,40	2,5	15,0	16	$\frac{3,39}{0,57}$	28
Контрольная	13	—	6,46	—	—	—	—	—	—	—
С люпином	13	9	14,97	8,51	9,36	4,4	26,4	16	$\frac{19,76}{2,47}$	6
Контрольная	13	—	10,08	—	—	—	—	—	—	—
С люпином	13	9	24,77	14,69	16,16	5,2	31,2	12	$\frac{35,33}{4,42}$	3
Контрольная	13	—	12,7	—	—	—	—	—	—	—
С люпином	13	10	23,0	10,30	11,33	7,2	43,2	12	$\frac{42,40}{4,71}$	3

по сравнению с контрольными невелико и дает основание полагать, что преимущество на делянках с люпином сохранится до возраста главной рубки. Все же после 40 лет с завершением периода сильного самоизреживания мы считаем целесообразным испытать повторное введение люпина посадкой двухлетней рассады, взятой из густых зарослей люпинников старшего возраста (испытавшей естественный массовый отбор на теневыносливость).

Посадки двухлетней ели как при последующей, так и при сопутствующей формам введения люпина начали давать значительные прибавки в росте по высоте, диаметру и запасу лишь с восьмого года жизни ели, но зато их реакция на люпин с этого возраста проявляется сильнее, чем у сосны.

Наряду с положительным влиянием люпина на рост сосны и ели, на секциях с люпином отмечаются и более высокие показатели веса модельных деревьев, их стволов, сучьев и ветвей, хвои и корней. Качество древесины стволов также лучше, так как процент веса сучьев от веса стволов на них меньше.

Специально проведенное нами [4] исследование на стационаре 5^a показало, что введение многолетнего люпина в междурядья сосновых культур 1923 г. к 35-летнему возрасту существенно увеличило участие деревьев высших классов продуктивности и узкокронных сосен (последних до 63% против 47% на контроле).

Дисперсионным анализом [4] доказано, что наиболее существенные изменения отношений диаметров крон к диаметрам стволов в условиях данного опыта наблюдаются в результате изменения плодородия почвы под влиянием воздействия многолетнего люпина.

Получены положительные показатели влияния люпина на анатомическое строение и физико-механические свойства древесины сосны в сосняке вересковом на стационаре 5^а.

Результаты наших исследований древесины в сосняке вересковом и ели в ельнике-черничнике согласуются с данными Х. Пехмана и А. Вуртца [3].

Исследованиями Ю. Н. Азниева [1] получены данные, показывающие большое влияние многолетнего люпина на повышение плодоношения сосны на наших стационарах 5^а и 5^б.

И. Э. Рихтер [3] показывает, что на секциях с люпином, наряду с улучшением почвенного питания, увеличением листовой поверхности и содержания хлорофилла, в хвое сосны более интенсивно протекают процессы фотосинтеза, дыхания и оттока ассимилятов в осевые органы.

Наши с И. Э. Рихтером данные 1964 г. [3] о биологическом круговороте азота, фосфора, калия и кальция в молодняках сосны 13-летнего возраста в четырех типах леса на секциях контрольных и с люпином при последующей и сопутствующей формах его междурядной культуры показали, что биологическая мелиорация сосняков междурядной культурой многолетнего люпина многолистного, способствующая значительному обогащению почвы элементами питания, вместе с тем, обеспечивает более интенсивный их круговорот, благодаря которому они многократно участвуют в обмене веществ между сосновыми насаждениями и почвой. Этим объясняется непрекращающееся повышение продуктивности лесных культур после значительного вытеснения и даже полного исчезновения люпина из сообщества в стадии чащи.

В культурах сосны первого класса возраста, произрастающих на легких почвах, годовое потребление из почвы элементов питания в несколько раз превышает их возврат в почву. В этом возрасте сосна испытывает недостаток не только в азоте, но и в калии, кальции и фосфоре.

Интенсификация биологического круговорота веществ сосны под влиянием последующей междурядной культуры люпина протекает тем эффективнее, чем выше исходное плодородие почвы и ежегодный урожай органической массы люпина и чем продолжительнее его влияние.

Многолетний люпин многолистный, введенный сопутствующей культурой в междурядья посадок сосны и ели в возрасте 3—7 лет, может значительно повысить доход от побочного пользования урожаями его семян и сена.

Богатый белками люпиновый корм используется не только для домашнего скота и птицы, но и для подкормки дичи в охотничьих хозяйствах и рыбы в рыбоводческих.

Под влиянием многолетнего люпина улучшаются физические свойства лесных почв и повышается водоохранная роль леса. Мощно развитыми корневыми системами он скрепляет почву крутосклонов, откосов и песков, предотвращает смыв и размыв почв. Поэтому он может широко использоваться в защитных лесонасаждениях. Он явно улучшает санитарно-гигиенические и эстетические свойства леса.

Под влиянием многолетнего люпина происходит отмечаемое в литературе сокращение повреждений леса биотическими и абиотическими факторами.

Начиная со второго года жизни, многолетний люпин вытесняет конкурирующие с сосной сорняки и позволяет обходиться без дорогостоящих прополок культур.

Ориентировочные показатели экономической эффективности биологической мелиорации сосновых молодняков последующей междуряд-

ной культурой многолетнего люпина многолистного в разных типах леса Негорельского учебно-опытного лесхоза БССР (при среднегодовой температуре $+5,4^{\circ}\text{C}$, среднегодовом количестве осадков 635 мм, таксовой стоимости обезличенного 1 м^3 древесины 1 р. 10 к. и 1 ц семян люпина 36 руб.) приведены в табл. 1.

В зависимости от агротехники посадки лесных культур и введения в их междурядья люпина затраты на люпинизацию в 1964 г. в Ярцевском опытно-показательном лесхозе Смоленской области составляли 6--37% от затрат на производство лесных культур без люпина.

Проведенные нами исследования говорят о том, что междурядная культура многолетнего люпина многолистного является одним из самых доступных и экономичных способов повышения продуктивности сосняков и ельников, произрастающих на легких почвах.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ю. Н. Азниева. О влиянии многолетнего люпина на плодоношение сосны обыкновенной. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963. [2]. А. Бородин, А. Юдин, А. Гангнус. Леса будущего создаются сегодня. Газ. «Лесная промышленность» от 27 ноября 1965 г., № 142 (4420). [3]. Б. Д. Жилкин. Повышение продуктивности лесов культурой люпина. Изд. «Высшая школа», Минск, 1965. [4]. Б. Д. Жилкин. Классификация деревьев по продуктивности. Изд. «Лесная промышленность», М., 1965.

Поступила в редакцию
29 декабря 1965 г.

УДК 631.31

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЛЕСНЫХ ДИСКОВЫХ ОРУДИЙ НА ХАРАКТЕР ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ МАССЫ

П. С. НАРТОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

С. С. ЛИТВИНКОВ

Доцент, кандидат физико-математических наук

(Воронежский лесотехнический институт)

Рабочие органы лесных дисковых орудий совершают сложное движение в почве. Они не только перемещаются поступательно вместе с орудием, но и вращаются под действием реактивных моментов вокруг своей оси. Вопрос о том, как влияет вращательное движение сферических дисков на характер перемещения почвенной массы, а следовательно, и на качество обработки почвы, в настоящее время не изучен. В данной статье изложены результаты проведенных нами сравнительных исследований работы вращающихся дисков и дисков, заторможенных при поступательном движении орудия. При этом отдельно рассматривается случай воздействия диска на «сжимаемый» почвенный слой, к которому по своим свойствам близки слабосвязанные почвы, и на «несжимаемую» почвенную массу, к которой могут быть отнесены сильно задернелые почвы, пронизанные корнями древесно-кустарниковой растительности.

На разных отрезках траектории законы перемещения почвенной массы под действием рабочей поверхности диска неодинаковы.

При движении по нижней части диска пласт опирается основанием непосредственно на дно борозды. В этой зоне не происходит сползания пласта с поверхности диска под действием собственного веса. Почвенные частицы «сжимаемого» пласта перемещаются в этом случае в направлении сил, приложенных к ним со стороны диска. Эти силы отклонены от нормали к рабочей поверхности на угол трения в плоскости относительного перемещения почвенных частиц. Плоскость относительного перемещения как у заторможенных, так и у вращающихся дисков проходит через нормаль в данной точке рабочей поверхности и через вектор скорости движения этой точки. Однако ввиду того, что скорость движения любой точки рабочей поверхности имеет у заторможенных и вращающихся дисков разную величину и направление, плоскости абсолютного перемещения почвенных частиц, а следовательно, скорости и траектории этого перемещения не совпадают.

У заторможенных дисков вся рабочая поверхность перемещается с одинаковой скоростью, равной поступательной скорости

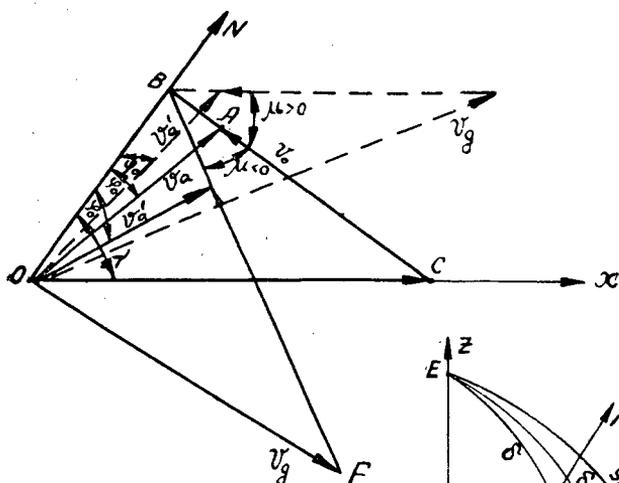


Рис. 1. Схема перемещения почвенной частицы.

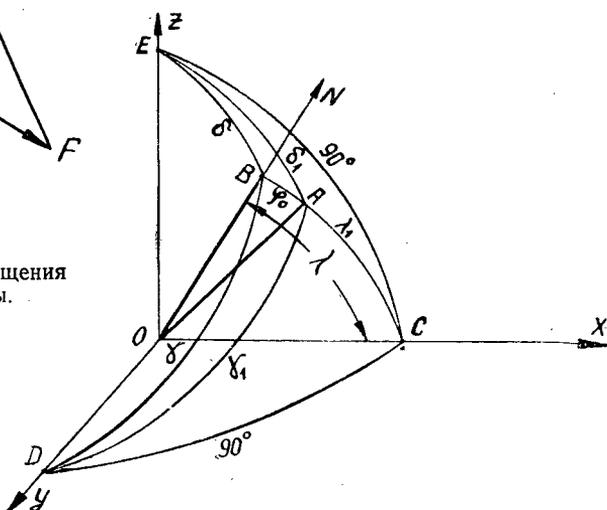


Рис. 2. К определению углов, образуемых вектором абсолютной скорости перемещения почвенной частицы с координатными осями в случае заторможенного диска.

движения агрегата. Абсолютная скорость элементарного перемещения почвенной частицы в точке O поверхности диска находится из прямоугольных треугольников OBC и OAB , изображенных на рис. 1. При этом имеется в виду, что относительная скорость V_0 направлена по касательной к поверхности диска. Из этих треугольников имеем

$$V_a = V \frac{\cos \lambda}{\cos \varphi_0}, \quad (1)$$

где V — поступательная скорость движения агрегата;

φ_0 — угол трения почвы о поверхность диска;

λ — угол между внутренней нормалью \overline{ON} к рабочей поверхности и осью x . Для сферического диска этот угол определяется формулой

$$\cos \lambda = - \frac{x}{R}, \quad (2)$$

здесь x — продольная координата данной точки поверхности диска относительно центра сферы;

R — радиус кривизны рабочей поверхности диска.

Аналогично находятся углы γ и δ , образуемые нормалью с осями y и z

$$\cos \gamma = - \frac{y}{R}; \quad (3)$$

$$\cos \delta = -\frac{z}{R}. \quad (4)$$

Проекция вектора абсолютной скорости на координатные оси равны (рис. 2)

$$V_{ax} = V_a \cos \lambda_1; \quad (5)$$

$$V_{ay} = V_a \cos \gamma_1; \quad (6)$$

$$V_{az} = V_a \cos \delta_1, \quad (7)$$

где λ_1 , γ_1 , δ_1 — углы, образуемые вектором абсолютной скорости и осями координат.

Угол λ_1 равен

$$\lambda_1 = \lambda - \varphi_0,$$

отсюда

$$\cos \lambda_1 = \cos \lambda \cos \varphi_0 + \sin \lambda \sin \varphi_0. \quad (8)$$

Угол γ_1 определяется из сферического треугольника $OABD$

$$\cos \gamma_1 = \cos \gamma \cos \varphi_0 + \sin \gamma \sin \varphi_0 \cos ABD,$$

но $\angle ABD = \angle CBD$, а $\cos CBD$ находим из сферического треугольника $OCBD$

$$\cos CBD = -\operatorname{ctg} \lambda \operatorname{ctg} \gamma.$$

Тогда

$$\cos \gamma_1 = \cos \gamma \cos \varphi_0 - \cos \gamma \sin \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda. \quad (9)$$

Величину $\cos \delta_1$ определяем из сферического треугольника $OABE$

$$\cos \delta_1 = \cos \delta \cos \varphi_0 + \sin \delta \sin \varphi_0 \cos ABE,$$

но $\angle ABE = \angle CBE$, а из сферического треугольника $OCBE$ имеем

$$\cos CBE = -\operatorname{ctg} \lambda \operatorname{ctg} \delta,$$

и, следовательно,

$$\cos \delta_1 = \cos \delta \cos \varphi_0 - \cos \delta \sin \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda. \quad (10)$$

Используя выражения (1), (8), (9) и (10), из соотношений (5), (6), (7) получаем

$$V_{ax} = V \cos^2 \lambda (1 + \operatorname{tg} \lambda \operatorname{tg} \varphi_0); \quad (5a)$$

$$V_{ay} = V \cos \lambda \cos \gamma (1 - \operatorname{ctg} \lambda \operatorname{tg} \varphi_0); \quad (6a)$$

$$V_{az} = V \cos \lambda \cos \delta (1 - \operatorname{ctg} \lambda \operatorname{tg} \varphi_0). \quad (7a)$$

Имея в виду, что $V_{ay} = \frac{dy}{dt}$ и $V_{az} = \frac{dz}{dt}$, напомним уравнение

$$\frac{dy}{V_{ay}} = \frac{dz}{V_{az}}.$$

Подставив в него значения V_{ay} и V_{az} из формул (6a) и (7a), получим дифференциальное уравнение проекции траектории абсолютного движения почвенной частицы на плоскость yOz .

$$\frac{dy}{\cos \gamma} = \frac{dz}{\cos \delta}. \quad (11)$$

Заменив в этом выражении косинусы углов их значениями из уравнений (3) и (4), окончательно получим

$$\frac{dy}{y} = \frac{dz}{z}. \quad (12)$$

Проинтегрировав полученное выражение, найдем решение

$$y = Cz. \quad (13)$$

Из уравнения (13) следует, что в нижней части заторможенного диска проекция траектории движения почвенной частицы на плоскость yOz представляет собой прямую с угловым коэффициентом C . Величина этого коэффициента зависит от геометрических параметров диска и положения на режущей кромке начальной точки траектории.

При движении в почве вращающегося диска абсолютная скорость V'_a также отклонена от нормали на угол трения φ_0 , но только в другой плоскости, положение которой определяется величиной и направлением скорости вращательного движения рабочей поверхности (рис. 1). Величину абсолютной скорости V'_a рассчитывают по формуле (1). Проекции вектора этой скорости на координатные оси

$$V'_{ax} = V'_a \cos \lambda_2; \quad (14)$$

$$V'_{ay} = V'_a \cos \gamma_2; \quad (15)$$

$$V'_{az} = V'_a \cos \delta_2. \quad (16)$$

Косинусы углов λ_2 , γ_2 , δ_2 определим из сферических треугольников, изображенных на рис. 3.

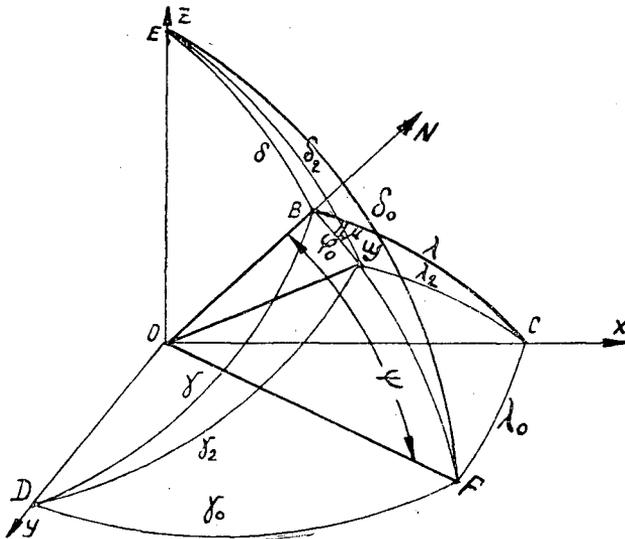


Рис. 3. К определению углов, образуемых вектором абсолютной скорости перемещения почвенной частицы с координатными осями в случае вращающегося диска.

Из сферического треугольника $OGBC$ имеем

$$\cos \lambda_2 = \cos \lambda \cos \varphi_0 + \sin \lambda \sin \varphi_0 \cos \mu, \quad (17)$$

здесь μ — угол между плоскостями относительного перемещения почвенных частиц по поверхности заторможенного и вращающегося дисков.

$\cos \mu$ найдем из сферического треугольника $OBCF$

$$\cos \mu = \frac{\cos \lambda_0 - \cos \lambda \cos \psi}{\sin \lambda \sin \psi}, \quad (18)$$

где ψ — угол между нормалью и вектором скорости данной точки рабочей поверхности диска.

$\cos \psi$ находят по формуле

$$\cos \psi = \cos \lambda \cos \lambda_0 + \cos \gamma \cos \gamma_0 + \cos \delta \cos \delta_0. \quad (19)$$

В формуле (19) $\cos \lambda_0$, $\cos \gamma_0$, $\cos \delta_0$ — направляющие косинусы вектора скорости любой точки рабочей поверхности вращающегося диска. Они выражаются через параметры диска и определяются формулами

$$\cos \lambda_0 = \frac{1 - \frac{2\rho}{D} \sin \beta \sin \alpha \cos \alpha \sin (\Theta \cos \alpha) - \sqrt{1 + \frac{4\rho^2}{D^2} \cos^2 \alpha - \frac{4\rho}{D} \cos \alpha [\cos \alpha \cos (\Theta \cos \alpha) + \frac{2\rho}{D} \cos^2 \alpha \cos (\Theta \cos \alpha)]}}{\sin \beta \sin \alpha \sin (\Theta \cos \alpha)}; \quad (20)$$

$$\cos \gamma_0 = \frac{\frac{2\rho}{D} \sin \alpha \cos \alpha \cos (\Theta \cos \alpha) - \sqrt{1 + \frac{4\rho^2}{D^2} \cos^2 \alpha - \frac{4\rho}{D} \cos \alpha [\cos \alpha \cos (\Theta \cos \alpha) + \frac{2\rho}{D} \sin \beta \cos^2 \alpha \sin (\Theta \cos \alpha)]}}{\sin \beta \sin \alpha \sin (\Theta \cos \alpha)}; \quad (21)$$

$$\cos \delta_0 = \frac{\frac{2\rho}{D} \cos \alpha \cos \beta \sin (\Theta \cos \alpha)}{\sqrt{1 + \frac{4\rho^2}{D^2} \cos^2 \alpha - \frac{4\rho}{D} \cos \alpha [\cos \alpha \cos (\Theta \cos \alpha) + \sin \beta \sin \alpha \sin (\Theta \cos \alpha)]}}; \quad (22)$$

здесь ρ — расстояние от данной точки рабочей поверхности до оси вращения диска;

Θ — угол в плоскости вращения между радиусом диска, проходящим через самую нижнюю точку его режущей кромки, и отрезком, соединяющим ось вращения диска с данной точкой рабочей поверхности. Отсчет угла Θ ведется по часовой стрелке;

D — диаметр диска;

α — угол атаки;

β — угол наклона диска относительно вертикальной оси.

Расчеты, произведенные по формуле (18), показывают, что угол μ за время перемещения пласта по диску меняется от определенной отрицательной величины до величины положительной (рис. 1), а переход значения угла μ через нуль происходит в секторе, где $0^\circ < \Theta < 60^\circ$.

Подставив выражение (18) в формулу (17), получим значение $\cos \lambda_2$

$$\cos \lambda_2 = \cos \lambda \cos \varphi_0 + \sin \varphi_0 \frac{\cos \lambda_0 - \cos \lambda \cos \psi}{\sin \psi}. \quad (23)$$

Из сферического треугольника $OBDG$ найдем (рис. 3)

$$\cos \gamma_2 = \cos \gamma \cos \varphi_0 + \sin \gamma \sin \varphi_0 \cos DBG.$$

Но $\angle DBG = \angle DBF$, а, как видно из треугольника $ODBF$,

$$\cos DBF = \frac{\cos \gamma_0 - \cos \gamma \cos \psi}{\sin \gamma \sin \psi},$$

отсюда

$$\cos \gamma_2 = \cos \gamma \cos \varphi_0 + \sin \varphi_0 \frac{\cos \gamma_0 - \cos \gamma \cos \psi}{\sin \psi}. \quad (24)$$

Из сферического треугольника $OGBE$ имеем

$$\cos \delta_2 = \cos \delta \cos \varphi_0 + \sin \delta \sin \varphi_0 \cos GBE,$$

а так как $\angle GBE = \angle FBE$, то из треугольника $OFBE$ найдем

$$\cos FBE = \frac{\cos \delta_0 - \cos \delta \cos \psi}{\sin \delta \sin \psi}.$$

Отсюда следует, что

$$\cos \delta_2 = \cos \delta \cos \varphi_0 + \sin \varphi_0 \frac{\cos \delta_0 - \cos \delta \cos \psi}{\sin \psi}. \quad (25)$$

Подставив выражения (23), (24), (25) в формулы (14), (15), (16) и произведя преобразования, получим проекции на координатные оси вектора абсолютной скорости перемещения почвенной частицы рабочей поверхностью вращающегося диска

$$V'_{ax} = V \cos^2 \lambda \left[1 + \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{tg} \lambda \left(\frac{\cos \lambda_0 - \cos \lambda \cos \psi}{\sin \lambda \sin \psi} \right) \right]; \quad (14a)$$

$$V'_{ay} = V \cos \lambda \cos \gamma \left[1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \gamma_0}{\cos \gamma}}{\sin \psi \operatorname{ctg} \lambda} \right) \right]; \quad (15a)$$

$$V'_{az} = V \cos \lambda \cos \delta \left[1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \delta_0}{\cos \delta}}{\sin \psi \operatorname{ctg} \lambda} \right) \right]. \quad (16a)$$

Сравнение формул (5а) и (14а) показывает, что у вращающихся дисков скорость продольного перемещения почвенных частиц меньше, чем у заторможенных, так как множитель в круглых скобках в формуле (14а) меньше единицы. Действительно, ψ , λ , λ_0 — стороны одного сферического треугольника (рис. 3), а так как разность двух сторон такого треугольника меньше третьей, то есть $\lambda - \psi < \lambda_0$, то $\cos(\lambda - \psi) > \cos \lambda_0$ или

$$\cos \lambda \cos \psi + \sin \lambda \sin \psi > \cos \lambda_0,$$

и поэтому

$$\frac{\cos \lambda_0 - \cos \lambda \cos \psi}{\sin \lambda \sin \psi} < 1.$$

Что касается проекций скорости на оси y и z , то математическое доказательство (ввиду его громоздкости) мы не приводим, но из рис. 1 легко видеть, что $V'_{ay} > V_{ay}$ при $\mu < 0$ и $V'_{ay} < V_{ay}$ при $\mu > 0$. И соответственно $V'_{az} < V_{az}$ при $\mu < 0$ и $V'_{az} > V_{az}$ при $\mu > 0$.

Из формул (15а) и (16а) получаем для вращающегося диска дифференциальное уравнение проекции траектории перемещения почвенной частицы на плоскость yOz

$$\frac{dy}{\cos \gamma \left[1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \gamma_0}{\cos \gamma_0}}{\sin \psi} \right) \right]} = \frac{dz}{\cos \delta \left[1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \delta_0}{\cos \delta}}{\sin \psi} \right) \right]} \quad (26)$$

Из уравнений (11) и (26) находим выражение для $\frac{dz}{dy}$, характеризующее наклон траектории к горизонту. Из него следует, что при $\mu < 0$ траектория в случае вращающегося диска более пологая, чем у заторможенного. При $\mu > 0$ наблюдается обратная картина.

Таким образом, вращательное движение дисков изменяет скорость и траекторию относительного перемещения «сжимаемой» почвенной массы. Почвенные частицы сначала перемещаются по более пологой траектории, а затем поднимаются круче, чем по поверхности заторможенного диска.

В случае «несжимаемого» пласта скорость и траектория абсолютного перемещения почвенных частиц определяется только лишь геометрическими параметрами диска. Сила трения, а следовательно, и характер движения диска в почве не оказывают никакого влияния на перемещение пласта.

Закономерности, выведенные для нижней зоны рабочей поверхности диска, распространяются и на верхнюю зону, хотя в этой зоне на перемещение пласта накладывают отпечаток физико-механические свойства почвенной массы. А так как в верхней зоне диска $\mu > 0$, то траектория перемещения «сжимаемого» пласта в случае вращающегося диска поднимается более круто.

Движение слоя почвы после схода с рабочей поверхности диска определяется весом пласта, а также величиной и направлением абсолютной скорости его движения в момент схода с диска.

Примем точку схода пласта с диска за начало неподвижной системы координат. Дифференциальные уравнения свободного падения почвенной частицы в этом случае имеют вид

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = 0; \quad m \frac{d^2y}{dt^2} = 0; \quad m \frac{d^2z}{dt^2} = -mg.$$

Интегрируя эти уравнения, получаем

$$\frac{dx}{dt} = C_1; \quad \frac{dy}{dt} = C_2; \quad \frac{dz}{dt} = C_3 - gt,$$

где C_1, C_2, C_3 — произвольные постоянные, которые равны проекциям на координатные оси абсолютной скорости движения почвенной частицы в начальной точке,

$$C_1 = (V_{ax})_0; \quad C_2 = (V_{ay})_0; \quad C_3 = (V_{az})_0.$$

После повторного интегрирования находим

$$x = (V_{ax})_0 t + C_4; \quad (27)$$

$$y = (V_{ay})_0 t + C_5; \quad (28)$$

$$z = (V_{az})_0 t - \frac{gt^2}{2} + C_6, \quad (29)$$

здесь $C_4 = 0$, $C_5 = 0$, $C_6 = 0$, так как начало траектории совпадает с началом координат.

Подставив значения $(V_{ax})_0$, $(V_{ay})_0$, $(V_{az})_0$ из формул (5а), (6а), (7а) и (14а), (15а), (16а) в уравнения (27), (28), (29), получим следующие параметрические уравнения траекторий:

а) для заторможенного диска

$$x = V \cos^2 \lambda (1 + \operatorname{tg} \lambda \operatorname{tg} \varphi_0) t; \quad (30)$$

$$y = V \cos \lambda \cos \gamma (1 - \operatorname{ctg} \lambda \operatorname{tg} \varphi_0) t; \quad (31)$$

$$z = V \cos \lambda \cos \delta (1 - \operatorname{ctg} \lambda \operatorname{tg} \varphi_0) t - \frac{gt^2}{2}; \quad (32)$$

б) для вращающегося диска

$$x = V \cos^2 \lambda \left[1 + \operatorname{tg} \lambda \operatorname{tg} \varphi_0 \left(\frac{\cos \lambda_0 - \cos \lambda \cos \psi}{\sin \lambda \sin \psi} \right) \right] t; \quad (33)$$

$$y = V \cos \lambda \cos \gamma \left[1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \gamma_0}{\cos \gamma}}{\sin \psi} \right) \right] t; \quad (34)$$

$$z = V \cos \lambda \cos \delta \left[1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \delta_0}{\cos \delta}}{\sin \psi} \right) \right] t - \frac{gt^2}{2}. \quad (35)$$

Исключив время t из формул (30) и (31) с помощью выражения (32), а из (33) и (34) с помощью (35), найдем уравнение траектории абсолютного движения почвенной массы после схода с диска. Положив в найденных уравнениях $z = -h$ (где h — расстояние между точкой схода почвенной частицы с диска и поверхностью поля), получим дальность отбрасывания частицы в продольном и поперечном направлениях. Расчеты, произведенные по найденным выражениям, показали, что за пределами рабочей поверхности «сжимаемый» пласт под действием вращающегося диска перемещается на меньшее расстояние вдоль линии движения агрегата и сильнее отбрасывается в поперечном направлении, чем под действием диска заторможенного. У реального пласта, занимающего промежуточное положение между пластинами «сжимаемым» и «несжимаемым», это различие сохраняется, хотя и имеет несколько меньшую величину.

Таким образом, под влиянием вращательного движения рабочей поверхности диска изменяется траектория перемещения почвенной массы и конечное положение пласта после обработки.

Теоретические выводы нами были проверены экспериментально. Опыты проводили в почвенном канале на супесчано-суглинистой почве при плотности ее 11 кг/см^2 и абсолютной влажности $8,2\%$. В качестве рабочего органа был использован диск с параметрами: $D = 510 \text{ мм}$, $R = 1000 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 15^\circ$, при глубине обработки $a = 12 \text{ см}$.

Эксперимент осуществляли методом закладки в почву горизонтальной решетки из меченых деревянных шашек размером $8 \times 8 \times 8 \text{ мм}$. Решетку помещали на глубину 4 см , расстояние между шашками в поперечных рядах было принято равным 6 см , а в продольных — 10 см (рис. 4). Всего в решетке было четыре продольных ряда. Количество поперечных рядов подбирали с таким расчетом, чтобы в момент движения диска в зоне с мечеными шашками он мог занять такое положение, при котором часть шашек осталась бы еще в недеформированном слое почвы, часть оказалась в пласте, уже уложенном на поверхность поля, а основная масса находилась бы в слое, совершающем относительное движение по рабочей поверхности диска. В указанном

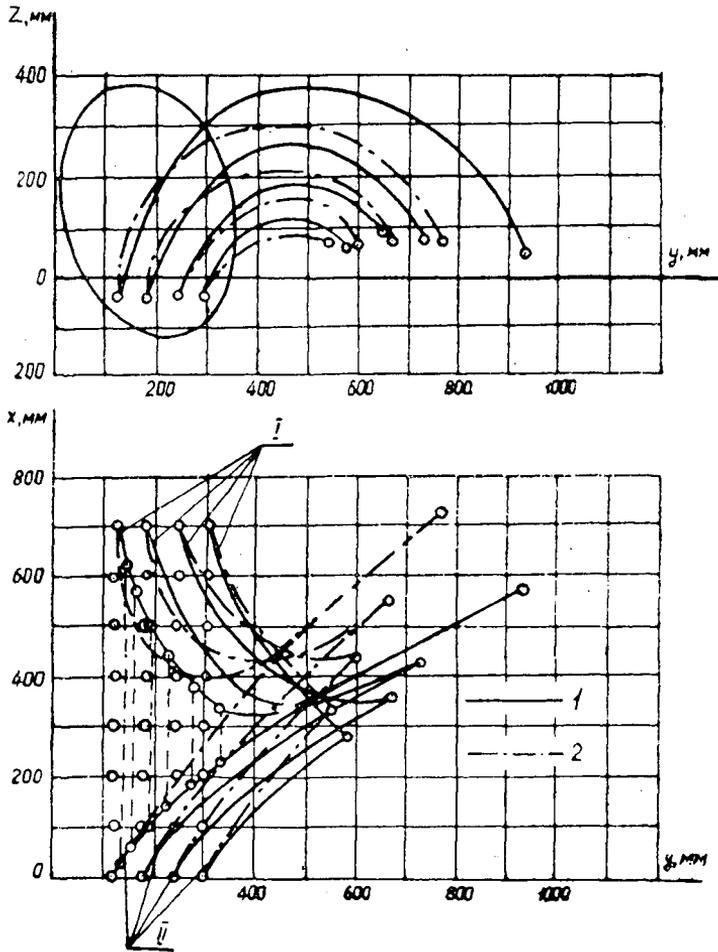


Рис. 4. Проекции траекторий относительного I и абсолютного II перемещений почвенной массы на плоскости xOy и yOz для вращающегося 1 и заторможенного 2 дисков.

положении с помощью соответствующих приспособлений производили мгновенную остановку агрегата.

Положение в пространстве каждой шашки продольного ряда в момент остановки фактически определяет собой положение одной и той же шашки в разные моменты времени. Линия же, соединяющая места расположения шашек, представляет собой траекторию движения почвенной частицы относительно поступательно перемещаемого агрегата.

Измерение пространственных координат меченых шашек после их раскопки вели с помощью профилометра-координатора. По полученным данным были построены проекции траекторий относительного и абсолютного перемещений почвенных частиц на плоскости xOy и yOz . В плоскости yOz проекции траекторий относительного и абсолютного перемещений совпадают между собой, так как переносное движение орудия происходит вдоль оси x . Для построения проекции траектории абсолютного перемещения на плоскость xOy сначала наносили линии относительного перемещения, а затем точки, характеризующие положение шашек на относительной траектории, переносили вдоль оси x на расстояние, равное отрезку между начальным положением данной шашки и той шашкой, для которой строится траектория. Порядок переноса для одного ряда шашек показан на рис. 4 пунктирными линиями.

Из представленных на рисунке экспериментальных данных видно, что в пределах рабочей поверхности диска траектории перемещения почвенных частиц под действием

заторможенного и вращающегося рабочих органов мало различаются, хотя все же заметен сначала более пологий, а затем более крутой подъем траектории в плоскости yOz у вращающегося диска. В плоскости xOy на этом участке траектория абсолютного перемещения почвы вращающимся диском сильнее отклонена в сторону оси y . Основное же различие наблюдается при движении пласта за пределами рабочей поверхности диска. На данном участке у вращающегося диска траектория сильнее вытянута в поперечном направлении и поднимается более круто, в результате чего этот диск отбрасывает пласт в сторону дальше, чем заторможенный. В горизонтальной плоскости проекция траектории перемещения почвенных частиц у заторможенных дисков ближе прилегает к оси x и сильнее вытянута вдоль нее, чем у вращающихся. Частицы, расположенные на разных расстояниях от края борозды, в обоих случаях в пределах зоны контакта с диском перемещаются по почти параллельным траекториям. За пределами диска траектории частиц, более удаленных от бороздного обреза, сильнее поднимаются и имеют большую длину, чем у частиц, расположенных у бороздного обреза, в результате чего поперечное сечение пласта сильно деформируется.

Таблица 1

Диск	Угол наклона диска, град	Перемещение средней точки (мм) при углах атаки (град)			
		15	25	35	45
Вращающийся	0	101	302	566	942
		178	296	374	443
	15	84	245	450	757
		120	245	316	379
	30	64	212	374	581
		54	163	255	323
Заторможенный	0	140	376	671	1141
		162	234	293	354
	15	116	284	529	918
		60	144	210	286
	30	82	231	430	704
		5	101	176	246

Примечание. В числителе — данные для продольного перемещения пласта; в знаменателе — для поперечного.

Многочисленные опыты, проведенные при разной установке дисков, показали, что различие в характере перемещения почвенной массы заторможенными и вращающимися дисками сохраняется при всех сочетаниях геометрических параметров рабочих органов. Это подтверждается данными табл. 1, в которой приведены расстояния продольного и поперечного перемещений средней точки пласта в случае заторможенного и вращающегося дисков ($D = 770$ мм, $R = 700$ мм).

Таким образом, экспериментальные исследования свидетельствуют о правильности теоретических выводов о влиянии дополнительного вращательного движения дисков на траекторию перемещения почвенной массы и на положение пласта после обработки. В конечном итоге это влияние отражается и на таких показателях качества, как оборот пласта и его сохранность.

Рассмотренная особенность перемещения почвы дисковыми рабочими органами должна учитываться при конструировании дисковых орудий.

Поступила в редакцию:
13 мая 1966 г.

УДК 634.0.443 : 674.032.475.47.3

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЗЫРЧАТОЙ РЖАВЧИНЫ СОСНЫ ВЕЙМУТОВОЙ

Н. Р. ПИСЬМЕННЫЙ

Инженер

(Госплан СССР)

В статье сообщаются некоторые результаты наших исследований культур сосны веймутовой в ряде лесхозов Воронежской, Липецкой, Курской, Белгородской, Тульской, Пензенской, Саратовской и некоторых других областей.

Известно, что ржавчинный грибок (*Cronartium ribicola* Dietr. = *Peridermium strobi* Kleb.) — пузырчатая или столбчатая ржавчина сосны веймутовой — облигатный двудомный паразит с полным циклом развития. Литературные данные о причинах, способствующих распространению и разной интенсивности развития пузырчатой ржавчины в насаждениях сосны веймутовой, сравнительно малочисленны и нередко противоречивы. Разноречивы также мнения в отношении возраста насаждений сосны веймутовой, в котором она чаще всего поражается этим грибом.

На основании материалов исследований и анализа данных, характеризующих условия местопроизрастания сосны веймутовой более чем в тридцати пунктах европейской части СССР, а также состояния древостоев этой породы, мы предприняли попытку выяснить вопрос о влиянии условий среды на степень поражаемости пузырчатой ржавчиной.

Во всех этих пунктах практически в непосредственной близости от насаждений встречаются или отдельные кусты смородины в диком виде, или посадки ее, а также крыжовник в садах и огородах.

Наибольший процент зараженных деревьев наблюдается в северо-западных районах европейской части страны, а в пределах этих районов — в насаждениях высших классов бонитета. Вначале мы заинтересовались наличием связи между кислотностью почвы и интенсивностью заражения насаждений сосны веймутовой. В пределах узких лесорастительных районов такой связи установить не удалось. В межзональном же разрезе она прослеживается, в частности, с понижением кислотности почв уменьшается и процент больных деревьев.

Следует однако учитывать, что заражение происходит на фоне целого комплекса условий среды, из которого трудно выделить только кислотность почвы, да и сам уровень кислотности — производное от этого комплекса. Имея это в виду и учитывая, что главными факторами, определяющими распространение растений (в том числе и спорых) по географическим зонам страны, в первую очередь являются температура воздуха, его влажность, количество осадков и почва, нами были проанализированы связи между этими факторами и степенью поражаемости сосны.

Таблица 1

Местонахождение культур сосны веймутовой	Относительная влажность воздуха в августе в 13 часов, %	Вероятность пасмурного состояния неба*, % дней августа	Средняя температура воздуха в августе, °С	Состав	Процент пораженных деревьев
				возраст и класс бонитета насаждения	
Литовская ССР					
Валкинское лесничество	68	55	15	$\frac{5С. в 5С.об}{48-II}$	14
Смалининское лесничество	68	55	15	$\frac{7С. в 2Б1С. об}{45-Ia}$	24
Белорусская ССР					
Бобруйский лесхоз	65	55	16	$\frac{9С. в 1Лц}{50-Ia}$	14
Узденский лесхоз	65	55	16	$\frac{10С. в}{56-I}$	12
Прилуцкая дача	65	55	16	$\frac{10С. в}{48-I}$	8
Сумская область					
Тростянецкий лесхоз	55	40	16,4	$\frac{6С. в 4Лц}{69-I}$	6
" "	55	40	16,4	$\frac{5С. в 3Д 1С.об}{52-I}$	4
" "	55	40	16,4	$\frac{4С. в 6Д}{28-I}$	1
Орловская область					
Моховое	54	39	17	$\frac{9С. в 1С.об}{10-I}$	0
"	54	39	17	$\frac{8С. в 2Б}{28-Ia}$	6
"	54	39	17	$\frac{10С. в}{80-I}$	9
Липецкая область					
Лесостепная опытная станция	54	39	17,2	$\frac{10С. в}{28-I}$	3,2
Ленинский лесхоз	52	39	17,6	$\frac{7С. в 3С.об}{28-I}$	1
Курская область					
Рыльский лесхоз	52	39	17,2	$\frac{10С. в}{16-I}$	0
"	52	39	17,2	$\frac{9С. в 1С.австр}{54-I}$	1
"	52	39	17,2	$\frac{10С. в}{54-I}$	1,5
Пензенская область					
Юрсовский лесхоз	51	38	17,6	$\frac{10С. в}{67-Ia}$	0,5
Воронежская область					
Воронцовский лесхоз	50	38	18	$\frac{10С. в}{30-II}$	0
Савальский лесхоз	49	38	18,2	$\frac{10С. в}{32-II}$	0
Молдавская ССР					
Каларашский лесхоз	49	30	19	$\frac{10С. в}{24-I}$	0

* При пасмурном небе облаками покрыто 0,8 небосвода.

Наличие прямой связи между относительной влажностью воздуха, а также общей увлажненностью территории и температурой воздуха во

второй половине августа подтвердило эти предположения (табл. 1). Из таблицы видно, что поражение веймутовой сосны пузырчатой ржавчиной не имеет общераспространенного характера и связано с экологическими условиями, максимально благоприятствующими прикреплению базидиоспор к хвое, их прорастанию и дальнейшему развитию. Чем выше относительная влажность воздуха и вероятность пасмурного неба в конце лета и начале осени, тем больше процент зараженных деревьев в насаждениях сосны веймутовой. Именно такие условия имеются в прибалтийских республиках и Белоруссии: несколько пониженная температура, сопровождаемая осадками, общая пасмурность с высокой относительной влажностью воздуха, слабые ветры, а также частые туманы. В районах со средней относительной влажностью в конце лета и начале осени (от 55% и ниже) и большим числом солнечных дней (больше 60%) интенсивность заражения насаждений сосны веймутовой невелика и пузырчатая ржавчина большого вреда не приносит (северная лесостепь). В районах, где относительная влажность воздуха в период созревания и переноса базидиоспор ниже 52—50%, преобладает солнечная погода и выпадают осадки ливнями, смывающими и прибивающими базидиоспоры к поверхности почвы, сосна веймутова не поражается (южная лесостепь). В пределах одних и тех же районов на интенсивность поражения влияет степень сомкнутости крон: чем она выше, тем ниже процент больных деревьев.

В насаждениях чаще поражаются наиболее развитые деревья (81% больных стволов — самые крупные, I и II классов роста). Около 75% имеют поражение примерно на границе мертвых и живых сучьев. Мицелий разрастается очень медленно — около 1 см по окружности в год и на 1—2 см вверх, практически не прирастая вниз. Пораженная ткань отмирает. Молодые деревья, как правило, погибают. Деревья же в стадии жердняка и более старые продолжают расти без существенного отличия от здоровых, а многие из них выздоравливают.

Более высок процент пораженных деревьев в древостоях старше 40—50-летнего возраста. Однако в это время период быстрого роста сосны веймутовой заканчивается, и ее необходимо рубить.

Широко известный вековой опыт разведения этой породы на склонах балок и оврагов в Мохомов, Орловской области, подобный же опыт Лесостепной опытной станции в Липецкой области и ряде других пунктов позволяет нам сделать вывод о большой целесообразности более широкого внедрения сосны веймутовой в районах лесостепи для создания различного рода противоэрозионных насаждений и облесения пустырей со смытыми почвами. При этом нет опасений в недостаточной засухоустойчивости сосны веймутовой, так как даже на границе лесостепи со степью, в типично борových условиях Савальской дачи Воронежской области, 33-летние культуры этой породы по продуктивности мало отличаются от культур сосны обыкновенной. В этих условиях сосна веймутова совершенно не страдает от подкоркового клопа, побеговлюнов и гораздо меньше, чем сосна обыкновенная, от хрущей.

Приведенные данные говорят о том, что сосна веймутова незаслуженно забыта. Опасения относительно поражения насаждений этой породы пузырчатой ржавчиной чрезмерно преувеличены. Во всех лесостепных районах от Днепра до берегов Волги на серых лесных почвах, свежих песчаных почвах с глинистыми прослойками, выщелоченных и оподзоленных черноземах эта порода заслуживает большего внимания.

УДК 634.0.561.3 : 674.031.632.26

ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ ПО ОБЪЕМУ В ПОРОСЛЕВЫХ ДУБРАВАХ

А. Ф. ЧЕРКАСОВ

Аспирант

(Воронежский лесотехнический институт)

Учитывая большое значение текущего прироста, отечественные ученые многое сделали для познания закономерностей и разработки методов его определения. Тем не менее, текущий прирост насаждений, в том числе и порослевых дубрав, изучен недостаточно.

Наши исследования проведены в порослевых дубняках третьего — четвертого вегетативного поколения в Правобережном лесничестве Учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института. Основной тип леса в районе исследований — свежая кленово-липовая судубрава. В насаждениях 22—65-летнего возраста в период с 1964 г. по 1965 г. заложены 22 пробные площади, на которых определен текущий прирост по методу М. Л. Дворецкого*. На 36 пробах, заложенных в 1951—1960 гг., сделан повторный пересчет. Текущий прирост в этом случае был найден как разность запасов древостоев по пересчетам настоящего и прошлого времени с учетом массы, выбранной при рубках ухода. На всех 58 пробных площадях определены необходимые таксационные показатели, в том числе полнота и класс бонитета с использованием таблиц хода роста, разработанных И. М. Науменко и Л. В. Бициным [1], объем древесины — по местным таблицам С. М. Рихтера [2].

В табл. 1 показан графически выравненный текущий прирост при различных классах бонитета дубовых порослевых насаждений в возрасте от 20 до 65 лет.

Таблица 1

Класс бонитета	Средняя полнота	Текущий прирост (м ³ /га) в возрасте (лет)									
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
I	0,82	8,0	8,1	8,2	—	—	—	—	—	—	—
II	0,81	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,3	6,1	5,8	5,5	5,2
III	0,88	—	—	5,3	5,4	5,5	5,6	5,2	4,9	4,5	4,1
IV	0,88	—	—	—	—	4,6	4,6	4,6	4,0	—	—

Как видно из таблицы, текущий прирост по объему имеет максимальное значение в древостоях II класса бонитета к 40 годам, III — к

* М. Л. Дворецкий. Определение текущего прироста по запасу древостоя с рубкой небольшого числа моделей. Журн. «Лесное хозяйство» № 12, 1961.

45 и IV — к 45—50. Эти результаты несколько отличаются от полученных Н. Н. Степановым [3] в Шиповом лесу. По его данным, текущий прирост достигает максимума в 60 лет, а на худших почвах — позже. По И. М. Науменко, В. Г. Нечистик, Е. Н. Науменко, текущий прирост во всех классах бонитета неуклонно снижается, начиная с 25—30 лет.

Для сравнения в табл. 2 приведены абсолютные значения текущего прироста по И. М. Науменко и нашим данным (класс бонитета II, полнота 0,8).

Таблица 2

Данные	Объемный текущий прирост в год (м ³ /га) в возрасте (лет)									
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	
И. М. Науменко	6,7	6,3	6,0	5,8	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5	
Наши	6,3	6,4	6,5	6,6	6,3	6,1	5,8	5,5	5,2	
Разница	+0,4	-0,1	-0,5	-0,8	-0,7	-0,5	-0,2	0,0	+0,3	
То же, %	6,0	1,6	8,3	13,8	12,5	8,9	3,6	—	5,5	

Расхождения с данными И. М. Науменко (до 13,8%) находятся в пределах точности принятых нами методов нахождения текущего прироста по объему. Заметим, однако, что И. М. Науменко определил текущий прирост дубрав в типе условий местопроизрастания D₂; наши исследования, как мы уже упоминали, проведены в типе С₂. Из таблицы следует, что относительно худшие условия произрастания дуба на супесях, по сравнению с ростом его на типично дубравных суглинистых почвах, начинают сказываться лишь к 65 годам (снижение текущего прироста к этому возрасту в типе С₂ идет более быстрыми темпами, чем в D₂). Весьма малую разницу в текущем приросте насаждений 25—65-летнего возраста, произрастающих в различных почвенных условиях, мы объясняем более высокой плотностью их в типе С₂.

В лесохозяйственной науке и практике, наряду с абсолютным текущим приростом, важно знать и процент его (отношение абсолютного прироста к запасу древостоя).

В табл. 3 показано изменение процента текущего прироста с возрастом.

Таблица 3

Класс бонитета	Процент текущего прироста в дубняках в возрасте (лет)									
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
I	7,8	6,4	5,4	—	—	—	—	—	—	—
II	8,8	7,4	6,0	4,8	3,7	2,9	2,5	2,2	2,0	1,9
III	—	—	5,2	4,5	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	2,0
IV	—	—	—	—	4,6	3,9	3,3	2,8	—	—

В насаждениях 40—60-летнего возраста, как это видно из табл. 3, процент текущего прироста тем выше, чем ниже класс бонитета. Это объясняется не высокой энергией роста древостоев низких классов бонитета, а значительно меньшими запасами их по сравнению с насаждениями более высоких классов.

Полученные нами значения процента текущего прироста можно использовать для определения абсолютного прироста по объему порослевых дубняков в типе леса свежая кленово-липовая судубрава. Для этого достаточно знать запас древостоя.

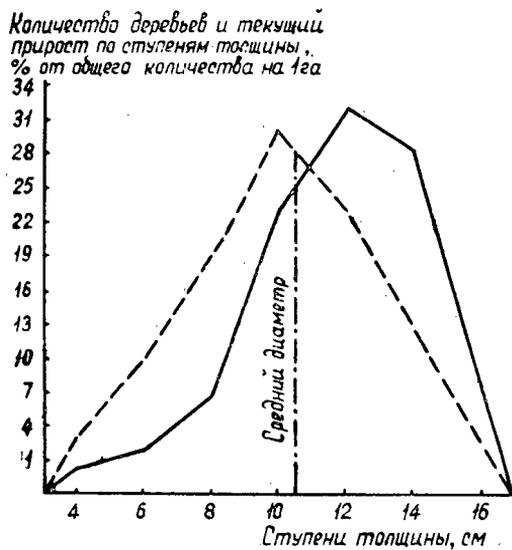


Рис. 1.

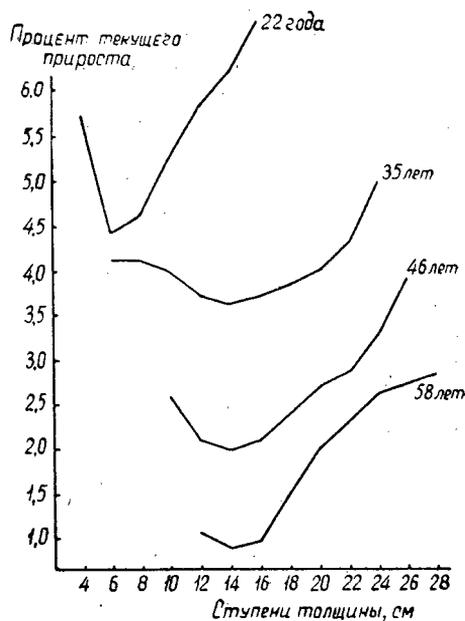


Рис. 2.

С целью более детального анализа текущего прироста мы сделали попытку распределить абсолютный прирост и процент его по ступеням толщины (рис. 1 и 2).

Мы выполнили подобные графики по 22 пробным площадям и убедились в том, что текущий прирост 22-летнего древостоя (рис. 1, сплошная линия) распределяется по ступеням толщины с такой же закономерностью, что и число деревьев (рис. 1, пунктир)*, однако кривая его распределения, как это видно на графике, смещена на ступень вправо (как бы запаздывая с реакцией на изменение числа стволов). Это положение относится лишь к древостоям, где рубки ухода проводятся с малой интенсивностью (по низовому методу) или не проводятся вовсе.

С помощью указанных графиков установлено, что деревья, имеющих диаметр ниже среднего, в изучаемых нами 22—25-летних дубняках обычно насчитывается около 63—68% от всего количества на 1 га; в 40—60-летних — 55—60%. Текущий прирост этих деревьев составляет соответственно 38—42% и 28—35% общего прироста на 1 га. Таким образом, основная масса прироста (60—70%) отлагается на деревьях, имеющих диаметр выше среднего.

По графикам, подобным приведенному на рис. 1, можно установить, какая часть текущего прироста выбирается из насаждения при рубках ухода. Для этого необходимо знать количество и диаметры деревьев, назначенных в рубку. В связи с этим весьма важным становится предварительный анализ древостоя перед рубками ухода.

Распределение процента текущего прироста по ступеням толщины в насаждениях разного возраста показано на рис. 2. Как правило, наибольший процент прироста имеют толстые деревья. После рубок ухода по верховому методу резко возрастает процент прироста тонких

* А. В. Тюрин. Строение одновозрастных насаждений. Записки Воронежского СХИ, т. VIII, Воронеж, 1927.

деревьев, что отмечал еще в 1939 г. Н. П. Георгиевский. Рис. 2 дает возможность сравнивать энергию прироста по объему деревьев разной толщины и различных насаждений.

Подобные графики, составленные для древостоев до рубок ухода и после них (разной интенсивности), позволят сказать, на сколько и как изменяется процент текущего прироста в результате разреживания древостоев, с какой энергией прирастают в объеме дерева разной толщины.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. М. Науменко, Л. В. Бицини. Обоснование возрастов рубок для дубовых порослевых насаждений лесостепи СССР. Научные записки ВЛТИ, т. XVIII, Воронеж, 1960. [2]. С. М. Рихерт. К вопросу составления объемных таблиц для дуба. Научные записки ВЛТИ, т. XI, Воронеж, 1950. [3]. Н. Н. Степанов. Влияние солонцеватости почв на рост дубовых насаждений Шипова леса. «Лесной журнал» № 1, 1904.

Поступила в редакцию
3 июня 1966 г.

УДК 634.0.164.3 : 674.032.475.542

КОРНЕВЫЕ СИСТЕМЫ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА РАЗНОЙ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ

Е. И. УСПЕНСКИЙ

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

Изучением корневых систем подроста ели занимался ряд исследователей ([2], [4], [5], [7] и др.). И. Н. Рахтеенко [6] отмечает прямую зависимость между развитием корневой системы и надземной части дерева.

Мы ставили цель изучить корневые системы елового подроста в разных условиях местопроизрастания в зависимости от степени его жизнеспособности под пологом леса. Исследовали подрост трех категорий жизнеспособности: 1) благонадежный, приуроченный преимущественно к окнам, отличающийся возрастающим приростом в высоту за последнее пятилетие, остроконусовидной кроной, протяженностью ее по стволу на 70—90%; 2) сомнительный, у которого прирост последних двух пятилетий остается на одном уровне, с более широкой кроной и протяженностью ее по стволу на 50—70%; 3) неблагонадежный, выросший в угнетении, с резко падающим приростом за последнее пятилетие, зонтиковидной формой кроны и протяженностью ее по стволу на 30—50%. Исследования проводили в типе леса ельник черничный в Пижемском леспромхозе Горьковской области. Почва сильноподзолистая песчаная с мощной лесной подстилкой (до 6 см). Корневые системы подроста высотой 0,5 и 1,0 м раскапывали полностью. Было использовано по 15 модельных деревьев каждой категории жизнеспособности на пробных площадях под пологом леса, на двух- и четырехлетних вырубках. Корневые системы разделяли на три фракции по толщине и высушивали до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре 80° С.

Результаты исследований обработаны статистически (табл. 1).

Мощность корневых систем елового подроста высотой 1 м сильно различается по категориям жизнеспособности и соответствует надземной части. Благонадежный подрост в возрасте 14—16 лет имеет хорошо развитую корневую систему, выходящую за пределы проекции кроны. От корневой шейки распространяется 4—5 боковых корней общей протяженностью 260—310 см. Наряду с нормально функционирующими основными, образуются дополнительные придаточные корни, на положительную роль которых указывает ряд авторов ([1], [3] и др.).

Корневая система сомнительного подроста менее развита. Количество скелетных корней, общая их длина и толщина оказались меньше, чем у благонадежного.

Таблица 1

Категории подроста	Число моделей, шт.	Возраст подроста, лет	Вес хвой, г	Количество скелетных корней, шт.	Общая длина всех корней, см	Средняя длина корней, см	Минимальная и максимаь- ная длина, см	Вес корней (г) толщиной					
								более 5 мм	1,5—5 мм	до 1,5 мм	итого		
Под пологом леса, высота 1 м													
Благонадежный	14	16	94,5	4	258	65	34—90	25,7	8,4	7,9	42,0		
Сомнительный	14	20	49,0	4	230	56	30—73	21,0	7,2	5,9	34,1		
Неблагонадежный	14	25	20,3	3	122	40	22—56	22,8	7,0	3,0	32,8		
На двухлетней вырубке, высота 1 м													
Благонадежный	17	16	74,8	4	260	65	42—84	30,5	12,2	9,3	62,0		
Сомнительный	16	24	34,7	4	185	46	30—69	26,8	8,3	7,3	42,4		
Неблагонадежный	15	27	19,1	3	84	28	15—39	16,6	4,7	2,2	23,5		
На четырехлетней вырубке, высота 1 м													
Благонадежный	13	14	84,4	5	311	62	40—107	26,2	12,6	8,4	47,2		
Сомнительный	15	18	47,5	4	192	48	29—70	19,1	14,3	5,5	38,8		
Неблагонадежный	15	21	16,1	3	115	38	22—56	10,6	6,0	2,2	18,8		
На двухлетней вырубке, высота 0,5 м													
Благонадежный	6	13	11,3	Не определялись							2,7	1,8	4,5
Сомнительный	6	15	5,4	"							2,4	1,3	3,8
Неблагонадежный	6	17	4,9	"							2,8	1,1	3,9

Неблагонадежный подрост имеет корневую систему двух типов. При первом типе образуется очень слабо развитая корневая система, как правило, не выходящая за пределы проекции кроны. Много отмерших корневых окончаний. Второй тип корневой системы образуется при полегании стволика. Основная корневая система в этом случае полностью отмирает, и растение живет за счет одних придаточных корней. Этот тип менее распространен. Встречается он также и у сомнительных экземпляров, но реже. Корни подроста в ельниках черничных располагаются почти полностью в верхнем гумусовом горизонте.

Наибольший вес имеют корневые системы благонадежного подроста. Если принять вес корней благонадежного подроста высотой 1 м за 100%, то у сомнительного он составит в среднем 76%, а у неблагонадежного только 50%.

У подроста меньшей высоты (0,5 м) эти различия менее заметны, так как дифференциация по категориям жизнеспособности в более молодом возрасте проявляется еще слабо.

С понижением общего веса уменьшается количество активных корней (всасывающих и ростовых) как под пологом леса, так и на вырубках. Число всасывающих живых корешков у мелкого подроста высотой до 0,5 м сомнительной категории составляет 55%, а благонадежного лишь 37% от числа их у благонадежного подроста.

В общем весе и в весе мелких корней на вырубках сохраняются те же различия между категориями жизнеспособности, что и под пологом леса. Однако у благонадежного подроста на вырубках несколько увеличивается вес мелких корней. Очевидно, что имеющееся количество физиологически активных корней достаточно для обеспечения на вырубках усиленного прироста надземной части. Общая длина всех корней на четырехлетней вырубке значительно возрастает. Если под пологом леса распространение корней зачастую одностороннее, особенно в случае расположения на неразложившемся валежнике, вблизи крупных деревьев, то на вырубке четырех лет, при отсутствии корневой конкуренции, корни равномерно развиты со всех сторон. Боковые корни все живые, они ветвятся сильнее, что подтверждается ростом доли участия фракции средних проводящих корней диаметром от 1,5 до 5 мм. На двухлетних вырубках еще нет существенного изменения в строении корневых систем подроста.

Таким образом, неблагонадежный подрост имеет резко ослабленную корневую систему и, прежде всего, уменьшенное количество физиологически деятельных корней. С этим фактором связано ухудшение не только условий минерального питания, но и водного баланса. В результате периодического дефицита влаги неблагонадежный подрост отмирает при резких изменениях микроклиматических условий на свежих вырубках.

Сомнительный подрост имеет корневую систему более развитую, приближающуюся к корневой системе благонадежного подроста, хотя и сильно отличается по надземной части. Поэтому значительная часть его на вырубках поправляется и переходит в категорию повышенной жизнеспособности. Взятые на вырубках модели характеризуют выжившие экземпляры подроста, но не поправившиеся.

Таким образом, нашими исследованиями установлено, что развитие корневых систем подроста тесно связано со степенью его жизнеспособности. Особенно резкие различия проявляются в количестве активных мелких корней. Между приростами подроста по высоте, степени его охвоения и мелкими корнями установлена тесная корреляционная связь ($r = 0,75$).

Наименьшей перестройке на вырубках подвергаются корневые системы благонадежного подроста. Сохранившийся неблагонадежный и отчасти сомнительный подрост даже на четырехлетней вырубке имеет слабо развитые корневые системы с незначительным количеством физиологически активных мелких корней. При оценке предварительного возобновления под пологом леса до рубки необходимо учитывать степень его жизнеспособности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. П. Елпатьевский. Мелиорация заболоченных ельников. Сб. «Исследования по лесному хозяйству», ЦНИИЛХ, 1949. [2]. Л. Н. Згуровская. Строение, рост и некоторые функции корневых систем медленно растущего и быстрорастущего подроста ели (*Picea excelsa* L.) в зависимости от рубок ухода. Труды Института леса и древесины, т. LIII, изд. АН СССР, 1962. [3]. А. Л. Кошечев. Лесоводственное значение придаточных корней древесных пород в условиях заболачивания лесосек. Труды Института леса, т. XIII, АН СССР, 1953. [4]. З. М. Науменко. Жизнеспособность елового подроста на сплошных вырубках Ленинградской области. Сборник работ по лесному хозяйству, вып. V, ЛенНИИЛХ, 1962. [5]. М. Н. Прокопьев. Подрост ели и его использование для восстановления леса. ЛБИ, 1963. [6]. И. Н. Рахтеенко. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. Минск, 1963. [7]. В. П. Тимофеев. К вопросу о лесоводственных свойствах ели по наблюдениям в Брянском опытном лесничестве. Сб. «Брянский край», вып. 2, Брянск, 1928.

Поступила в редакцию
11 июня 1966 г.

УДК 634.0.24

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕРЕВЬЕВ В СЛОЖНЫХ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

В. А. ОЛИСАЕВ

Аспирант

(Брянский технологический институт)

Существующие классификации разработаны для чистых разновозрастных древостоев. Для сложных разновозрастных насаждений нет классификации, что усложняет отбор деревьев при рубках ухода за лесом. А участки леса со сложным ярусным строением, смешанные и разновозрастные, — явление не редкое. Достаточно сказать, что более 50% всех насаждений Северо-Осетинской АССР разновозрастные, смешанные, сложные. Они образовались в течение нескольких десятилетий в результате применения в горных буковых лесах республики бессистемных рубок (условно-сплошных, подневольно-выборочных и т. д.).

В этих условиях применение существующих классификаций при рубках ухода затруднено. Они не учитывают биологических особенностей древесных пород, связанных с возрастом, их почвозащитных и водоохраных функций.

Нами предложена следующая классификация деревьев в сложных разновозрастных насаждениях применительно к горным буковым лесам.

I класс — лучшие деревья главных пород, которые в будущем создадут высокопроизводительные насаждения (бук, дуб красный, орех грецкий, каштан съедобный, черешня и некоторые другие).

Учитывая биологию бука, к первому классу следует относить и временно угнетенные экземпляры, так как после осветления они быстро оправляются, догоняют и даже перегоняют в росте другие породы.

К лучшим деревьям могут относиться, в зависимости от их расположения в биогруппах, деревья первого, второго и даже третьего классов возраста.

II класс — деревья, желательные в составе будущих лесов и способствующие росту лучших деревьев (I класса). К ним относятся липа, ясень обыкновенный, груша, ильмовые, рябина, клен горный и некоторые другие.

III класс — деревья, мешающие росту и развитию лучших. Вследствие быстрого роста в молодом возрасте, они угнетают лучшие деревья.

К ним следует отнести породы, не желательные в составе будущих лесов (граб, вербу, осину, ольху и т. д.), оставшиеся экземпляры материнского древостоя — «маяки» (дровяные, перестойные деревья), мешающие росту молодняка и подроста, а также экземпляры

главных пород с худшей формой ствола и кроны, стадийно старые, мешающие росту и развитию лучших деревьев.

IV класс — деревья, не оказывающие в настоящее время активного влияния на лучшие деревья. Однако в горных условиях они могут иметь определенное водоохранно-защитное значение. К ним относятся биогруппы из второстепенных пород, в составе которых нет главных, остатки материнского древостоя, под которыми пока нет подроста и которые не мешают росту находящегося по соседству молодняка.

V класс — большие и отмирающие деревья всех пород.

Данная классификация учитывает биологические особенности и многостороннее хозяйственное значение древесных пород. Значение их в горных условиях заключается не только в получении ценной древесины, но и в использовании водоохранно-защитных и других функций.

Поэтому при делении деревьев на классы необходимо учитывать возраст, водоохранно-почвозащитные свойства, физиологическое состояние, биологические особенности древесных пород, их хозяйственное значение, условия рельефа и т. д.

При проведении рубок ухода в сложных разновозрастных насаждениях в первую очередь выбирают деревья III и V классов и часть деревьев II и IV классов в зависимости от конкретных обстоятельств (рельефа местности, экспозиции и крутизны склона, расположения их в биогруппе, густоты древостоя и т. д.).

В рубку назначаются деревья всех возрастов, то есть одновременно решаются задачи, стоящие перед разными видами рубок ухода. Остатки материнского древостоя назначаются в рубку в том случае, если вокруг них имеется молодняк или подрост. В противном случае, здоровые, жизнеспособные маяки, временно сохраняются на корню, так как пока они не утратили своих водоохранно-почвозащитных свойств и могут сыграть роль семенников.

В течение ряда лет в некоторых лесничествах Северо-Осетинской АССР при проведении комплексных рубок в сложных разновозрастных насаждениях применяют предлагаемую классификацию деревьев.

В результате обследования участков, пройденных уходом по нашим рекомендациям, выявлено, что в разновозрастных насаждениях комплексные рубки ухода вполне оправдываются. За один прием, в один год проводится нормальный лесоводственный уход на укрупненном участке леса (квартал, часть его) с учетом биологических свойств, хозяйственного значения, физиологического состояния деревьев, водоохранно-почвозащитных свойств как отдельных деревьев, так и биогрупп и целого насаждения. В результате рубки второстепенных пород, остатков материнского древостоя, больных и фаутовых деревьев меняется состав насаждения на две — три единицы в пользу главных пород, повышается прирост, улучшается качество выращиваемой древесины,

Таблица 1

Наименование лесничеств	№ квартала	Состав	
		до рубки	после рубки
Карцинское	10	5Бк 4Гр 1Лп	8Бк 1Гр 1Лп, ед. Чр
"	16	7Бк 2Гр 1Лп, ед. Ол, Чр	8Бк 1Гр 1Лп, ед. Чр
"	10	6Бк 3Гр 1Лп, ед. Чр	9Бк 1Лп, ед. Гр Чр
Суадагское	13	6Бк 4Гр+Лп, Чр	8Бк 1Гр 1Лп+Чр
Алагирское	24	7Гр 2Бк 1Ол	5Бк 5Гр

улучшается санитарное состояние и повышаются водоохранно-почвозащитные свойства насаждения. Своевременным проведением этих рубок предотвращается нежелательная смена пород (бука грабом и другими малоценными породами).

Изменение состава насаждения в результате комплексных рубок на пяти участках показано в табл. 1.

Экономическая эффективность комплексных рубок по данным последних трех лет в целом по Северо-Осетинскому управлению лесного хозяйства характеризуется данными табл. 2.

Таблица 2

Вид рубки	Вырубаемая масса с 1 га, м ³	Затраты на заготовку и трелевку 1 м ³ , руб. — коп.
Прочистки	12	2—10
Прореживание	21	1—80
Проходные рубки	27	1—50
Комплексные рубки	60	1—40

При комплексных рубках с 1 га вырубается в два раза больше древесины, чем при обычных рубках ухода. Снижение затрат на заготовку и трелевку древесины при комплексных рубках получается в результате большой компактности работ, более эффективного использования рабочего времени и механизмов, повышения производительности труда.

По нашему мнению, применение предлагаемой классификации при проведении рубок ухода в сложных разновозрастных насаждениях в других областях, краях и республиках может быть полезным.

Поступила в редакцию
10 июня 1966 г.

УДК 634.0.562 : 634.0.453

**ПОТЕРИ ПРИРОСТА В СОСНЯКАХ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ,
ПОВРЕЖДЕННЫХ СОСНОВОЙ ПЯДЕНИЦЕЙ**

А. Н. СМЕТАНИН

Аспирант

(Брянский технологический институт)

В период с 1959 г. по 1964 г. в Курганской области наблюдалось массовое размножение сосновой пяденицы (*Bupalus piniarius* L.). Несмотря на своевременные истребительные мероприятия, этот вредитель в первичных очагах нанес сильные повреждения сосновым древостоям. В литературе имеются некоторые данные о последствиях повреждений, которые наносят насаждениям первичные вредители.

Для определения потерь абсолютного текущего прироста от сосновой пяденицы в лесах Курганской области мы проводили исследования в сильно поврежденных участках (рис. 1) путем взятия моделей на пробных площадях (октябрь 1965 г.). Характеристика пробных площадей приведена в табл. 1. Для сравнения заложены две пробы в неповрежденных насаждениях (№ 2-3, 5-3), сходных по лесорастительным

Лесничество	№ пробных площадей	№ квартала	Площадь пробы, га	Состав насаждения	Класс возраста	Средняя высота, м
Белозерский						
Шмаковское	1-П	19	0,50	10С	IV	23,6
	2-3	29	0,50	10С	IV	23,2
Заборовское	3-П	101	1,00	8С2Б	IV	22,0
	4-П	100	0,25	10С	IV	22,4
	5-3	56	0,25	10С	IV	22,6
Кетовский						
Кетовское	6-П	64	0,25	10С+Б	III	18,9
	7-П	69	0,25	8С2Б	III	18,0
	8-П	70	0,25	10С	III	18,7
Колташевское	9-П	1	0,25	10С	V	24,0
	10-П	3	0,25	10С	V	22,0
Барабинское	11-П	29	0,25	10С	V	24,0
	12-П	19	0,25	10С+Б	IV	19,7
Куртамышский						
Куртамышское	13-П	6	0,25	10С	V	24,8
	14-П	56	0,25	10С	V	24,8
	15-П	7	0,10	10С	II	11,6

Примечание. Пробные площади в поврежденных насаждениях обозначены

условиям с пробами в поврежденных участках (№ 1-П, 3-П, 4-П). Наиболее сильно пострадали насаждения в раннем возрасте. Так, во II классе возраста суховершинных оказалось 1%, усохших — 99%, в III — соответственно 8 и 10%, в IV — 23 и 7%, в V — 20 и 7%.

На каждой пробе взято по три модели из центральных ступеней толщины, II класса развития, а на пробах № 1-П и 2-3 — по 16 моделей, по 2—3 дерева из каждой ступени толщины (всего 70 моделей).

Модели на пробах № 1-П и 2-3 раскрывали на двухметровые отрубки, на каждом отрезе которых обмеряли по двум взаимно перпендикулярным направлениям диаметры в коре и без коры и толщины годичного слоя за период с 1960 г. по 1965 г. По сложной формуле срединного сечения определяли объем моделей в коре и без коры за каждый год. Из моделей остальных проб выпиливали кружки древесины на высоте груди, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ высоты дерева с последующим измерением на них и установлением среднего диаметра в коре и без коры и толщины годичных слоев за период роста дерева 1959—1965 гг. (по Ильинскому и Кондакову, 1965). Величины годичного слоя определяли на всех моделях с помощью измерительной лупы с ценою деления 0,1 мм. За эти же годы находили текущий прирост по высоте деревьев.

В период максимальной потери хвои, вызванной обеданием гусеницами сосновой пяденицы, на отдельных участках ствола, преимущественно в средней и нижней его части, у некоторых моделей прироста по диаметру не наблюдалось. Вследствие этого возникали некоторые затруднения в нахождении величины прироста по диаметру определенного календарного года. Поэтому измерения начинали с верхней части ствола, а затем под микроскопом просматривали неясно выраженные слои древесины. Но и так не всегда удавалось установить календарный год образования годичного слоя. Учитывая, что 1953 г.

Таблица 1

Средний диаметр, см	Количество деревьев на пробе, шт.	Средний возраст, лет	Полнота	Класс бонитета	Типы сосняков	Запас на 1 га, м ³
леспромхоз						
31,5	202	77	0,8	II	Брусничник	331
32,0	204	79	0,8	II	"	329
25,0	448	74	0,8	II	Разнотравный	365
26,3	156	78	0,8	II	Брусничник	370
26,5	163	75	0,8	II	"	365
лесхоз						
19,8	176	57	0,7	II	Брусничник	259
19,5	152	48	0,7	II	Зеленомошник	216
19,9	176	56	0,7	II	"	259
25,3	148	87	0,8	II	"	380
26,0	240	91	1,0	II	"	390
26,4	181	92	0,8	II	Брусничник	400
23,1	186	69	0,8	II	Зеленомошник	350
лепромхоз						
27,0	123	93	0,8	II	Брусничник	425
28,5	145	91	0,9	II	"	470
12,5	290	32	1,0	II	"	188

буквой П, в здоровых — З.



Рис. 1. Насаждение, поврежденное сосновой пяденицей (Белозерский леспромхоз, Шмаковское лесничество, квартал 19, май 1964 г.).

был сильно засушливым и вызвал заметное снижение прироста, можно, отсчитав 10 годичных слоев от этого узкого слоя, определить годичный слой 1963 г. Далее, если после слоя древесины 1963 г. имелись два годичных кольца, то это был прирост 1964 и 1965 гг., если одно кольцо, то оно могло образоваться в 1964 г. или 1965 г. Принимая во внимание жизнедеятельность камбия в момент исследования и внешний здоровый вид дерева, можно с уверенностью сказать, что это кольцо появилось в 1965 г., а в 1964 г. прирост отсутствовал.

На рис. 2 показан текущий прирост по высоте и диаметру, выведенному как средний из четырех кружков модельного дерева, а затем как средний из средних диаметров всех модельных деревьев данной пробной площади; выведен прирост по классам возраста насаждений. Из рисунка видно, что прирост по диаметру и высоте резко снизился в год повреждения, а в следующий год оказался весьма незначительным, в дальнейшем он медленно возрастает. Большую энергию прироста имеют насаждения младших возрастов. Текущий прирост по ра-

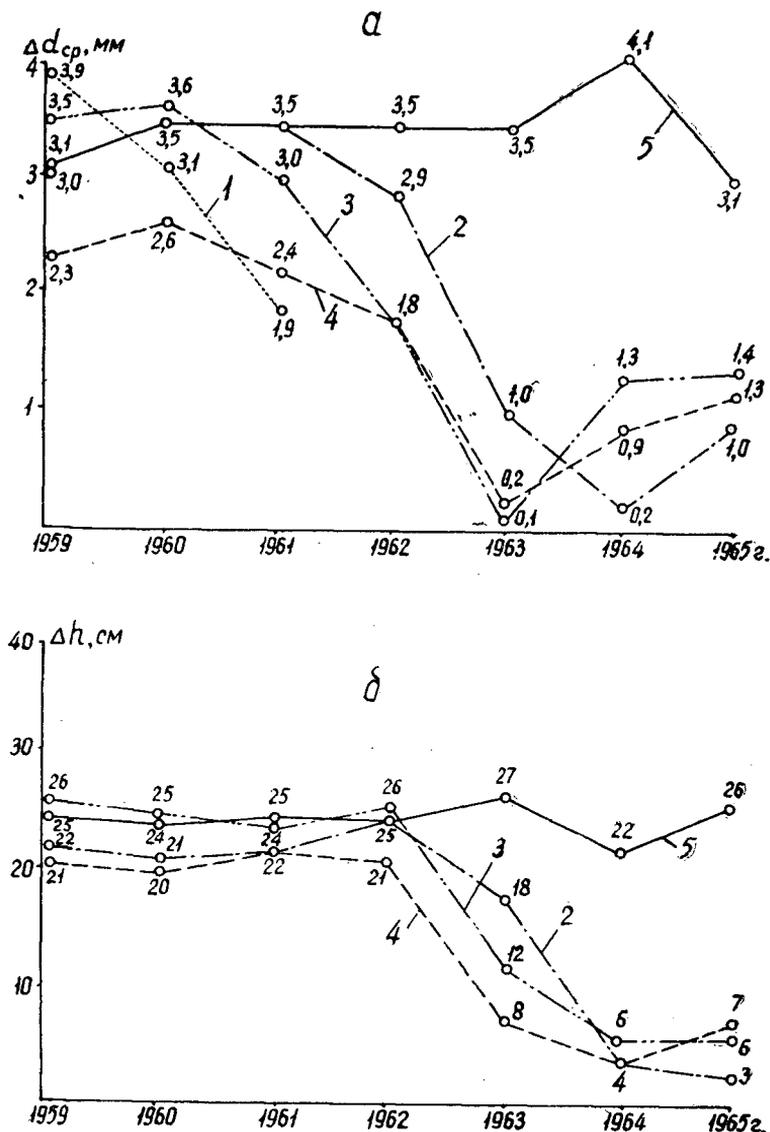


Рис. 2. Текущий годичный прирост поврежденных насаждений некоторых лесхозов, леспромхозов Курганской области по классам возраста.

а — по диаметру, выведенному как средний из четырех измерений (на высоте груди, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ высоты модельных деревьев); б — по высоте;
 1 — класс возраста; 2 — III класс; 3 — IV класс; 4 — V класс;
 5 — здоровые насаждения IV класса возраста.

диусу одного из модельных деревьев изображен на рис. 3. Средняя толщина годичного слоя поврежденных и неповрежденных моделей из пробных площадей № 1-П и 2-3, полученная из измерений через каждые 2 м по длине ствола, составила в 1960 г. соответственно 4,0 и 4,1 мм, в 1961 г. — 3,9 и 3,9 мм; в 1962 г. — 3,5 и 3,5 мм; в 1963 г. — 1,6 и 3,1 мм; в 1964 г. — 0,2 и 3,7 мм; в 1965 г. — 1,2 и 3,3 мм. Если сравнить толщину годичных слоев последних лет поврежденных деревьев со средней толщиной годичного слоя этих же деревьев за 1960—1962 гг., то

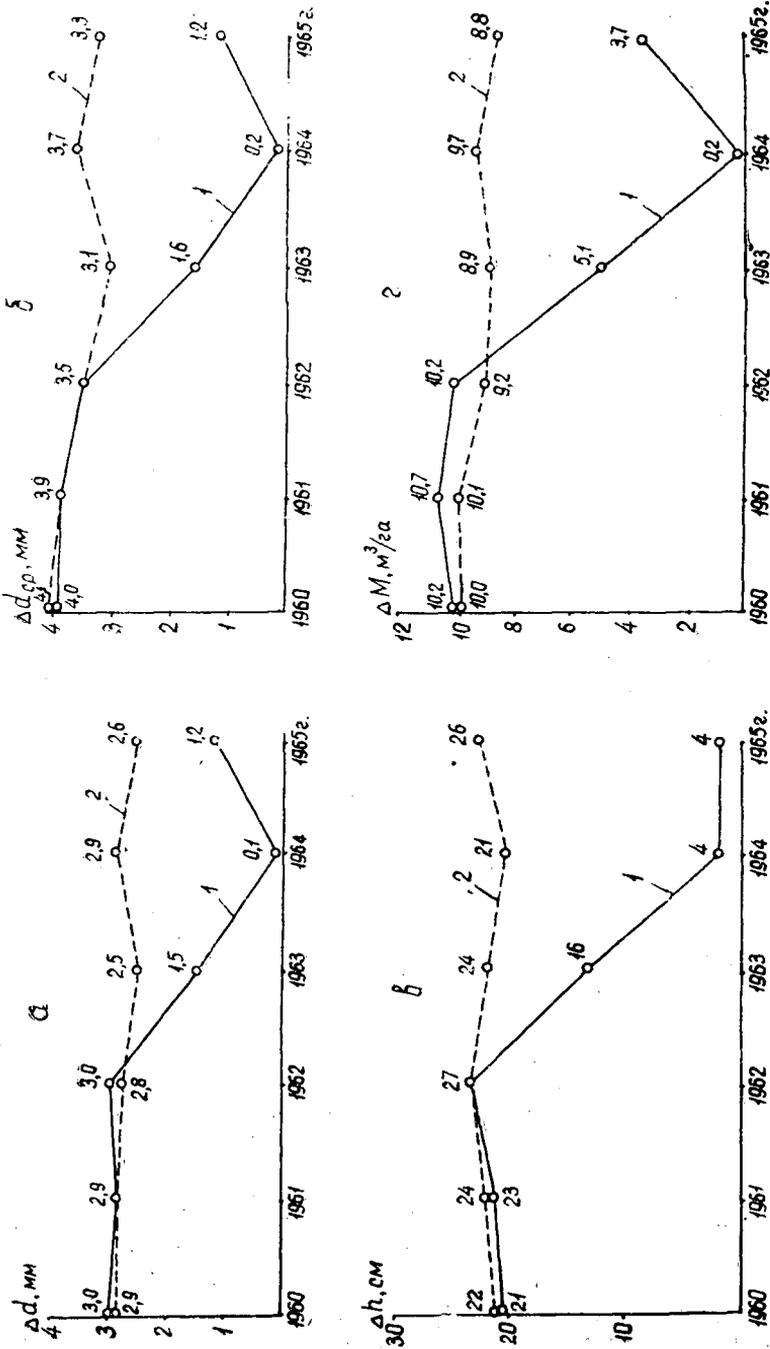


Рис. 4. Текущий годичный прирост на пробных площадях, заложенных в поврежденных (1) и здоровых (2) насаждениях Белоозерского лесопрохоза, Шмаковского лесничества.

а — по диаметру на высоте груди; б — по диаметру, выведенному как средний из измерений на срединах секций модельных деревьев; в — по диаметру на высоте груди; г — по объему.

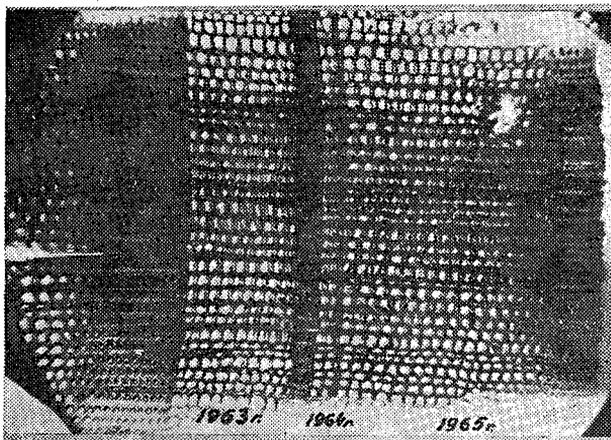


Рис. 3. Поперечный срез поврежденной сосны в верхней части дерева (Белозерский леспромхоз, Шмаковское лесничество, квартал 19, модельное дерево № 5, октябрь 1965 г.).

можно увидеть, что в 1963 г. (начало повреждения) его ширина составила 42%, в 1964 г. — 5%, а в 1965 г. — 32% от средней ширины слоя за 1960—1962 гг., когда деревья росли нормально. Средняя толщина годичного слоя у поврежденных и неповрежденных деревьев в период 1960—1962 гг. одинакова, поэтому можно сравнить его ширину и в последующие годы. При этом у поврежденных деревьев она составила в 1963 г. — 52%, в 1964 г. — 5% и в 1965 г. — 36% от ширины годичного слоя неповрежденных деревьев за эти же годы.

Сравнивая первый метод определения потери в ширине годичного слоя со вторым, можно сказать, что оба они правильно отражают закономерности в потере прироста, но более точен второй метод.

На рис. 4 показан ход изменения текущего прироста на пробках № 1-П и 2-3, близких по таксационным показателям. Годичный прирост по объему вычислен по ступеням толщины как произведение суммы объемов моделей данной ступени на исправленное количество деревьев этой же ступени за каждый год в отдельности. Сравним текущий годичный прирост поврежденного и неповрежденного насаждений, приняв прирост последнего в каждый год за 100%. По высоте в 1963 г. он составляет 67%, в 1964 г. — 19%, в 1965 г. — 16%; по диаметру на высоте груди соответственно 60, 3 и 46%; по объему — 57, 2 и 42%.

Потери древесины можно учесть, сравнив прирост по объему. На пробной площади № 1-П за год повреждения (1963) и в последующие 1964 и 1965 гг. текущий годичный прирост составил соответственно 5,1; 0,2 и 3,7 m^3/ga (всего 9,0 m^3/ga). За те же годы на пробе № 2-3 прирост оказался равным 8,9; 9,7 и 8,8 m^3/ga (всего 27,4 m^3/ga).

Площадь сильно поврежденных древостоев за период массового размножения пяденицы в области равнялась 10565 га. Если потери на 1 га принять 18,4 m^3 , то в целом они составят более 194,4 тыс. m^3 , а с учетом погибших насаждений и деревьев, назначенных в санитарную рубку, — более 216,6 тыс. m^3 . При этом не учтены потери в насаждениях, поврежденных в средней и слабой степени.

УДК 634.0.232 (477)

О ВЗАИМОВЛИЯНИИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСОСТЕПИ И СТЕПИ УКРАИНЫ

Н. А. КОХНО

Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

(Центральный республиканский ботанический сад АН УССР)

В нашем сообщении изложены некоторые результаты изучения взаимовлияния древесных пород в чистых и смешанных искусственных древостоях в Правобережной лесостепи и степи Украины. Исследования проведены в течение 1958—1960 гг. в лесных полишахматных культурах Томиловского (Белоцерковский лесхоз, Киевской области) и Софиевского (Криворожский лесхоз, Днепропетровской области) лесничеств.

Полишахматные культуры — это опытные насаждения, созданные полишахматным смешением древесных пород по методике, разработанной в Институте леса Академии наук УССР [4].

Полишахматные культуры Томиловского лесничества созданы в 1949 г. на деградированном черноземе, Софиевского — в 1950 г. на обыкновенном черноземе. Размер биогрупп (площадок) в Томиловском лесничестве — 100 м^2 ($10 \times 10 \text{ м}$), в Софиевском — 625 м^2 ($25 \times 25 \text{ м}$). Расстояние между деревьями в ряду и между рядами — 1 м, сомкнутость крон 1,0. Лесорастительные условия участков: в Томиловском лесничестве — свежая грабовая дубрава, в Софиевском — сухая кальциефильная дубрава [3].

В культурах Томиловского лесничества исследовано семь пород, Софиевского — пятнадцать (табл. 1).

Методика исследований заключалась в измерении по трансектам в меридиональном и широтном направлениях диаметра деревьев, их высоты и текущего прироста в высоту и последующем анализе полученных данных. Один трансект прокладывали через центр биогруппы, другой на стыке ее с биогруппой другого вида.

Для анализа пород основным и исходным следует считать комбинированный показатель роста в высоту и толщину. К. К. Высоцкий [2] предложил в качестве такового отношение прироста в высоту к площади поперечного сечения ствола, назвав его показателем напряженности роста. Чем хуже лесорастительные условия, тем больше, естественно, напряженность роста. В молодом возрасте она наибольшая, а в старом уменьшается.

Сравнение напряженности роста данной породы (в наилучших условиях и другой, растущей рядом, дает достаточно четкую характеристику их взаимовлияния. К. К. Высоцкий предложил выражать ее отношением, которое он называет коэффициентом конкурентных взаимоот-

ношений. Следует отметить, что термин этот неудачен, поскольку всю гамму взаимовлияний между видами сводит лишь к конкуренции, которая во многих случаях отсутствует. Более верным этот показатель следует назвать, по нашему мнению, степенью жизнестойкости растения в ценозе. Численное значение сравнения напряженности роста двух пород, равное единице, свидетельствует о наивысшей жизнестойкости вида в данном сообществе. При этом следует заметить, что жизнестойкость в данном случае отнюдь не означает долговечность, поскольку последняя есть биологическая особенность вида.

Используя упомянутый показатель для оценки взаимовлияния древесных пород, мы получили данные, свидетельствующие об отсутствии, в большинстве случаев, острой конкуренции между особями одного ботанического вида (табл. 1). Ценозы, в которых этот показатель для всех видов равен единице, наиболее устойчивы, так как в них нет взаимного угнетения. Сопоставление фактической суммы показателей жизнестойкости пород с суммой максимально возможных в данном ценозе (то есть таких, каждый из которых в отдельности был бы равен единице) дает представление об устойчивости данного ценоза. Мы вычислили этот показатель для исследованных нами древостоев. Наши материалы и выводы характеризуют искусственные насаждения лишь на раннем этапе их развития.

Таблица 1

Комбинации пород	Средняя высота древостоя, м		Средняя толщина древостоя, см		Показатель напряженности роста древостоя		Показатель жизнестойкости растений в ценозе в древостое		Степень стойкости ценозов
	чисто-го	смешанного	чисто-го	смешанного	чистого	смешанного	чистого	смешанного	
Дуб обыкновенный	$\frac{2,2}{-}$	$\frac{2,3}{-}$	$\frac{1,4}{-}$	$\frac{1,4}{-}$	$\frac{220,0}{-}$	$\frac{230,0}{-}$	$\frac{0,12}{-}$	$\frac{0,10}{-}$	$\frac{0,42}{-}$
Береза бородавчатая	$\frac{6,6}{-}$	$\frac{4,9}{-}$	$\frac{5,7}{-}$	$\frac{4,4}{-}$	$\frac{26,4}{-}$	$\frac{32,7}{-}$	$\frac{1,00}{-}$	$\frac{0,75}{-}$	$\frac{-}{-}$
Дуб обыкновенный	$\frac{2,2}{3,3}$	$\frac{2,6}{5,0}$	$\frac{1,6}{3,6}$	$\frac{1,8}{5,6}$	$\frac{110,0}{31,4}$	$\frac{130,0}{20,3}$	$\frac{0,24}{0,65}$	$\frac{0,19}{1,00}$	$\frac{0,30}{0,88}$
Клен остролистный	$\frac{3,9}{7,5}$	$\frac{3,5}{6,5}$	$\frac{2,7}{5,4}$	$\frac{2,9}{4,4}$	$\frac{65,0}{32,7}$	$\frac{58,4}{42,7}$	$\frac{0,41}{1,00}$	$\frac{0,42}{0,77}$	$\frac{-}{-}$
Дуб обыкновенный	$\frac{2,3}{-}$	$\frac{2,2}{-}$	$\frac{1,7}{-}$	$\frac{1,6}{-}$	$\frac{104,0}{-}$	$\frac{110,0}{-}$	$\frac{0,25}{-}$	$\frac{0,22}{-}$	$\frac{0,46}{-}$
Вишня магалевка	$\frac{3,3}{-}$	$\frac{3,7}{-}$	$\frac{2,6}{-}$	$\frac{3,7}{-}$	$\frac{62,3}{-}$	$\frac{34,5}{-}$	$\frac{0,42}{-}$	$\frac{0,71}{-}$	$\frac{-}{-}$
Дуб обыкновенный	$\frac{3,2}{-}$	$\frac{2,3}{-}$	$\frac{2,8}{-}$	$\frac{1,7}{-}$	$\frac{52,0}{-}$	$\frac{104,5}{-}$	$\frac{0,51}{-}$	$\frac{0,24}{-}$	$\frac{0,16}{-}$
Скумпия	$\frac{2,3}{-}$	$\frac{2,0}{-}$	$\frac{0,9}{-}$	$\frac{0,7}{-}$	$\frac{230,0}{-}$	$\frac{250,0}{-}$	$\frac{0,11}{-}$	$\frac{0,09}{-}$	$\frac{-}{-}$
Дуб обыкновенный	$\frac{2,7}{5,5}$	$\frac{2,6}{4,7}$	$\frac{2,3}{5,8}$	$\frac{1,9}{3,7}$	$\frac{64,9}{20,8}$	$\frac{91,5}{42,7}$	$\frac{0,41}{0,97}$	$\frac{0,27}{0,47}$	$\frac{0,33}{0,63}$
Ясень зеленый	$\frac{3,5}{6,5}$	$\frac{3,2}{5,7}$	$\frac{2,6}{4,6}$	$\frac{2,6}{5,0}$	$\frac{65,9}{39,2}$	$\frac{60,3}{29,1}$	$\frac{0,40}{0,58}$	$\frac{0,40}{0,79}$	$\frac{-}{-}$

Продолжение

Комбинации пород	Средняя высота древостоя, м		Средняя толщина древостоя, см		Показатель напряженности роста древостоя		Показатель жизнестойкости растений в ценозе в древостое		Степень стойкости ценозов
	чистого	смешанного	чистого	смешанного	чистого	смешанного	чистого	смешанного	
Клен серебристый	<u>5,3</u>	<u>5,3</u>	<u>3,7</u>	<u>3,7</u>	<u>48,6</u>	<u>48,6</u>	<u>0,54</u>	<u>0,50</u>	<u>0,69</u>
Клен ясенелистный	<u>5,0</u>	<u>5,0</u>	<u>4,5</u>	<u>4,8</u>	<u>31,3</u>	<u>27,9</u>	<u>0,85</u>	<u>0,88</u>	
Клен остролистный	<u>3,9</u>	<u>3,4</u>	<u>2,7</u>	<u>2,7</u>	<u>65,7</u>	<u>56,8</u>	<u>0,40</u>	<u>0,35</u>	<u>0,27</u>
Ясень обыкновенный	<u>2,4</u>	<u>3,0</u>	<u>1,4</u>	<u>2,0</u>	<u>24,5</u>	<u>99,3</u>	<u>0,26</u>	<u>0,20</u>	
Клен серебристый	<u>3,8</u>	<u>4,6</u>	<u>2,2</u>	<u>2,7</u>	<u>128,0</u>	<u>76,6</u>	<u>0,35</u>	<u>0,26</u>	<u>0,20</u>
Ясень обыкновенный	<u>2,4</u>	<u>2,7</u>	<u>1,6</u>	<u>1,7</u>	<u>122,0</u>	<u>138,0</u>	<u>0,22</u>	<u>0,14</u>	
Берест	<u>4,0</u>	<u>3,7</u>	<u>4,4</u>	<u>4,4</u>	<u>26,5</u>	<u>24,5</u>	<u>1,00</u>	<u>0,82</u>	<u>0,50</u>
Ясень зеленый	<u>2,8</u>	<u>3,3</u>	<u>1,9</u>	<u>2,0</u>	<u>92,7</u>	<u>111,0</u>	<u>0,28</u>	<u>0,18</u>	
Гледичия трехлопучковая	<u>3,5</u>	<u>3,5</u>	<u>2,8</u>	<u>1,9</u>	<u>58,7</u>	<u>117,0</u>	<u>0,45</u>	<u>0,17</u>	<u>0,22</u>
Клен серебристый	<u>3,8</u>	<u>4,3</u>	<u>2,2</u>	<u>2,8</u>	<u>128,0</u>	<u>72,6</u>	<u>0,20</u>	<u>0,28</u>	
Гледичия трехлопучковая	<u>3,4</u>	<u>3,3</u>	<u>2,5</u>	<u>2,7</u>	<u>67,4</u>	<u>55,2</u>	<u>0,40</u>	<u>0,37</u>	<u>0,34</u>
Клен остролистный	<u>4,2</u>	<u>3,9</u>	<u>2,7</u>	<u>2,7</u>	<u>69,3</u>	<u>64,7</u>	<u>0,38</u>	<u>0,31</u>	
Ясень зеленый	<u>3,4</u>	<u>3,2</u>	<u>2,4</u>	<u>2,0</u>	<u>84,7</u>	<u>104,0</u>	<u>0,32</u>	<u>0,19</u>	<u>0,18</u>
Клен остролистный	<u>4,1</u>	<u>3,4</u>	<u>2,7</u>	<u>2,2</u>	<u>69,3</u>	<u>114,0</u>	<u>0,38</u>	<u>0,17</u>	
Акация белая	<u>5,0</u>	<u>5,0</u>	<u>3,6</u>	<u>5,5</u>	<u>50,7</u>	<u>20,1</u>	<u>0,52</u>	<u>1,00</u>	<u>0,64</u>
Клен остролистный	<u>3,5</u>	<u>2,9</u>	<u>2,1</u>	<u>2,3</u>	<u>35,5</u>	<u>72,7</u>	<u>0,75</u>	<u>0,28</u>	

Примечание. В числителе — данные для степи; в знаменателе — для лесостепи.

Анализ данных табл. 1 свидетельствуют о том, что в условиях украинской Правобережной лесостепи смешанные древостои дуба обыкновенного и других аборигенных пород являются наиболее устойчивыми ценозами. Интересно, что экзоты (дуб бореальный и ясень зеленый),

приспособившиеся на родине к совместному произрастанию [5], в наших условиях также образуют устойчивые ценозы, а каждый в отдельности в смешении с аборигенными породами недостаточно устойчив.

В засушливых условиях степи среди растений одного ботанического вида также нет острой конкуренции. Исследование характера взаимовлияния древесных пород в искусственных ценозах усложняется наличием в некоторых из них сильно развитого травяного покрова из видов, которые не ассоциируются с древесными породами и являются антагонистами лесных насаждений [1]. Поэтому в отдельных случаях показатели роста определенных древесных пород в чистых и смешанных ценозах надо рассматривать не только как результат их взаимовлияния, но в значительной мере и конкурентного влияния травяного покрова. Это особенно касается древостоев светолюбивых пород, под ажурными кронами которых преобладают гелиофильные синузии полевых сорняков. Но и в этих условиях все же лучший рост наблюдается в чистых древостоях, хотя, по сравнению с лесостепью, большинство видов здесь имеют пониженную жизнестойкость (табл. 1).

Наиболее жизнестойкими в условиях украинской степи оказались: из аборигенов — береза бородавчатая, берест, клен остролистный; из экзотов — клены серебристый и ясенелистный. Наиболее устойчивыми, по характеру взаимодействия между породами-компонентами древостоя, в степи являются следующие искусственные насаждения: дубово-кленовые (с кленом серебристым), березово-липовые, кленовые (клен серебристый с кленом ясенелистным), белоакациево-кленовые (с кленом остролистным). В таких насаждениях, как гледичево-кленовых, ясенево-кленовых, дубово-скупиевых, взаимовлияние пород-компонентов принимает характер острой конкуренции, вследствие чего жизнестойкость их заметно понижается. В связи с этим необходимо заметить, что при создании лесов в степи не следует отдавать предпочтение одним лишь аборигенным древесным и кустарниковым породам. Ряд экзотов, которые натурализовались у нас, можно использовать с большим успехом, чем аборигены. Естественно, что при этом надо учитывать хозяйственную ценность пород. Выбор типа насаждений может быть решен, исходя из местных хозяйственных условий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. О. Альбицька. Особливості травостою штучних лісів степової зони УРСР. Український ботанічний журнал, т. XVII, № 2, 1960. [2]. К. К. Висоцкий. Способы измерения межвидовых взаимоотношений пород в смешанных древостоях Труды Сибирского отделения АН СССР, Дальневосточный филиал им. В. Л. Комарова, серия ботаническая, т. IV (VI), Владивосток, 1958. [3]. Д. Д. Лавриненко П. Ф. Конов. Закладка дослідних полішахматних культур на Софіївській дільниці Кутяньської ЛЗС. Праці Інституту лісівництва АН УРСР, т. 6, 1955. [4]. П. С. Погребняк. Дослідні гніздові культури на основі полішахматного принципу змішування. Праці Інституту лісівництва АН УРСР, т. 3, 1952. [5]. A. Rehder. Manual of cultivated trees and shrubs. The McMillan company, New York, 1949.

УДК 634.0.164.5 : 634.0.24

О НАКОПЛЕНИИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ В СОСНЯКАХ**А. В. ТОПКАСОВ**

Инженер

(Учебно-опытный лесхоз Уральского лесотехнического института)

До сих пор мало изучен вопрос о характере изменения зеленой массы в насаждениях в связи с воздействием на них различных приемов лесоводственных рубок. Все исследователи, занимавшиеся этим вопросом [2] — [5], приходят к выводу, что с изменением факторов среды и прежде всего условий освещенности крон деревьев, достигаемых рубками, меняются физиологические процессы у оставленных деревьев — лучше развивается листовая масса и годичный слой, увеличивается энергия ассимиляции и деятельности камбия. Следовательно, в изреженных насаждениях, в связи с повышением освещенности крон деревьев, будет проходить процесс накопления органического вещества у всего дерева, связанный также и с увеличением массы листьев или хвои.

В летний период 1964 г. мы исследовали влияние изменения условий освещенности крон деревьев на ростовые процессы у оставленных деревьев, связанное с накоплением зеленой массы (хвои). Для этой цели мы воспользовались участками сосновых насаждений, где несколько лет назад было сделано прореживание. Как правило, на таких участках были оставлены контрольные пробные площади с двумя секциями: с уходом и без ухода. Последние и послужили объектом наших исследований. Учет листовой массы (хвои) производили на каждой секции. Для этого брали модельные деревья по 3—5 на каждой секции, из средней ступени толщины древостоя. У моделей обмеряли диаметр, высоту, длину и ширину кроны, затем их срубали. Ширину кроны измеряли непосредственно на стоящих деревьях рулеткой в двух направлениях (с севера на юг и с востока на запад), а длину — от первого живого и нормально развитого сучка до верхней мутовки. На поваленных деревьях обрубали все живые сучья, измеряли их длину и взвешивали, затем отделяли хвою и учитывали ее сырой вес. Всего было обработано 22 модельных дерева.

Все опытные работы были проведены одновременно на прореженных и непрореженных секциях. Характеристика исследованных насаждений приведена в табл. 1.

На пробной площади № 1 (секция Б) в 1958 г. были проведены рубки ухода за лесом интенсивностью 29,4%. Вырубали в основном деревья из нижнего полога насаждения. На пробе № 2 прореживания проведены в 1956 г., интенсивность 30,6% по запасу. На пробе № 3 рубки ухода проводили нерегулярно. Первое прореживание было сде-

Лесхоз, лесничество, квартал	№ пробной площади возраст, лет	Тип леса состав	Полнота класс бонитета	Почва, рельеф, местоположение	Подрост, подлесок, травяной и моховой покров, степень покрытия
Учебно-опытный, Северское, 42	$\frac{1}{18}$	Сосняк травяной 10С	$\frac{1,0}{II}$	Почва слабо-подзолистая и супесчаная, рельеф и местоположение ровное	Травяной покров за пределами площадок почти сплошной: вейник лесной, герань лесная, сныть и др.
Верх-Исетский, Широко-реченское, 18	$\frac{2}{26}$	Сосняк бруснично-черничный 10С	$\frac{1,0}{II,3}$	Почва слабо оподзоленная супесчаная, рельеф ровный	В подлеске можжевельник, редко шиповник, в травяном покрове черника, брусника, вейник лесной, земляника и др. Степень покрытия—0,7
То же, 21	$\frac{3}{58}$	Сосняк бруснично-черничный 10С, ед.Б	$\frac{0,9}{II}$	Слабо оподзоленная супесь, рельеф и местоположение ровное	Подрост редкий из сосны, березы. В подлеске можжевельник, шиповник. В травяном покрове черника, вейник лесной, костяника, земляника. Степень покрытия—0,6

Примечание. А — секция без ухода; Б — с уходом.

лано в 1930 г. с интенсивностью 17%, а затем в 1946 г. с выборкой 24,6% по запасу. Последний уход на секции Б был в 1956 г. — 28,8%.

Полноту насаждений определяли в момент закладки пробных площадок (1964 г.) по сумме площадей сечений на высоте 1,3 м. Естественный отпад в расчет не принимался. Сомкнутость крон на участках, пройденных рубками ухода, вследствие разрастания крон деревьев, составляла 0,8—0,9.

Приведенные данные показывают, что участки, пройденные рубками ухода несколько лет назад, имеют лучшие таксационные признаки, чем непрореженные. После прореживания у деревьев наблюдается более мощное развитие кроны, а это влечет за собой и более интенсивный рост в толщину, то есть по диаметру и объему. На наших пробных площадях увеличение прироста по диаметру составило в среднем от 0,9 до 1,3 см за период от 6 до 8 лет после рубок ухода. Одновременно с этим изменение условий освещенности не снижает интенсивности роста деревьев в высоту. Различия в приросте по высоте не превышали 6%, что не имеет большого практического значения и находится в пределах точности определения высоты. Таким образом, ростовые процессы на прореженных участках проходили интенсивнее, чем на контрольных.

Более сильное разрастание крон деревьев на участках, пройденных рубками, приводит и к изменению веса листовой массы.

Как видно из табл. 1, охвоенность деревьев на прореженных секциях была значительно выше. После рубок ухода в насаждениях происходит не только восстановление количества хвои до уровня непрореженных насаждений, но и значительное приращение ее. Исключение составляет 58-летнее насаждение. С увеличением возраста деревьев восстановление количества хвои протекает более медленно. Поэтому

Таблица I

Секция площадь, га	Число стволов на 1 га, шт.	Пол- нога	Сред- ний диа- метр, см	Сред- няя высота древос- тоя, м	Средние размеры кроны, м		Запас на 1 га, м ³	Про- цент изре- жива- ния по запасу	Вес кроны одно- го де- рева, кг	Вес сырой хвои одно- го де- рева, кг	Вес сырой хвои, % от веса кроны	Вес сырой хвои на 1 га, Т
					ши- рина	дли- на						
А 0,5	7020	1,0	5,6	6,5	0,5	3,5	66,6	—	3,65	1,68	46,0	12,43
Б 2,0	5150	0,7	6,5	6,9	0,9	5,4	58,7	29,4	8,39	3,04	36,2	15,65
А 0,1	5100	1,0	8,4	10,8	0,9	3,3	142,8	—	6,54	2,48	37,9	12,65
Б 0,1	3070	0,7	9,6	11,4	1,5	6,8	126,3	30,6	14,86	5,16	34,7	15,84
А 0,5	2080	0,9	16,1	17,5	1,6	4,8	236,7	—	16,40	5,75	35,0	11,96
Б 0,5	1430	0,6	17,4	18,0	3,1	9,0	221,5	28,8	25,76	7,18	27,8	10,27

при формировании лесопарковых ландшафтов в пригородных лесах необходимо учитывать это обстоятельство. Формирование ландшафтов надо начинать с более раннего возраста насаждений.

Из таблицы видно также, что на всех секциях отмечается зависимость между весом хвои и диаметром ствола. Деревья большего диаметра в однородном и разновозрастном древостое, при прочих равных условиях, как правило, имеют большее количество хвои. Проявляется также зависимость между диаметром дерева и весом кроны вместе с хвоей, а также между весом хвои, выраженном в процентах к весу кроны, и диаметром дерева. Вес кроны вместе с хвоей закономерно изменяется в сторону увеличения от тонкого к более толстому дереву. Вес хвои, выраженный в процентах к весу кроны, с повышением возраста дерева, а следовательно, и его диаметра снижается. Объясняется это увеличением объема сучьев в связи с ростом самого дерева. В пределах ступеней толщины 4—18 см, согласно перечету на пробных площадях, эта величина изменяется от 46 до 35% на контрольных секциях и от 36 до 28% на прореженных. Таким образом, вследствие более интенсивного развития кроны деревьев в насаждениях, пройденных рубками, процентное отношение хвои, выраженное к весу всей кроны, обычно несколько ниже, чем на контрольных участках.

В связи с установленной общей тенденцией к более интенсивному накоплению зеленой массы насаждений, имеющих лучшее освещение кроны, и принимая во внимание, что прирост древесины прямо пропорционален весу хвои, можно утверждать, что изреживание высокополнотных насаждений может вызвать в 2,1 раза больший прирост древесины против прироста в насаждениях, не пройденных рубками, особенно в период кульминационного роста деревьев. Это обстоятельство зависит от интенсивности прореживания. В исследованных нами

насаждениях наилучшие результаты получены при интенсивности прореживания 30,6 и 29,4%. По данным А. В. Савиной [2], в 14-летнем сосновом насаждении через 7 лет после рубки средней интенсивности (20—25%) прирост листовой массы на прореженном участке был в 4,2 раза больше, чем на контрольном. Б. И. Гаврилов [1] утверждает, что наиболее эффективными будут насаждения, в которых оставлено 1000—1500 деревьев в возрасте 5—7 лет при последующем регулярном изреживании полога крон. Такие насаждения уже к 30-летнему возрасту дают прирост стволовой части на 12% выше, чем по таблицам роста насаждений I класса бонитета. Таким образом, только при сильном изреживании приращение хвои, а следовательно, и прирост древесины достигают больших размеров.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы.

Прореживание насаждений в порядке рубок ухода за лесом или других приемов лесоводственных рубок, изменяя сочетание факторов среды в общем комплексе, способствует более интенсивному приращению зеленой массы оставленных деревьев и вызывает тем самым более энергичные ростовые процессы: более мощное разрастание кроны, усиленный рост в толщину, то есть по диаметру и объему. При этом величина приращения зеленой массы, а следовательно, и прироста древесины в насаждениях находится в зависимости от интенсивности изреживания их. Наиболее благоприятные условия для роста сосны имеютс я в условиях средней полноты (0,5—0,7), поэтому только при рубках сильной интенсивности увеличение зеленой массы и прирост древесины достигают больших размеров.

У оставленных в прореженных насаждениях деревьев формируется правильная крона, а количество хвои при исчислении на среднее дерево составляет 125—208% по сравнению с насаждениями, не пройденными рубками. При этом вес хвои находится в прямой зависимости от диаметра дерева на высоте груди. Одновременно с этим, с увеличением диаметра дерева процент зеленой массы в кронах уменьшается.

При проведении рубок ухода за лесом и особенно рубок с целью формирования лесопарковых ландшафтов необходимо учитывать, что с увеличением возраста дерева (от 40—50 лет и выше) восстановление количества хвои протекает значительно медленнее.

Выявленные закономерности роста и развития деревьев могут быть использованы на практике в целях получения насаждений более высокой продуктивности и высокого качества древесины, а также для формирования устойчивых, соответствующих целевому направлению хозяйства, древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. И. Гаврилов. Сосновые хозяйства быстрого прироста. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1964. [2]. А. В. Савина. Экологические и физиологические факторы, обуславливающие прирост древесины на рубках ухода. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1949. [3]. А. В. Савина. Физиологическое обоснование рубок ухода. Гослесбумиздат, М.—Л., 1956. [4]. Ф. Н. Харитонович. Закономерности роста сосны обыкновенной. Журн. «Лесное хозяйство» № 11, 1961. [5]. А. И. Челядинова. Количество и характер хвои в сосновом насаждении. Труды ВНИИЛХ, вып. 21, Пушкино, Московской области, 1941.

УДК 634.0.232.323 : 674.031.632.264.9

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ НАСАЖДЕНИЙ НА РОСТ ДУБА КАШТАНОЛИСТНОГО В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ПОЛОСАХ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

А. М. ГУСЕЙНОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

Л. А. ГУСЕЙНОВА

Научный сотрудник

(АзербНИИЛХ)

В статье приведены результаты исследований на шести постоянных пробных площадях, которые заложены в двух полезащитных полосах (№ 10 и 11) Муганской опытно-мелиоративной станции, расположенной в центральной части Муганской степи. Высота местности здесь ниже уровня моря. Климат сухой субтропический. Среднегодовое количество осадков 246 мм. Почвы луговые, опресненные, по механическому составу суглинистые и суглинисто-песчаные. Лесные полосы 2—4 раза в год поливаются. Норма полива 3—4 тыс. м³ воды на 1 га в год.

Полосы пятирядные. Первый, третий и пятый ряды созданы гнездовым пятилуночным посевом дуба весной 1950 г. Расстояния между центрами гнезд 3 × 5 м. В 1953 г. в четырехметровые междурядья посажены ясень-зеленый и орех грецкий. Ясень введен также в ряды дуба — по одному растению между гнездами.

Рост дубков в первые два года проходил в разных условиях: в полосе 11 они выращивались вместе с покровными культурами, в полосе 10 сельскохозяйственное пользование не проводилось. В результате этого в первые же годы густота насаждений полос оказалась неодинаковой. В 1952 г. среднее число дубков в гнездах было в полосе 10—24 шт. и в полосе 11—14 шт. *

В период закладки пробных площадей (июнь 1960 г.) среднее число дубков в гнездах составляло: в полосе 10—20 шт., в полосе 11—9 шт.; максимальное — соответственно 29 и 23 шт.

Средняя по трем пробным площадям каждой полосы таксационная характеристика их насаждений в возрасте 10,5 лет приведена в табл. 1.

Число деревьев, запас и средний прирост даны в переводе на 1 га.

В табл. 2 приведены значения рангов средних деревьев дуба (при учете всех растений) и редуцированных чисел по высотам и диаметрам лучших деревьев насаждений полос в 1960 г.

* И. С. Сафаров. Защитное лесоразведение в Азербайджане. Ереван, 1958.

Таблица 1

Таксационные показатели	Величина показателей			
	всего насаждения	дуба при учете в гнездах растений		
		всех	трех лучших	одного лучшего
Средняя высота, м	$\frac{6,7}{6,8}$	$\frac{6,3}{6,2}$	$\frac{8,6}{7,5}$	$\frac{9,5}{8,3}$
Средний диаметр, см	—	$\frac{3,8}{4,3}$	$\frac{6,5}{6,0}$	$\frac{7,7}{7,1}$
Число деревьев, тыс. шт.	$\frac{17,6}{9,2}$	$\frac{15,2}{7,0}$	$\frac{2,2}{2,2}$	$\frac{0,74}{0,76}$
Запас, м ³	$\frac{98,0}{70,0}$	$\frac{70,0}{38,7}$	$\frac{32,5}{25,6}$	$\frac{15,9}{13,3}$
Средний прирост, м ³	$\frac{9,3}{6,7}$	$\frac{6,7}{3,7}$	$\frac{3,1}{2,4}$	$\frac{1,5}{1,3}$

Примечание. В числителе данные для полосы № 10; в знаменателе — для полосы № 11.

Таблица 2

№ полосы	Число деревьев на 1 га общее (в том числе дуба) тыс. шт.	Ранг среднего дерева	Редукционное число				
			по диаметру		по высоте		
			самого крупного дерева	среднего дерева при учете в гнездах лучших растений		трех	одного
10	$\frac{17,6}{15,2}$	70	3,1	1,69	2,03	1,36	1,50
11	$\frac{9,2}{7,0}$	66	2,6	1,39	1,66	1,21	1,33

В октябре 1961 г. на всех пробах был проведен повторный учет.

В целях выявления влияния густоты растений в гнездах на размеры дубков были определены средние диаметры дубков в пределах гнезд с разной густотой. Полученные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Количество дубков в гнезде, шт.*	Средний диаметр дуба (см) при учете в гнездах растений					
	всех		трех лучших		одного лучшего	
	1960 г.	1961 г.	1960 г.	1961 г.	1960 г.	1961 г.
1—5	4,0	4,8	4,6	5,6	5,6	7,1
6—10	3,6	4,2	5,7	7,1	7,5	9,4
11—15	3,6	4,1	6,3	7,5	7,7	9,4
16—20	3,6	4,0	6,6	7,6	7,8	9,1
21—25	3,2	3,5	6,8	7,1	7,4	8,4
26—30	2,7	2,9	5,5	6,0	7,0	7,7

* Количество дубков в гнездах определено в 1960 г.

На рис. 1 приведены средние (при учете трех лучших стволов в гнездах) данные текущего прироста дерева по диаметру за период

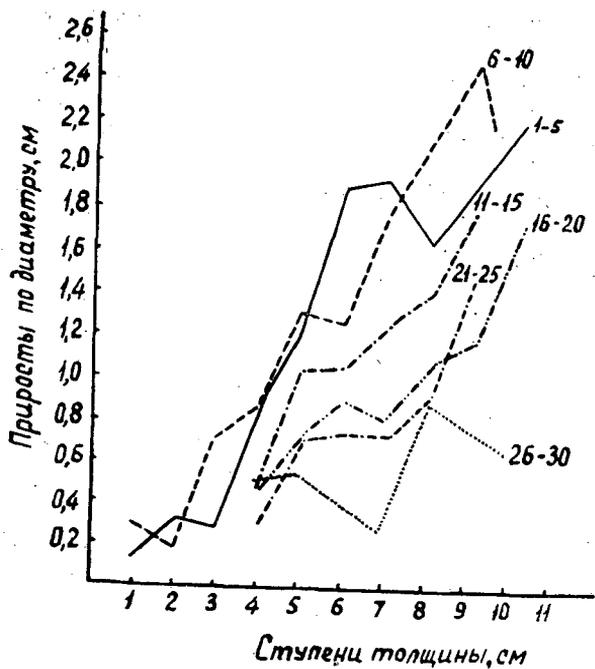


Рис. 1.

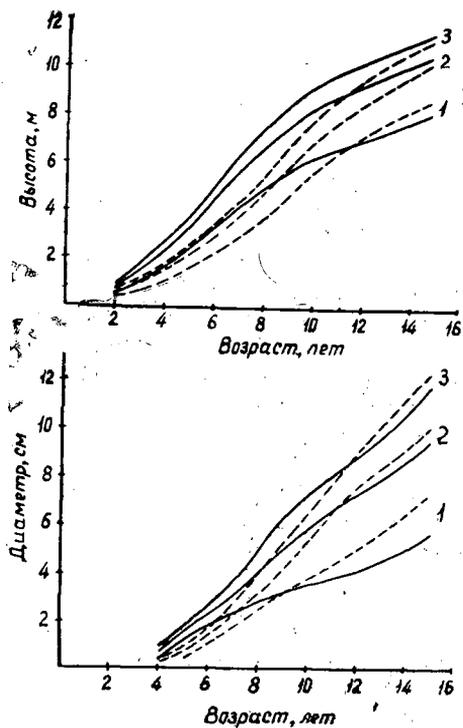


Рис. 2.

Сплошной линией обозначены данные для полосы 10, пунктирной — для полосы 11; 1 — средние показатели роста при учете всех дубков в гнездах; 2 — трех лучших; 3 — одного лучшего.

между учетами в зависимости от ступеней толщины и густоты растений в гнездах. В 1961 г. (после повторного учета) на двух пробах каждой полосы были проведены рубки ухода, при которых был выбран частично яшень (в основном из внешних рядов) и разрежены гнезда дуба. На одной пробе каждой полосы число оставляемых в гнездах дубков не превышало пяти, а на другой десяти растений.

Материалы четырехкратных учетов на пробных площадях и анализ хода роста модельных деревьев, взятых из числа средних по показателям всех, трех и одного лучших деревьев, позволили составить график (рис. 2) и получить данные хода роста насаждений (без изреживаний) по высотам и диаметрам в полосах 10 и 11.

Исследования дают основание сделать следующие выводы о влиянии густоты на рост насаждений.

1. В первые годы, как правило, лучший рост и состояние имеют дубки в гнездах с большим числом растений.

По мере смыкания дубков в гнездах усиливается их дифференциация, которая становится еще резче после того, как дубки различных гнезд смыкаются между собой. При этом, с одной стороны, происходит накопление отстающих в росте особей и, с другой, — выделение лучших, самых быстрорастущих экземпляров. Чем больше число растений, тем выше процент отстающих деревьев и больше размеры лучших растений.

Относительные высоты деревьев больше в густых гнездах.

С повышением возраста средний диаметр всех растений в густых гнездах увеличивается слабее, чем в редких, и в итоге самые крупные (по диаметру) дубки встречаются в гнездах с наименьшим числом растений. Выделившиеся же лучшие деревья в густых гнездах некоторое время остаются крупными, но постепенно и они по средним диаметрам начинают уступать лучшим деревьям гнезд с меньшей густотой.

2. Росшее вначале лучше, более густое насаждение с 9 лет начинает постепенно утрачивать преимущества в средних размерах сначала всех, а затем и лучших деревьев.

В возрасте 15 лет общая производительность насаждений и средний прирост по запасу остаются пока еще более высокими в густом насаждении, но текущий прирост по запасу в редком выше, и это дает основание предполагать, что в возрасте около 20 лет насаждения сравняются и по этим показателям.

3. Первоначальные преимущества в росте густых насаждений с возрастом утрачиваются, и без своевременного проведения рубок ухода эти насаждения по росту и состоянию могут стать хуже, чем более редкие.

4. В имеющихся густых гнездовых культурах дуба необходимо проводить изреживания, начиная с 6—8-летнего возраста. После первой рубки густота дубков в гнезде не должна превышать 10 экземпляров. В возрасте 10—12 лет рубки ухода следует повторить и оставить не более 5—6 дубков в гнезде. В возрасте 14—16 лет их число может быть снижено до 3—4. При наличии в насаждении сопутствующих пород деревья, мешающие росту дуба, вырубается в первую очередь. Настоящие рекомендации применимы к насаждениям высоких классов бонитета (I и выше).

5. При создании насаждений био группами (600—800 на 1 га) не следует их слишком загущать. Первоначальное количество растений не должно превышать 10 тыс. на 1 га.

УДК 634.0.363.7

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ БАРАБАННЫХ РУБИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Э. П. ЛИЦМАН

Старший научный сотрудник

(Ленинградская лесотехническая академия)

Основной недостаток барабанных рубительных машин — низкое качество вырабатываемой щепы. Поэтому весьма необходимо исследовать режимы резания древесины, чтобы иметь возможность снизить удельный расход энергии на измельчение и обеспечить получение технологической щепы должного качества.

Ранее предполагали, что длина щепы по волокну определяется величиной принудительной подачи древесины в расчете на один нож. Это положение оказалось ошибочным.

При исследовании барабанных рубительных машин должны быть рассмотрены следующие два случая.

1-й случай. Величина принудительной подачи в расчете на один нож l_n недостаточна для того, чтобы древесина перед внедрением ножа своим торцом, образованным предыдущим резом, уперлась в ротор. В этом случае средняя фактическая длина щепы по волокну определится по выражению

$$l_{\phi} = K_3 \cdot l_n, \quad (1)$$

где K_3 — коэффициент затягивания древесины роторными ножами.

Как показали опыты, в рассматриваемом случае K_3 является неопределенной величиной и колеблется в широких пределах.

2-й случай. Величина принудительной подачи в расчете на один нож l_n достаточна для того, чтобы древесина перед внедрением ножа своим торцом, образованным предыдущим резом, уперлась в ротор и таким образом его поверхность ограничила величину подачи. В этом случае кроме скорости принудительной подачи на длину щепы по волокну оказывают влияние диаметр ротора, угол наклона направления подачи, величина выпуска ножей, профиль ротора, смещение лезвия неподвижных ножей от оси вращения ротора, толщина измельчаемой древесины.

Все дальнейшие рассуждения будут относиться только ко второму случаю, так как он дает возможность обеспечить равномерность длины щепы по волокну, что, в основном, и определяет ее качество.

Теоретическим путем мы получили формулу, связывающую длину щепы по волокну, основные параметры барабанной рубительной машины и толщину измельчаемого материала (рис. 1),

$$l_d = \sqrt{R_1^2 - (R_1 \cdot \sin \alpha - d)^2} - \sqrt{R^2 - (R_1 \cdot \sin \alpha - d)^2}, \quad (2)$$

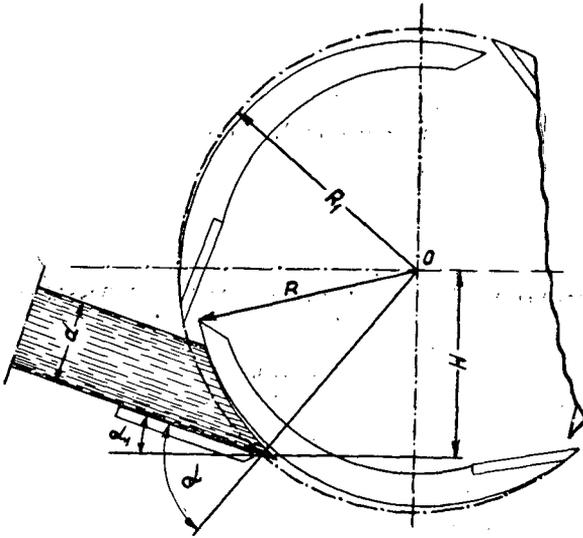


Рис. 1. Ротор с поступлением щепы
внутри барабана.

- где l_d — расчетная длина щепы по волокну при толщине измельчаемого материала d ;
- R — радиус окружности ротора, задающий длину щепы, то есть расстояние от оси вращения ротора до поверхности его непосредственно перед ножом;
- R_1 — радиус окружности, описываемой лезвием роторного ножа;
- α — эквивалентный угол наклона направления подачи;
- d — толщина измельчаемого материала или пакета.

Величина выпуска ножа

$$y = R_1 - R. \quad (3)$$

При исследовании оказалось, что смещение лезвия донного ножа по вертикали относительно оси вращения ротора H и наклон направления подачи к горизонту α_1 оказывают одинаковое влияние на процесс резания и могут быть заменены одним параметром — эквивалентным углом α , который связан с H и α_1 следующей зависимостью:

$$\alpha = \arcsin \frac{H}{R_1} + \alpha_1. \quad (4)$$

Таким образом, комбинируя различные величины смещения лезвия донного ножа от оси ротора H и угла наклона направления подачи к горизонту α_1 , можно обеспечить подачу материала строго горизонтально, а также под любым углом сверху вниз или снизу вверх, сохраняя установленные оптимальные условия измельчения неизменными.

Формула (2) не учитывает наличия пазухи на поверхности ротора для помещения щепы. Однако расчеты показывают, что если величина входного отверстия пазухи меньше $1/10$ диаметра ротора, то она не оказывает существенного влияния на длину щепы. В этом случае, так же как и в случае поступления щепы внутрь барабана, формула (2) пригодна для расчетов. При наличии пазухи (рис. 2) с большим входным отверстием длину щепы по волокну рассчитывают по формуле

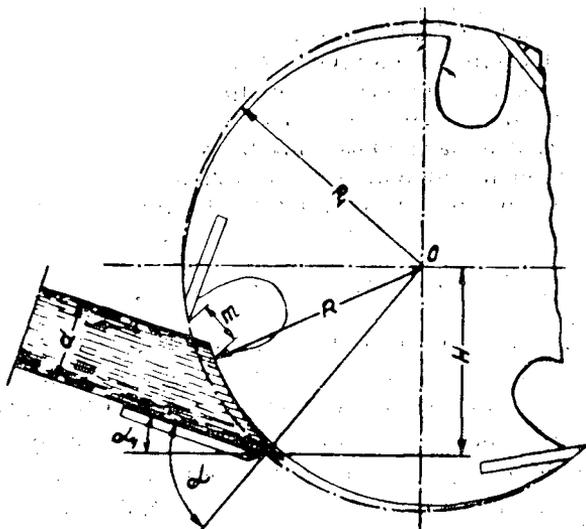


Рис. 2. Ротор с пазухами для щепы на поверхности барабана.

$$l_d = \sqrt{R_1^2 - (R_1 \sin \alpha + m\rho - d)^2} - \sqrt{R^2 - (R_1 \sin \alpha + m\rho - d)^2}, \quad (5)$$

где m — ширина пазухи, то есть расстояние от лезвия ножа до противоположной стенки пазухи;
 ρ — поправочный коэффициент (безразмерная величина).

Величина ρ выражается уравнением

$$\rho = \sin \left[\arccos \frac{m^2 + R_1^2 - R^2}{2mR_1} - 90^\circ + \arccos \frac{R_1 \sin \alpha - d}{R_1} \right]. \quad (6)$$

В формулу (5) подставляют только положительные значения ρ , отрицательные приравнивают к нулю.

Средняя фактическая длина щепы по волокну не равна расчетной, так как в результате смятия при резании древесина затягивается ножами на большую величину, чем l_d . Поэтому с учетом коэффициента затягивания K_3 средняя фактическая длина щепы по волокну

$$l_\phi = K_3 \cdot l_d. \quad (7)$$

Как показали опыты, коэффициент затягивания при условии $l_n \geq l_d$ изменяется очень незначительно и в среднем равен 1,15. Следовательно, при условии $l_n \geq l_d$ (2-й случай)

$$l_\phi = 1,15l_d. \quad (8)$$

При измельчении важное значение имеет чистота среза щепы, которая зависит, в основном, от угла среза ϵ , то есть угла между направлением волокон древесины и направлением резания. Проведенные нами опыты позволили установить, что чистый срез получается при угле от 45° и ниже.

Зависимость угла от параметров машины и толщины измельчаемого материала может быть выражена уравнением

$$\epsilon = \arccos \left(\sin \alpha - \frac{d}{R_1} \right). \quad (9)$$

Формулы (2) и (5) применимы в том случае, если часть цилиндрической поверхности барабана (стягивающей дугу 3—4°) непосредственно за ножом выполнена радиусом окружности, описываемой лезвием роторного ножа; или если вся цилиндрическая поверхность ротора между двумя соседними ножами имеет форму спирали Архимеда. Как показали расчеты и проведенные опыты, профиль ротора, выполненный по спирали Архимеда, является оптимальным. Максимально допустимая величина падения радиуса спирали на один градус Ω определяется по формуле

$$\Omega = \frac{l_{d_{max}} \cdot \sin \varepsilon_{max}}{360^\circ} \cdot z_{max}, \quad (10)$$

где $l_{d_{max}}$ — заданная поверхностью ротора длина щепы при максимально допустимой толщине измельчаемой древесины d_{max} — определяется по формулам (2) или (5);

ε_{max} — угол встречи при входе ножа в древесину максимальной толщины d_{max} — определяется по формуле (9);

z_{max} — максимально возможное количество ножей, которое может быть установлено на поверхности ротора без ухудшения качества щепы; находится по формуле

$$z_{max} \leq \frac{360^\circ}{\gamma}, \quad (11)$$

где γ — величина дуги (град), стягивающей переходную поверхность ротора,

$$\gamma = \frac{(\varepsilon_{max} + \alpha - 90^\circ) \cdot \sin \varepsilon_{max}}{\sin \varepsilon_{max} - \sin \varepsilon_{min}}, \quad (12)$$

здесь ε_{min} — величина угла встречи при выходе ножа из древесины.

Величина входного отверстия пазухи m для помещения щепы вычисляется по формуле

$$m = \sqrt{\frac{\sigma \cdot l_{\phi} \cdot d_{max}}{K_{\phi}}}, \quad (13)$$

где σ — коэффициент разрыхления. Для свободно насыпанной щепы он равен 3. Однако, учитывая частичное разрыхление щепы в пазухе, его можно принять равным 2;

K_{ϕ} — коэффициент формы пазухи, который учитывает уменьшение объема пазухи в связи с отклонением ее формы от прямоугольной, так как для облегчения выброса щепы профиль пазухи выполняется плавными переходными радиусами; K_{ϕ} колеблется от 0,8 до 0,6; величина входного отверстия пазухи является одновременно и ее глубиной.

На основании теоретического изучения, а также исследований по резанию древесины с толстой стружкой, выполненных на экспериментальной установке, мы нашли следующие формулы для расчета мощности по видам затрат при работе барабанной рубительной машины.

1. Мощность P_p , расходуемая непосредственно на резание,

$$P_p = \frac{z \cdot K_p}{60 \cdot 102} \cdot l_{\phi} \cdot d \cdot b \cdot n. \quad (14)$$

Обозначив

$$q = \frac{z \cdot l_{\phi} \cdot d \cdot b \cdot n}{60},$$

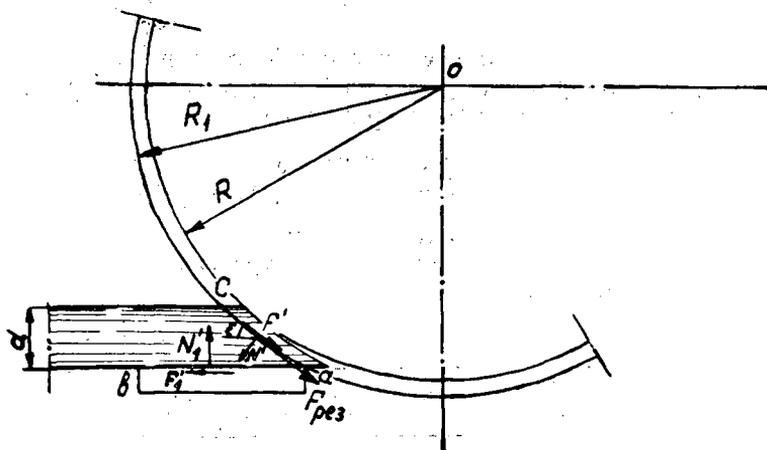


Рис. 3.

$F_{рез}$ — усилие резания; N' и N_1' — реактивные силы, вызванные усилием резания $F_{рез}$ и направленные по нормали к плоскостям av и ac ; F_1 и F_1' — силы трения, вызванные усилиями N' и N_1' при перемещении древесины и направленные вдоль плоскостей av и ac ; R_1 — радиус окружности, описываемой лезвием роторных ножей; R — радиус окружности, описываемой поверхностью ротора перед ножом.

получим

$$P_p = \frac{K_p \cdot q}{102},$$

где d и b — толщина и ширина измельчаемого материала;
 n — среднее число оборотов ротора во время измельчения;
 K_p — коэффициент резания древесины с толстой стружкой, определяется на основании опытных данных*;
 q — объем древесины, снимаемой за 1 сек.

2. Мощность P_a , расходуемая на преодоление сил трения древесины о ротор (расчетная схема показана на рис. 3), вызванных тем, что усилие резания не перпендикулярно направлению подачи

$$P_a = \frac{z \cdot K_p \cdot \mu_1 \cdot r}{60 \cdot 102} \cdot l_\phi \cdot d \cdot b \cdot n. \quad (15)$$

Обозначив

$$K_a = K_p \cdot \mu_1 \cdot r,$$

получим

$$P_a = \frac{K_a \cdot q}{102},$$

где μ_1 — коэффициент трения (табл. 1) срезанного торца древесины по ротору;
 K_a — коэффициент, учитывающий удельный расход энергии на преодоление сил трения древесины о ротор, вызванных

* Экспериментальное исследование процесса резания древесины с толстой стружкой элементарным резцом опубликовано в «Лесном журнале» № 3, 1963. К этой же статье адресованы все приведенные в настоящей работе ссылки на опытные данные.

тем, что усилие резания не перпендикулярно направлению подачи;

r — коэффициент, характеризующий степень заклинивающего действия ротора древесины под действием усилия резания, определяется по выражению

$$r = \frac{\cos \varepsilon_{cp} - \mu_2 \cdot \sin \varepsilon_{cp}}{(1 + \mu_1 \mu_2) \cdot \sin \varepsilon_{cp} - (\mu_1 - \mu_2) \cos \varepsilon_{cp}}, \quad (16)$$

где ε_{cp} — средняя величина угла встречи;
 μ_2 — коэффициент трения (табл. 1) древесины о поверхность донного ножа.

Таблица 1

Коэффициенты трения	Значения коэффициентов трения при абсолютной влажности древесины (%)				
	20	40	55	70	100
μ_1	0,55	0,52	0,50	0,49	0,45
μ_2	0,25	0,23	0,21	0,21	0,20

3. Мощность P_λ , расходуемая на преодоление сил трения древесины о ротор (расчетная схема показана на рис. 4), вызванных затягивающим действием роторных ножей,

$$P_\lambda = \frac{z \cdot K_p \cdot \mu_1 \cdot \lambda}{60 \cdot 102} \cdot L_\phi \cdot d \cdot b \cdot n. \quad (17)$$

Обозначив

$$K_\lambda = K_p \cdot \mu_1 \cdot \lambda,$$

получим

$$P_\lambda = \frac{K_\lambda \cdot q}{102},$$

где λ — коэффициент, показывающий отношение усилия затягивания к усилию резания; определяется на основании опытных данных;

K_λ — коэффициент, учитывающий удельный расход энергии на преодоление сил трения древесины о барабан, вызванных затягивающим действием роторных ножей, находится опытным путем.

4. Мощность P_s , расходуемая на преодоление сил трения древесины о ротор (расчетная схема показана на рис. 5), вызванных усилием принудительной подачи,

$$P_s = \frac{1}{30 \cdot 102} \cdot S \cdot \pi \cdot R_1 \cdot n \cdot \mu_1 \cdot r' \cdot j, \quad (18)$$

где S — максимальное усилие принудительной подачи древесины;
 j — коэффициент, учитывающий уменьшение максимального усилия S в зависимости от темпа открытия зазора между срезанным торцом древесины и поверхностью ротора. Как показали теоретические исследования, подтвержденные затем опытными данными, коэффициент j может быть найден по формуле

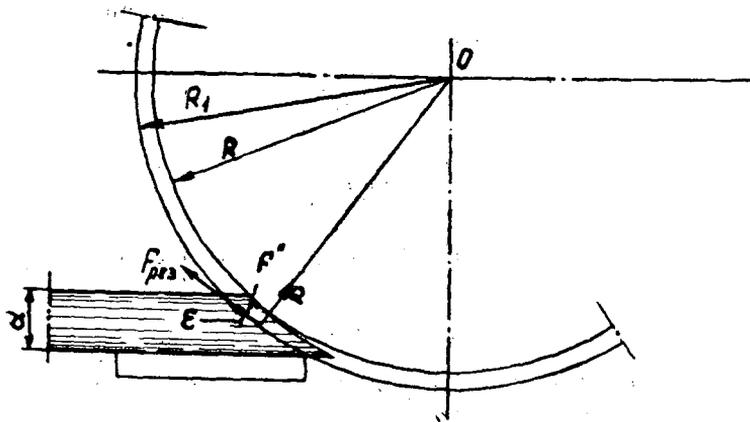


Рис. 4.

Q — усилие затягивания, вызванное внутренними силами взаимодействия резца с древесиной, направленное по нормали к направлению усилия резания; F' — касательное усилие, вызванное силой Q , при перемещении древесины. Остальные обозначения см. на рис. 3.

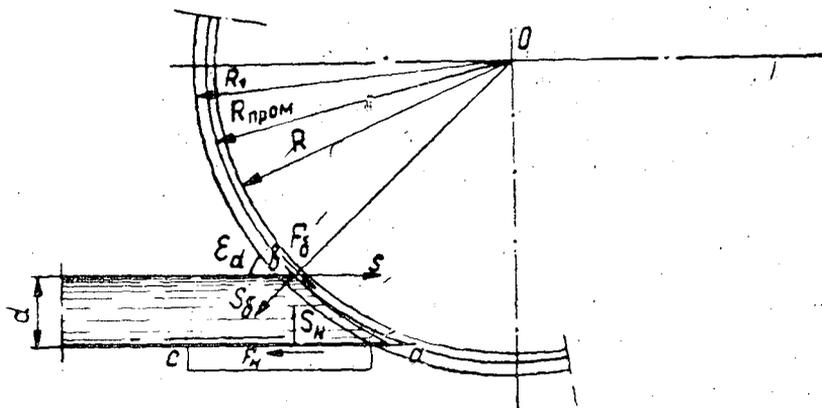


Рис. 5.

S — максимальное усилие принудительной подачи древесины подающим механизмом; S_0 и S_H — реактивные силы, вызванные усилием S , направленные по нормали к плоскостям av и ac ; F_0 и F_H — силы трения, вызванные при перемещении древесины силами S_0 и S_H , направленные вдоль плоскостей av и ac ; $R_{\text{пром}}$ — радиус окружности, описываемой промежуточной точкой (между ножами ротора). Остальные обозначения см. на рис. 3.

$$j = \frac{l_n - l_d}{l_n}; \quad (19)$$

r' — коэффициент, характеризующий степень заклинивания ротора древесиной от усилия, действующего в направлении подачи,

$$r' = \frac{1}{(1 + \mu_1 \mu_2) \cdot \sin \epsilon_d - (\mu_1 - \mu_2) \cos \epsilon_d}; \quad (20)$$

ϵ_d — угол при входе ножа в древесину толщиной d .

Отнесем мощность P_s к объему щепы, снятой за 1 сек, и обозначим K_s — коэффициент, учитывающий расход энергии на преодоление

сил трения древесины о ротор, вызванных усилием принудительной подачи древесины. Тогда получим

$$P_s = \frac{K_s \cdot q}{102}$$

или

$$K_s = \frac{102 \cdot P_s}{q}$$

Общая полезная мощность, снимаемая с вала ротора, определяется по уравнению

$$P_{\text{и}} = P_p + P_{\alpha} + P_{\lambda} + P_s \quad (21)$$

Для проверки полученных теоретическим путем расчетных формул и уточнения некоторых коэффициентов мы провели специальные экспериментальные исследования. Для этих целей была использована дробилка ДР-04. В соответствии с задачей исследования были рассчитаны по приведенным формулам основные параметры барабанной рубительной машины применительно к дробилке ДР-04. Для расчета были взяты следующие исходные данные: срез щепы должен быть чистым без смятых кромок, допустимый разброс длины щепы по волокну 18—25 мм, диапазон толщин измельчаемого материала от 20 до 100 мм. На основании расчетных данных дробилку ДР-04 реконструировали. При переделке машины была предусмотрена возможность изменения ряда ее параметров при проведении исследований.

В соответствии с программой опытов исследованию на промышленном реконструированном образце машины подлежали зависимости: качества щепы, полезной мощности $P_{\text{и}}$, снимаемой с вала ротора, коэффициента затягивания K_z , удельного расхода энергии $E_{\text{и}}$, коэффициента резания $K_{\text{н}}$, длины щепы по волокну $l_{\text{ф}}$ при измельчении древесины различной толщины d от следующих факторов: величины эквивалентного угла встречи α , углов резания δ , величины выпуска роторных ножей y , влажности древесины W , величины принудительной подачи древесины в расчете на один нож $l_{\text{н}}$.

При проведении исследований количество опытов в одной серии равнялось 8, так как путем проведения предварительных экспериментов было установлено, что только при указанной повторности получают надежные данные.

Результаты исследования процесса измельчения древесины на реконструированной машине ДР-04

А. Влияние величины эквивалентного угла α на $P_{\text{и}}$, $K_{\text{н}}$, $E_{\text{и}}$, K_z , $l_{\text{ф}}$ и качество щепы

При исследовании угол α изменялся от 55 до 75° ступенями через 5°.

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы.

1. $P_{\text{и}}$, $K_{\text{н}}$, $E_{\text{и}}$ с увеличением угла α уменьшаются.
2. K_z при $l_{\text{н}} \geq l_d$ изменяется незначительно и в среднем равен 1,15; при $l_{\text{н}} < l_d$ он колеблется от 1,19 до 1,21.
3. С повышением угла α увеличивается l и разброс длины щепы по волокну.

4. Снижение угла α сопровождается увеличением количества мелкой фракции щепы и опилок. Максимальный выход нормальной фракции щепы соответствует эквивалентному углу $\alpha = 70^\circ$.

5. Качество среза щепы с уменьшением угла α постепенно ухудшается. Смятие торца среза наблюдается уже при $\alpha = 65^\circ$ и особенно при $\alpha = 60^\circ$.

Б. Влияние величины угла резания δ на P_n , K_n , E_n , K_3 , l_ϕ и качество щепы

При исследовании угол δ изменялся от 30 до 70° ступенями через 10° . Полученные результаты позволили сделать следующие выводы.

1. P_n , E_n , K_n с повышением угла δ увеличиваются.
2. K_3 при $l_n \geq l_d$ изменяется незначительно и в среднем равен 1,15; при $l_n < l_d$ он колеблется от 1,19 до 1,30.
3. l_ϕ и разброс длины щепы по волокну не зависят от величины угла δ .
4. С повышением угла δ наблюдается рост объемов мелкой фракции щепы и опилок. Максимальный выход нормальной фракции щепы соответствует $\delta = 30^\circ$.
5. Качество среза щепы (по визуальным наблюдениям) с увеличением угла δ постепенно ухудшается. Смятие торца среза наблюдалось уже при $\delta = 50^\circ$ и особенно при $\delta = 60^\circ$, а при $\delta = 70^\circ$ получается рваный срез.

В. Влияние величины выпуска ножей y на P_n , K_n , E_n , K_3 , l_ϕ и качество щепы

При исследовании величина y изменялась от 11 до 19 мм ступенями через 2 мм. Полученные результаты позволили сделать следующие выводы.

1. P_n , K_n , E_n с увеличением y , как правило, уменьшаются.
2. K_3 при $l_n \geq l_d$ в среднем равен 1,15; K_3 при $l_n < l_d$ изменяется от 1,20 до 1,60.
3. Повышение y сопровождается увеличением l_ϕ и разбросом длины щепы по волокну.
4. Возрастание y вызывает резкое увеличение выхода крупной фракции щепы за счет нормальной. Количество мелочи и мелкой фракции с повышением y изменяется незначительно. Максимальный выход нормальной фракции соответствует величине $y = 11$ мм.
5. Качество среза щепы незначительно ухудшается с увеличением y .

Г. Влияние влажности древесины W на P_n , K_n , E_n , K_3 , l_ϕ и качество щепы

При исследовании влажность древесины W составляла 20, 40, 55, 70 и 100%. Результаты опытов позволили сделать следующие выводы.

1. P_n , K_n , E_n с увеличением W уменьшаются.
2. K_3 при $l_n \geq l_d$ изменяется незначительно и в среднем равен 1,15; K_3 при $l_n < l_d$ колеблется от 1,17 до 1,21.
3. Повышение W не оказывает влияния на l_ϕ и на разброс длины щепы по волокну.
4. Уменьшение W сопровождается увеличением количества мелкой фракции щепы и опилок за счет нормальной. Крупная фракция изменяется незначительно. Максимальный выход нормальной фракции соответствует влажности измельчаемой древесины 100%.
5. Качество среза щепы по мере уменьшения W ухудшается, и при $W = 20\%$ наблюдаются надломы концов щепы.

Д. Влияние величины принудительной подачи на нож l_n на P_n , K_n , E_n , K_3 , l_ϕ и качество щепы

При исследовании величина l_n составляла 22,5 мм/нож и 16,7 мм/нож. Полученные результаты позволили сделать следующие выводы.

1. P_n , K_n , E_n с уменьшением l_n уменьшаются.
2. K_3 при $l_n \geq l_d$ изменяется незначительно и в среднем равен 1,15; K_3 при $l_n < l_d$ колеблется от 1,21 до 1,35.
3. Уменьшение величины принудительной подачи древесины на нож l_n сопровождается снижением l_ϕ и разброса длины щепы.
4. Уменьшение l_n почти не отразилось на фракционном составе щепы.
5. Качество среза щепы не зависит от l_n .

Е. Влияние толщины измельчаемой древесины d на P_n , K_n , E_n , K_3 , l_ϕ и качество щепы

При исследовании величина d изменялась от 20 до 100 мм ступенями через 20 мм. Параметры машины: α , δ , u , W , l_n также менялись.

Результаты опытов позволили сделать следующие выводы.

1. P_n , K_n , E_n , как правило, с увеличением d повышаются.
2. l_ϕ с ростом d уменьшается. Увеличение диапазона толщин измельчаемого материала вызывает повышение разброса длины щепы.
3. Повышение толщины измельчаемого материала сопровождается увеличением выхода мелкой фракции щепы и опилок.
4. Качество среза щепы с ростом d ухудшается.

Общие выводы и предложения

1. Предложенные нами формулы и методика расчета барабанных рубительных машин для получения качественной технологической щепы проверены и подтверждены экспериментальными данными, полученными нами на реконструированной дробилке ДР-04.

2. Предложенные нами формулы для расчета расхода мощности по элементам затрат подтверждены экспериментальными данными. Расхождение между суммарной полезной мощностью, снимаемой с вала ротора, полученной опытным путем P_n^3 и вычисленной по формуле (21), не превышает, как правило, 5%, а в отдельных случаях 8%.

3. Мощность, расходуемая на измельчение древесины, распределяется по элементам затрат в зависимости от условий следующим образом: P_p от 13,9 до 47,3%; P_λ от 1,1 до 5,8%; P_α от 10,2 до 79,6%; P_s от 0,0 до 67,0%.

4. При оптимальных условиях суммарное удельное сопротивление измельчению на барабанной рубительной машине составляет 0,427—0,489 кгм/см²; суммарный удельный расход энергии 1,162—1,331 квт/час/пл.м³. При этом выход нормальной фракции щепы составил 78,34%.

5. Удельный расход энергии на дисковых и барабанных рубительных машинах примерно одинаков. Щепа, полученная на реконструированной барабанной рубительной машине из отходов лесопиления, не уступает по качеству щепе, получаемой на дисковых рубительных машинах.

6. Для уменьшения мощности P_p необходимо обеспечить следующие режимы резания в барабанных рубительных машинах: эквивалент-

ный угол направления подачи, величина выпуска ножей, влажность измельчаемой древесины должны быть возможно большими, а угол резания — возможно меньшим; скорость резания должна быть высокой и достигать 30—35 м/сек, что обеспечивает получение высококачественной щепы.

7. Мощность P_λ снижается с уменьшением P_p .

8. Для уменьшения мощности P_a необходимо обеспечить возможно больший коэффициент трения между древесиной и донным ножом μ_2 и возможно меньший между барабаном и древесиной μ_1 .

9. Для полной ликвидации мощности P_s , необходимо обеспечить величину принудительной подачи на один нож, равную подаче, разрешаемой профилем ротора при максимально допустимой толщине измельчаемого материала d_{max} , то есть должно быть выполнено условие $l_n = l_{d_{max}}$. В этом случае древесина будет упираться в ротор только во время рубки под действием затягивающих сил, торможение же ротора древесиной под действием усилия принудительной подачи в промежутке между резами будет исключено. Опыты полностью подтвердили это положение.

Как показали теоретические расчеты и проведенные опыты, при соблюдении условия $l_n = l_{d_{max}}$ разброс длины щепы по волокну и ее фракционный состав при измельчении древесины различной толщины не ухудшается по сравнению с условием $l_n > l_d$.

Поступила в редакцию
18 октября 1965 г.

УДК 621.932.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ СУЧКОРЕЗНОГО СТАНКА УРС-4 ПЛТИ

М. Я. ГУРЬЯНОВ

И. о. доцента

(Поволжский лесотехнический институт)

Сравнительные испытания сучкорезного станка УРС-4 проводили с 21 по 28 октября 1963 г. в учебно-опытном лесхозе Поволжского лесотехнического института по упрощенной, технологической схеме, изображенной на рис. 1.

Расчетную часовую производительность сучкорезного станка определяли по формуле

$$П_ч = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2}{\frac{60 \cdot L}{n \cdot m \cdot s} + t_1 + t_2} \text{ шт. хлыстов,}$$

где φ_1 — коэффициент использования станка по времени, равный 0,9;
 φ_2 — коэффициент, учитывающий степень загрузки станка древесиной, равный 0,85;

L — средняя длина ствола, м;

t_1 и t_2 — время раскрытия и закрытия режущих инструментов и роликов механизма надвигания (по хронометражным данным, t_1 равно 2 сек, а t_2 — 3 сек);

n — число оборотов ротора в минуту, равное 310;

m — количество резцов в станке, равное 5 шт.;

s — подача на один резец за один оборот (см), то есть толщины снимаемой стружки.

Часовая производительность станка при средней длине обрабатываемого ствола дерева, равной 20 м, показана в табл. 1.

Следовательно, одним из основных показателей, определяющих производительность сучкорезной линии с продольной подачей, является средняя скорость $\frac{n \cdot m \cdot s}{60}$ надвигания дерева на режущие органы станка, зависящая от скорости вращения ротора, количества резцов и подачи на один резец за один оборот ротора.

Опыт проектирования роторных сучкорезных станков в ЦНИИМЭ, СевНИИПе и нашем институте показывает, что по условиям обработки деревьев в их вершинной части количество резцов (резцедержателей) не может быть больше 5—6 шт.

Таким образом, скорость вращения ротора и толщина снимаемой стружки определяют два пути повышения производительности роторного сучкорезного станка.

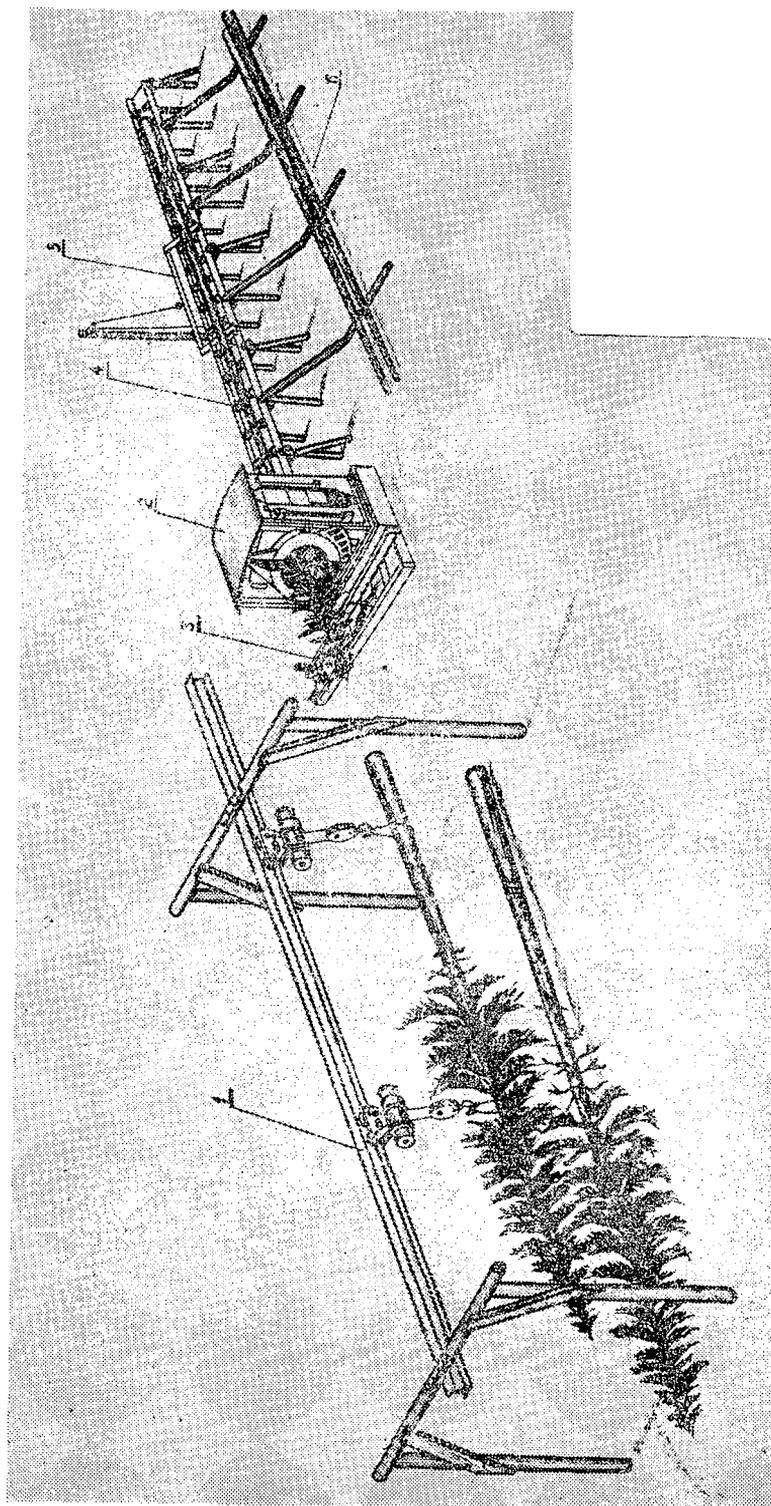


Рис. 1. Технологическая схема обработки деревьев сучкорезным станком УРС-4.

1 — тельферная установка подачи деревьев; 2 — сучкорезный станок УРС-4; 3 — транспортер для сучьев; 4 — призмный ролик; 5 — сбрасыватель хлыстов; 6 — буферная площадка.

Таблица 1

Средняя скорость надвигания, <i>м/сек</i>	Продолжительность цикла обработки дерева, <i>сек</i>	Часовая производительность, шт. хлыстов
0,2	105	26
0,4	55	50
0,6	38	72
0,80	30	92
1,0	25	110

Для получения расчетных скоростей осевого надвигания дерева на режущие органы станка до 1,0—1,2 *м/сек* при низкой скорости ротора и при пяти режущих органах необходимо было опытным путем на экспериментальной лабораторной установке [1] найти оптимальную форму резца и добиться подачи на один резец за один оборот ротора до 40—50 *мм* без снижения качества обрезки сучьев.

Наилучшие результаты получены при испытании в 1960—1963 гг. Г-образных резцов (рис. 2 и 3) на базе сучкорезного станка УРС-4. Параметры этих резцов показаны в табл. 2.

Таблица 2

Параметры	Резцы	
	предварительной срезки	чистовой срезки
Угол заточки передней грани α	40	40
Задний угол боковой режущей кромки γ	10	10
Ширина резца <i>B</i> , <i>мм</i>	50	50
Высота боковой режущей кромки <i>h</i> , <i>мм</i>	35	25
Угол заточки горизонтальной грани β	40	40
Угол скоса горизонтальной грани δ	12	40
Активная длина резца <i>l</i> , <i>мм</i>	110	45
Толщина Г-образного зуба <i>b</i> , <i>мм</i>	35	10
Длина резца <i>L</i> , <i>мм</i>	180	110

Основной особенностью Г-образных резцов первой ступени (рис. 3) является их работа на силовом принципе срезания сучьев без образования стружки и явно выраженного пропила.

Процесс их срезания резцами первой ступени заснят на пленку со скоростью от 1000 до 2500 кадров в секунду. Съемка произведена скоростной киносъемочной камерой СКС-1 при освещении прожекторами ПЗО-45. Просмотр полученного материала через кинопроектор в замедленном (от 400 до 100 раз) темпе дал наглядную картину процесса срезания сучьев различного диаметра резцами первой ступени. При диаметре до 40—50 *мм* они обычно удаляются за один проход без образования стружки. Толстые свыше 100 *мм* сучья срезаются двумя—четырьмя резцами (в зависимости от скорости надвигания) путем однократного перерезания волокон горизонтальной режущей кромкой резца и их расщепления вдоль оси. Оставшаяся несрезанная часть ($\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$) обычно сламывается. Поэтому активная длина резца нами принята равной 110 *мм*, то есть на 30% меньше максимального диаметра срезаемых сучьев.

Если резцы первой ступени должны перерезать сучья на некоторой высоте от поверхности ствола, то резцы второй ступени (рис. 3) производят срезание оставшейся части и обеспечивают надлежащую чистоту поверхности. Высокое качество обработки достигается благодаря

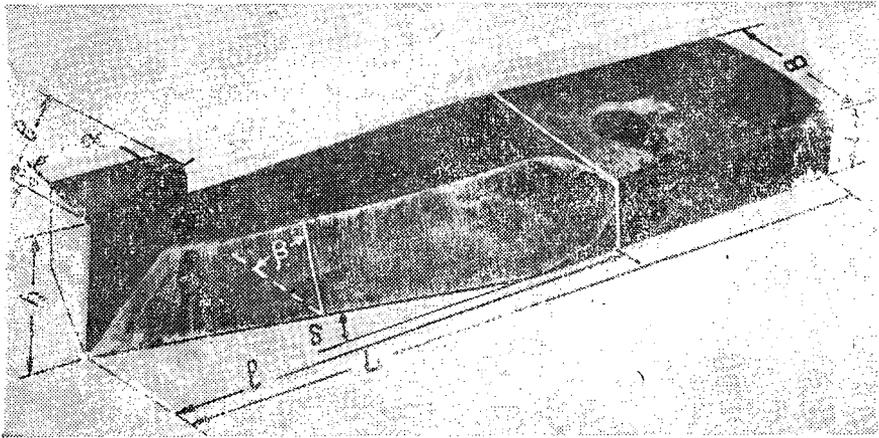


Рис. 2. Резец для предварительной обрезки сучьев.

α — угол заточки передней грани — 40° ; γ — задний угол боковой режущей кромки — 10° ; B — ширина резца — 50 мм; h — высота боковой режущей кромки — 35 мм; β — угол заточки горизонтальной грани — 40° ; δ — угол скоса горизонтальной грани — 12° ; l — активная длина резца — 110 мм; b — толщина Г-образного зуба — 35 мм; L — длина резца — 180 мм; e — толщина резца — 22 мм.

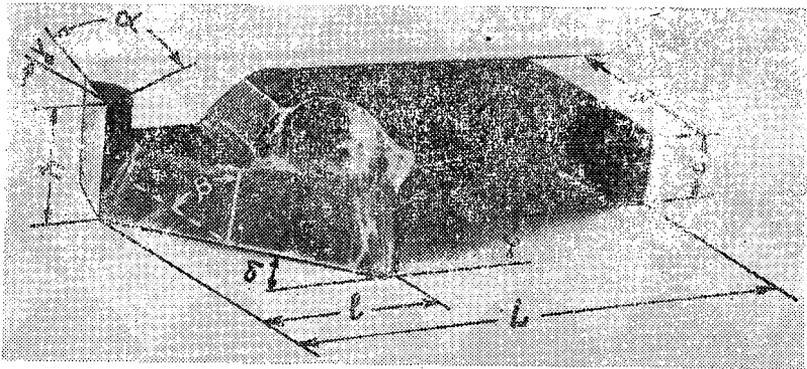


Рис. 3. Резец для чистовой обрезки сучьев.

$h = 25$ мм; $\delta = 40^\circ$; $l = 45$ мм; $b = 10$ мм; $L = 110$ мм; e — толщина резцедержателя 15 мм. Остальные обозначения см. на рис. 2.

созданию хороших условий копирования поверхности ствола, углу скоса горизонтальной грани резца и углу отклонения плоскости резца от касательной, проведенной из центра вращения до центра его направляющей [2].

На основе предварительных лабораторных исследований и испытания сучкорезного станка СРС-4 и УРС-4 в учебно-опытном лесхозе ПЛТИ в 1962—1963 гг. мы сделали вывод, что в сучкорезных машинах роторного типа вполне возможно силовое без образования стружки срезание сучьев с подачей на резец до 50 мм при скорости осевого надвигания дерева на режущие органы станка до $1,25$ м/сек. Однако проведенные испытания недостаточны для установления силовых зависимостей между основными факторами, определяющими процесс срезания на подачах до 50 мм и более.

Исследование процесса резания различными резцами в лабораторных условиях в 1963 г. были проведены также Н. А. Шепилиным

(ЦНИИМЭ), который пришел к аналогичным выводам, что в сучкорезных машинах ротационного типа наиболее рационально и вполне возможно силовое срезание сучьев с подачей на резец до 60 мм. Наиболее эффективным, для условий резания с большими подачами, является плоский резец с Г-образным профилем его передней части.

На основе лабораторных исследований и полупроизводственных испытаний определена расчетная часовая производительность роторного сучкорезного станка в 90—110 хлыстов за час его работы со средним циклом обработки одного дерева 25—35 сек (подача на резец принята равной 4 см). По данным хронометражных наблюдений в период сравнительных испытаний станка чистое время обработки ствола с учетом времени раскрытия и закрытия резцов составляло: в 1962 г. — 49 сек, в 1963 г. — 52 сек. Минимальное время обработки одного дерева — 32 сек. Следовательно, расчетная производительность фактически выше практически достигнутой на 20—30%.

В период контрольных опытов качество обрезки сучьев проверяли на 17 хлыстах. Испытания показали, что сучкорезный станок УРС-4 все сучья диаметром до 100—110 мм срезает на уровне поверхности ствола на всем его протяжении от комля до вершины.

По техническим данным станка минимальный диаметр окружности, вписанной в правильный пятиугольник направляющих резцов, равен 100 мм. Поэтому на вершинной части дерева остаются пеньки сучьев высотой от 5 до 40 мм и, как следствие этого, показатели качества обрезки колеблются в пределах от 87,1 до 96,8%. При ширине реза $B=50$ мм и пяти резцах минимальный диаметр вписанной окружности равен 1,4 B или 70 мм.

В настоящее время конструкция режущего органа станка пересмотрена и сходимость резцов доведена до 60—80 мм, что вполне удовлетворяет требованиям лесозаготовительного производства.

В процессе контрольных испытаний самопишущими ваттметрами снимались графики нагрузок электродвигателей ротора, механизма управления режущими органами и механизма надвигания.

Обработка графиков нагрузок показала, что расход электроэнергии на 1 м³ обработанной древесины при среднем объеме хлыста 1,19 м³ составил 0,68 квт-час/м³. В этом показателе учтен также расход энергии на холостой ход станка, механизм надвигания и привод гидронасоса. Общий расход энергии всей сучкорезной установки фиксировался тремя электросчетчиками, включенными через трансформаторы тока 200/5 в главную цепь щита питания. По данным замера определен общий расход электроэнергии на единицу обработанной древесины в 1,26 квт-час/м³. Полученная разница в 0,58 квт-час/м³ может быть отнесена на тельферную установку подачи деревьев в станок, лебедку ТЛ-3, работавшую на отвозке сучьев от станка, и лебедку ТЛ-1 на сброске хлыстов с рольганга.

По данным проведенных испытаний сучкорезного станка УРС-4 в Учебно-опытном лесхозе института было принято решение внедрить станок в производство.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Я. Гурьянов. Режущий орган к роторным сучкорезным станкам. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1962. [2]. М. Я. Гурьянов. Механизм прижима к окорочным и сучкорезным роторным станкам. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1962.

УДК 532.5

К ВОПРОСУ О РЕЖИМЕ ПОТОКА В НИЖНЕМ БЬЕФЕ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ПЛОТИН

А. Ф. ДМИТРИЕВ

Аспирант

(Хабаровский политехнический институт)

Основными схемами гидросооружений по форме сопряжения бьефов являются схемы водослива и истечения из-под шита. Учитывая, что в лесосплавных плотинах первая наиболее распространена, а вторая почти не встречается, исследование возможных режимов в нижнем бьефе выполнено применительно к схеме водослива. При этом водослив может быть и с тонкой стенкой, и с широким порогом.

В 1962—1964 гг. были проведены опыты по исследованию сопряжения бьефов лесосплавных плотин с целью получения расчетных зависимостей и уточнения имеющихся рекомендаций по методике расчета сопряжения бьефов*. Частью большого общего вопроса сопряжения бьефов является вопрос режима потока в нижнем бьефе.

Опыты проводили в металлическом лотке шириной 0,301 м, длиной 10 м и высотой остекленных стенок 0,68 м в условиях плоской и «полупространственной» задачи. Под «полупространственной» задачей понимаем незначительное безотрывное плановое расширение потока, не сопровождающееся образованием водоворотных областей с вертикальной осью вращения. Масштаб модели был принят $\alpha_h = 16$.

При этом исследовали следующие расчетные условия, характерные для лесосплавных плотин (в переводе на натуру): 1) напор на пороге плотины $T = 2 \div 5$ м (с градацией 2, 3, 4, 5 м); 2) удельные расходы $q = 0,63 \div 24,4$ м²/сек; 3) тип флютбета плотины — низкий ($p = 0$) и повыщенный ($p = 0,5$ и $1,0$) без бокового сжатия потока устоями ($\beta = 1,0$) и с боковым сжатием ($\beta = 0,858$), где p — высота порога флютбета; β — степень сжатия потока устоями; 4) очертание и форма отводящего русла — горизонтальное призматическое с прямоугольным поперечным сечением; 5) характер дна нижнего бьефа — неразмываемое; 6) пропуск воды через плотину — перелив воды через шиты и истечение через полностью открытое отверстие; 7) глубина воды в нижнем бьефе — $h_2: h_{20}, 1,1 h_{20}, 1,2 h_{20}$ и $1,5 h_{20}$, где h_{20} — глубина воды в конце затопленного донного прыжка. В отдельных случаях брались промежуточные значения n_3 и $n_3 > 1,5$, где $n_3 = \frac{h_2}{h_{20}}$ — степень затопления прыжка.

Рассмотрение вопроса выполнено применительно к типу плотины с низким флютбетом без бокового сжатия потока устоями. Сопряжение

* Опыты проведены автором под руководством проф. А. Н. Рахманова в лаборатории водного транспорта леса и гидравлики ЛТА.

бьефов при данной схеме сооружения возможно лишь в форме перелива воды через щиты.

В зависимости от соотношения гидравлических элементов потока до и после сооружения в нижнем бьефе может наблюдаться донный или поверхностный режим. С тем чтобы иметь представление о форме сопряжения бьефов и режиме потока в нижнем бьефе, для каждого опыта строили продольные профили свободной поверхности потока. На рис. 1 приведены такие профили для одной серии опытов.

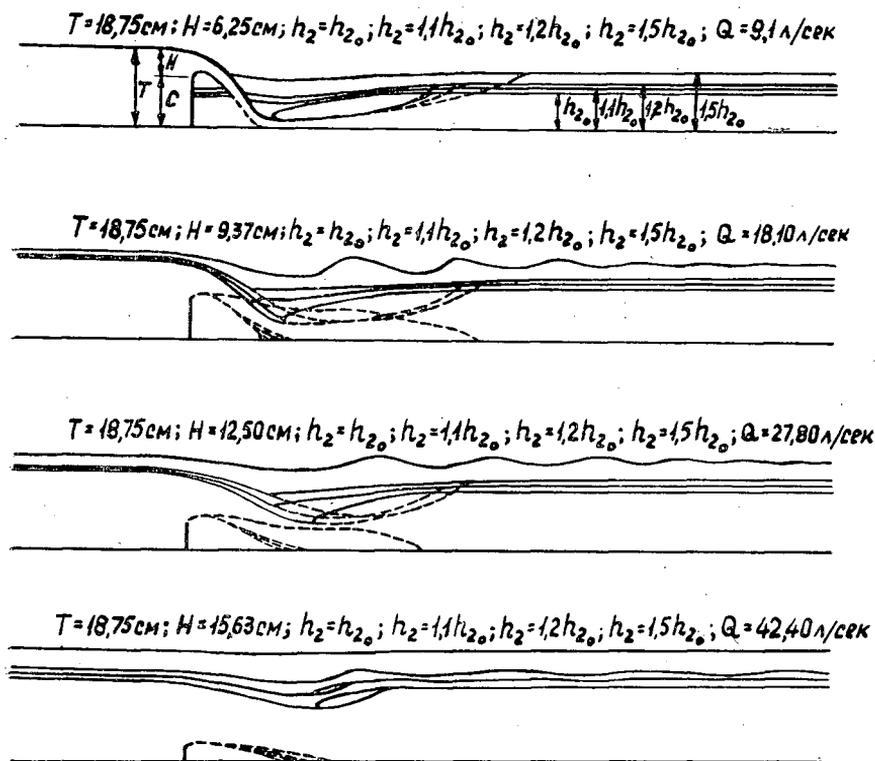


Рис. 1.

В качестве критерия существования того или иного режима потока в нижнем бьефе принимаем известное отношение $\frac{Z}{C}$, а также степень затопления прыжка n_3 , где Z — геометрический перепад на водосливе; C — высота водосливной стенки (щитов). По результатам опытов построен график (рис. 2) в относительных координатных осях h_2/h_k и h_2/h_{2_0} , по которому при известных значениях T , H , C , q или h_k и n_3 можем иметь представление о характере режима потока в нижнем бьефе и его устойчивости, где h_k — критическая глубина.

На основе анализа опытных данных приходим к следующим выводам.

При больших значениях $\psi = \frac{C}{H}$ ($\psi > 1,0$) с увеличением степени затопления прыжка переход от сопряжения в форме затопленного донного прыжка к поверхностному наблюдается при определен-

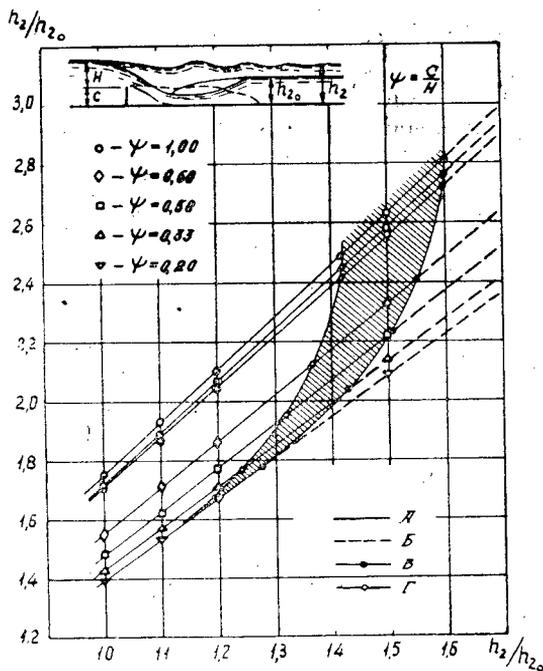


Рис. 2. Различные формы сопряжения бьефов.
 А — граница существования донного режима; Б — граница существования поверхностного режима; В — верхняя граница образования поверхностного прыжка; Г — нижняя граница образования донного режима.

ных соотношениях ψ и n_3 почти мгновенно. Однако он происходит через промежуточную форму сопряжения в виде донного незатопленного «волнообразного» прыжка. Зона и продолжительность существования этой формы очень незначительны, она сразу же сменяется поверхностным прыжком.

При малых значениях ψ ($\psi < 1,0$) зона существования промежуточной формы сопряжения становится устойчивой и наблюдается в значительном интервале изменения глубин нижнего бьефа. При этом чем меньше ψ , тем устойчивее и значительнее эта зона. Так, например, при $\psi = 0,6$ она находится в интервале от $n_3 = 1,36 \div 1,37$ до $n_3 = 1,42 \div 1,43$, а при $\psi = 0,33$ от $n_3 = 1,26 \div 1,27$ до $n_3 = 1,35$.

Сопряжение в форме затопленного донного прыжка сменяется сопряжением в форме донного незатопленного «волнообразного» прыжка при значениях $\frac{Z}{C} = 0,246 \div 0,304$. При этом меньшие значения $\frac{Z}{C}$ соответствуют большим значениям ψ .

Донный режим сопряжения сменяется поверхностным при $\frac{Z}{C} = 0,20 \div 0,246$. В интервале изменения от $\frac{Z}{C} = 0,20 \div 0,246$ до $\frac{Z}{C} = 0,15 \div 0,19$ сопряжение в форме поверхностного режима характеризуется неустойчивой свободной поверхностью потока. При этом часть времени свободная поверхность потока периодически становится волнистой, другую часть времени первая волна покрывается незначительным поверхностным водоворотом, а свободная поверхность потока ниже его выравнивается. Сопряжение в этот период приближается к форме донного незатопленного «волнообразного» прыжка.

В случае $\frac{Z}{C} = 0,15 \div 0,19$ сопряжение осуществляется в форме четко выраженного поверхностного прыжка. При этом первая и все последующие волны гладкие.

Дальнейшее увеличение глубины нижнего бьефа вызывает постепенное выравнивание свободной поверхности потока. Она становится вначале слабоволнистой, а затем принимает форму перепада восстановления (рис. 1), при котором свободная поверхность потока на всем протяжении приближается к горизонтальной линии.

При снижении нижнего бьефа смена форм сопряжения осуществляется в обратном порядке, но границы существования того или иного режима потока несколько сдвинуты (рис. 2). Так, сопряжение в форме поверхностного прыжка сменяется затопленным донным прыжком при значениях $\frac{Z}{C} = 0,29 \div 0,309$. Следовательно, в интервале изменения

от $\frac{Z}{C} = 0,20 \div 0,246$ до $\frac{Z}{C} = 0,290 \div 0,309$ при определенных условиях может наблюдаться донный или поверхностный режим потока; движение в этом случае следует рассматривать как неустойчивое. Учитывая, что в интервале изменения от $\frac{Z}{C} = 0,20 \div 0,246$ до $\frac{Z}{C} = 0,15 \div 0,19$

сопряжение в форме поверхностного прыжка характеризуется неустойчивым режимом, то правильнее расширить интервал изменения $\frac{Z}{C}$ (принимая крайнее его значение), при котором возможен как донный, так и поверхностный режим сопряжения до значения $0,15 < \frac{Z}{C} < 0,31$,

где при $\frac{Z}{C} \leq 0,15$ всегда будет поверхностный режим, при $\frac{Z}{C} \geq 0,31$ — донный режим, что хорошо согласуется с опытными данными других авторов [1], [2], [3]. На графике (рис. 2) в интервале между верхней границей образования поверхностного прыжка B и нижней границей образования донного прыжка Γ наблюдается неустойчивая зона сопряжения, соответствующая значениям $0,15 < \frac{Z}{C} < 0,31$.

При $\psi \leq 0,20$ и донном режиме сопряжение возможно лишь в форме незатопленного донного «волнообразного» прыжка.

В плотинах с низким флютбетом при наличии бокового сжатия потока устоями, а также с повышенным флютбетом без сжатия и сжатием потока в зависимости от величины $\frac{Z}{C}$ сопряжение бьефов осуществляется или в форме донного, или поверхностного прыжка. Критерии смены одного режима другим остаются такими же, как и в случае низкого флютбета без бокового сжатия потока. Режим потока в нижнем бьефе при этом может быть определен также по графику (рис. 2), но в случае повышенного флютбета, когда сжатое сечение прыжка размещается на пороге, вместо h_2 необходимо брать $h_2 - p$, а вместо h_{20} величину $h_{2в}$, где $h_{2в}$ — глубина воды незатопленного донного прыжка при расположении сжатого сечения на пороге водослива.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. А. Бахметев. Гидравлика. Кубуч, 1932. [2]. М. Д. Чертоусов. Гидравлика. Специальный курс. Госэнергоиздат, 1957. [3]. Р. Р. Чугаев. Гидравлические расчеты водосливов. ТУИИ, Госэнергоиздат, 1952.

УДК 629.114.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АВТОПОЕЗДА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ТЯЖЕЛОГО ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А. В. ЖУКОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

При движении автомобилей и других транспортных средств по дорогам в их узлах и деталях возникают динамические нагрузки. Причиной этого являются колебательные процессы в транспортной машине, наблюдающиеся при ее движении по неровной дороге.

Характер колебательных процессов зависит в основном от того, каковы поверхность дороги и подвижной состав (то есть жесткость рессор, нагрузка, величина базы и т. д.). Неровности дороги случайны, и воздействие их на машину можно представить как стационарный случайный процесс [3], характер которого определяется корреляционной функцией и в частотной области — спектральной плотностью [1] случайной функции, описывающей микропрофиль дороги. Свойства динамической системы (автопоезда) в частотной области достаточно полно оцениваются амплитудно-фазовой частотной характеристикой. Таким образом, для оценки взаимодействия дороги с машиной необходимо иметь характеристику взаимодействия (спектральная плотность воздействия) и амплитудно-фазовую характеристику динамической системы.

В качестве динамической системы мы рассматривали автопоезд, состоящий из тягача МАЗ-501 (оборудованного седельным устройством) и низкорамного полуприцепа новой конструкции МАЗ-845, приспособленного для перевозки тракторов и другого лесозаготовительного оборудования. Рассмотрим метод получения амплитудно-фазовой частотной характеристики исследуемой системы. Колебательная схема, эквивалентная автопоезду, показана на рис. 1.

Степени свободы системы определяются обобщенными координатами $z_1, z_2, z_3, \beta_1, \beta_2, \varphi_1, \varphi_2, \gamma_1, \gamma_2$. Здесь z_1, z_2, z_3 — вертикальные и продольно-угловые колебания поддресоренных масс тягача M_1 и полуприцепа M_2 ; β_1 и β_2 — поперечно-угловые колебания этих масс; φ_1 и φ_2 — вертикальные перемещения передней и задней осей тягача; γ_1 и γ_2 — поперечно-угловые перемещения этих осей. Жесткость передней и задней подвесок тягача обозначена c_{p_1} и c_{p_2} (рис. 1), коэффициенты сопротивления соответственно k_{p_1} и k_{p_2} . Жесткость и коэффициент сопротивления шин — $c_{ш}$ и $k_{ш}$. Задняя ось полуприцепа подвески не имеет.

Составим дифференциальные уравнения для нашей системы, считая, что автопоезд движется прямолинейно и равномерно, а характеристики упругих элементов линейны [2]. Для этой цели воспользуемся уравнением Лагранжа и подставим в него выражения для кинетической

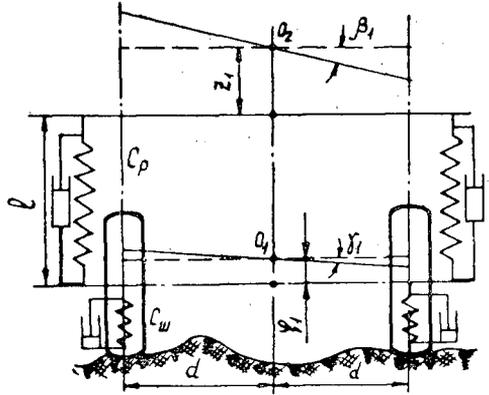


Рис. 2. Схема колебаний автопоезда в поперечной плоскости.

где a_i — постоянные коэффициенты уравнений, включающие коэффициенты сопротивления упругих элементов системы и их жесткости, а также величины приведенных масс m_1, m_2, m_3, m_4, m_5

$$M = m_4 + m_2 + m_5; \quad I = m_2 a_1^2 + m_4 b_1^2 - m_3 b_1 a_1.$$

Поперечно-угловые колебания полуприцепа (рис. 2) описываются уравнением

$$M_2 \cdot \rho_{x_1} \ddot{\beta}_2 + 2d^2 k_w \dot{\beta}_2 + 2d^2 c_w \beta_2 = d \left[\sum_{i=1}^{2n} (\Delta \dot{q}_i k_w + \Delta q_i c_w) \right]. \quad (2)$$

Правые части уравнений (1) в квадратных скобках, как и в уравнении (2), представляют собой возмущающие функции времени, их можно записать

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^{2n} (c_i q_i + k_i \dot{q}_i) + \sum_{i=1}^{2n} (c_i \Delta q_i + k_i \Delta \dot{q}_i); \\ & \sum_{i=1}^{2n} l_i (c_i q_i + k_i \dot{q}_i) + \sum_{i=1}^{2n} l_i (c_i \Delta q_i + k_i \Delta \dot{q}_i), \end{aligned}$$

здесь l_i — расстояние от центра тяжести системы до осей колес;

$$q_i = f_1(t - \tau_i); \quad \Delta q_i = f_2(t - \tau_i); \quad \tau_i = \frac{L_2}{v} \text{ сек},$$

τ_i — запаздывание — время, на которое воздействие на заднюю ось запаздывает по отношению к передней.

Нашу систему можно рассматривать как разомкнутую систему автоматического регулирования [3], причем функция воздействия, приложенная ко всем входам, отличается только величиной запаздывания.

Если каждый член уравнений (1) умножить на e^{-st} и проинтегрировать от 0 до ∞ , то он будет представлять собой преобразование Лапласа соответствующей обобщенной координаты или ее производной при нулевых начальных условиях. Для установления амплитудно-фазовой частотной характеристики необходимо получить передаточные функции системы. Для этого преобразование Лапласа каждого члена

уравнений (1) требуется разделить на преобразование Лапласа функции воздействия. Поступив таким образом, получаем систему из двух уравнений, решив которую относительно передаточных функций $W_{z_0_1}(s)$ и $W_{a_2}(s)$, найдем значения последних.

Для нахождения выражений амплитудно-фазовых характеристик автопоезда необходимо от преобразования Лапласа перейти к преобразованию Фурье, для чего комплексное число s нужно допустить равным $i\omega$. После ряда преобразований выражения амплитудно-фазовых характеристик $W_{a_2}(i\omega)$ и $W_{z_0_1}(i\omega)$ запишутся в виде

$$W_{a_2}(i\omega) = \frac{2c_a}{I} \cdot \frac{a_\omega + ib_\omega}{M_\omega + iN_\omega} - \frac{2c_z}{M} \cdot \frac{a'_\omega + ib'_\omega}{M_\omega + iN_\omega}; \quad (3)$$

$$W_{z_0_1}(i\omega) = \frac{2c_z}{M} \cdot \frac{c_\omega + id_\omega}{M_\omega + iN_\omega} - \frac{2 \cdot c_a}{I} \cdot \frac{c'_\omega + id'_\omega}{M_\omega + iN_\omega}. \quad (4)$$

Члены выражений (3) и (4): a_ω , b_ω , a'_ω , b'_ω , c_ω , c'_ω , d_ω , d'_ω , M_ω , N_ω содержат постоянные коэффициенты a_i , жесткости упругих элементов и коэффициенты затухания. Указанные величины изменяются в зависимости от частоты колебаний ω . Амплитудно-фазовая характеристика поперечно-угловых колебаний полуприцепа, полученная из уравнения (2) тем же путем, имеет аналогичный вид.

Трансцендентный член $e^{-i\omega\tau_2}$ обусловлен тем, что данная динамическая система является системой с запаздыванием, в выражениях (3) и (4) он входит в члены c_a и c_z . В уравнении для поперечно-угловых колебаний член $e^{-i\omega\tau_2}$ равен 1, так как поперечно-угловые колебания полуприцепа происходят от воздействий, передающихся только через заднюю ось, и, следовательно, запаздывание τ_2 равно 0.

При испытании исследуемого автопоезда были лабораторным путем определены его параметры, необходимые для вычисления амплитудно-фазовых характеристик. Кроме того, в результате исследования опытных участков дорог с разными видами покрытий получены их характеристики в виде графиков спектральной плотности $\Phi(\omega)$ — энергетические спектры.

Пользуясь частотными характеристиками динамической системы и вычисленными энергетическими спектрами, мы можем решить любую задачу, связанную с колебаниями при движении автопоезда в эксплуатационных условиях. Например, исходными данными при проектировании рам автомобилей и прицепов являются вертикальные динамические нагрузки, передающиеся на раму от дороги.

Рассмотрим, как подойти к вычислению вертикальной реакции от продольно-угловых колебаний на задней оси полуприцепа МАЗ-845.

Для этого напишем

$$R_{z_3} = -2c_w(z_3 - q) - 2k_w(\dot{z}_3 - \dot{q}), \quad (5)$$

где $z_3 = z_{0_2} + \alpha_2\beta_1$ — перемещение точки платформы полуприцепа, лежащей над задней осью;

q — перемещение оси колеса, обусловленное профилем дороги;

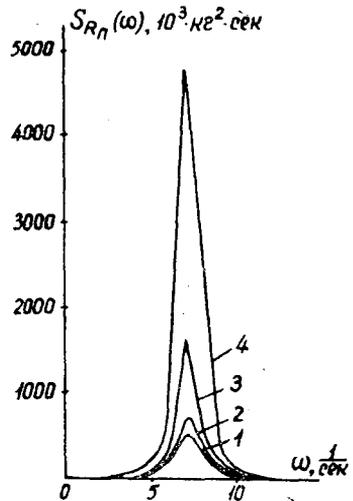
$z_3 - q$ — деформация шин.

После некоторых преобразований из уравнения (5) описанным ранее методом мы найдем выражение частотной характеристики $W_{R_{z_3}}(i\omega)$ реакции от дороги

$$W_{R_{z_3}}(i\omega) = 2ki\omega + 2c_w - (2k_w i\omega + 2c_w) [W_{z_0_1}(i\omega) + W_{a_2}(i\omega)]. \quad (6)$$

Рис. 3. Спектральная плотность реакции на задней оси от поперечно-угловых колебаний полуприцепа при движении автопоезда по участку II (грунтовое покрытие) с нагрузкой 10,5 Т.

1 - $v = 10$ км/час; 2 - $v = 15$ км/час; 3 - $v = 30$ км/час;
4 - $v = 60$ км/час.



Чтобы получить энергетический спектр реакции дороги на колесо [3], необходимо квадрат модуля амплитудно-фазовой частотной характеристики реакции $|W_{R_{z_3}}(i\omega)|^2$ умножить на энергетический спектр воздействия, то есть

$$S_{R_{z_3}}(\omega) = |W_{R_{z_3}}(i\omega)|^2 \cdot \Phi(\omega). \quad (7)$$

Подставляя в выражение (7) различные значения частот ω и соответствующие им значения $W_{z_{0_2}}(i\omega)$ и $W_{a_2}(i\omega)$, мы получим точки графика спектральной плотности реакции для той дороги и той скорости движения автопоезда, которым соответствует подставленное значение $\Phi(\omega)$. Реакции системы от поперечно-угловых колебаний определяются аналогично.

Энергетические спектры вертикальной реакции, полученные описанным методом, приведены на рис. 3.

Графики спектральной плотности реакции грунта на колесо могут дать наглядное представление о влиянии на динамические нагрузки дорожных условий, скорости движения, параметров транспортной машины и т. д.

Чтобы определить дисперсию реакции дороги на колесо, достаточно в масштабе графика планиметрировать его площадь. Так как реакции опорной поверхности дороги на колесо распределены по нормальному закону [3], то, имея дисперсию, мы можем определить вероятность тех или иных отклонений реакции от среднего квадратического значения, что очень важно при расчете деталей транспортных машин на динамическую прочность и усталость. На рис. 4 приведены кривые распределения амплитуд вертикальных реакций на задней оси полуприцепа и на седельном устройстве. Из графика мы видим, что вероятность появления реакции R_c (кривая 2) величиной 10 Т для скорости движения 15 км/час составляет 0,072, а для $R_{пз}$ при той же скорости (кривая 5) всего 0,005 и т. д.

Для подтверждения данных теории был поставлен эксперимент по замеру вертикальных реакций в процессе эксплуатации автопоезда. Графики спектральной плотности реакций, полученные из осциллограмм, очень мало отличаются от графиков спектральной плотности, построенных теоретическим путем. Сравнение кривых на основании

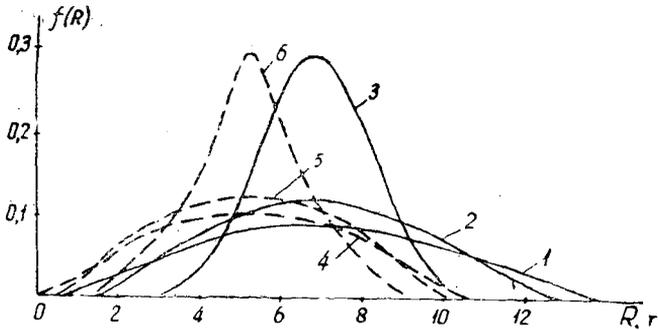


Рис. 4. Кривые распределения амплитуд вертикальных реакций при движении автопоезда по участку V (бульжное шоссе) с различной скоростью движения.

1, 2, 3 — реакции на седельном устройстве; 4, 5, 6 — реакции на задней оси полуприцепа.

критерия согласия Пирсона $P(\chi^2)$ показало, что величина отклонений лежит в допустимых пределах ($P(\chi^2) > 0,95$).

Анализ энергетических спектров динамических реакций, действующих на исследуемый автопоезд, показал, что максимальные значения реакций от вертикальных, продольно-угловых и поперечно-угловых колебаний системы наблюдаются при частотах, близких к собственным частотам колебаний.

Динамические реакции R_n от поперечно-угловых колебаний автопоезда с увеличением скорости движения возрастают. Зависимость для реакций R_{z_3} и R_c от скорости движения более сложная, что объясняется наличием запаздывания воздействия τ .

Наибольшие значения динамических реакций наблюдались при движении автопоезда по грунтовым дорогам со среднеквадратичными значениями высот неровностей $\sigma_H = 4,8$ см, наименьшие — для дорог с асфальтобетонным покрытием $\sigma_H = 1,03$ см.

Так, для $v = 30$ км/час, $S_{R_c}^{II}(\omega)_{max} = 1190 \cdot 10^3$ кг²сек (грунт), а $S_{R_c}^V(\omega)_{max} = 190 \cdot 10^3$ кг²сек (асфальтобетон).

Сравнение результатов эксперимента с теоретическими выводами показывает, что при проектировании новых типов подвижного состава для определения динамических нагрузок с успехом можно применять метод, изложенный в данной статье. Этот метод позволяет наиболее правильно учесть влияние не только качества дороги и скорости движения, но и параметров транспортной машины, так как они в качестве постоянных коэффициентов входят в выражение частотных характеристик. Соответствующим варьированием этих параметров можно добиться того, чтобы динамические нагрузки были наименьшими.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Я. М. Певзнер, А. А. Тихонов. Исследование статистических свойств основных типов автомобильных дорог. Журн. «Автомобильная промышленность» № 1, 1964. [2]. Р. В. Ротенберг. Подвеска автомобиля и его колебания. Машгиз, М., 1960. [3]. А. А. Силаев. Спектральная теория поддресоривания транспортных машин. ГНТИ машиностроительной литературы, М., 1963. [4]. Н. Н. Яценко. Распределение поддресорированных масс грузовых автомобилей. Журн. «Автомобильная промышленность» № 10, 1959.

УДК 69.581.526.33

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПЕСЧАНЫХ ДРЕН В ТОРФЯНЫХ ГРУНТАХ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРООСМОСА

Н. П. КОВАЛЕНКО

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

Н. Ф. БОНДАРЕНКО

Старший научный сотрудник, кандидат технических наук

(Агрофизический институт)

Одним из методов строительства на болотах является устройство вертикальных песчаных дрен ([3], [5] и др.).

Сочетание этих дрен с пригрузкой (насыпь), способной дренировать отжимаемую воду, значительно сокращает сроки стабилизации торфяных оснований.

Расчетная схема основания с вертикальными дренами представлена на рис. 1.

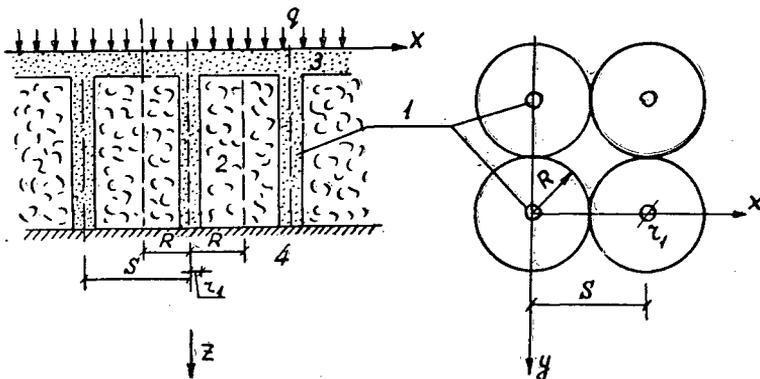


Рис. 1. Расчетная схема торфяного основания с вертикальными песчаными дренами.

1 — вертикальные песчаные дренаи; 2 — торф; 3 — дренирующая нагрузка;
4 — минеральное дно болота; S — расстояние между дренами;
 R — радиус зоны действия дренаи; r — радиус дренаи.

Для степени консолидации S_t слоя уплотняемого грунта в момент времени t только в случае движения воды радиально в дренау

М. Ю. Абелев [1] получил следующее приближенное выражение, которое учитывает наличие начального градиента напора:

$$C_r = \left[1 - \frac{P_0}{q} - \frac{2}{3} \frac{\gamma_w \cdot i_0}{q} \left(R - \frac{r_1^3}{R^2} \right) \right] \cdot (1 - e^{-Mt}) + \frac{P_0}{q}, \quad (1)$$

здесь $M = \frac{K_\phi}{a_0 \gamma_w \left(\frac{R^2}{2} \ln \frac{R}{r_1} - \frac{3}{8} R^2 + \frac{r^2}{2} - \frac{r_1^4}{8R^2} \right)}$;

P_0 — структурное давление;

q — равномерно распределенная нагрузка;

r_1 — радиус дрены;

i_0 — начальный градиент фильтрации;

a_0 — коэффициент уплотнения;

γ_w — удельный вес воды;

t — время;

K_ϕ — коэффициент фильтрации.

Из выражения (1) следует:

а) если структурное давление больше приложенной нагрузки ($P_0 > q$), вертикальные дрены не применимы, так как вся нагрузка воспринимается структурными связями в грунте;

б) если в уравнении (1) член $\frac{2}{3} \frac{i_0 \gamma_w}{q} \left(R - \frac{r_1^3}{R^2} \right) > 1$, что возможно при больших значениях начального градиента и незначительной нагрузке, фильтрация не происходит. Следовательно, вертикальные песчаные дрены должны быть запроектированы с условием

$$\frac{2}{3} \frac{i_0 \gamma_w}{q} \left(R - \frac{r_1^3}{R^2} \right) < 1. \quad (2)$$

На рис. 2 показана зависимость расстояния между песчаными вертикальными дренами в торфяных грунтах от величины начального градиента и от действующей нагрузки. Как видно из рис. 2, наличие начального градиента напора (при этом необходимо иметь в виду,

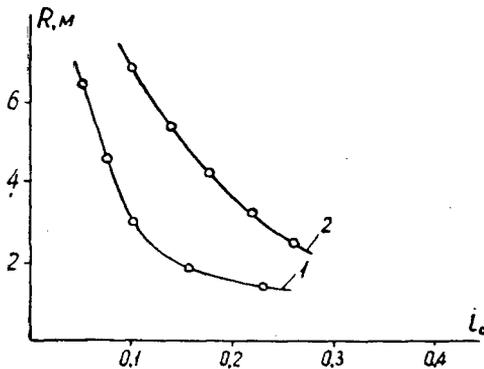


Рис. 2. Зависимость расстояния между дренами от величины начального градиента напора.

1 — для равномерно распределенной нагрузки $q = 0,2$ кГ/см²;
2 — для равномерно распределенной нагрузки $q = 0,4$ кГ/см².

что с увеличением степени консолидации величина i_0 для данного грунта будет непрерывно возрастать) приводит к необходимости размещать

дрены на близких расстояниях и делает их применение экономически невыгодным при существенных значениях i_0 .

Известно [4], что в постоянном электрическом поле с напряженностью $E \approx 1,0$ в/см начальные градиенты уже не проявляются, так как при этом преодолевается предельное напряжение сдвигу фильтрующейся жидкости.

В связи с этим представляется целесообразным повысить эффективность вертикальных песчаных дрен при помощи электроосмоса на той стадии их работы, когда величина начального градиента напора i_0 достигла такой величины, что фильтрационная консолидация не происходит. При этом затраты электроэнергии должны быть незначительными, а технология процесса простой.

С целью проверки этих соображений были проведены лабораторные исследования воздействия постоянного электрического тока на работу массива торфа с песчаными вертикальными дренами.

Крупномасштабные лотки загружали торфом, в котором устраивали дренажи. В дренах имелись перфорированные трубчатые электроды, что позволяло при необходимости вводить электролиты в грунт. Посредине расстояния между дренами также устанавливали трубчатые электроды. Затем торф притружали слоем гравия с песком, к которому прикладывали вертикальную нагрузку. Схема опытного лотка представлена на рис. 3. В процессе опыта замеряли деформации и параметры постоянного электрического тока.

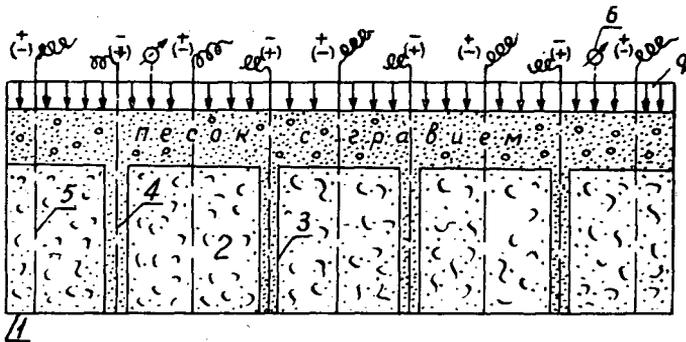


Рис. 3. Схема электроуплотнения и электросиликатизации торфяного массива с вертикальными песчаными дренами.

- 1 — лоток из оргстекла; 2 — торф; 3 — вертикальные песчаные дренажи; 4 — трубчатые электроды, которые в период электроуплотнения служат катодом, а в период электросиликатизации — анодом; 5 — трубчатые электроды, которые в период электроуплотнения служат анодом, а в период электросиликатизации — катодом; 6 — миссуры.

Объектом исследования служили торфяные грунты, представленные в табл. 1.

Химический анализ водных вытяжек из торфа показал, что вода обладает кислой реакцией $pH < 7$. Содержание катионов колеблется в пределах: щелочных групп — 106—2804, магния — 28,40—335,02 и кальция — 35—230 мг/л; содержание анионов: хлора — 218,2—5125,6; сульфитной группы — 15,61—78,1; гидрокарбонатной — 146,4—939,4 мг/л.

При воздействии постоянного электрического поля происходит интенсивное обезвоживание грунта в межэлектродной зоне, и скорость консолидации увеличивается.

Таблица 1

Наименование и ботанический состав торфяного грунта	Степень разложения R, %	Удельный вес γ_u	Пористость ϵ , %	Влажность (объемная) W, %	Коэффициент фильтрации K_f , м/сутки
Топяной торф <i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) Kling. 85%, <i>Sphagnum rubelium</i> Wils. 10%, шейхцерия 5%	25	1,55	93	90,8	0,213
Топяной торф <i>Sphagnum angustifolium</i> C. Jens. 45%, <i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) Kling. 30%, пушица 5%, шейхцерия 20%	35	1,63	94	91,2	0,156
Лесотопяной торф <i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) Kling. 40%, пушица и шейхцерия 35%, древесина 10%, кора сосны 15%	35—40	1,58	91	87,0	0,195
Лесной торф Кора сосны 15%, кора березы 15%, древесина 35%, кустарнички 20%, <i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) Kling. 15%	55—60	1,64	88	88	0,095

Повышение скорости консолидации массива торфа с вертикальными дренами характеризуется коэффициентом эффективности K , который колеблется в пределах от 21 до 37.

$$K = \frac{v_s}{v},$$

где v_s — скорость консолидации при воздействии постоянного тока и нагрузки;

v — скорость консолидации от нагрузки.

Электроосмотическое обезвоживание грунта происходит неравномерно во всем межэлектродном пространстве, наибольшая его интенсивность наблюдается у анода, что приводит к образованию зоны трехфазного грунта.

В связи с этим у анода вследствие перераспределения сил, действующих между частицами, и коллоидно-химических реакций начинают интенсивно развиваться процессы электроуплотнения [4], [6].

Одним из условий равномерного уплотнения грунта в межэлектродной зоне является однородность электрического поля. Однако однородное поле возникает лишь в первые моменты прохождения тока через грунт, после чего в силу локального обезвоживания, в первую очередь, и развития электрохимических реакций, во вторую, сопротивление грунта возрастает, что приводит к падению потенциалов у электродов. Значительное увеличение сопротивления наблюдается в приэлектродных зонах. Сопротивление этих зон может быть уменьшено введением незначительного количества химических добавок. Введение высоких концентраций в первый период электрообработки приводит к затуханию электроосмоса, вследствие уменьшения электрокинетического потенциала

системы, а также интенсивного развития электрохимических реакций. Отсюда следует, что в первый период электроуплотнения (когда происходит электроосмотическое обезвоживание) необходимо поддерживать постоянство электрического потенциала путем введения электролитов слабой концентрации. Оптимальной добавкой в первый период электроуплотнения служит 0,2—0,3%-ный раствор NaCl.

Степень электроуплотнения проверяли зондированием, которое свидетельствует о значительном упрочнении массива торфа с вертикальными дренами (рис. 4).

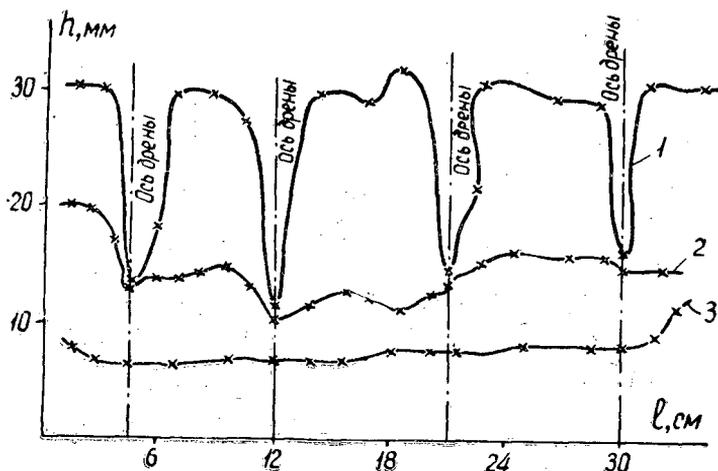


Рис. 4. Результаты зондирования массива торфа с вертикальными песчаными дренами.

1 — до электрообработки; 2 — период электроуплотнения 68 час; 3 — период электроуплотнения 266 час; h , мм — глубина погружения зонда (стержень $d=4$ мм) под весом 0,5 кг.

Выполненные опыты показали принципиальную возможность повышения эффективности вертикальных песчаных дрен на той стадии их работы, когда поровые давления создают напоры меньше, чем величина начального градиента. При необходимости возможно упрочнение грунта в межэлектродном пространстве с помощью химических добавок. Расход электроэнергии на 1 м^3 закрепленного грунта составляет 7,5—5,3 квт-ч при непрерывной электрообработке. При периодической обработке массива торфа с вертикальными дренами расход электроэнергии снижается в 3—2,5 раза и составляет 1,8—2,16 квт-ч на 1 м^3 закрепленного грунта.

Для дальнейшего повышения несущей способности торфяного основания с вертикальными песчаными дренами после электроуплотнения были проведены следующие лабораторные опыты.

Крупномасштабные лотки загружали торфом, в котором устраивали вертикальные песчаные дренаи, после чего производили электрообработку (рис. 3). Грунт находился под нагрузкой до тех пор, пока деформации не составили 0,3—0,2 мм/сутки. Затем полюса на электродах меняли, и осуществлялась электросиликатизация.

Сущность силикатизации заключается в том, что введенные в поры грунта жидкое стекло и хлористый кальций дают нерастворимые соединения, способные цементировать частицы грунтового скелета [7]. Электроосмос способствует проникновению растворов в поры грунта.

При силикатизации торфяных грунтов оказалось, что концентрации и объемные соотношения растворов жидкого стекла и хлористого кальция, установленные для минеральных грунтов [2], [7], не рациональны.

Концентрацию и состав жидкого стекла и хлористого кальция и их соотношения подбирали следующим образом. Брели исходный торф, смешивали с определенным количеством жидкого стекла и хлористого кальция. Из этой смеси приготавливали образцы $5 \times 5 \times 5$ см. После сушки в течение 6 суток при температуре 105° образцы испытывали на сжатие. На основе этого было определено рациональное соотношение CaCl_2 и жидкого стекла (1:2,5—1:3,0), которое было использовано при электросиликатизации массива торфа с вертикальными дренами.

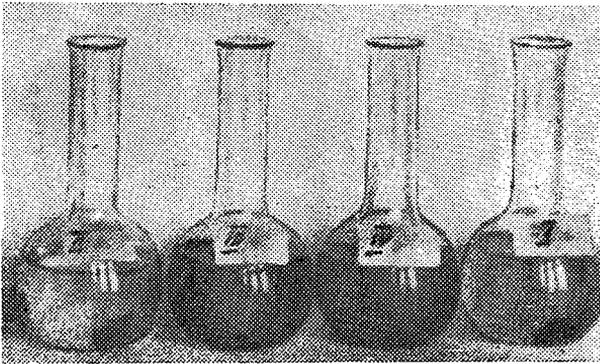


Рис. 5. Испытание образцов торфа после электросиликатизации на разлагаемость.

I и II— образцы, отобранные в анодной зоне (не размокают вообще); III и IV— образцы, отобранные в катодной зоне (размокают в течение 3—4 суток).

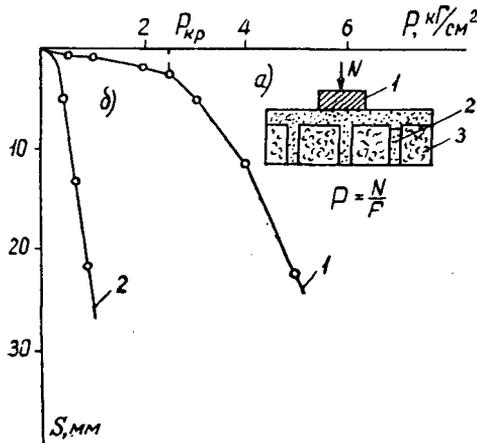


Рис. 6. Испытание несущей способности торфяного массива с вертикальными песчаными дренами после электросиликатизации.

a — схема испытаний; 1 — штамп площадью F ; 2 — дренаи; 3 — торф; N — вертикальная нагрузка. — осадка штампа от действующей удельной нагрузки $P = \frac{N}{F}$; 1 — после электросиликатизации; 2 — до электросиликатизации.

Надежность электросиликатизации проверяли путем испытания на сдвиг образцов, отобранных в массиве торфа после опыта, на размокаемость (рис. 5), а также вдавливанием штампа (рис. 6).

Исследования показали, что путем электросиликатизации можно значительно повышать несущую способность торфяного основания с вертикальными песчаными дренами. Надежность закрепления необратима, о чем свидетельствует неразмокаемость образцов анодной зоны (рис. 5).

В заключение выражаем благодарность за помощь в проведении опытов зав. кафедрой архитектуры и строительного производства Архангельского лесотехнического института М. Н. Бунаковой, лаборанту Б. А. Ковалеву и зав. лабораторией О. И. Данченко.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Ю. Абелев. Расчет вертикальных дрен в основаниях из слабых глинистых грунтов. Сб. докладов «Слабые глинистые грунты», Таллин, 1965. [2]. А. А. Акимов. Основные положения по укреплению грунтов электросиликатизацией. АС и А СССР, Ростов-на-Дону, 1961. [3]. Э. И. Берлин, А. Ф. Сергеев. Возведение земляного полотна на заболоченной местности с применением вертикальных дрен. Журн. «Автомобильные дороги» № 5, 1959. [4]. Н. Ф. Бондаренко. Электроосмос в глинистых грунтах. Строительная механика портовых сооружений, изд-во «Речной транспорт», Л., 1962. [5]. И. И. Викторов. Железнодорожная насыпь с вертикальными песчаными дренами в основании. Сб. докладов «Слабые глинистые грунты», Таллин, 1965. [6]. Г. Е. Жинкин. Теоретические основы и практическое применение электрохимического способа обработки глинистых грунтов. Автореферат докторской диссертации, Л., 1964. [7]. Электрокинетический способ упрочнения грунта. Перевод № 33170/2396, Всесоюзная торговая палата, отдел М., 1959.

Поступила в редакцию
15 декабря 1965 г.

УДК 634.0.361.7

ВОПРОСЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ РОТОРНЫХ ОКОРОЧНЫХ СТАНКОВ

В. А. МЕХРЕНЦЕВ

Аспирант

(Уральский лесотехнический институт)

На предприятиях лесной и деревообрабатывающей промышленности в последнее время наибольшее распространение получили окорочные станки роторного типа (ОК-35 и ОК-66). Однако вопросы, связанные с анализом работы отдельных механизмов этих станков, в периодической печати рассмотрены недостаточно.

В настоящей статье сделана попытка выяснить фактическое значение центробежных сил и сил инерции и их влияние на усилие прижима короснимателей роторного станка к обрабатываемому бревну.

Рассмотрим схему сил, действующих на коросниматель в плоскости вращения ротора (рис. 1).

Введем следующие обозначения:

P — прижимное усилие короснимателя к бревну;

P_1 — усилие натяжения резиновых колец;

G — вес короснимателя;

$P_{ин}$ — инерционное усилие, возникающее от вращения короснимателя относительно шарнирной его подвески в поступательном движении центра тяжести массы;

$M_{ин}$ — инерционный момент, возникающий от вращения короснимателя относительно шарнирной его подвески во вращательном движении центра тяжести массы;

$P_{ц}$ — центробежное усилие, возникающее от совместного вращения короснимателя и ротора;

F — сила сцепления короснимателя с бревном.

Рассматривая равновесие системы, возьмем сумму моментов всех сил относительно оси качания короснимателя

$$\Sigma M = P \cdot R_2 + P_{ц} \cdot l_2 - P_1 \cdot l_3 \pm P_{ин} \cdot R_1 \pm G \cdot l_1 \pm M_{ин} = 0.$$

Решая это уравнение относительно силы прижима короснимателя P , получим

$$P = \frac{1}{R_2} (P_1 \cdot l_3 - P_{ц} \cdot l_2 \pm P_{ин} \cdot R_1 \pm M_{ин}). \quad (1)$$

Из уравнения (1) видно, что усилие прижима зависит от центробежной силы и инерционных сил, возникающих при движении массы короснимателя. Здесь влиянием момента от силы веса пренебрегли.

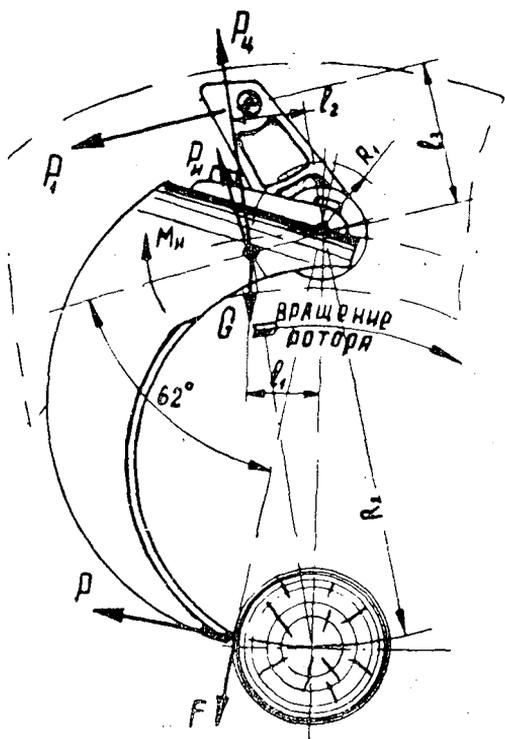


Рис. 1.

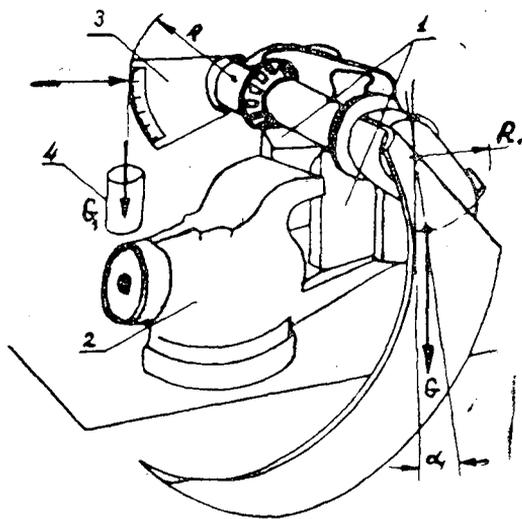


Рис. 2.

В дальнейших рассуждениях принят ряд допущений, несколько снижающих точность аналитического обоснования полученных уравнений. В расчетах мы не учитываем жесткости кинематических звеньев, силы трения в шарнирах и зазоров в кинематических парах.

Для нахождения точки приложения сил $P_{ц}$ и $P_{н}$ необходимо определить положение центра тяжести короснимателя. Его можно найти лабораторным способом для звеньев сложной конфигурации. Для этой цели удобно использовать приспособление (рис. 2), состоящее из двух параллельных призм 1, установленных по уровню в механические тиски 2, градуированного сектора 3 и груза 4, подвешенного к сектору.

Установив коросниматель на призмы, нужно нанести вертикальную ось центра тяжести короснимателя, а затем подвесить на сектор груз. Угол поворота α_1 короснимателя отсчитывается по градуировке.

По условию установившегося равновесия составим уравнение

$$G_1 \cdot R = G \cdot R_1 \cdot \sin \alpha_1,$$

отсюда

$$R_1 = \frac{G_1 \cdot R}{G \cdot \sin \alpha_1}, \quad (2)$$

- где G_1 — вес груза, установленного на секторе;
 R — радиус сектора;
 G — вес короснимателя;
 R_1 — расстояние от оси вращения короснимателя до его центра тяжести;
 α_1 — угол поворота короснимателя под действием груза G_1 .

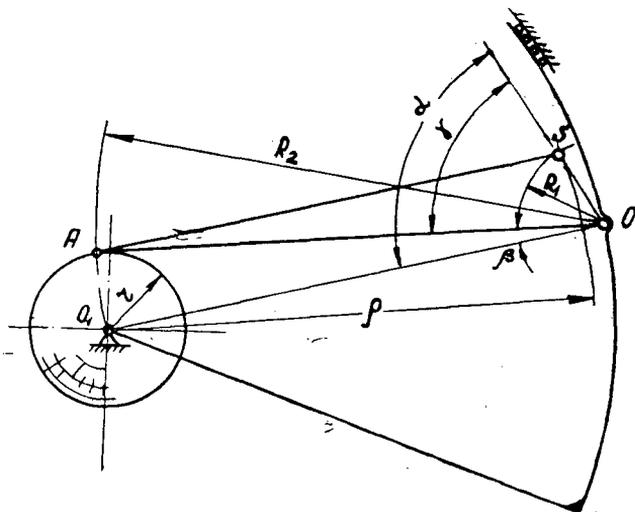


Рис. 3.

Мы определяли положение центра тяжести для короснимателей окорочного станка ОК-66. Линия, на которой размещен центр тяжести, образует угол с прямой, проходящей через ось вращения и рабочую кромку, равный 62° . Центр тяжести удален от оси вращения на величину $R_1 = 70$ мм.

Найдем положение центра тяжести массы короснимателя в зависимости от радиуса обрабатываемого бревна. Для упрощения заменим фигуру короснимателя треугольником, вершинами которого будут: ось вращения короснимателя O , рабочая кромка A и центр тяжести S (рис. 3).

Из построения можно видеть, что $\angle \alpha = \angle \gamma + \angle \beta$, в то же время

$$\frac{r}{2R_2} = \sin \frac{\beta}{2}$$

или

$$\left(\frac{r}{R_2}\right)^2 = 4 \sin^2 \frac{\beta}{2},$$

тогда

$$\frac{1}{2} \left(\frac{r}{R_2}\right)^2 = 2 \sin^2 \frac{\beta}{2} = 1 - \cos \beta,$$

отсюда

$$\cos \beta = 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{r}{R_2}\right)^2. \quad (3)$$

Из треугольника O_1SO можно определить расстояние от оси окорочного станка до центра тяжести

$$\rho^2 = R_2^2 + R_1^2 - 2R_2 \cdot R_1 \cdot \cos \alpha.$$

Подставляя значение угла α , получим

$$\rho^2 = R_2^2 + R_1^2 - 2R_2 \cdot R_1 \cdot \cos(\gamma + \beta).$$

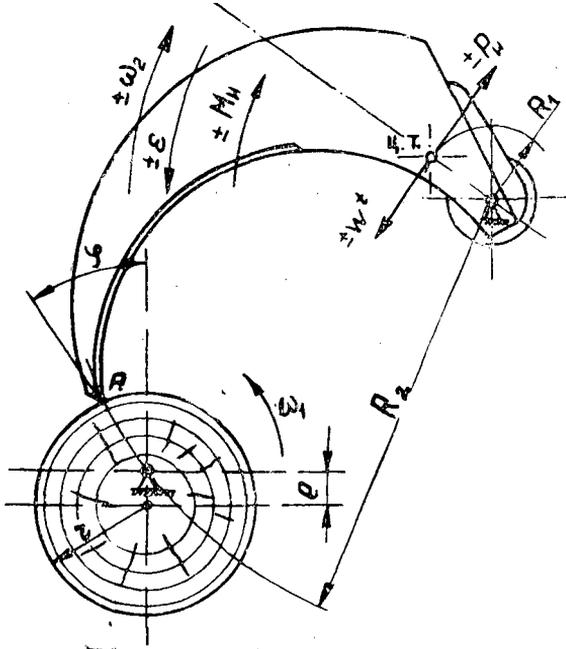


Рис. 4.

Раскрыв скобки и используя значение $\cos \beta$ из формулы (3), можно написать уравнение в общем виде для определения величины ρ

$$\rho = \sqrt{R_2^2 + R_1^2 - \frac{R_1}{R_2} [(2R_2^2 - r^2) \cdot \cos \gamma - r \sqrt{4R_2^2 - 1} \sin \gamma]}. \quad (4)$$

В выражении (4) многие члены являются постоянными и определенными для данного типа окорочного станка. Поэтому можно учесть постоянные величины введением коэффициентов

$$A = (R_2^2 + R_1^2) - \frac{R_1}{R_2} \cdot 2R_2^2 \cdot \cos \gamma; \quad B = \frac{R_1}{R_2} \cdot \cos \gamma; \quad C = \frac{R_1}{R_2} \sqrt{4R_2^2 - 1} \cdot \sin \gamma.$$

После подстановки уравнение получит вид

$$\rho = \sqrt{B \cdot r^2 + C \cdot r + A}. \quad (5)$$

Для окорочного станка ОК-66 значение коэффициентов следующее: $B = 0,08$; $C = 12,3$; $A = 1480$, тогда

$$\rho = \sqrt{0,08r^2 + 12,3r + 1480} \text{ см,}$$

где r — радиус обрабатываемого бревна, см.

При обработке бревен, сечение которых в плоскости окорки отличается от круга, коросниматель совершает качательное движение относительно своего шарнира. Скорость движения короснимателя будет переменной, в зависимости от формы копируемого сечения. Переменная скорость поворота короснимателя относительно оси его подвески вызовет ускорение массы рабочего органа и, как следствие, инерционные силы, оказывающие определенное влияние на усилие прижима рабочей кромки инструмента к бревну.

Для выявления и учета инерции короснимателя при его обходе некруглого бревна проведем кинематический анализ системы. В рассуждениях используем метод обращенного движения. Иначе говоря, представим в схеме ротор неподвижным, а бревно вращающимся с угловой скоростью ротора, но в обратном направлении.

Для примера рассмотрим сечение бревна, имеющее форму круга, но смещенного относительно оси ротора на величину e .

Обозначения по схеме (рис. 4):

- φ — угол поворота короснимателя относительно оси станка;
- ω_1 — угловая скорость вращения бревна в обращенном движении;
- ω_2 — угловая скорость качания короснимателя относительно оси его подвески;
- R_2 — радиус качания короснимателя;
- r — радиус бревна.

Угловая скорость короснимателя ω_2 в принятом частном случае определяется в зависимости от перемещения точки A и угла поворота бревна φ в обращенном движении.

Перемещение точки A относительно оси станка можно записать в виде

$$S_A = \sqrt{r^2 - e^2 \sin^2 \varphi} - e \cos \varphi - (r - e). \quad (6)$$

Дифференцируя уравнение (6) по времени при $\omega_1 = \text{const}$, найдем линейную скорость точки A

$$v_A = \frac{dS_A}{dt} = \frac{dS_A}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \omega_1 \cdot e \cdot \sin \varphi \left(1 + \frac{e \cdot \cos \varphi}{\sqrt{r^2 - e^2 \sin^2 \varphi}} \right). \quad (7)$$

Линейная скорость точки A , лежащей на короснимателе, относительно его точки качания может быть выражена следующим образом:

$$v_A = \omega_2 \cdot R_2,$$

отсюда, используя формулу (7), можно записать уравнение угловой скорости короснимателя

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{R_2} e \cdot \sin \varphi \left(1 + \frac{e \cdot \cos \varphi}{\sqrt{r^2 - e^2 \sin^2 \varphi}} \right). \quad (8)$$

Угловое ускорение короснимателя определится дифференцированием уравнения (8)

$$\begin{aligned} \varepsilon_2 = \frac{d\omega_2}{dt} = \frac{\omega_1^2 \cdot e}{R_2} \left[\left(1 + \frac{e \cdot \cos \varphi}{\sqrt{r^2 - e^2 \sin^2 \varphi}} \right) \cos \varphi - \right. \\ \left. - \frac{e \cdot \sin^2 \varphi}{\sqrt{r^2 - e^2 \sin^2 \varphi}} \left(\frac{r^2 - e^2}{r^2 - e^2 \sin^2 \varphi} \right) \right]. \quad (9) \end{aligned}$$

Анализируя полученное уравнение, можно сделать следующие выводы.

1. Для уменьшения влияния массы короснимателя на усилие прижима необходимо брать возможно больший радиус короснимателя R_2 .
2. Уменьшение угловой скорости вращения ротора оказывает наиболее существенное влияние на снижение инерционных сил от массы короснимателя.
3. При обработке круглых бревен, размещенных строго по центру станка (при $e = 0$, $\varepsilon = 0$), действие инерционных сил от массы инструмента практически прекращается.

4. Максимальное значение углового ускорения при заданном e имеет место при минимальной угловой скорости ω_2 , то есть когда $\sin\varphi=0$. Уравнение (9) для частного случая при $\sin\varphi=0$ получает следующий вид:

$$\varepsilon_2 \max = \pm \frac{\omega_1^2 \cdot e}{R_2} \left(1 + \frac{e}{r}\right). \quad (10)$$

5. Для выявления влияния эксцентриситета e рассмотрим уравнение (9) при $\varphi=90^\circ$, когда $\sin\varphi=1$,

$$\varepsilon'_2 = \pm \frac{\omega_1^2 \cdot e^2}{R_2 \sqrt{r^2 - e^2}}. \quad (10')$$

Уравнение (10') показывает, что величина e ограничена радиусом бревна r . При $e \geq r$ величина углового ускорения стремится к бесконечности, а следовательно, и силы инерции будут бесконечны по величине, то есть возникает жесткий удар.

Исходя из уравнения (10), можно выявить наибольшее значение инерционных сил, появляющихся от движения массы короснимателя относительно его оси подвески. Ввиду переменного направления углового ускорения ε_2 , возникающие сила инерции и инерционный момент также будут знакопеременны.

При удалении рабочей кромки инструмента от оси станка инерция массы будет увеличивать прижим (что может вызвать разрушение древесины), при сближении — уменьшать его, снижая контактное давление между рабочей кромкой и древесиной.

Несовпадение центра тяжести короснимателя с его центром качания вызывает появление инерционной силы от поступательного движения центра масс и инерционного момента от вращательного движения

$$P_{и} = m W^t = \frac{G}{g} \cdot W^t; \quad M_{и} = \varepsilon_2 \cdot I_{ц.т.},$$

где G — вес короснимателя;

g — земное ускорение;

W^t — тангенциальная составляющая ускорения центра тяжести короснимателя;

ε_2 — угловое ускорение короснимателя относительно центра его качания;

$I_{ц.т.}$ — объемный момент инерции короснимателя относительно его центра масс.

Момент инерции короснимателя удобнее определять лабораторным способом, используя метод физического маятника. Для определения тангенциальной составляющей W^t воспользуемся формулой

$$W^t = \varepsilon_2 \cdot R_1,$$

где R_1 — расстояние от центра тяжести короснимателя до центра его качания.

Максимальное значение инерционного усилия и инерционного момента для случая эксцентричного расположения круглого бревна в станке можно определить по следующим формулам:

$$P_{и \max} = \pm \frac{G \cdot \omega_1^2 \cdot e R_1}{g \cdot R_2} \left(1 + \frac{e}{r}\right); \quad (11)$$

$$M_{и \max} = \pm \frac{\omega_1^2 \cdot e}{R_2} \left(1 + \frac{e}{r}\right) \cdot I_{ц.т.} \quad (12)$$

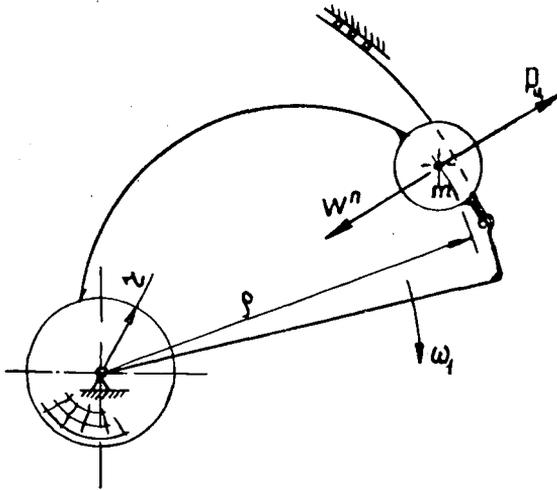


Рис. 5.

Для окорочного станка ОК-66 постоянные величины можно заменить цифровым коэффициентом, тогда формулы запишутся так:

$$P_{n \max} = \pm 2,25e \left(1 + \frac{e}{r}\right) \text{ кг};$$

$$M_{n \max} = \pm 35,4e \left(1 + \frac{e}{r}\right) \text{ кг} \cdot \text{см},$$

где e и r в см.

При анализе работы роторного окорочного станка следует учитывать центробежные силы, возникающие от вращательного движения роторной головки. Условно сосредоточивая массу короснимателя в его центре тяжести, будем считать, что центробежная сила приложена в этой точке (рис. 5). Полагаем, что угловая скорость вращения ротора постоянна, тогда окружная скорость точки, совпадающей с центром тяжести короснимателя,

$$v_{\text{ц.т.}} = \omega_1 \cdot \rho = \frac{\pi n_p}{30} \cdot \rho,$$

где n_p — число оборотов ротора в минуту;

ρ — расстояние от центра станка до центра тяжести короснимателя. Величина ρ определится по уравнению (5).

Подставляя значение ρ , получим

$$v_{\text{ц.т.}} = \frac{\pi n_p}{30} \sqrt{Br^2 + Cr + A}.$$

При постоянной скорости вращения ротора абсолютным ускорением будет центростремительное, значение которого можно определить по формуле

$$W_{\text{ц.т.}} = \frac{v_{\text{ц.т.}}^2}{\rho} = 0,011 \cdot n_p^2 \sqrt{B \cdot r^2 + Cr + A}. \quad (13)$$

Величина центробежной силы определится

$$P_{\text{ц}} = m \cdot W_{\text{ц.т.}} = 0,011 \cdot \frac{G \cdot n_p^2}{g} \cdot \sqrt{B \cdot r^2 + Cr + A}. \quad (14)$$

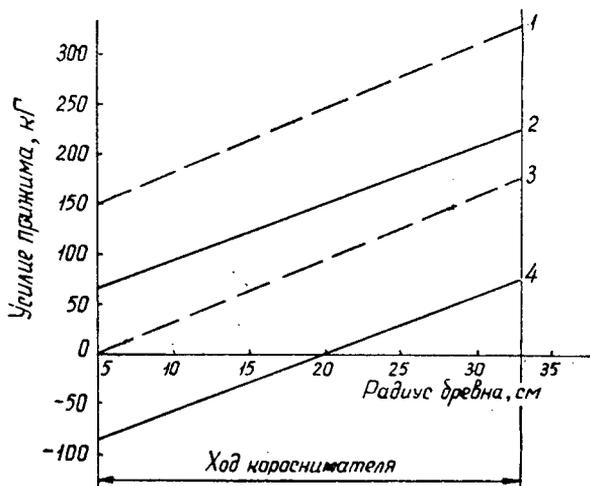


Рис. 6.

1 — усилие прижима без учета центробежной силы при максимальном предварительном натяжении резиновых колец; 2 — то же с учетом центробежной силы; 3 — усилие прижима без учета центробежной силы при минимальном предварительном натяжении резиновых колец; 4 — то же с учетом центробежной силы.

Ссылаясь на ранее полученные формулы, можно определить численные значения снижения прижимного усилия для ОК-66, в зависимости от радиуса обрабатываемого бревна (табл. 1).

Таблица 1

r — радиус бревна, см	5	10	15	20	25	30
$P_{ц}$ — центробежное усилие в центре тяжести, кг	525	538	550	562	573	588
$P_{с.п}$ — усилие, снижающее прижим, кг	86,4	89,0	90,6	92,4	94,5	96,8

На рис. 6 показано значение прижимного усилия короснимателя в зависимости от радиуса бревна с учетом центробежной силы и без нее.

Таким образом, при вращении ротора появляющиеся центробежные силы снижают прижимное усилие в среднем на 30—40% и дают необоснованную перегрузку на механизм прижима короснимателей.

При дальнейшем совершенствовании роторных окорочных станков целесообразно вести работу по изменению конструкции прижимного устройства.

Поступила в редакцию
11 октября 1966 г.

УДК 674.031.33

О БОЛЕЕ ПОЛНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСИНОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ**А. А. ГЛОВАЦКИЙ**

Инженер

(Комбинат «Кирлес»)

В областях центрального района европейской части страны в спелых и перестойных насаждениях преобладают лиственные породы. И даже в такой лесоизбыточной области, как Кировская, соотношение хвойных и лиственных пород в перестойных насаждениях достигло 50%. В связи с этим бригадой сотрудников Кировского НИИЛеспрома под руководством автора статьи проведена работа по выявлению возможности расширения ресурсов сырья путем более широкого использования осиновой древесины.

Особое внимание было уделено изучению наличия различных пороков, их количества и размеров, распределению их по длине хлыстов, зависимости между внешними признаками фауности древесины и ее качеством.

Для решения этих вопросов были проведены наблюдения за раскряжевкой хлыстов в Пинюгском леспромхозе комбината «Кирлес». Эксплуатируемое насаждение имело следующую характеристику: состав 4Ос3Е2Б1С, тип леса ельник-черничник, запас на 1 га 300 м³, класс возраста XI, разновидность осины — серокорая.

По данным промышленной таксации, проведенной при отводе делянки в рубку, осинового хлысты признаны в основном дровяными и только небольшое количество (около 15%) — полуделовыми. Визуальное обследование делянки перед рубкой показало, что осина сильно поражена грибными болезнями, о чем говорит наличие плодовых тел на поверхности стволов.

Наблюдения проводили на раскряжевочной эстакаде Пинюгского леспромхоза, хлысты поступали на нижний склад по узкоколейной железной дороге. Из осиновых хлыстов на эстакаде выпиливали спичечный кряж (длиной 2,3 м), тарный кряж (2 м) и дрова (1 м).

Всего было разделано 270 хлыстов, из которых только три не имели гнили, один имел напенную гниль, 117 — стволую и 149 — совмещенную стволую и напенную.

В результате наблюдений удалось выявить среднее распределение табачных сучьев на поверхности ствола. При этом было установлено, что их количество растет с высотой ствола, достигая максимального значения на высоте 7—11 м от комля. В дальнейшем с продвижением к вершине хлыста, количество их постепенно уменьшается.

Аналогично распределению количества табачных сучьев в стволах осины располагаются внутренние гнили. Абсолютный диаметр внутрен-

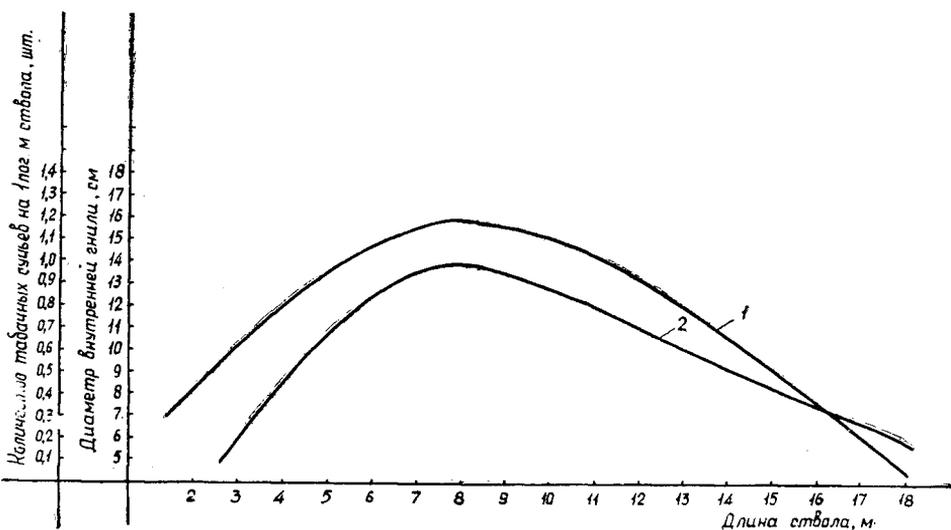


Рис. 1.

1 — кривая распределения внутренней гнили в стволе; 2 — кривая распределения количества табачных сучьев на поверхности ствола.

ней гнили также растет с высотой ствола и на шестом — десятом метре от комля достигает максимального значения.

На рис. 1 для группы хлыстов диаметром 37—40 см показано распределение размеров (диаметров) внутренней гнили по длине стволов осины и распределение количества табачных сучьев на поверхности ствола. График наглядно показывает явную зависимость между количеством табачных сучьев на поверхности ствола и диаметром внутренней гнили в стволе.

Обработка данных наблюдений методом вариационной статистики указывает на тесную прямую связь изучаемых признаков при высокой достоверности коэффициента корреляции.

Основным порокообразующим фактором в комлевой части осины является внутренняя напенная гниль, в центральной — внутренняя стволовая гниль и сучья, в вершинной — сучья.

При этом самые высококачественные сортименты и наибольшее их количество будет получаться из комлевой части ствола осины, наибольшее же количество древесины низкого качества — из средней. Это подтверждается сводной таблицей распределения низкокачественных сортиментов по группам качества (табл. 1).

Анализ таблицы показывает, что удельное соотношение низкокачественных кражей в общей массе низкокачественного сырья повышается с ростом диаметра бревен, достигая максимального значения в группе диаметром 29—32 см.

Сравнивая результаты опытной раскряжевки осиновых хлыстов с данными промышленной таксации делянки, проведенной перед рубкой, мы можем видеть, что материальная оценка древостоя (в части осины) была занижена во время перечета (выход деловой древесины 15%) и при рациональной разделке выход может быть гораздо больше.

УДК 674.055 : (621.952 + 621.914.3)

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

НАСТРОЙКА СТАНКА СвПА НА ДЛИНУ ГНЕЗДА

В. Д. ЛЮБОСЛАВСКИЙ

Старший преподаватель

(Ленинградская лесотехническая академия)

Внедрение автоматизации и программирования работы деревообрабатывающих станков требует механизации и автоматизации настройки станков. Эти обстоятельства влекут за собой необходимость точной, быстрой и надежной размерной настройки станка СвПА на длину гнезда без каких-либо промежуточных операций; при этом точность установки должна быть, очевидно, в таких пределах, чтобы требуемая длина гнезда получалась в границах допуска, необходимого для создания надлежащей посадки с сопрягаемым шипом.

Четырехзвенный кривошипно-коромысловый механизм для качания суппорта на станке СвПА изображен на рис. 1, где размеры звеньев показаны для станка выпуска 1950 г. На рисунке, выполненном в относительном масштабе, механизм изображен в следующих положениях: в среднем, когда ось шпинделя OC параллельна направляющим стола (тонкие линии), и в двух крайних (жирные линии) при некоторых средних значениях радиуса кривошипа r и длины выступающей части фрезы l . Крайние положения механизма, вылет фрезы из патрона шпинделя l_ϕ и диаметр фрезы d_ϕ определяют длину фрезеруемого гнезда l_r .

Среднее положение шпинделя, которому соответствует $\angle O_1OB = \lambda_0$, задается таким положением механизма качания, при котором звено $O_1A = r = 0$, а сам механизм вырождается в $\triangle O_1OB$. При радиусе $r \neq 0$ крайние положения шпинделя, которым соответствуют $\angle O_1OB_1 = \lambda_1$ и $\angle O_1OB_2 = \lambda_2$, задаются тем, что звено механизма $AB = l$ или его продолжение проходят через центр O_1 , образуя $\triangle O_1OB_1$ и $\triangle O_1OB_2$, в которых стороны $O_1B_1 = l - r$, а $O_1B_2 = l + r$. Из этих трех треугольников по трем известным сторонам можно получить выражения для углов качания μ_1 и μ_2 , если обозначить длину сторон $O_1O = s$, $OB = OB_1 = OB_2 = R$ и $O_1B = k$

$$\mu_1 = \lambda_0 - \lambda_1 = \arccos \frac{R^2 + s^2 - k^2}{2R \cdot s} - \arccos \frac{R^2 + s^2 - (l - r)^2}{2Rs}; \quad (1)$$

$$\mu_2 = \lambda_2 - \lambda_0 = \arccos \frac{R^2 + s^2 - (l + r)^2}{2Rs} - \arccos \frac{R^2 + s^2 - k^2}{2Rs}. \quad (2)$$

Длина гнезда по известной длине шпинделя $l_{ш}$ выражается формулой

$$l_r = (l_{ш} + l_\phi) \cdot (\sin \mu_1 + \sin \mu_2) + \frac{d_\phi}{2} (\cos \mu_1 + \cos \mu_2), \quad (3)$$

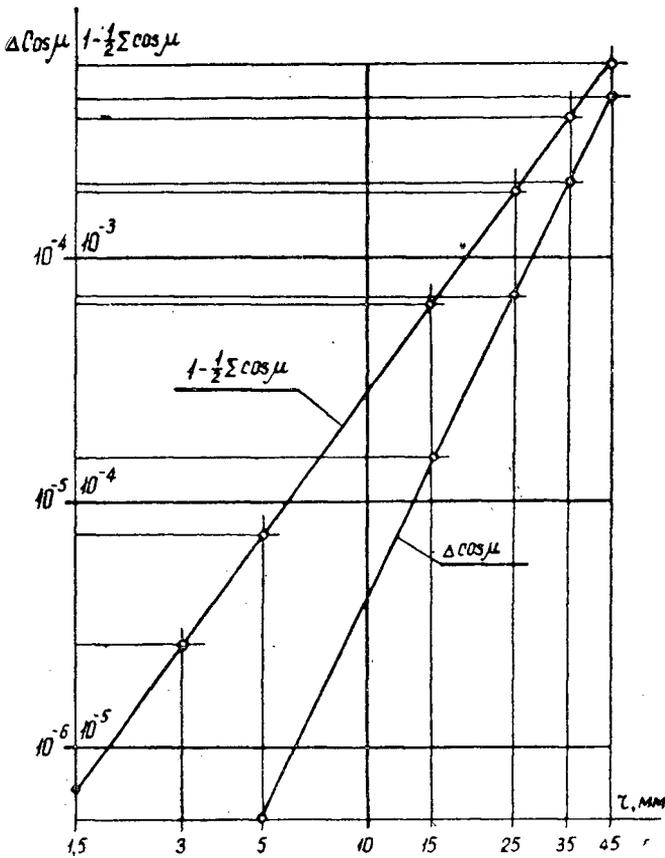


Рис. 2.

что это условие выполняется, когда звенья механизма R , s и $k=l$ составляют прямоугольный треугольник с вершиной прямого угла на оси вращения кривошипа, то есть когда

$$s^2 + l^2 = R^2. \quad (5)$$

Это условие подчеркивает насущную необходимость соответствующего конструктивного изменения механизма качания суппорта станка СвПА-2, выпускаемого в настоящее время, так как такое изменение упростит настройку по длине гнезда и по его положению относительно базы. Для подбора аппроксимирующей кривой нелинейной части (4) по предварительным вычислениям построены графики зависимостей $\Delta \cos \mu = \varphi_1(r)$ и $1 - \frac{1}{2} \sum \cos \mu = \varphi_2(r)$ в двойных логарифмических координатах (рис. 2). Как видно из рисунка, графики достаточно хорошо следуют линейному закону, что позволяет представить рассматриваемые функции в виде

$$\lg \Delta \cos \mu = A \lg r + B \quad (6)$$

и

$$\lg \left(1 - \frac{1}{2} \sum \cos \mu \right) = C \lg r + D. \quad (7)$$

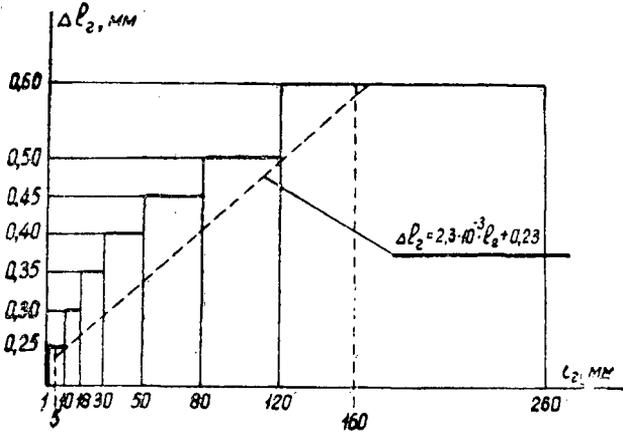


Рис. 3.

Чтобы определить постоянные A , B , C и D , накладываем условие совпадения аппроксимирующих функций с началом и концом аппроксимируемых. Получаем две линейные системы, решая которые относительно A , B , C и D , для рассматриваемого станка СвПА находим: $A = 3$; $B = -8,31\ 578$; $C = 2$; $D = -5,52\ 555$. Подставляя эти значения в уравнения (6) и (7) и потенцируя, найдем

$$\Delta \cos \mu \approx 4,8330 \cdot 10^{-9} r^3; \tag{8}$$

$$1 - \frac{1}{2} \sum \cos \mu \approx 2,9816 \cdot 10^{-6} r^2. \tag{9}$$

Числовая оценка ошибки аппроксимации показывает, что точность получилась весьма высокой (выше 10^{-5} — для $\Delta \cos \mu$ и выше 10^{-4} — для $1 - \frac{1}{2} \sum \cos \mu$) и что в дальнейшем можно не учитывать ошибку аппроксимации. Соответственно этому выражение (3) будет выглядеть следующим образом:

$$l_r = (l_{ш} + l_{\phi}) \cdot \left(\frac{2l}{R \cdot s \cdot \sin \lambda_0} r + \operatorname{ctg} \lambda_0 \cdot 4,8330 \cdot 10^{-9} \cdot r^3 \right) + d_{\phi} (1 - 2,9816 \cdot 10^{-6} \cdot r^2). \tag{10}$$

Выражение (10) представляет собой алгебраический многочлен, удобный для того, чтобы вывести настроечную формулу.

Однако следует еще выяснить, с какой точностью по длине нужно изготавливать гнезда и с какой соответственно точностью следует измерять величины, которые входят в настроечную формулу.

Из величины оптимальных натягов между шипом и гнездом (0,2—0,3 мм) в поперечном направлении (по ширине гнезда) следует, что ширина гнезда должна быть выдержана в пределах первого класса точности (ГОСТ 6449—53). Натяги в продольном направлении гнезда еще не исследованы, но, базируясь на принципах теории упругости, можно ожидать, что они будут больше и по абсолютной величине, и по ее разбросу, чем в поперечном направлении, то есть в любых случаях не потребуется изготавливать гнезда с точностью по длине выше второго класса. Соответствующий ряд допусков на длину гнезда графически представлен на рис. 3, где вертикальными пунктирными линиями

отмечен диапазон длин гнезд, выбираемых на станке СВПА (5—160 мм). Из рисунка видно, что прямая, проходящая через точки, соответствующие значениям допуска для гнезд длиной 10 и 120 мм, ограничивает нижние пределы допусков для любой длины гнезда. Уравнение этой прямой легко находится и имеет вид

$$\Delta l_r = 2,3 \cdot 10^{-3} l_r + 0,23. \quad (11)$$

С другой стороны, допуск на длину гнезда можно найти из полного приращения функции (10) в предположении, что все члены, входящие в аппроксимирующую формулу, являются независимыми переменными (в том числе и коэффициенты при членах r^3 и r^2). Как известно, такое приращение находится по формуле полного дифференциала. Обозначая в уравнении (10) $4,8330 \cdot 10^{-9} = E$ и $2,9816 \cdot 10^{-6} = F$, находим выражение полного дифференциала Δl_r через аргументальные приращения и после соответствующих математических преобразований получаем основное уравнение допусков ($\Delta E \approx \Delta F \approx 0$, если E и F вычислены не менее, чем с тремя значащими цифрами, а $\Delta d_\phi \approx 0,00125 \cdot d_\phi + 0,022$ — аналогично (11) выражению) в следующем виде:

$$\alpha(\Delta l_{\text{ш}} + \Delta l_\phi) + \beta \Delta l + \gamma \Delta r + \delta \Delta p + \epsilon \Delta n + \xi \Delta m = \eta, \quad (12)$$

где

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{l + \frac{1}{2} Er^2 R \cdot s \cdot \cos \lambda_0}{l_{\text{ш}} + l_\phi}; \\ \beta &= 1; \\ \gamma &= \frac{l}{2} + ErRs \cos \lambda_0 - \frac{Fd_\phi R \cdot s \cdot \sin \lambda_0}{l_{\text{ш}} + l_\phi}; \\ \delta &= \frac{l(n \operatorname{ctg} \lambda_0 + p) + \frac{Enr^2 Rs}{2 \sin \lambda_0}}{R^2} - \frac{l(m \operatorname{ctg} \lambda_0 - p) + \frac{Emr^2 Rs}{2 \sin \lambda_0}}{s^2}; \\ \epsilon &= \frac{l(p \operatorname{ctg} \lambda_0 - n) + \frac{Epr^2 Rs}{2 \sin \lambda_0}}{R^2}; \\ \xi &= \frac{l(p \cdot \operatorname{ctg} \lambda_0 + m) + \frac{Epr^2 Rs}{2 \sin \lambda_0}}{s^2}; \\ \eta &= 2,3 \cdot 10^{-3} \left(l + \frac{1}{2} Er^2 Rs \cos \lambda_0 \right) + \frac{Rs \sin \lambda_0}{l_{\text{ш}} + l_\phi} \cdot \left[\frac{0,21}{2r} + \right. \\ &\quad \left. + 0,0011 d_\phi \left(\frac{1}{2r} - \frac{Fr}{2} \right) + 0,011 Fr \right]; \\ m &= O_1 D; n = BD \text{ и } p = OD \text{ (рис. 1)}. \end{aligned}$$

Подставляя значения постоянных величин ($l, l_{\text{ш}}, R, s, m, n, p, E, F, \sin \lambda_0, \cos \lambda_0$ и $\operatorname{ctg} \lambda_0$) и переменных параметров ($r = 1,5 \div 45$ мм; $d_\phi = 5 \div 30$ мм и $l_\phi = 15 \div 140$ мм) в формулы для коэффициентов $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \xi, \eta$, получаем следующие экстремальные значения самих коэффициентов: $\alpha = 0,393 \div 0,307$; $\beta = 1,00$; $\gamma = 120 \div 4,92$; $\delta = 0,533 \div 0,531$; $\epsilon = 1,00 \div 1,06$; $\xi = 1,00 \div 1,04$; $\eta = 10,5 \div 1,30$.

Если рассматривать коэффициенты при допусках как их удельные веса, то можно сделать вывод о целесообразности установления равных допусков у всех тех размеров, у которых они примерно одного по-

рядка. С другой стороны, при настройке желательнее иметь постоянный допуск для радиуса кривошипа на всем диапазоне его изменения. Эти условия позволяют составить следующую систему линейных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} M\Delta + \gamma_{\text{экстрем}_1} \Delta r &= \eta_{\text{экстрем}_1} \\ N\Delta + \gamma_{\text{экстрем}_2} \Delta r &= \eta_{\text{экстрем}_2} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

где $\Delta = \Delta l_{\text{ш}} = \Delta l_{\text{ф}} = \Delta l = \Delta p = \Delta n = \Delta m$;

$$M = (2\alpha + \beta + \delta + \varepsilon + \zeta)_{\text{экстрем}_1} = 4,319;$$

$$N = (2\alpha + \beta + \delta + \varepsilon + \zeta)_{\text{экстрем}_2} = 4,245;$$

$$\gamma_{\text{экстрем}_1} = 120; \quad \gamma_{\text{экстрем}_2} = 4,92; \quad \eta_{\text{экстрем}_1} = 10,5; \quad \eta_{\text{экстрем}_2} = 1,30.$$

Решая эту систему относительно Δr , получим $\Delta r = 0,08$ мм.

Точность установки радиуса, составляющая 0,08 мм, неудобна для реализации; лучше иметь величину, кратную десяти. Исходя из этого соображения, устанавливаем более удобный и более надежный допуск для r на всем диапазоне его настройки, равный 0,05 мм, тогда на каждый из остальных размеров допуск Δ окажется равным 1,04 мм (из одного уравнения) и 0,57 мм (из другого). Устанавливаем с запасом точности $\Delta = 0,50$ мм, принимая для каждого из параметрических размеров механизма симметричное расположение поля допуска, то есть $\Delta = \pm 0,25$ мм.

Для иллюстрации произведем расчет требуемой точности настройки радиуса кривошипа на том же станке, пользуясь допусками, установленными на рабочих чертежах механизма. Допуски на размеры звеньев механизма качания здесь не указаны, значит все размеры выполняются как свободные (по 7-му классу точности ОСТа). При подстановке соответствующих значений допусков в уравнение (12) получим для первого экстремума $\Delta r_1 = +0,045$ мм, для второго $\Delta r_2 = -0,784$ мм. Знак минус у второго экстремального значения Δr и его абсолютная величина говорят о том, что на большей части диапазона изменения r при настройке невозможно выдержать размер гнезда с требуемой, наперед заданной точностью при допусках на размеры звеньев механизма. Следовательно, при внедрении размерной настройки на длину гнезда у работающего станка номинальные размеры звеньев $l_{\text{ш}}$, l , p , n , m , а также выступающая часть фрезы l должны быть измерены заново с точностью не меньшей, чем $\pm 0,25$ мм, и только потом могут быть вычислены постоянные коэффициенты настроечной формулы (10).

В рассматриваемом случае при размерах звеньев механизма по рис. 1, измеренных с требуемой точностью, настроечная формула после подстановки в нее числовых значений $l_{\text{ш}}$, l , R , s , $\sin \lambda_0$ и $\text{ctg} \lambda_0$ имеет вид

$$\begin{aligned} l_r - d_{\text{ф}} &= 4,9332 \cdot 10^{-3} (545 + l_{\text{ф}}) r - 2,9816 \cdot 10^{-6} d_{\text{ф}} r^2 + \\ &+ 1,0539 \cdot 10^{-8} (545 + l_{\text{ф}}) r^3. \end{aligned} \quad (14)$$

При настройке станка заданными параметрами являются требуемая длина гнезда l_r , диаметр фрезы $d_{\text{ф}}$ и длина ее выступающей части $l_{\text{ф}}$, а искомой величиной — радиус кривошипа r , который можно найти, решая кубичное уравнение (14). Однако легко показать, что первое приближение радиуса из уравнения (15)

$$r_1 = \frac{l_r - d_{\text{ф}}}{4,9332 \cdot 10^{-3} (545 + l_{\text{ф}})} = \frac{b_{\text{ш}}}{4,9332 \cdot 10^{-3} (545 + l_{\text{ф}})} \quad (15)$$

является окончательной и достаточно точной формулой для подсчета величины радиуса кривошипа в случае сопряжения гнезда с шипом без закругления сторон (на всем диапазоне изменения радиуса); эта же формула может служить основой и для вычисления более точных значений r_1 , которые получаются посредством прибавления поправок $(\Delta r)_{i-1}$, вычисляемых с применением разложения уравнения (14) в ряд Тейлора и с применением метода итераций.

Приближенную формулу (15) для случая сопряжения гнезда со скругленным шипом можно использовать до тех пор, пока разность $(l_r)_{\text{точн}} - (l_r)_{\text{прибл}} \neq$ не будет больше величины $0,5\Delta r$, подсчитанной по точной формуле. Соответственно такому условию, как показывают расчеты, в этом случае можно пользоваться приближенной формулой до значения $r_0 \leq 23,50$ мм или таблицей (номограммой), рассчитанной на ее основе. Для значений $r = 23,50 \div 45$ мм при том же виде соединения к радиусу, вычисленному по приближенной формуле, требуется внести поправку Δr ; формула для нее при применении указанных методов имеет вид

$$\Delta r = -2,1363 \cdot 10^{-6} r_1^2 \left(r_1 - \frac{2,8291 d_{\Phi}}{545 + l_{\Phi}} \right) \text{ мм.} \quad (16)$$

На рис. 4 представлена номограмма для расчета приближенного (при $r < 23,50$ мм, а для призматического шипа без закруглений сторон — окончательного) радиуса кривошипа r_1 по формуле (15) и поправки к нему по формуле (16). С практической стороны настройка станка (требуя по номограмме или непосредственно по формулам расчетитан требуемый радиус кривошипа) осуществляется с помощью индикатора или штангенциркуля с нониусом, имеющим цену деления 0,05 мм. В обоих случаях за базу для отсчета может быть принята наружная цилиндрическая поверхность шайбы кривошипа, диаметр которой следует предварительно измерить микрометром по четырем — шести перекрестным направлениям, взяв в качестве расчетной среднюю арифметическую из всех измерений.

При небольшой модернизации эксплуатируемых станков — устройстве градуированного лимба на установочном винте кривошипа или миллиметровой шкалы на планшайбе кривошипа и нониуса на сухаре пальца кривошипа (шкалу и нониус можно использовать от штангенциркуля с ценой деления 0,05 мм) установка радиуса еще более упрощается и ускоряется.

На станке модели СвПА-2, выпускаемом в настоящее время, целесообразно встроить постоянный градуированный лимб, а также, как было отмечено ранее, изменить соотношение длин звеньев механизма качания суппорта, приведя их к прямоугольному треугольнику. Для паспорта станка СвПА-2 после осуществления предлагаемой модернизации рационально прилагать готовую номограмму для расчета величины требуемого радиуса при данной длине гнезда. Это мероприятие тем более целесообразно, что система качания суппорта СвПА-2 весьма жестка и не имеет люфтов (люфты в двух подшипниках качания механизма, конечно, можно и не принимать в расчет), так что размерная настройка станка практически осуществима и с этой точки зрения.

УДК 674.812

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ С ВЕНЦАМИ ИЗ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

И. И. ШАПИРО

Инженер

(Воронежский лесотехнический институт)

Основная цель наших исследований — выявить рациональные пределы применения прессованной древесины в червячных передачах и разработать необходимые рекомендации для производства. В настоящей статье приводятся основные результаты испытаний червячных редукторов с венцами из прессованной древесины.

Для изготовления опытных червячных колес была взята прессованная древесина березы одноосного прессования со следующими физико-механическими свойствами [4]: объемный вес $1,4 \text{ г/см}^3$; влажность 6–8%; предел прочности при сжатии вдоль волокон 1460 кг/см^2 , поперек волокон в радиальном направлении 1020 кг/см^2 ; предел прочности при статическом изгибе в тангенциальном направлении 2160 кг/см^2 , в радиальном направлении 2300 кг/см^2 ; сопротивление ударному изгибу в тангенциальном направлении 150 кгсм/см^2 , в радиальном направлении 170 кгсм/см^2 . Конструкция и технология изготовления червячных колес из прессованной древесины приняты по рекомендациям, приведенным в некоторых работах [2], [3].

Для испытаний было изготовлено 6 червячных колес со следующими параметрами: межосевое расстояние редуктора 120 мм; число зубьев колеса — 31; модуль зацепления 6 мм; число заходов червяка — 2; передаточное число редуктора 15,5; тип червяка — архимедов. Червяк изготовлен из стали 45. Витки его термически обработаны до твердости $R_c = 35 \div 40$ и шлифованы. Опытные червячные колеса монтировали в корпусе стандартного червячного редуктора марки РЧП-120.

Испытания проводили на экспериментальной установке разомкнутого типа, которая состоит из балансирующего электродвигателя переменного тока (мощностью 2,8 кВт и числом оборотов 1420), испытуемого червячного редуктора и ленточно-колодочного тормоза, смонтированного на валу червячного колеса. С помощью тормоза создается рабочая нагрузка в испытуемой передаче. Привод редуктора осуществляется через клиноременную передачу с семью сменными шкивами, позволяющими ступенчато изменять число оборотов червячного вала. В ходе испытаний через каждые 0,5 часа замеряли крутящие моменты и число оборотов на валах червячного колеса, червяка и электродвигателя, а также замеряли температуру масла в корпусе редуктора и температуру окружающей среды.

Испытание каждого из 5 образцов проводили методом ступенчатого увеличения скорости и нагрузки. На каждой ступени скорости

величину крутящего момента поддерживали постоянной до стабилизации температуры масла. Максимальной считалась такая нагрузка, при которой появлялись признаки начала разрушения материала зубьев. После этого переходили на следующую ступень скорости и повторяли испытание при тех же нагрузках. Скорость изменяли в пределах от 270 до 1420 об/мин червячного вала через каждые 200—250 об. Нагрузку на валу червячного колеса изменяли в пределах от 520 до 3220 кгсм через каждые 300 кгсм.

Основным испытанием предшествовала приработка зубьев червячных колес, в результате которой площадь пятна контакта доводили до 70—75% поверхности зуба.

Наблюдения показали, что процесс разрушения зубьев при перегрузках состоит в размягчении и отслаивании поверхностных волокон древесины; последнее сопровождается образованием ямок и раковин на поверхности зубьев. Очевидно, в данном случае контактные напряжения превышают предел выносливости материала зубьев и за критерий выхода из строя следовало бы принимать величину ограниченного предела выносливости. Поскольку нет экспериментальных данных по пределам контактной выносливости прессованной древесины в условиях работы со смазкой, состояние перегрузки приходится оценивать по другим признакам, в частности, по температуре масла. При различных скоростях скольжения разрушение зубьев начиналось с нагрузок, соответствующих температуре масла 65° и выше. Рабочая температура масла не должна превышать 60°. При нормальных условиях работы наблюдается постепенный износ зубьев с постоянной скоростью изнашивания (рис. 5). Очевидно, в этом случае контактные напряжения меньше предела выносливости и за критерий выхода зубьев из строя следует принимать их износ. Таким образом, основная причина выхода из строя червячных колес из прессованной древесины при нормальных условиях работы — механический износ зубьев (истирание) [1]. В пределах применявшихся в опытах нагрузок и скоростей не было поломки зубьев. Чтобы выявить влияние вязкости масла на нагрузочную способность червячных колес из прессованной древесины, мы испытали следующие сорта минеральных масел: АК-10 ($E_{50}^0 = 10$), машинное СУ ($E_{50}^0 = 6 \div 7$) и веретенное-2 ($E_{50}^0 = 2,2$).

На рис. 1 показаны характерные зависимости температуры масла t от числа циклов нагружения $N_{ц}$ при различных нагрузках и скоростях. Горизонтальные участки кривых характеризуют установившийся режим работы редуктора. Как видно из графика, с увеличением вязкости масла возрастают интенсивность нарастания температуры и величина установившейся температуры масляной ванны. Поэтому для смазки червячных передач с колесами из прессованной древесины следует применять масла небольшой вязкости (веретенное-2).

На рис. 2 показаны зависимости величины установившейся температуры масла t от крутящего момента M_k на валу червячного колеса при различных скоростях скольжения $V_{ск}$. С увеличением скорости скольжения нагрузка, при которой достигается одна и та же величина установившейся температуры масла, значительно уменьшается; при этом интенсивность нарастания температуры резко возрастает. Из этого следует, что скорость скольжения оказывает наиболее существенное влияние на нагрузочную способность червячных колес из прессованной древесины.

На рис. 3 показано изменение крутящего момента M_k и мощности N_k на валу червячного колеса в зависимости от скорости скольжения $V_{ск}$.

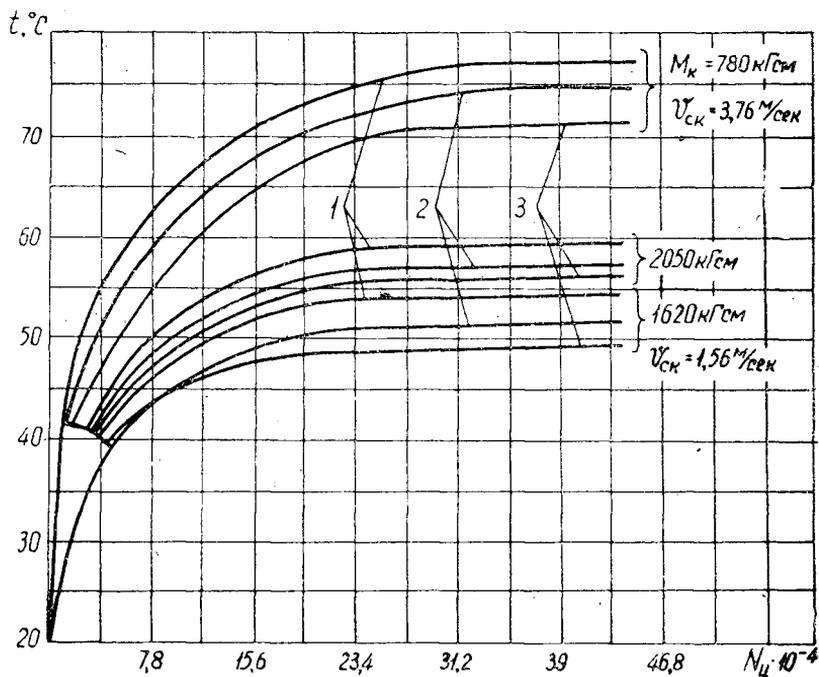


Рис. 1.

1 — АК-10; 2 — машинное СЧ; 3 — веретенное-2.

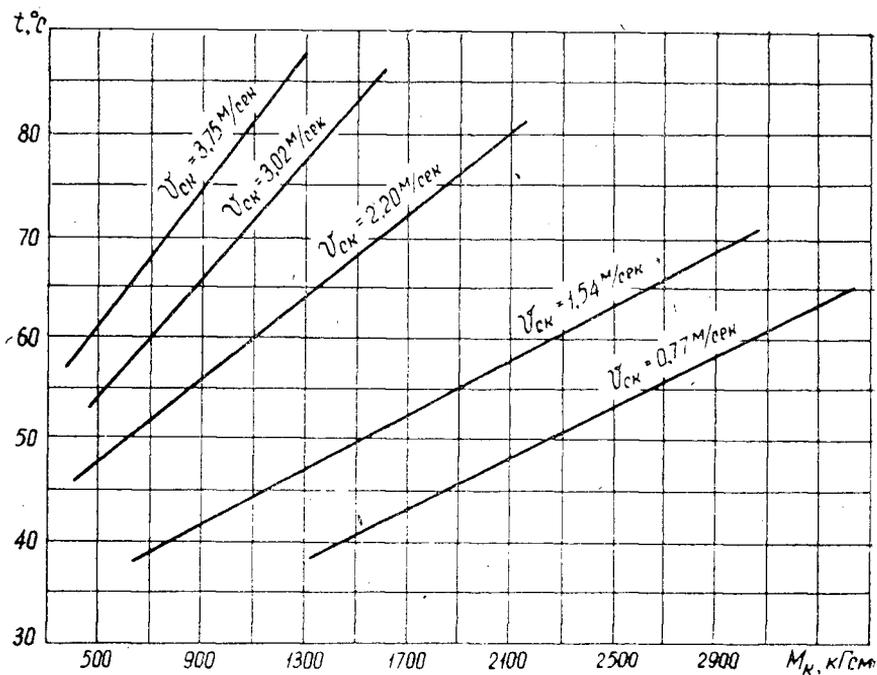


Рис. 2.

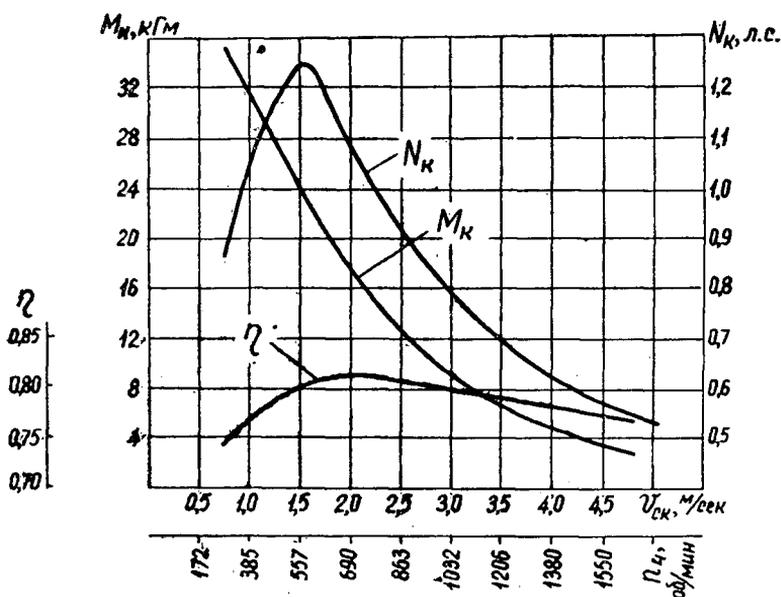


Рис. 3.

(или числа оборотов червяка $n_{ч}$) при максимальной температуре масла, равной 60°C . Из графика видно, что с увеличением скорости скольжения крутящий момент на валу червячного колеса уменьшается. Мощность вначале возрастает, затем, начиная со скорости $1,5$ м/сек, значительно падает. Оптимальные режимы работы по величине передаваемой мощности лежат в пределах скоростей 1 — 2 м/сек. В силовых передачах с непрерывным режимом работы при скоростях скольжения более 3 м/сек применять прессованную древесину нецелесообразно из-за низкой нагрузочной способности. При повторно-кратковременном режиме работы следует ожидать более высокую нагрузочную способность вследствие менее напряженного температурного режима. Важный эксплуатационный показатель червячных передач — коэффициент полезного действия η от скорости скольжения $V_{ск}$. С увеличением этой скорости до 2 м/сек к.п.д. возрастает, затем несколько падает. Как видно из графика, к.п.д. двухзаходных червячных передач с колесами из прессованной древесины изменяется в пределах $0,73$ — $0,81$. Известно, что для аналогичных передач с бронзовыми колесами к.п.д. лежит в пределах $0,75$ — $0,82$.

Чтобы оценить износостойкость и долговечность червячных колес из прессованной древесины, мы провели длительные испытания двух червячных редукторов при скорости скольжения $1,5$ м/сек и температуре масляной ванны 58 — 60° . Нагрузка была установлена в соответствии с рис. 3 ($M_k = 24$ кгм, $N_k = 1,25$ л.с.). В процессе испытаний был замерен износ венцов из прессованной древесины методом искусственных баз. Для этого на четырех равно расположенных по ободу колеса зубьях в их средней части были засверлены (специальным сверлом) конические лунки с углом конуса 140° . Величину износа δ за определенный отрезок времени находили по изменению диаметра лунок

$$\delta = \frac{D_n - D_k}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

где D_n и D_k — начальное и конечное значения диаметра лунки;

$\alpha = 140^\circ$ — угол при вершине лунки.

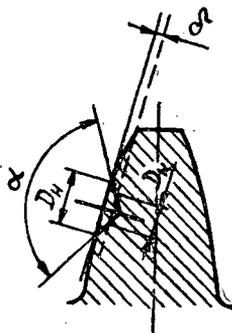


Рис. 4.

Схема определения износа показана на рис. 4. Значения D_n и D_k измеряли в направлении, перпендикулярном вектору скорости скольжения, с помощью микроскопа к прессу Бринелля. Точность отсчета была в пределах 0,05 мм. Благодаря большому углу при вершине лунок, точность определения износа находилась в пределах 0,01 мм. Износ замеряли через 220—250 час непрерывной работы редуктора и определяли как среднюю величину из значений по четырем зубьям. Зависимость глубины износа от времени работы редуктора τ или от числа циклов показана на

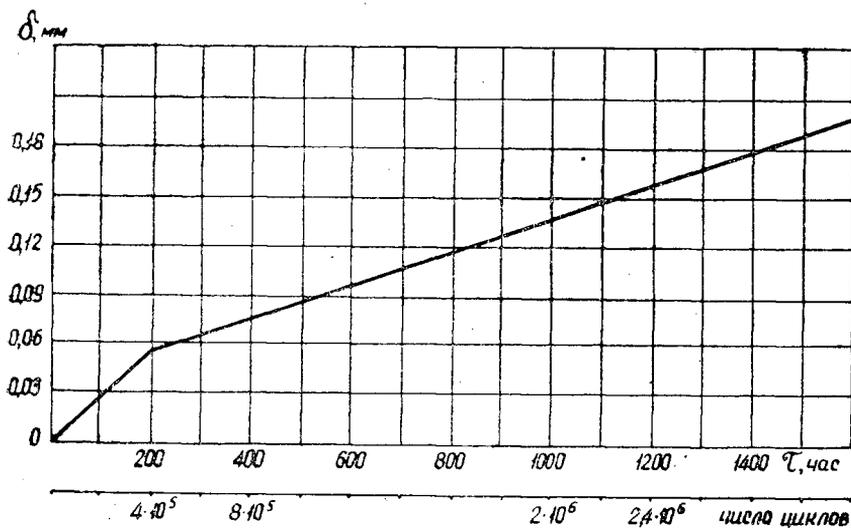


Рис. 5.

рис. 5. Период приработки характеризуется интенсивным нарастанием износа; после окончания приработки кривая переходит в пологий участок с постоянной скоростью изнашивания, равной в данном случае 0,010 мм за 100 час работы. Если принять, что при толщине зуба 9 мм допустимая глубина износа равна 2 мм, тогда долговечность составит 20 000 час или около 4,5 лет при непрерывной двухсменной работе. Износ червяка за время испытаний оказался практически незаметным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. М. Хрущев. Классификация условий и видов изнашивания деталей машин. «Трение и износ в машинах», Сб. VIII, АН СССР, 1953. [2]. П. Н. Хухрянский. Прессование древесины. Гослесбумиздат, 1949. [3]. Д. М. Цыплаков. Шестерни из прессованной древесины. Воронежское книжное издательство, 1957. [4]. Д. М. Цыплаков. Механические свойства прессованной древесины березы, осины и сосны. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1961.

УДК 674.023

К ВОПРОСУ ВИБРАЦИОННОГО РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Р. Ш. БАКИЕВ

Ассистент

(Поволжский лесотехнический институт)

Экспериментальные исследования [2], [6], [7], [8] показали, что усилие резания (надвигания) древесины при вибрациях значительно меньше, чем без вибраций.

Для выяснения причины резкого снижения усилия надвигания при вибрационном резании мы рассматривали этот вопрос только с механической стороны, не затрагивая его физической сущности.

Как известно, в процессе вибраций нож (резец) совершает колебательное движение, величина ускорения которого в случае эксцентрикового вибратора может быть определена выражением [1]

$$a = \omega^2 r (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi),$$

где a — ускорение колебательного движения ножа;

ω — угловая скорость вращения эксцентрикового вала;

r — величина эксцентриситета;

φ — угол поворота эксцентрикового вала;

$\lambda = \frac{r}{l}$ (l — длина шатуна).

В течение одного периода колебаний нож один раз совершает равноускоренное движение в направлении внедрения в древесину с продолжительностью в одну четверть периода колебаний; величина среднего ускорения за это же время составляет

$$a_{\text{ср}} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} \omega^2 r (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi) d\varphi = \frac{2\omega^2 r}{\pi}.$$

Аналогичное выражение для среднего ускорения получается в случае любого вибратора. Действительно, уравнение гармонического колебательного движения имеет вид [4]

$$x = r \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right),$$

откуда

$$a = \frac{d^2 x}{dt^2} = \omega^2 r \cos \omega t;$$

$$a_{\text{ср}} = \frac{4}{T} \int_0^{T/4} \omega^2 r \cos \omega t dt = \frac{4\omega r}{T}.$$

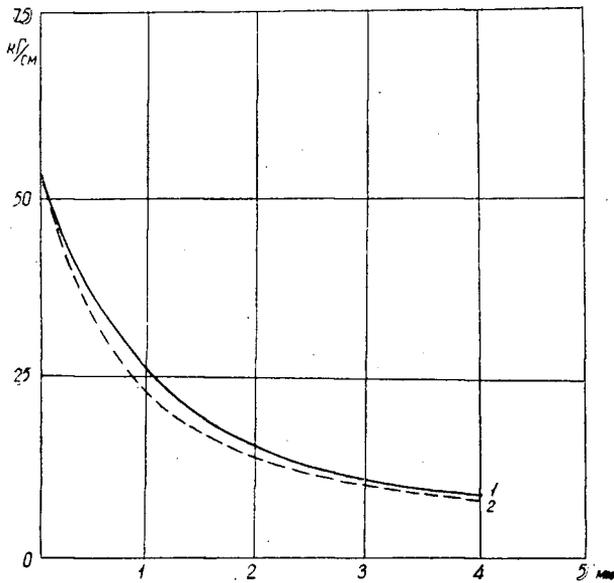


Рис. 1. Зависимость усилия надвигания от амплитуды вибраций при частоте 24 гц и толщине ножа 1,2 мм.

1 — экспериментальная; 2 — расчетная.

Так как $T = \frac{2\pi}{\omega}$, то опять

$$a_{\text{ср}} = \frac{2\omega^2 r}{\pi}.$$

Если ввести частоту колебаний, то получится следующее выражение для среднего ускорения:

$$a_{\text{ср}} = \frac{2(2\pi \cdot f)^2 r}{\pi} = 8\pi f^2 r,$$

где f — частота колебаний, гц.

Таким образом, в течение одного периода колебаний нож может развить весьма большие кратковременные периодические ускорения, которые в дальнейшем, как предполагается, не будут зависеть от усилия надвигания.

Итак, предположив, что древесина надвигается на нож с равномерной скоростью (а следовательно, не вибрирует) и что направление вибраций ножа совпадает с направлением надвигания древесины (надвигание древесины на нож происходит под действием груза весом P , жестко связанного с древесиной), получаем следующее условие предельного равновесия (когда после малейшего увеличения груза P начинается внедрение ножа в древесину) всех сил, имеющих место при вибрационном резании с постоянной скоростью. Это сила сопротивления древесины внедрению ножа F ; вес груза с древесиной, под действием которого происходит надвигание древесины на нож, $P = mg$; инерционная сила сопротивления перемещению груза P (масса его $m = \frac{P}{g}$) с ускорением $a_{\text{ср}} = 8\pi f^2 r$. Величина этой инерционной силы

равна $\frac{P}{g} 8\pi f^2 r$. Другими словами, получаем следующее условие вибрационного резания:

$$F \ll \left(\frac{P}{g} 8\pi f^2 r + P \right).$$

Отсюда минимальная величина необходимого усилия надвигания для вибрационного резания определяется выражением

$$P = \frac{gF}{8\pi f^2 r + g}. \quad (1)$$

Характер зависимости между усилием надвигания, частотой и амплитудой вибраций, устанавливаемый выражением (1), хорошо совпадает с результатами экспериментальной работы [2] (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что расчетные усилия, получаемые по формуле (1), оказываются заниженными по сравнению с экспериментальными. Это понятно, так как полученное выражение не учитывает всю гамму физических явлений, которыми сопровождается процесс резания древесины (деформация, трение, нагрев). В этом смысле выражение (1) справедливо для вибрационного резания любого материала.

Таким образом, учет только механической стороны вопроса (силы инерции груза при перемещении с ускорением, равным ускорению вибрирующего ножа) дает практически хорошее совпадение с экспериментальными данными. Отсюда можно сделать, очевидно, вывод, что главная причина большого уменьшения усилия надвигания при вибрационном резании — кратковременные периодические инерционные силы, развиваемые благодаря большим ускорениям, с которыми колеблется (вибрирует) нож. Это не противоречит результатам последних исследований прочности твердого тела [3], [5]. Уменьшение усилия надвигания с ростом амплитуды происходит по кривой, весьма близкой к равнобочной гиперболы, и тем ближе к ней, чем больше частота и амплитуда вибраций. С ростом частоты вибраций уменьшение усилия надвигания происходит по экспоненциальной кривой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. И. Артоболевский. Теория механизмов и машин, 1952. [2]. Р. Ш. Бакиев. О некоторых закономерностях вибрационного резания древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1959. [3]. С. Н. Журков. Проблема прочности твердых тел. Вестник АН СССР, № 11, 1957. [4]. Ю. И. Иорш. Виброметрия, 1963. [5]. А. Ляв. Математическая теория упругости. М., 1935. [6]. Ф. М. Манжос. Вибрационное резание древесины. Тезисы докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1955 г. МЛТИ, 1956. [7]. Научно-техническая информация № 22. МЛТИ, 1956. [8]. Д. И. Шилькрут. О вибрационной механической обработке пластических материалов. ДАН СССР, 107, № 2, 1956.

Поступила в редакцию
24 января 1966 г.

УДК 634.0.865.2

ЛИГНОУГЛЕВОДНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ ПЛАСТИКИ ИЗ ЛИСТВЕННОЙ СТРУЖКИ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО

М. Е. МЕЛЬНИКОВА

Старший инженер

В. Н. ПЕТРИ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

В настоящее время решению проблемы получения пластиков из древесных частиц без добавления связующих уделяется большое внимание. Однако до последнего времени господствовало представление, что эти пластики могут быть изготовлены лишь из мелко раздробленных частиц при высоком давлении прессования. При работе с древесными опилками лиственницы сотрудниками Проблемной лаборатории древесных пластиков при Уральском лесотехническом институте была доказана [1], [2] возможность получения равноценных по техническим свойствам пластиков из фракций любой крупности.

Авторы поставили перед собой задачу получить древесные пластики из стружки, не добавляя к ней связующие, при невысоких параметрах удельного давления и температуры прессования. На основании литературных данных [1], [2] мы предположили, что эту задачу можно решить путем разработки технологии получения из стружки лигноуглеводных древесных пластиков. Известно, что в основе гипотезы о химизме лигноуглеводных древесных пластиков лежит предположение, согласно которому при определенных соотношениях влажности древесных частиц, давления, температуры и продолжительности горячего прессования можно добиться не только частичного гидролиза компонентов древесины с сохранением активности получающихся продуктов, но и использовать эту активность для создания новых лигноуглеводных комплексов, соединяющих спрессовываемые частицы в прочный и водостойкий пластик.

Исходным материалом для опытов служила лиственничная стружка от рейсмусного станка марки СР-6-5Г. Абсолютную влажность древесины лиственницы, поступающей в переработку, брали в пределах от 30 до 65% [3]. Размер получаемых стружек — длина 10—8 мм, ширина 50—10 мм, толщина 0,3—0,2 мм; длину измеряли вдоль волокон. Учитывая большое влияние влажности древесных частиц на изготавливаемые из них лигноуглеводные древесные пластики, влажность стружки варьировали в диапазоне от 14 до 30% с градацией 2%. Дозировку стружки при запрессовке проводили по весу из расчета получения плит

готового пластика толщиной 10 мм; при этом потребный вес стружек в зависимости от их влажности определяли расчетным путем. Формирование пакета осуществляли в специальной рамке-шаблоне, установленной на стальной поддон. Во избежание прилипания прессуемого материала верхний и нижний поддоны смазывали олеиновой кислотой или машинным маслом (индустриальное-20). После предварительного уплотнения стружки шаблон снимали и пакет накрывали верхним поддоном. Прессовали на гидравлическом прессе П-474 мощностью 100 Т. Размер плит пресса 620 × 620 мм. Обогрев плит электрический. Регулирование температуры и давления прессования автоматическое. Пресс обеспечен водяным охлаждением. Ход режима прессования записывается на диаграммах. Режим прессования следующий: давление 25 кг/см²; температура 170° С; продолжительность горячего прессования 1 мин/мм толщины готовой плиты пластика; охлаждение до 20° без снятия давления 25—30 мин; продолжительность спуска давления 3 мин.

Основная (центральная) часть плиты пластика после выгрузки из пресса имела темный цвет (кромки оставались светлыми). Размер потемневшей части и интенсивность ее окраски изменялись в зависимости от исходной влажности стружки. При влажности исходного сырья 14—16% площадь потемневшей части составляла около 35%, при влажности 30% — до 90% от общей площади плиты.

Плиты пластика раскраивались на четыре равные части, из которых одну испытывали через 5 суток после прессования, а другие — соответственно через 15, 30 и 45 суток. До испытания плиты выдерживали в отопляемом помещении при 15—25° С. Между плитами укладывали прокладки. Определяли следующие показатели: объемный вес, влажность в момент испытания, водопоглощение и общее влагосодержание* после 24-часового вымачивания, разбухание образцов, предел прочности при статическом изгибе. Все данные подвергали вариационно-статистической обработке; при этом в сводной таблице приводятся только те средние арифметические значения искомых показателей, которые оказались достоверными.

Опыты проводили в следующих основных направлениях: 1) плиты пластика изготовляли из станочной стружки лиственницы, имевшей одинаковую влажность по всей толщине формируемого пакета (для разных вариантов соответственно 14, 16 и до 30% с интервалом в 2%). При этих условиях удалось получить прочные и водостойкие плиты. Однако после вымачивания в течение суток поверхности образцов из этих плит становились неровными, так как наружные стружки частично отставали от тела пластика; 2) плиты изготовляли трехслойными — средний слой состоял из станочной стружки, а наружные — из подвергнутой измельчению в дезинтеграторе лиственничной стружки, полученной на специальном станке фирмы «Зимпелькамп». В каждом варианте опыта стружка имела одинаковую влажность по всей толщине формируемого пакета. Таким путем удалось получить плиты пластика, поверхность которых после вымачивания не портилась, а показатели прочности и водостойкости не отличались от соответствующих показателей плит, приготовленных из одной станочной стружки. Учитывая это, в сводке результатов опытов (табл. 1) мы не приводили физико-механических показателей трехслойных плит; 3) пакет для запрессовки плит пластика формировали из станочной стружки с одинаковой (в пределах

* Под общим влагосодержанием понимается общее содержание воды в образце после 24-часового вымачивания в воде, отнесенное к весу образца после его вымачивания.

Таблица 1

Влажность исходного материала, %	Средняя влажность после увлажнения наружных слоев стружечного ковра, %	Показатели плит					
		объемный вес, г/см ³	предел прочности при статическом изгибе, кг/см ²	водопоглощение за 24 часа, %	общее влагоудержание, %	разбухание по толщине за 24 часа, %	влажность в момент испытания, %
12	12	1,29	256,24	15,96	21,64	15,23	10,05
		1,29	254,94	15,94	21,48	17,14	9,86
		1,30	273,14	8,26	17,69	11,47	12,24
12	14	1,30	280,00	9,45	16,74	12,99	9,68
		1,28	219,92	9,82	19,91	10,80	13,71
		1,28	251,92	13,10	18,29	13,93	8,49
12	18	1,28	197,93	6,83	17,27	8,87	13,15
		1,27	206,43	13,15	18,70	14,69	8,71
		1,25	165,52	5,75	15,86	4,51	12,39
12	20	1,20	178,92	10,24	17,13	7,45	9,46
		1,21	97,06	6,29	17,60	5,02	14,18
		1,22	163,85	11,17	17,80	8,74	9,32
14	14	1,34	267,30	11,12	18,22	15,96	12,65
		1,34	302,53	15,41	21,37	15,72	10,19
		1,29	217,69	5,34	17,92	6,88	15,66
14	16	1,29	264,57	10,97	17,82	10,31	9,66
		1,28	209,52	6,05	17,28	6,37	15,71
		1,28	244,35	7,12	15,71	7,69	11,35
14	18	1,25	183,30	6,99	17,17	6,00	12,85
		1,24	187,58	10,64	17,57	7,38	9,65
		1,23	127,42	6,01	19,46	5,49	17,13
14	22	1,23	172,74	9,99	19,10	7,9	12,38
		1,20	114,08	9,39	21,48	6,72	16,43
		1,17	193,79	14,53	20,30	9,83	9,55
16	16	1,32	299,83	13,48	21,58	14,87	12,38
		1,30	292,72	15,34	20,12	15,52	8,55
		1,29	224,90	5,73	18,18	6,27	15,59
16	18	1,29	255,06	6,94	15,84	6,72	11,11
		1,27	179,57	6,84	19,50	6,47	16,26
		1,27	221,44	9,88	17,80	8,63	10,72
16	20	1,25	127,58	5,87	19,23	4,39	16,95
		1,24	196,03	9,47	17,49	7,18	10,72
		1,2	93,61	7,66	21,53	4,29	18,38
16	24	1,18	177,72	15,08	20,91	10,40	9,87
		1,31	267,47	7,93	18,76	7,20	14,06
		1,30	289,50	11,99	17,82	10,77	9,54
18	18	1,27	200,11	5,82	19,02	6,03	16,70
		1,28	235,51	9,97	18,10	8,56	10,88
		1,27	118,67	3,80	18,48	3,88	18,18
18	22	1,25	211,58	8,28	16,47	8,53	10,56
		1,22	81,49	8,26	22,14	4,83	18,64
		1,20	171,43	15,49	22,04	11,34	11,48

Продолжение табл. 1

Влажность исходного материала, %	Средняя влажность после увлажнения наружных слоев стружечного ковра, %	Показатели плит					
		объемный вес, г/см ³	предел прочности при статическом изгибе, кг/см ²	водопоглощение за 24 часа, %	общее влагосохранение, %	разбухание по толщине за 24 часа, %	влажность в момент испытания, %
20	20	1,29	260,72	9,27	17,51	11,02	10,95
		1,29	296,51	12,57	18,35	12,36	8,81
	22	1,26	195,18	6,23	19,46	5,74	16,88
		1,25	234,62	10,65	18,40	9,06	10,75
20	24	1,25	138,46	7,05	20,82	5,64	17,98
		1,24	188,52	9,96	18,31	9,41	11,32
22	22	1,26	163,92	8,05	21,59	6,02	18,04
		1,26	280,03	12,14	20,48	11,04	11,47
22	24	1,24	143,09	4,17	18,93	4,85	18,41
		1,23	180,35	9,02	18,69	6,26	12,81
24	24	1,27	175,77	8,01	21,77	7,73	18,66
		1,25	273,92	10,44	20,55	10,41	13,97
26	26	1,26	156,35	6,83	21,13	6,39	18,68
		1,26	255,89	10,58	21,07	10,60	14,58
28	28	1,23	133,10	7,18	21,91	5,25	19,47
		1,22	252,49	12,27	21,58	11,22	13,58
30	30	1,17	164,40	9,80	22,39	6,60	17,34
		1,16	246,31	14,12	21,16	11,42	11,16

Примечание. В числителе — данные при продолжительности выдерживания образцов после прессования в течение 5 суток; в знаменателе — в течение 30 суток.

каждого варианта) влажностью. На нижнюю и верхнюю поверхности стружечного пакета при помощи пульверизатора наносили воду, чтобы повысить среднюю влажность древесной стружки на 2, 4% и т. д. Таким образом обеспечивалось более высокое содержание влаги в наружных слоях стружки в момент начала горячего прессования. Мы рассчитывали на то, что таким путем удастся обеспечить протекание процессов, приводящих к образованию пластика, по всей толщине прессованной плиты (в том числе и на границе между наружными и расположенными глубже стружками). Действительно, удалось получить пластики с хорошими физико-механическими свойствами (табл. 1); поверхность пластиков не портилась после 24-часового контакта с водой.

Зависимость физико-механических свойств пластиков из лиственной стружки от влажности исходного материала и от количества разбрызгиваемой воды при увлажнении поверхностей ковра приведена в табл. 1. Для сокращения объема таблицы в нее включены показатели свойств плит только после 5 и 30 суток кондиционирования в отапливаемом помещении. Показатели после 45 суток кондиционирования оказались такими же, как после 30 суток.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Из стружки лиственной без добавления связующих можно получать плитные лигноуглеводные пластики с высокими показателями прочности, хорошей водостойкостью и красивым внешним видом при невысоком (25 кг/см²) давлении и температуре плит пресса 170°С.

Параметры исходного сырья (размеры стружки, влажность, распределение влажности по пакету, подготовленному для прессования) оказывают существенное влияние на свойства пластика и выход кондиционного продукта.

2. Если плитные лигноуглеводные древесные пластики изготавливаются из станочной стружки, имеющей одинаковую влажность по всей толщине подготавливаемого пакета, то оптимальное значение исходной влажности древесных частиц (исходя из потребности получения высококачественного пластика при достаточно большом выходе кондиционного продукта) находится в пределах 22—24% — для малого пресса (П-713-А). Массовые запрессовки плит пластика на большом прессе показали, что в этом случае оптимальная влажность древесных частиц должна быть на 1—1,5% ниже, плиты получают красивой расцветки и рисунка. Предел прочности при статическом изгибе обычно составляет 280—300 кг/см². При длительном контакте с капельно-жидкой водой поверхность плит этого вида пластика ухудшается из-за частичного отслаивания наружных стружек; поэтому пластики рекомендуют применять, когда систематическое их смачивание исключено.

3. Плитные лигноуглеводные древесные пластики с поверхностью, не портящейся при длительном капельно-жидком увлажнении, могут быть получены путем: а) создания трехслойного ковра, в котором наружные слои формируются из специально подготовленной мелкой стружки, а внутренние — из станочной (или из той же специально нарезанной стружки). Влажность древесных частиц во всех слоях ковра одинаковая; б) дополнительного увлажнения (обрызгиванием) наружных слоев; при этом диапазон исходной влажности древесных частиц должен быть в пределах 18—20%, а дополнительное увлажнение порядка 2%. Эти выводы полностью подтвердились при получении плит на промышленном оборудовании. Через 30 суток предел прочности плит при статическом изгибе равен 260—270 кг/см².

4. Если запрессовки производят при оптимальных условиях, то некондиционный (белый) край плиты пластика из стружек со всех сторон имеет ширину 5 см. Опытами на промышленном оборудовании подтверждено, что ширина белого края плиты пластика не зависит от размеров плит пресса. Поэтому выход кондиционного пластика (в процентах от размера запрессованной из стружки плиты) резко возрастает при увеличении размеров плит пресса (как это имеет место и при изготовлении древесностружечных плит на синтетических связующих).

5. Прочность пластика в период кондиционирования возрастает, а объемный вес и водостойкость существенно не изменяются.

6. Ориентировочная себестоимость 100 м² плит из лиственничной стружки при массовом производстве составит в среднем 43 руб.

Мы вели расчет на цех, производящий 50% однослойных и 50% трехслойных плит. Себестоимость плит пластика примерно в 2,5 раза ниже цены по прейскуранту.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. А. Вахрушева, В. Н. Петри. Плитные материалы из древесных частиц лиственницы, изготавливаемые без связующих веществ. Труды Уральского лесотехнического института, вып. 18, сборник работ Проблемной лаборатории № 1, 1962.
- [2]. И. А. Вахрушева, В. Н. Петри. Применение размельченной лиственничной древесины для изготовления пластика без добавления связующих. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1963.
- [3]. Г. М. Шарцман. Производство древесностружечных плит. Гослесбумиздат, М.—Л., 1961.

Поступила в редакцию
7 февраля 1956 г.

УДК 674.053 : 621.934

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ШУМА, СОЗДАВАЕМОГО ПРИ РАБОТЕ ДИСКОВЫХ ПИЛ

В. П. ГРИНЬКОВ

Старший научный сотрудник

(ЦНИИМОД)

Одно из основных мероприятий по оздоровлению условий труда и повышению культуры производства в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности заключается в уменьшении шума. Особенно вредный для здоровья людей шум создается при работе круглопильных станков (уровни шума таких станков лесопильного потока в 4—6 раз превышают предельно допустимые значения санитарных норм № 205—56).

Интенсивность шума круглопильных станков определяется рядом факторов. Наибольший интерес представляет исследование шума, создаваемого пилой.

В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований по выявлению влияния демпфирования колебаний пильных дисков и конструктивных параметров пил на интенсивность шума при их работе. Использовали пилы, изготовленные по ГОСТу 980—63. Правку и проковку дисков пил, заточку и развод зубьев выполняли обычными способами. Измерения шума проводили в специально созданном помещении — акустической камере. Размеры ее — длина 8,6 м, ширина 5,8 м, высота 2,8 м; стены и потолок в камере имеют звукопоглощающую облицовку (рис. 1).

На продольные стены на расстоянии 50 мм от звукопоглощающей облицовки повешена декоративная ткань. Пол камеры застлан мягкими древесноволокнистыми плитами толщиной 12 мм. Уровень внешних шумов в камере — не выше 30 дб. Время стандартной реверберации 0,3—0,4 сек. Общие уровни шума и спектры измеряли шумомером Ц-63 и спектрометром СЗЧ. Микрофон шумомера располагался: по высоте над осью пильного вала — 220 мм; по оси пильного вала от плоскости пилы — 300 мм; от оси пильного вала в направлении, противоположном направлению подачи, — 170 мм.

Исследование проведено на установленном в камере ребровом станке модели ЦР-4. Для уменьшения шума, создаваемого электродвигателем и клиноременной передачей механизма резания станка, последние заключены в сплошной кожух из твердой древесноволокнистой плиты. С этой же целью поверхности ограждений и станина станка оклеены войлоком.

Эксперименты выполнены при числе оборотов пильного вала 1880 в минуту. Измерение шума пил одинаковой конструкции

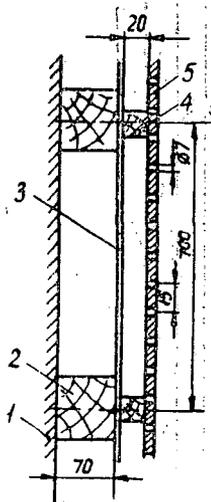


Рис. 1. Конструкция облицовки.

1 — стена кирпичная; 2 — бруски сосновые сечением 50×50 мм; 3 — фланель (два слоя); 4 — бруски сосновые сечением 20×20 мм; 5 — перфорированная твердая древесноволокнистая плита толщиной 3 мм.

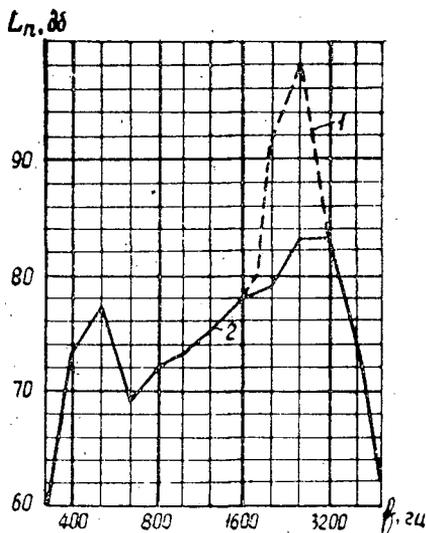


Рис. 2. Спектры шума пил (конструкции $500 \times 2,5 \times 48$ — 1) при вращении вхолостую.

1 — при резонансе колебаний; 2 — при отсутствии резонанса.

($500 \times 2,5 \times 48$ — 1) при вращении вхолостую показало, что одни плиты создавали шум с общими уровнями 87—88 дБ, другие на 10—15 дБ выше. Значительное различие наблюдалось также в составе шума. Звуковая энергия, излучаемая первыми пилами, распределяется в широком диапазоне средних и высоких частот (рис. 2). Пилы, производящие шум повышенной интенсивности, всю звуковую энергию излучают в узком диапазоне (одна октава) высоких частот с максимумом 800—3200 гц.

Такое различие в шумообразовании пил можно объяснить возникновением резонанса колебаний. Резонансное происхождение шума пил подтверждается и тем, что при изменении числа оборотов на 10—20% шум резко снижается.

Исследования, проведенные на пилах с различной степенью проковки, не дали положительного результата. Возможность возникновения резонанса имеется на многих (особенно в высокочастотной области), близко находящихся друг от друга собственных частотах диска. Этим и объясняется, что оптимальную степень проковки (при современных методах ее оценки), исключающую возникновение резонанса на определенном числе оборотов, установить не удалось.

Чтобы исключить возможность возникновения резонансных колебаний диска при холостом вращении пил, мы исследовали применение механического демпфирующего прижима, который устанавливается вблизи зубчатого венца пилы. Усилие прижима составляло 0,3—0,4 кг, диаметр прижимного стержня 15 мм, материал — промасленный фетр.

Результаты измерения шума при применении демпфирующего прижима показали, что интенсивность шума как по общему уровню, так и по составу не зависит от степени проковки. Шум, создаваемый демпфи-

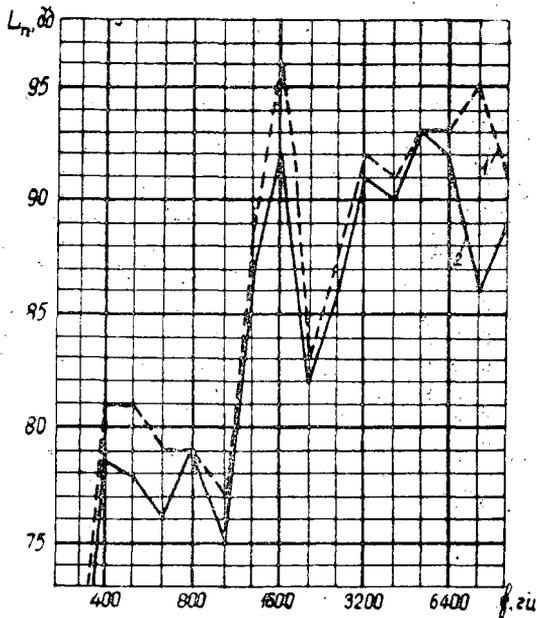


Рис. 3. Спектры шума при пилении пилами (конструкции $500 \times 2,5 \times 48 - 1$).

1 — обычными ($U = 20$ м/мин, $L_{об} = 102 \pm 103$ дБ);
2 — клееными ($U = 20$ м/мин, $L_{об} = 100$ дБ).

рованными пилами и пилами, работающими не в резонансе колебаний, по общему уровню и составу одинаков. Применение прижима для пил, работающих не в резонансе, не уменьшает интенсивности шума. Все это свидетельствует о том, что применение демпфирующего прижима для пил, вращающихся вхолостую, исключает возможность возникновения резонанса, а следовательно, и уменьшает шум на 10—15 дБ, то есть в 2—3 раза по громкости. При пилении демпфирующий прижим не оказывает влияния на шумообразование, так как недостаточны сила и площадь прижима. При увеличении силы прижима более чем на 0,5 кг пила начинает нагреваться и терять устойчивость.

Чтобы уменьшить шум при пилении, мы применяли клееные пилы. Для их изготовления использовали тонкие пильные диски конструкции $500 \times 1,2 \times 48 - 1$, изготовленные по ГОСТу 980—63. Диски склеивали клеем БФ-2 в гидравлическом прессе при давлении 15 кг/см^2 и температуре $120\text{—}140^\circ \text{C}$. Толщина пил, включая клеевой слой, составляла 2,47—2,50 мм.

Сравнение результатов измерений общих уровней и спектров шума пил клееных, демпфированных прижимом и работающих не в резонансе колебаний, показало, что при вращении вхолостую интенсивность шума всех пил примерно одинакова (общий уровень — 87—88 дБ; на рис. 2 состав шума показан сплошной линией). Одинаковая интенсивность шума пил при различной степени их демпфирования (время затухания звучания пил с прижимом в 3 раза меньше, а клееных — в 50 раз меньше, чем обычных) свидетельствует о том, что в общем шуме этих пил преобладает шум аэродинамического происхождения. Причина возникновения его — завихрения и пульсация воздуха вблизи зубчатого венца пилы. При пилении (скорость подачи 20 м/мин, высота

пропила 50 мм) общие уровни шума клееных пил уменьшились на 2—3 дБ по сравнению с обычными пилами; в спектре шума (рис. 3) значительное снижение уровней (на 5—10 дБ) наблюдалось только в некоторых высокочастотных полосах пропускания.

Малая разница в шуме, создаваемом пилами с различной степенью демпфирования, объясняется тем, что колебания диска в пропиле в значительной степени гасятся древесиной. Поэтому остается предположить, что основной источник шума при пилении — колебания волокон древесины при их перерезании.

Из конструктивных параметров пил наибольшее влияние на интенсивность шума оказывает изменение диаметра — увеличение его от 400 до 630 мм (число зубьев пилы $z = 48$, толщина диска $S = 2,5$ мм, профиль зуба — 1), общий уровень шума при вращении вхолостую увеличивается на 8 дБ, при пилении (скорость подачи $U = 20$ м/мин) — на 3,5—4 дБ. С увеличением числа зубьев от 36 до 60 ($D = 500$ мм, $S = 2,5$ мм, профиль зуба — 1) уровень шума при вращении вхолостую уменьшился на 3 дБ, при пилении ($U = 20$ м/мин) — на 3—4 дБ. С увеличением толщины диска от 2,2 до 2,8 мм ($D = 500$ мм, $z = 48$, профиль зуба — 1) общий уровень шума при вращении пил вхолостую и при пилении ($U = 20$ м/мин) возрастает на 1,5—2 дБ. Незначительные изменения (от установленных ГОСТом 980—63) угловых параметров зубьев, их высоты и развода не вызывают заметной разницы в шумообразовании.

Наиболее эффективны следующие пути уменьшения шума при работе круглопильных станков: демпфирование пыльных дисков; применение звукоизолирующих кожухов для пил или создание закрытых круглопильных станков (подобно Ц2Д-5А) с внутренней вибро- и звукопоглощающей облицовкой (использование таких кожухов снизит общий уровень шума на 8—10 дБ); устройство прорези в столе станка специальной (овальной) конфигурации, уменьшающее аэродинамические удары и завихрения воздуха (применение прорези снизит общий уровень шума при холостом вращении пилы на 2—3 дБ); употребление надежных прижимных и направляющих устройств, исключающих вибрацию массива распиливаемого материала; использование тонких пил малого диаметра с большим числом зубьев.

Поступила в редакцию
30 июня 1966 г.

УДК 634.0.812 : 634.0.844.2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ СТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСИН ТОПОЛЕЙ К ГРИБУ *Coniophora cerebella* Schr. *

Э. К. ЧУРИКОВА

Младший научный сотрудник

(УкрНИИМОД)

Опубликованные материалы о стойкости тополей к гниению противоречивы [1]—[14].

Мы провели исследования, чтобы уточнить относительную стойкость древесины тополя и осины. Были взяты древесины следующих видов тополей, произрастающих на Украине: *Populus nigra* L. — тополь черный; *P. × euramericana* (Dode) Guinier cv «marilandica» — тополь евроамериканский «мариландика» (секция черных тополей); *P. alba* L. — тополь белый; *P. canescens* Sm. — тополь серый; *P. tremula* L. — осина (секция белых тополей). В качестве контроля использована заболонь сосны обыкновенной — *Pinus silvestris* L. Исследовали древесину модельных деревьев, отобранных на пробных площадях в лесхозах Черниговской и Полтавской областей. Из заболонной части первого метра ствола в пределах годичных слоев, отложенных в одни и те же годы, выпиливали рейки; из них изготовляли образцы, которые высушивали в термостате при 30°С до постоянного веса и определяли их влажность.

Образцы стерилизовали при 2 атм в течение 15 мин.

Исследования выполнены по методике ЦНИИМОДа «земля — древесина» (ГОСТ 11540—65 [7]), в которую были внесены следующие изменения: испытания проводили на несколько увеличенных образцах размером 15 × 15 × 10 мм (последний размер вдоль волокон) со штаммом *C. cerebella* УкрНИИМОДа, в качестве среды была взята земля из листового насаждения, в качестве сосудов — колбы Эрленмейера емкостью 0,75 л. Фидеры изготовляли из тополевого шпона; во избежание деформации и смещения их закрепляли узкой пластинкой из того же шпона, уложенной перпендикулярно линии соединения полуфидеров.

В каждую колбу на 30-дневную культуру гриба укладывали пять образцов древесины одного из видов тополей и один образец сосны. Во время исследования колбы находились в боксе при температуре 20—25°С и влажности воздуха 70%. Опыт проводили дважды, повторность каждого трехкратная, всего испытано 765 образцов. Стойкость древесины определяли по потере веса. Результаты обработаны методом вариационной статистики.

* Работа проведена под руководством канд. сельскохозяйственных наук С. Н. Горшина.

Для изучения динамики разрушения древесины тополей в первом опыте учет проводили в пять сроков — 10, 20, 30, 60 и 90 дней. Второго опыта был поставлен для уточнения полученных результатов. На основании исследований А. В. Цилюрика [10] для испытания дополнительно были взяты образцы древесины зеленокорой и темнокорой форм осины. Чтобы сократить объем работ, учет в этом случае проводили в три срока 20, 60 и 90 дней.

Результаты представлены на рис. 1.

Анализ процесса разрушения древесины тополей показывает, что наиболее интенсивно оно происходит в первые 20 дней, затем наблюдается некоторое замедление процесса, связанное, по-видимому, с исчерпыванием запаса питательных веществ для гриба и накоплением продуктов метаболизма.

При сопоставлении потерь веса древесиной различных видов тополей в разные сроки видно, что с первых стадий разрушения определяются две группы тополей, различные по стойкости.

При 20-дневном сроке разрушения в группу более стойких видов входят черный и евроамериканский тополя и осина. В первом и втором опытах $M \pm m$ соответственно составляют $25,9 \pm 0,57$ и $32,9 \pm 1,49$ для тополя черного; $31,3 \pm 1,36$ и $35,4 \pm 0,75$ для тополя евроамериканского; $28,0 \pm 1,15$ и $35,7 \pm 2,79$ (для осины зеленокорой) и $32,5 \pm 1,32$ (для темнокорой). В этих же пределах происходит и разрушение древесины заболони сосны: $27,1 \pm 1,29$ (первый опыт) и $38,8 \pm 1,48$ (второй опыт).

В группу менее стойких видов входят серый и белый тополя. Для них $M \pm m$ соответственно составляют $47,2 \pm 1,40$ и $48,8 \pm 1,53$ (первый опыт) и $36,3 \pm 1,89$ и $46,1 \pm 1,20$ (второй опыт).

В этот период скорость разрушения древесины (потеря веса на время) серого и белого тополей в 1,5—2,5 раза превышает скорость разрушения древесины других видов.

К шестидесятому дню испытаний скорость разрушения осины увеличивается. К этому времени потеря веса древесиной этой породы превышает потерю веса у серого и белого тополей. Такое соотношение в скорости разрушения сохраняется до конца опыта.

При продолжительности опыта в 90 дней к группе более стойких видов тополей, не отличающихся по стойкости от заболони сосны ($M \pm m = 65,4 \pm 1,19$ для первого и $68,5 \pm 0,59$ для второго опыта), относятся тополя черный в первом и втором опытах ($M \pm m$ соответственно составляют $66,5 \pm 1,09$ и $66,1 \pm 1,02$) и евроамериканский ($M \pm m = 65,3 \pm 0,89$ и $67,8 \pm 0,71$). К группе менее стойких относятся тополя серый (для первого опыта $M \pm m = 69,9 \pm 2,80$; для второго — $71,4 \pm 0,26$) и белый (для первого опыта $M \pm m = 72,2 \pm 0,77$, для второго — $74,1 \pm 0,44$), осина (для первого опыта у зеленокорой формы $M \pm m = 73,1 \pm 0,53$, у темнокорой — $72,9 \pm 0,82$).

Как видно, древесины зеленокорой и темнокорой форм осины показали практически одинаковую стойкость. Возможно, факторы, обуславливающие стойкость древесины различных форм осины против *Phellinus tremulae* Bond. et Boriss. и *S. cerebella*, неидентичны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. А. Арзуманян. Стойкость древесных пород Армении против *S. cerebella*. Известия АН Армянской ССР, 1957. [2]. Д. А. Беленков. Стойкость против действия домовых грибов древесины березы, осины и сосны, не пропитанной и пропитанной антисептиками. Труды Уральского лесотехнического института, вып. 16, 1959. [3]. Д. А. Беленков. К вопросу о стойкости древесины сосны, березы и осины против домовых грибов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1965. [4]. С. И. Ванин.

О стойкости древесины различных пород дерева в отношении домовых грибов. Труды НКПС, вып. 80, сб. VI, 1928. [5]. С. И. Ванин. Древесиноведение. Гослесбумиздат, М.—Л., 1949. [6]. С. Н. Горшин, И. А. Чернцов. Полигонные испытания антисептиков. Изд. «Лесная промышленность», М., 1966. [7]. ГОСТ 11540—65. Древесина. Антисептики. Методы испытаний на токсичность и вымываемость. [8]. Л. М. Перельгин. Древесиноведение. Изд. «Советская наука», М.—Л., 1957. [9]. О. И. Полубояринов. Исследование природы и свойств водослойной и гнилой древесины осины. Автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Л., 1963. [10]. А. В. Цилюрик. Неспавжний трутовик *Phellinus tremulae* Bond. et Boiss. на темнокорій та зеленокорій формах осики. «Український ботанічний журнал», № 1, 1964. [11]. А. А. Яценко-Хмелевский, Г. А. Арзуманян. Естественная стойкость древесных пород к гниению. Сб. «Вопросы защиты древесины», Гослесбумиздат, М.—Л., 1961. [12]. N. Chelmeziu, J. Filipovici. Proprietățile și utilizările materialului lemnos de specii repede crescătoare. Industria lemnului, № 6, 1963. [13]. W. Gilvald, J. Michalak. Der abau von Pappelholz unter Pilzeinwirkung. Holzzerstörung durch Pilze, Berlin, 1963. [14]. F. Sachelarescu, E. Vintilă, M. Boiciuc. Durabilitatea lemnului de plop repede crescătoare cultivat, în Republica Populara Romina Industria lemnului, № 3, 1964.

Поступила в редакцию
26 марта 1966 г.

УДК 634.0.812

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОГО ВЕСА ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ ПОГРУЖЕНИЯ В ВОДУ

О. И. ПОЛУБОЯРИНОВ

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Взвешивание может быть произведено практически тем или иным методом с любой степенью точности. Следовательно, усовершенствование метода сводится, главным образом, к нахождению достаточно точных способов определения объема образцов древесины.

Для сравнения полученных результатов и определения их точности мы использовали обычный стереометрический способ определения объема. Для проведения опытов были изготовлены образцы сосны и березы следующих размеров: $2 \times 2 \times 3$ и $3 \times 3 \times 5$ см (последние размеры по длине волокон). Одну партию образцов брали из свежесрубленной древесины; перед изготовлением другой — древесину высушивали до влажности 7—8%. Первую партию испытывали при влажности выше точки насыщения волокон, а вторую — в абс. сухом состоянии и при влажности 7—8%. Для достижения 100—130%-ной влажности образцы выдерживали в воде 2—3 суток.

Объемный вес определяли в специальном приборе, состоящем из цилиндра 1 (с заборником в виде короткой трубки), соединенного резиновым шлангом 2 с измерительной стеклянной трубкой 3; последняя снабжена миллиметровой шкалой (рис. 1). Длина трубки 50 см, внутренний диаметр 6 мм. Диаметр цилиндра (в зависимости от размеров погружаемых образцов) 35 и 45 мм. Трубку закрепляли в двух держателях с небольшим наклоном, соответствующим высоте поднятия уровня воды в цилиндре при погружении в него образца древесины.

Перед определением объема образцов прибор калибровали, погружая в цилиндр металлический образец правильной геометрической формы. Образцы древесины погружали с помощью стальной спицы; перед погружением мокрые обтирали фильтровальной бумагой.

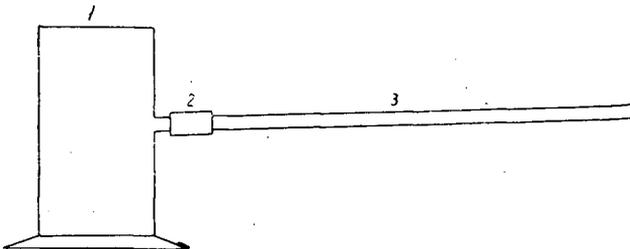


Рис. 1.

Всего испытано 220 образцов. На каждый вид испытаний (в зависимости от породы, размера и влажности образцов) было взято от 15 до 20 образцов.

Результаты приведены в табл. 1 в виде процентных ошибок, вычисленных по разнице между объемами, полученными методами: погружения и стереометрическим.

Таблица 1

Порода	Размеры образцов, см	Ошибки (%) при влажности образцов (%)			
		0	7-8	50-70	100-130
Сосна	2×2×3	1,71— 3,93 —5,98	2,44— 3,34 —5,75	—	0,00— 1,39 —2,42
	3×3×5	0,97— 2,75 —3,85	0,94— 2,30 —3,16	1,37— 4,94 —8,70	1,55*— 0,71 —2,68
Береза	2×2×3	2,56— 3,99 —5,17	3,32— 4,87 —6,73	—	0,81— 2,19 —4,75
	3×3×5	2,08— 2,52 —3,42	2,68— 3,30 —4,06	4,05— 6,33 —7,95	1,15*— 0,78 —2,72

Примечание. Жирным шрифтом выделены средние значения ошибок, обычным даны крайние значения; все цифры, кроме отмеченных звездочкой, характеризуют случаи занижения объема образца на величину ошибки.

Данные опытов показали, что объем, определенный первым методом, несколько занижен по сравнению с найденным вторым способом. При одинаковой влажности древесины ошибки в определении объема получились больше для малых образцов, чем для больших; объем образцов древесины лиственных пород (береза) найден с меньшей точностью, чем хвойных (сосна). Наиболее точно объем методом погружения определялся на образцах, имевших высокую влажность; с большими ошибками — на образцах со средней влажностью и сухих; наибольшие проценты ошибок оказались при 50—70%-ной влажности.

Таким образом, чтобы определить объем методом погружения с возможно меньшими ошибками, образцы древесины должны иметь высокую влажность (100—130%) и объем — 30—45 см³. Необходимое условие для успешного определения объема образцов — возможно точная калибровка измерительной трубки. Вода в трубке должна передвигаться без всяких задержек, вызываемых обычно загрязнением ее внутренней поверхности; мениск должен быть правильным и ясно очерченным.

Полученные числовые значения объемов образцов могут быть использованы непосредственно для вычисления объемного веса γ_{W_i} при данной влажности W_i или условного объемного веса. Величины объемного веса, определенные при этих условиях, на 1—2% больше по сравнению с найденными стереометрическим методом. Предлагаемый метод особенно рационально применять для нахождения условного объемного веса, поскольку при его определении обычным способом образцы древесины также намачиваются до достижения ими максимального объема.

Для пересчета объемного веса древесины γ_{W_i} к 15%-ной влажности применяют формулы, предложенные Н. Л. Леонтьевым*.

* Н. Л. Леонтьев. Влияние влажности на физико-механические свойства древесины. Гослесбуиздат, 1962.

УДК 634.0.813

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

СТАБИЛЬНОСТЬ СУЛЬФИТНОЙ ВАРОЧНОЙ КИСЛОТЫ,
СОДЕРЖАЩЕЙ РАСТВОРИМЫЕ ОСНОВАНИЯ**Ю. Н. НЕПЕНИН**

Доктор технических наук

А. Д. БУЕВСКАЯ

Младший научный сотрудник

Р. А. НАРНИЦКАЯ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

Одним из поводов к проведению нашей работы послужили противоречия в данных различных исследователей [1], [2], [4], [5], [6], [7], [8], [9]. В задачи нашего исследования входило: изучить стабильность кислоты на различных основаниях при ее хранении и при нагревании по кривой варки; выяснить влияние концентрации SO_2 и основания на стабильность кислоты на натриевом основании и на сульфате натрия; изучить влияние различных загрязнителей и катализаторов на стабильность кислоты с разными основаниями при повышенной температуре.

Для исследования стабильности кислоты в условиях хранения были проведены две серии опытов с кислотой (крепостью 4% всей SO_2), содержащей кальциевое, магниевое, аммониевое и натриевое основания, а также сульфат натрия в количествах, эквивалентных 0,9% SO_2 . Кислоту во всех опытах готовили на свежевскипяченной дистиллированной воде. Первую серию опытов проводили в открытых стеклянных сосудах, вторую — в стеклянных сосудах, закрытых резиновыми пробками; при этом кислота в сосудах была залита слоем бензола. Пробы для анализов отбирали с помощью краников в нижней части сосудов через 14, 30 и 70 суток от начала хранения и определяли содержание всей SO_2 , ионов SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, общей серы, титруемую кислотность и pH. Результаты представлены на рис. 1 и 2.

Рассмотрение полученных данных подтверждает, что природа основания, несомненно, оказывает влияние на стабильность варочной кислоты. Из рис. 1 можно заключить, что в условиях хранения при свободном доступе воздуха к поверхности кислоты наиболее устойчива кислота на сульфате натрия, затем следуют кислоты на одновалентных основаниях — натриевом и аммониевом. Все эти кислоты оставались прозрачными в течение всего срока хранения. Кислота на аммониевом основании показала, кроме того, наименьшие потери всей SO_2 за время хранения. Меньшей устойчивостью, по сравнению с кислотой на одновалентных основаниях, обладала кислота на магниевом основании. Наименее стойкой оказалась кислота на кальциевом основании. Уже через

несколько дней хранения на поверхности кислоты появилась сначала легкая, а затем плотная кристаллическая пленка; к концу хранения весь объем кислоты был насыщен белым кристаллическим осадком гипса.

При хранении в закрытых сосудах без доступа воздуха (рис. 2) разложение всех кислот происходило медленнее и в меньшей степени, чем в опытах первой серии. Наиболее стойкой снова оказалась кислота на сульфате натрия, за ней следуют кислоты на одновалентных основаниях, оставшиеся прозрачными в течение всего срока хранения (кислота на натриевом основании имела меньшие потери SO_2 и меньшее содержание иона $\text{SO}_4^{''}$ по сравнению с кислотой на аммониевом основании). Кислота на магниевом основании к концу хранения содержала небольшое количество белого кристаллического осадка на дне сосуда. В кислоте на кальциевом основании выпал обильный кристаллический осадок гипса, однако в меньшем количестве, чем при открытом хранении, и образование осадка происходило значительно медленнее.

Для исследования стабильности кислоты при нагревании по температурному графику варки было проведено несколько серий опытов в кислотоупорных стальных автоклавах (емкостью 150 мл), нагреваемых на глицериновой бане по следующему режиму: подъем до 105°C — 2 часа, стоянка на 105°C — 2 часа, подъем до 145°C — 2 часа, стоянка на 145°C — 1 час 30 мин. Две серии параллельных опытов были проведены с кислотами на натриевом основании и на сульфате натрия, содержащими 4 и 7% всей SO_2 и количество основания, эквивалентное 0,6 и 0,9% SO_2 . Все восемь проб кислоты после нагревания и вскрытия автоклавов оказались прозрачными и осадков не содержали. Если судить по потерям всей SO_2 (табл. 1), то можно считать, что повышение содержания натриевого основания и особенно сульфата натрия в кислоте несколько улучшает стабильность кислоты. Что касается влияния концентрации всей SO_2 , то из полученных данных нельзя сделать ясного заключения. В целом в выбранных пределах изменения состава кислоты на натриевом основании и на сульфате натрия все пробы оказались примерно одинаково стабильными при нагревании по кривой варки.

Таблица 1

Начальный состав кислоты		Основание, % SO_2	Состав кислоты после нагревания, % SO_2					Потери всей SO_2 , %
вид основания	вся SO_2 , %		вся SO_2	титруемая кислотность	вся сера	ион $\text{SO}_4^{''}$	ион $\text{S}_2\text{O}_3^{''}$	
Na_2O	4,35	0,60	4,06	3,26	4,22	0,11	0,03	6,6
Na_2O	3,94	0,90	3,55	2,49	3,72	0,13	0,12	9,8
Na_2O	6,94	0,60	6,45	5,55	6,54	0,16	0,07	7,2
Na_2O	7,17	0,90	6,85	5,57	7,00	0,17	0,06	4,5
Na_2SO_4	4,00	0,60	3,62	3,16	4,15	0,12*	0,05	9,6
Na_2SO_4	3,94	0,90	3,78	3,71	4,42	0,08*	0,04	4,1
Na_2SO_4	6,72	0,60	6,14	5,89	6,66	0,13*	0,05	8,6
Na_2SO_4	7,10	0,90	6,62	6,26	7,15	0,07*	0,04	6,8

* За вычетом содержания $\text{SO}_4^{''}$ в начальной кислоте.

Дальнейшие опыты нагревания по кривой варки проводили с кислотами на различных основаниях, содержащих 4% всей SO_2 и количество основания, эквивалентное 0,9% SO_2 . Полученные результаты (табл. 2) показывают, что кислоты на растворимых основаниях (магнием, аммониевом, натриевом и на сульфате натрия) претерпевают

незначительное разложение при нагревании по температурному графику варки. Гораздо менее стойкой оказалась кислота на кальциевом основании: после нагревания из нее выпал значительный кристаллический осадок гипса и серы, а содержание иона тиосульфата возросло до 0,15% (в ед. SO_2).

Таблица 2

Начальный состав кислоты			Состав кислоты после нагревания, %					Потери всей SO_2 , %	Осадок
вид основания	вся SO_2 , %	основание, % SO_2	вся SO_2	титруемая кислотность	вся сера	ион $\text{SO}_4^{''}$	ион $\text{S}_2\text{O}_3^{''}$		
CaO	3,87	0,90	3,48	2,74	3,62	0,11	0,15	10,0	Обильный кристаллический
MgO	3,97	0,90	3,65	2,83	3,87	0,12	0,02	8,0	Нет
$(\text{N H}_4)_2\text{O}$	3,94	0,90	3,62	2,78	3,77	0,10	0,02	6,1	"
Na_2O	3,97	0,90	3,75	2,80	3,80	0,11	0,02	5,4	"
Na_2SO_4	4,00	0,90	3,73	3,75	4,84	0,11*	0,02	6,7	"

* За вычетом содержания иона $\text{SO}_4^{''}$ в начальной кислоте.

Известно [1], [2], [5], [9], что разложение бисульфитных растворов ускоряется в присутствии некоторых катализаторов. Сильнейший из них — селен, ничтожные количества которого вызывают разложение сульфитной кислоты во время варки. Каталитическое действие оказывают также сахара, терпены, муравьиная кислота, лигнин, появляющиеся в щелоке. При варках с перепуском или с использованием отработанного щелока органические вещества в той или иной мере нарушают стабильность кислоты [3].

Следующие серии опытов с теми же кислотами, которые приведены в табл. 2, были проведены при нагревании с добавками селена (в виде селенистой кислоты) и ксилозы. Результаты, показанные на рис. 3, подтверждают, что в присутствии катализаторов, в особенности селена, разложение кислоты происходит гораздо глубже. Относительно более стойкой (как и в опытах нагревания без добавки катализаторов) оказалась кислота на сульфате натрия, за ней следует кислота на натриевом основании; кислоты на аммониевом и магниевом основаниях оказались менее стойкими. Наибольшему разложению подверглась кислота на кальциевом основании, в которой выпали обильные кристаллические осадки гипса и элементарной серы. Кислоты на растворимых основаниях также содержали небольшие кристаллические осадки желтого цвета, полностью растворимые в сероуглероде и состоящие, следовательно, только из элементарной серы.

С кислотой на натриевом основании и на сульфате натрия был проведен дополнительный опыт нагревания по кривой варки в присутствии 50 г/л галактозы. Результаты оказались очень близкими к тем, которые были получены с добавкой ксилозы. Таким образом, пентозные и

Таблица 3

Вид основания в кислоте	рН конечного щелока	Состав отработанного щелока, % SO_2					вся сера
		вся SO_2	титруемая кислотность	легкоотщепляемая SO_2	ион $\text{SO}_4^{''}$	ион $\text{S}_2\text{O}_3^{''}$	
CaO	1,13	3,68	4,26	0,77	0,27	0,24	5,67
$(\text{N H}_4)_2\text{O}$	1,21	3,78	4,45	0,67	0,22	0,11	5,42
Na_2O	1,18	3,75	4,26	0,74	0,19	0,10	5,77

гексозные сахара, по-видимому, оказывают одинаковое каталитическое действие на разложение кислоты.

С кислотами на натриевом, аммониевом и кальциевом основаниях был проведен опыт нагревания в присутствии 20% отработанного щелока, полученного от варок целлюлозы с кислотой на соответствующих основаниях.

Отработанные щелоки имели состав, указанный в табл. 3. Из этой таблицы видно, что содержание иона тиосульфата в щелоке на кальциевом основании несколько выше, а pH ниже, чем в щелоках на одновалентных основаниях.

Таблица 4

Начальный состав кислоты	Состав кислоты после нагревания, % SO ₂						pH	Потери всей SO ₂ , %	Вес осадка, %	
	вид основания	вся SO ₂ , %	основание, % SO ₂	вся SO ₂	титруемая кислотность	нон SO ₄ ^{''}				нон S ₂ O ₃ ^{''}
CaO	3,90	0,90	—*	—*	0,16	0,24	—*	1,55	—*	0,168
(NH ₄) ₂ O	3,97	0,90	3,52	3,14	0,21	0,13	4,18	1,56	11,3	0,007
Na ₂ O	3,90	0,90	3,30	2,75	0,20	0,14	3,94	1,57	18,1	0,003

* Анализ испорчен.

Результат анализа кислот после нагревания с добавками отработанного щелока показан в табл. 4. По сравнению с нагреванием чистой кислоты (табл. 2) в опытах с кислотами на аммониевом и натриевом основаниях разложение усилилось: возросло содержание иона SO₄^{''} и особенно иона S₂O₃^{''} и появился очень небольшой осадок серы; в опыте с кислотой на кальциевом основании возрастание концентрации ионов SO₄^{''} и S₂O₃^{''} сказалось относительно меньше, а количество осадка (гипса и серы) практически не увеличилось.

Следующие серии опытов нагревания проводили с пробами кислоты на натриевом основании, в которых 25, 50 и 75% натриевого основания последовательно замещали эквивалентными количествами сульфида и тиосульфата натрия.

Две пробы кислоты были приготовлены на 100%-ном сульфиде и тиосульфате натрия. Результаты, приведенные на рис. 4, показывают, что замещение натриевого основания сульфидом и тиосульфатом вызывает сильное разложение кислоты. С увеличением содержания этих солей в составе основания быстро растут потери всей SO₂, повышается содержание иона SO₄^{''} и возрастает вес осадка элементарной серы. При этом относительно сильнее действует замещение натриевого основания тиосульфатом.

Аналогичные опыты были проведены с кислотой на сульфате натрия (рис. 5, а и 5, б): последний частично замещался сульфидом (25 и 50%) и тиосульфатом натрия (25, 50 и 75%). Из полученных данных видно, что замещение сульфата сульфидом и тиосульфатом приводит к более сильному разложению кислоты, чем замещение натриевого основания теми же солями (рис. 4, а и 4, б). Во всех пробах выпали желтые кристаллические осадки элементарной серы; образование иона SO₄^{''} и потери всей SO₂ возрастает с увеличением концентрации сульфида и тиосульфата в начальной кислоте. При этом, как и в опытах с кислотой на натриевом основании, действие тиосульфата оказалось относительно сильнее, чем сульфида.

В заключение были проведены опыты нагревания кислоты на сульфате с частичным замещением сульфата натриевым основанием

(рис. 5, в). Как видно, с увеличением доли натриевого основания и уменьшением доли сульфата образование новых ионов SO_4^{2-} при нагревании усиливается, но рН кислоты растет, и потери всей SO_2 уменьшаются.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Н. Непенин. Производство целлюлозы. ГЛТИ, 1940, стр. 123.
[2] Н. Н. Непенин. Технология целлюлозы. Т. I, ГЛБИ, 1956, стр. 291—296.
[3]. Ю. Н. Непенин, А. Д. Буевская, Т. В. Назаренко. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1965. [4]. Н. Н. Семенов. Цепные реакции, ГХТИ, 1934, стр. 464.
[5]. М. Г. Элиашберг, М. Н. Цыпкина, М. П. Лемберанская. Материалы ЦНИИБа. Вып. 40, 1953, стр. 63—91. [6]. Bäckström. «Zeitschr. für phys. Chemie», 25, 122, 1934. [7]. F. Haber u. Wansbrough—Jones «Zeitschr. für phys. Chemie», 18, 103, 1931. [8]. N. Hartler, L. Lind, L. Stockman. «Svensk Papperstidning», 64, № 9, 1961, стр. 336—340. [9]. F. Förster, F. Lange, O. Drossbach, J. Saydel. «Zeitschr. für anorg. und allgem. Chemie», 128, 245, 1923.

Поступила в редакцию
14 июня 1965 г.

УДК 541.11 : 634.0.824

НАГРЕВ ДРЕВЕСИНЫ И ПРОКАЛИВАНИЕ УГЛЯ В ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ПЕЧАХ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ С ВНУТРЕННИМ ОБОГРЕВОМ

В. Н. КОЗЛОВ

Профессор, доктор технических наук

Н. П. КОЖЕВНИКОВ

Доцент

(Уральский лесотехнический институт)

При пиролизе древесины в печах непрерывного действия с внутренним обогревом при методическом нагреве в печь должно быть подведено определенное количество тепла.

Более рациональный способ нагрева древесины и прокаливания угля — нагревание теплоносителем, состоящим из смеси парогазов и продуктов горения генераторного или природного газов.

Температуру теплоносителя (перед поступлением его в зону прокаливания угля) можно снизить путем введения холодных циркуляционных газов в печь через зону угля или путем разбавления теплоносителя холодными циркуляционными газами. При повышении температуры теплоносителя часть угля расходуется на восстановление двуокиси углерода и воды, и выход его снижается. Действие двуокиси углерода и паров воды на уголь при высокой температуре можно свести до минимума, если путем разбавления циркуляционными газами уменьшить температуру горения (ниже 500°C). Но при этом снижается тепловой к.п.д. печи и затрудняется выделение парообразных органических веществ (смол, кислот, спиртов) из парогазов.

Действие на уголь паров воды и двуокиси углерода можно значительно уменьшить, если теплоноситель подводить в камеру пиролиза не сосредоточенно в зону прокаливания угля, а равномерно по длине туннеля соответственно количеству тепла, требующегося для нагревания древесины и прокаливания угля в различные стадии процесса пиролиза.

Получить нейтральный теплоноситель, не действующий химически на уголь, можно при условии создания рециркуляционного процесса внутри камеры пиролиза. Для этого в середине пода камеры должен быть расположен газоход, занимающий примерно $\frac{2}{3}$ ее длины. В своде этого газохода по всей его длине делают щели для раздачи теплоносителя (рис. 1). Количество щелей и их размеры зависят от объема теплоносителя, подводимого в печь в единицу времени, и от характера движения теплоносителя.

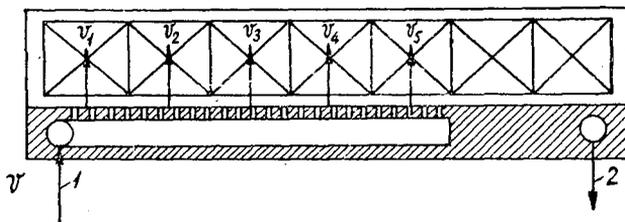


Рис. 1. Газораспределитель по длине камеры пиролиза.

1 — ввод теплоносителя; 2 — выход парогазов.

Опытным путем установлено, что равномерный температурный режим в камере пиролиза получается при следующем распределении теплоносителя: а) при длине камеры на 7 технологических вагонов теплоноситель раздается через газораспределительный газоход, равный длине 5 вагонов; б) под 1-й технологический вагон (по направлению движения теплоносителя) количество теплоносителя $V_1 = 25\%$; под 2-й вагон — $V_2 = 25$; под 3-й — $V_3 = 22$; под 4-й — $V_4 = 16$; под 5-й — $V_5 = 12\%$.

Раздачу теплоносителя с заданным распределением вдоль камеры пиролиза можно осуществить через газораспределитель постоянного сечения (S , m^2) с отверстиями, расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга, но имеющими различную площадь сечения (s , m^2). Такой газораспределитель можно рассчитать путем последовательного определения избыточного статического давления (Δp_i , $кг/м^2$) в зоне каждого отверстия.

Обозначим:

V — общее количество теплоносителя, подводимого в камеру пиролиза, $м^3/сек$;

V_1, V_2, \dots, V_n — количество теплоносителя, подводимого на участке газораспределения длиной, равной длине одной вагонетки в рабочих условиях, $м^3/сек$;

m_1, m_2, \dots, m_n — количество отверстий, расположенных под первой, второй, ..., n -ой вагонетками, шт.;

w_i — скорость потока теплоносителя в сечении i -того отверстия газораспределителя, $м/сек$;

w_{ui} — скорость истечения теплоносителя из i -того отверстия, $м/сек$;

Δp_i — избыточное статическое давление (по сравнению с давлением в камере пиролиза) в i -том отверстии, $кг/м^2$.

При равномерной раздаче теплоносителя через все отверстия, расположенные под одной вагонеткой, расход его через одно отверстие под первой вагонеткой

$$v_1 = \frac{V_1}{m_1} \text{ м}^3/\text{сек};$$

под второй

$$v_2 = \frac{V_2}{m_2} \text{ м}^3/\text{сек};$$

под n -й вагонеткой

$$v_n = \frac{V_n}{m_n} \text{ м}^3/\text{сек}.$$

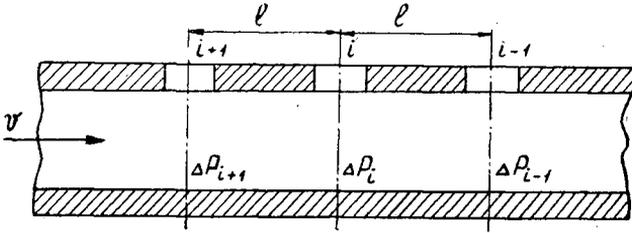


Рис. 2. Схема распределения избыточного статического давления по длине газораспределителя.

Размеры отверстий газораспределителя определяют следующим образом: задавшись сечением i -того отверстия (s_i) определяют скорость истечения теплоносителя из этого отверстия

$$w_{ni} = \frac{v_{ni}}{s_i},$$

где v_{ni} — расход теплоносителя через i -тое отверстие, $m^3/сек$;
 s_i — площадь сечения i -того отверстия, m^2 .

По скорости истечения находят избыточное (по сравнению с пространством камеры пиролиза) статическое давление

$$\Delta p_i = \frac{\rho w_{ni}^2}{2\mu},$$

где ρ — плотность теплоносителя, $кг\ сек^2/m^4$;
 μ — коэффициент расхода теплоносителя через отверстия принятой формы.

По уравнению Бернулли* для двух соседних отверстий последовательно определяют избыточные статические давления (рис. 2) во всех других отверстиях. Избыточные статические давления в сечении отверстий по направлению потока теплоносителя выражаются так:

$$\Delta p_{i-1} = \Delta p_i + \frac{\rho \cdot w_i^2}{2} - \frac{\rho \cdot w_{i-1}^2}{2} - h_{i-1}, \quad I$$

а против направления потока теплоносителя

$$\Delta p_{i+1} = \Delta p_i + \frac{\rho \cdot w_i^2}{2} - \frac{\rho \cdot w_{i+1}^2}{2} + h_i. \quad II$$

В этих уравнениях величины h_{i-1} и h_i — потери давления на преодоление сил трения потока газа о стенки газораспределителя и на преодоление местных сопротивлений прохода теплоносителя мимо отверстий

$$h_{i-1} = \frac{\lambda \cdot l}{d_3} \cdot \frac{\rho \cdot w_{i-1}^2}{2} + \zeta \cdot \frac{\rho \cdot w_{i-1}^2}{2};$$

$$h_i = \frac{\lambda \cdot l}{d_3} \cdot \frac{\rho \cdot w_i^2}{2} + \zeta \cdot \frac{\rho \cdot w_i^2}{2},$$

где λ — коэффициент трения потока теплоносителя о стенки газораспределителя;

* В. Н. Талиев. Пропиточные вентиляционные воздухоопределители (теория, расчет и регулирование). Стройиздат. 1951.

- l — расстояние между отверстиями, м;
- $d_э$ — эквивалентный диаметр газораспределителя, м;
- ζ — коэффициент местного сопротивления проходу теплоносителя мимо отверстий.

Коэффициент ζ измеряется десятными долями динамического давления, поэтому при расчете можно пренебречь потерями давлений на преодоление местных сопротивлений прохода теплоносителя мимо отверстий. Тогда

$$h_{i-1} = \frac{\lambda \cdot l}{d_э} \cdot \frac{\rho \cdot w_{i-1}^2}{2};$$

$$h_i = \frac{\lambda \cdot l}{d_э} \cdot \frac{\rho \cdot w_i^2}{2}.$$

Для шероховатых труб и газопроводов коэффициент трения зависит только от относительной шероховатости и может быть принят постоянным. Расчет удобнее вести по II уравнению, задавшись площадью сечения первого отверстия от конца газораспределителя.

После определения избыточных статических давлений в сечении каждого отверстия вычисляют скорости истечения теплоносителя из каждого отверстия

$$w_{ni} = \mu_i \sqrt{\frac{2\Delta p_i}{\rho}},$$

где μ_i — коэффициент расхода теплоносителя из i -того отверстия.

Коэффициент μ_i для всех отверстий можно принять одинаковым. По количеству раздаваемого теплоносителя и скорости истечения его сечение каждого отверстия определяют по формуле

$$S_i = \frac{v_{ni}}{w_{ni}}.$$

Чтобы избежать непосредственного действия раскаленного теплоносителя на вагонетки в зоне прокаливания угля, расстояние от свода газораспределителя до дна вагонетки нужно брать таким, чтобы температура теплоносителя на уровне дна вагонетки не была выше температуры прокаливания угля. Для ее определения надо знать кратность подсоса парогазов, выделяющихся при разложении древесины и прокаливании угля раскаленным теплоносителем, выходящим из отверстий (рис. 3).

Эту кратность определяют по формуле

$$\frac{\Pi}{v_i} = 0,33 \frac{L}{d_э} - 0,37,$$

где Π — объем подсасываемых парогазов, м³/сек;

v_i — объем теплоносителя, проходящего через отверстие в своде газораспределителя, м³/сек;

L — расстояние от свода газораспределителя до дна вагонетки, м;

$d_э$ — эквивалентный диаметр отверстия, м.

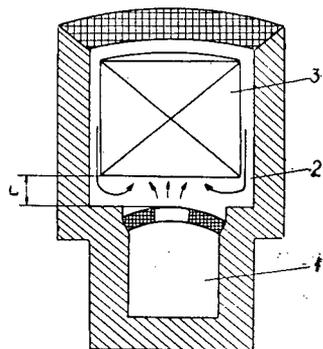


Рис. 3. Схема рециркуляции парогаса в камере пиролиза.

- 1 — газораспределитель;
- 2 — камера пиролиза;
- 3 — вагонетка.

Зная v_p , L и d_s , можно подсчитать Π . Зная температуру на поду печи и теплоносителя при выходе из отверстий, можно определить температуру рециркуляции.

Горение генераторных, природных или неконденсируемых газов должно осуществляться с количеством воздуха, подсчитанным теоретически. Для понижения температуры дымовых газов к ним должны быть добавлены холодные парогазы, прошедшие через установку для улавливания кислот и смолы. Количество добавляемых парогазов при постоянной температуре горения газа зависит, главным образом, от температуры, при которой смесь газов поступает в печь. Чем выше температура смеси, тем меньше требуется добавлять холодных парогазов к продуктам горения.

Обозначим

V_1 — количество горючих компонентов в парогасах пиролиза древесины, образующихся в течение часа, m^3 ;

V_2 — количество негорючих компонентов в парогасах пиролиза древесины, образующихся в течение часа, m^3 ;

V_3 — количество возврата, вводимого в печь в начале процесса пиролиза в течение часа, m^3 ;

V_4 — количество продуктов горения генераторного газа, поступающего в печь в течение часа, m^3 ;

$X = V_1 + V_2$ — общее количество парогазов, образующихся в процессе пиролиза древесины в течение часа, m^3 ;

n — число циклов циркуляции;

m — коэффициент возврата, показывающий, какая часть смеси (при выходе из конденсационной установки) возвращается обратно в циркуляционный поток, чтобы понизить температуру продуктов горения; при этом $m < 1$.

Количество того или другого компонента в смеси при выходе из установки для улавливания кислот и смол, считая на сухой газ, и процентное содержание отдельных компонентов в газовой смеси можно определить так.

В камеру пиролиза поступает Y_n m^3 смеси парогазов:

а) в первом цикле циркуляции

$$Y_1 = X + V_3 + V_4;$$

б) во втором цикле

$$Y_2 = (X + V_3 + V_4)m + X + V_4 = X(1 + m) + V_4(1 + m) + V_3m;$$

в) в третьем

$$Y_3 = [(X + V_3 + V_4)m + X + V_4]m + X = X(m^2 + m + 1) + V_4(m^2 + m + 1) + V_3m^2;$$

в n -ом цикле циркуляции

$$Y_n = (X + V_3 + V_4)m^{n-1} + (X + V_4)m^{n-2} + (X + V_4)m^{n-3} + \dots + (X + V_4) = X(m^{n-1} + m^{n-2} + \dots + 1) + V_4(m^{n-1} + m^{n-2} + \dots + 1) + V_3m^{n-1}. \quad (1)$$

В последнем уравнении слагаемые

$$X(m^{n-1} + m^{n-2} + \dots + 1) = \frac{X(1 - m^n)}{1 - m};$$

$$V_4(m^{n-1} + m^{n-2} + \dots + 1) = \frac{V_4(1-m^n)}{1-m}$$

представляют собой суммы членов убывающих прогрессий с знаменателем m , а $X = V_1 + V_2$.

Подставив в уравнение (1) значения X и суммы членов убывающих прогрессий, получим

$$Y_n = \frac{V_1(1-m^n)}{1-m} + \frac{V_2(1-m^n)}{1-m} + \frac{V_4(1-m^n)}{1-m} + V_3 \cdot m^{n-1}. \quad (2)$$

В пределе уравнение (2) имеет следующий вид:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} Y_n = \frac{V_1}{1-m} + \frac{V_2}{1-m} + \frac{V_4}{1-m}.$$

Процентное содержание отдельных компонентов в смеси парогазов при выходе из установки для улавливания кислот и смолы после n циклов циркуляции выражается так

$$P_1 = \frac{V_1(1-m) \cdot 100}{(V_1 + V_2 + V_4)(1-m^n) + V_3 m^{n-1}(1-m)} \%;$$

$$P_2 = \frac{V_2(1-m) \cdot 100}{(V_1 + V_2 + V_4)(1-m^n) + V_3 m^{n-1}(1-m)} \%;$$

$$P_3 = \frac{V_3 m^{n-1}(1-m^n) \cdot 100}{(V_1 + V_2 + V_4)(1-m^n) + V_3 m^{n-1}(1-m)} \%;$$

$$P_4 = \frac{V_4(1-m^n) \cdot 100}{(V_1 + V_2 + V_3)(1-m^n) + V_3 m^{n-1}(1-m)} \%.$$

В пределе (при длительной работе печи) процентное содержание отдельных газов в смеси имеет вид

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P_1 = \frac{100 V_1}{V_1 + V_2 + V_4} \%;$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P_2 = \frac{100 V_2}{V_1 + V_2 + V_4} \%;$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P_4 = \frac{100 V_4}{V_1 + V_2 + V_4} \%.$$

где $P_1 + P_2 + P_4 = 100\%$.

Зная состав и процентное содержание отдельных компонентов в циркуляционной смеси, можно определить содержание каждого компонента в парогазовой смеси при установившемся процессе пиролиза древесины.

УДК 54 : 634.0.813

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОВЕРХНОСТИ СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ВОЛОКНИСТОЙ МАССЕ, ПОЛУЧЕННОЙ РАЗМОЛОМ ПНЕВОГО ОСМОЛА, ВО ВРЕМЯ ЭКСТРАКЦИИ

Е. В. УШКОВА

Научный сотрудник

С. Я. КОРОТОВ

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

В одной из наших статей* было отмечено, что удельная поверхность смолистых веществ уменьшается при экстракции волокнистой массы, полученной размолом пневмо осмола, в зависимости от величины Re_m (критерий Рейнольдса для мешалки).

В данной работе сделана попытка рассмотреть этот вопрос более подробно и найти зависимость отношения $\frac{\Delta F}{F}$ от величин Re_m , G и t .

За характеристику уменьшения величины удельной поверхности ΔF было принято отношение $\frac{\Delta F}{F_2}$ (F_2 — удельная поверхность в момент, когда растворилось 2 г канифоли на 100 г абс. сухой обессмоленной волокнистой массы).

При близких значениях Re_m и Pr' (одинаковые температуры и числа оборотов мешалки) коэффициенты массопередачи k (м/сек) будут постоянными, а величины F разными, в зависимости от количества растворенной канифоли. Отсюда

$$\frac{kF}{k_2 F_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \Delta c}{\operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \Delta c_2} = \frac{F}{F_2};$$

$$\frac{F_2 - F}{F_2} = \frac{\Delta F}{F_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \Delta c_2 - \operatorname{tg} \alpha \cdot \Delta c}{\operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \Delta c_2}.$$

По данным предыдущей нашей работы* вычислены величины $\frac{\Delta F}{F}$ в зависимости от температуры, числа оборотов мешалки, Re_m и извлечения канифоли. На основе полученных данных построен график зависимости $\frac{\Delta F}{F_2} = f(Re_m)$ (рис. 1).

Каждая кривая на графике относится к определенной температуре и определенному весу растворившейся канифоли. Из графика видно, что при больших значениях Re_m величины их мало влияют на отноше-

* Е. В. Ушкова, С. Я. Коротов. Кинетика экстракции смолистых веществ из волокнистой массы, полученной размолом пневмо осмола. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1966.

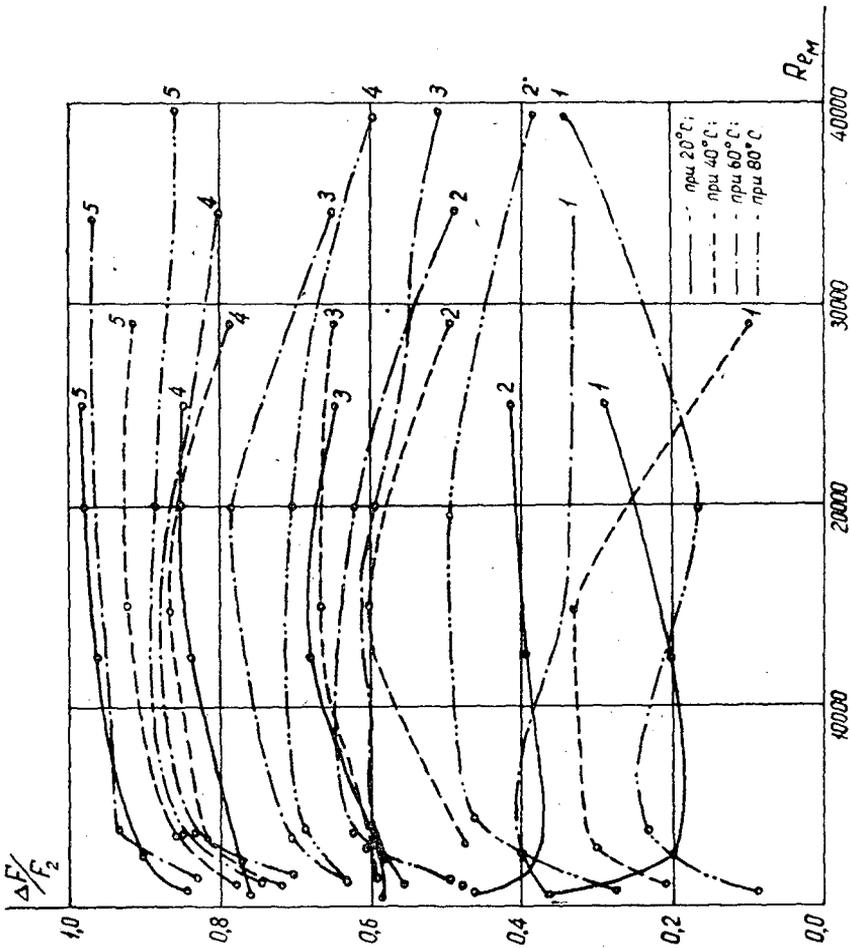


Рис. 1.

1 — на 100 г абс. сухого волокна извлечено 4 г; 2 — 6 г; 3 — 8 г; 4 — 10 г; 5 — 12 г; 6 — 14 г канифоли.

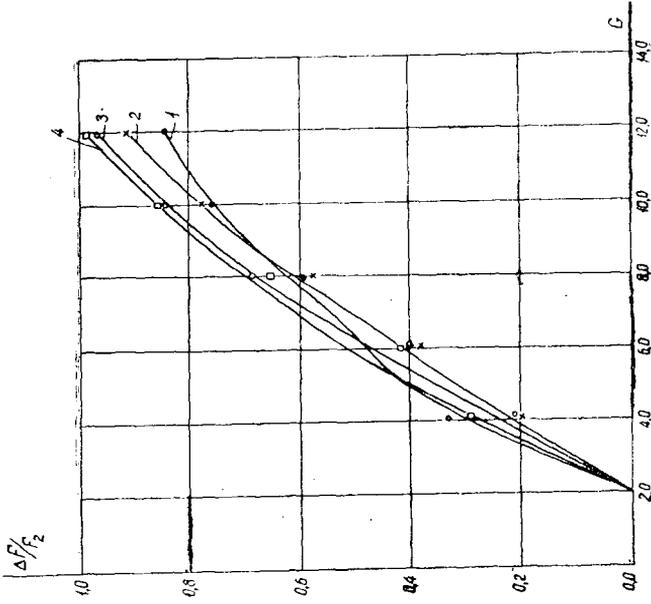


Рис. 2. Зависимость $\frac{\Delta F}{F_2} = f(G)$ при $t = 20^\circ \text{C}$.

1 — $Re_M = 600$; 2 — $Re_M = 2500$; 3 — $Re_M = 12500$; 4 — $Re_M = 25000$.

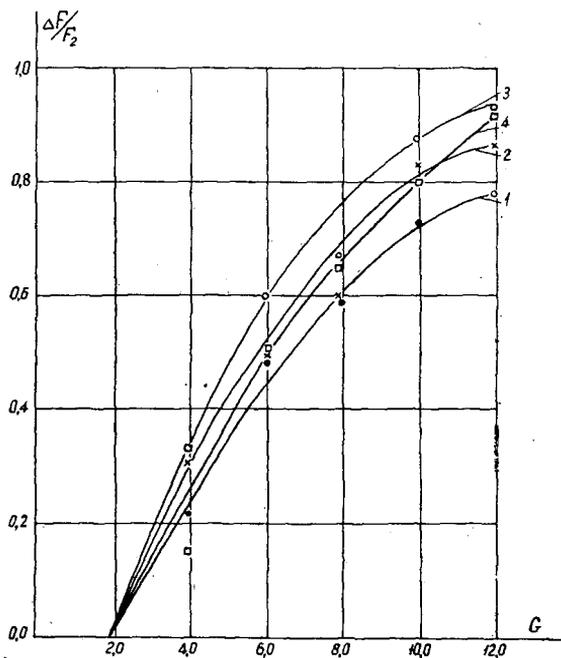


Рис. 3. Зависимость $\frac{\Delta F}{F_2} = f(G)$ при $t = 40^\circ \text{C}$.
 1 — $Re_M = 720$; 2 — $Re_M = 2850$; 3 — $Re_M = 14500$; 4 — $Re_M = 29000$.

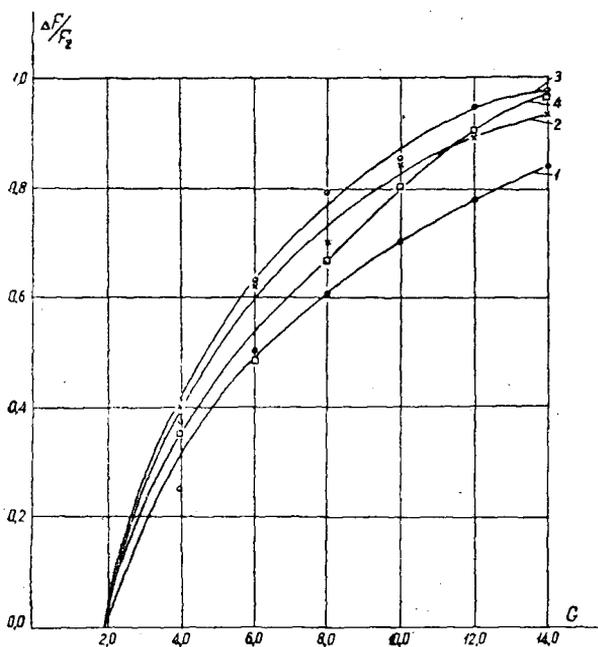


Рис. 4. Зависимость $\frac{\Delta F}{F_2} = f(G)$ при $t = 60^\circ \text{C}$.
 1 — $Re_M = 850$; 2 — $Re_M = 3400$; 3 — $Re_M = 17000$; 4 — $Re_M = 34000$.

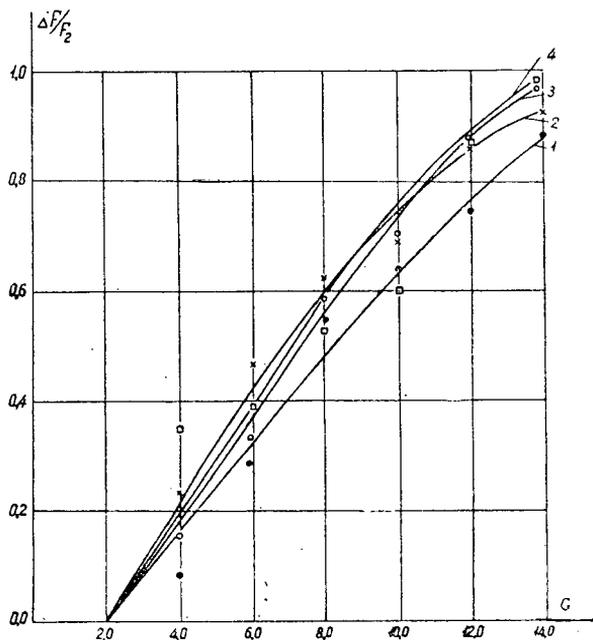


Рис. 5. Зависимость $\frac{\Delta F}{F_2} = f(G)$ при $t = 80^\circ \text{C}$.

1 — $Re_m = 970$; 2 — $Re_m = 3900$; 3 — $Re_m = 19500$; 4 — $Re_m = 39000$.

ние $\frac{\Delta F}{F_2}$; влияние количества растворившейся канифоли (G) сказывается сильнее.

Более наглядно влияние Re_m на величину $\frac{\Delta F}{F_2}$ показано на рис. 2, 3, 4, 5. Каждая линия соответствует определенной температуре и определенному значению Re_m . При 20°C величина $\frac{\Delta F}{F_2}$ растет с увеличением Re_m ; при малых значениях Re_m и G отношение $\frac{\Delta F}{F_2}$ выше, чем при больших Re_m . Можно предположить, что при больших величинах Re_m происходит «размазывание» смолистых веществ, и сокращение G замедляется. При 40°C это замедление наблюдается только для $Re_m = 29000$; при 60°C — для $Re_m = 3400$; при 80°C — для $Re_m = 19500$ и 39000 . Изменение температуры мало влияет на величину $\frac{\Delta F}{F_2}$. Например, для $G = 8 \text{ г}$

при $Re_m = 12500$, $t = 20^\circ \text{C}$, $\frac{\Delta F}{F_2} = 0,69$;

при $Re_m = 14500$, $t = 40^\circ \text{C}$, $\frac{\Delta F}{F_2} = 0,67$;

при $Re_m = 16800$, $t = 60^\circ \text{C}$, $\frac{\Delta F}{F_2} = 0,78$;

при $Re_m = 19500$, $t = 80^\circ \text{C}$, $\frac{\Delta F}{F_2} = 0,54$.

Как видно, определенной зависимости здесь не наблюдается.

УДК 547.992.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЕСОВ СУЛЬФАТНЫХ И НАТРОННЫХ ЛИГНИНОВ МЕТОДОМ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ РАВНОВЕСИЯ НА УЛЬТРАЦЕНТРИФУГЕ

О. М. СОКОЛОВ

Старший инженер

Б. Д. БОГОМОЛОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Проблемная лаборатория и кафедра химии древесины, целлюлозы и технологии гидролизного производства Архангельского лесотехнического института)

При определении среднего молекулярного веса полифункционального полидисперсного полимера большое значение имеет выбор растворителя и метода определения молекулярного веса. Из литературных данных [1], [2], [4], [6], [14] трудно выбрать метод, дающий наиболее представительные* средние молекулярные веса для различных образцов лигнина.

Настоящая работа проведена с целью отыскания надежного метода для серийных определений молекулярных весов лигнинов сульфатных и натронных варок. Ряд авторов [2], [4] неоднократно приводили данные, показывающие, что эти препараты лигнина имеют относительно небольшой молекулярный вес. Ниже 4000—5000 его не удается определить методом седиментационных скоростей с помощью ультрацентрифуги. Анализ данных, найденных этим методом [6], показал, что некоторые из полученных значений молекулярных весов не представительны для основной массы образца лигнина, так как часть лигнина не участвует в образовании пика. Метод неуставившегося равновесия значительно расширяет нижний предел молекулярных весов, которые можно определить на ультрацентрифуге. Нами приводятся экспериментальные данные определения молекулярных весов лигнина методом неуставившегося равновесия и обсуждается их достоверность.

*Экспериментальная часть***

Для определения отношения S/D предложено несколько модификаций [7], [8], [11], [12], [13], [17], [18], [21] метода Арчибальда [9], или иначе метода неуставившегося равновесия. Методика расчета от-

* Под представительными средними молекулярными весами мы понимаем такие значения, в которых реально представлен вклад всех фракций полимолекулярного образца.

** В проведении экспериментов принимали участие инженер Проблемной лаборатории Э. В. Веселова и мл. научные сотрудники Н. Д. Бабикова и Г. Г. Кочергина.

ношения S/D , примененная в нашей работе, похожа на модификацию Эренберга [11] с той лишь разницей, что в качестве исходных данных для расчета использовали значения начальной концентрации лигнина, определенной весовым методом, и инкримента показателя преломления системы растворитель — лигнин, найденного с помощью интерферометра. В этом случае конечная формула для расчета отношения S/D у мениска принимала следующий вид:

$$\frac{S}{D} = \frac{Y_m \cdot K_B^2}{(c_0 \alpha K_B K_r \operatorname{ctg} \varphi - A) \omega^2 X_m}, \quad (1)$$

где Y_m — величина градиента показателя преломления на увеличенной седиментационной диаграмме у мениска;
 α — инкремент показателя преломления для данной системы полимер — растворитель;
 K_r — горизонтальное увеличение*;
 K_B — вертикальное увеличение;
 φ — угол наклона нити по отношению к горизонтали;
 c_0 — исходная концентрация полимера в растворе;

$A = \int_{X_m}^{X_c} Y dX$ — площадь, ограниченная дифференциальной кривой показателя преломления, осью абсцисс и линией $Y = X_m$ на увеличенной седиментационной диаграмме;
 X_c — расстояние от оси вращения до сечения в кювете, не имеющего градиента концентрации;
 X_m — расстояние от оси вращения до мениска.

Молекулярный вес по величине $(S/D)_{t \rightarrow 0}$ вычисляли по формуле

$$M = \frac{S}{D} \cdot \frac{RT}{(1 - \nu\rho)}, \quad (2)$$

где M — средневесовой молекулярный вес;
 R — газовая постоянная;
 T — абсолютная температура;
 ν — удельный парциальный объем растворенного полимерного вещества;
 ρ — плотность раствора при температуре опыта.

Инкременты показателя преломления определяли на интерферометре ИТР-2**, который калибровали по раствору сахарозы и хлористого калия в воде. При калибровке и серийных измерениях учитывали поправку на хроматический сдвиг. Найденные инкременты 0,121—0,130 мл/г для системы щелочной лигнин — пиридин согласуются с величинами 0,113—0,135 мл/г для системы диоксанлигнин — пиридин [19].

Лигнины. Образцы 1—8 — лигнины от лабораторных сульфатных и натронных варок, проведенных при различных условиях. Эти лигнины выделены из черных щелоков подкислением соляной кислотой до pH = 4,5, переосаждены соляной кислотой из щелочных растворов и освобождены от водорастворимых, смолистых и жирных веществ.

Образец 9 представляет собой лигнин от ступенчатой полунепрерывной варки. Этот лигнин выделили из черного щелока соляной кислотой при pH = 4,5 и очистили по методу Браунса [10].

* Горизонтальное увеличение K_r оптической системы ультрацентрифуги определяли в отдельном эксперименте [3], [20] с раствором полистирола в бутилацетате.

** Методика работы на интерферометре приведена у В. В. Иоффе [3].

Результаты и их обсуждение

Чтобы определить истинный молекулярный вес лигнина в органическом растворителе, необходимо, во-первых, найти время, в течение которого достигается равновесие ассоциационного взаимодействия в растворе для исследуемых препаратов лигнина, и молекулярные веса измерять обязательно после установления равновесия; во-вторых, найти зависимость молекулярных весов лигнина от его концентрации в данном растворителе, чтобы, согласно полученной зависимости, найденные при конечных концентрациях значения молекулярных весов приводить к нулевой концентрации.

В качестве растворителей щелочных лигнинов мы использовали пиридин и диметилсульфоксид. Для определения времени, в течение которого устанавливается равновесие ассоциационного взаимодействия при растворении щелочных лигнинов в пиридине, мы использовали образцы 8 и 9 опытных серийных сульфатных варок. Измерение средневесовых молекулярных весов этих образцов лигнина методом неустановившегося равновесия через 1, 3, 23, 73, 168 и 288 час после начала

Таблица 1

Для образца лигнина 8		Для образца лигнина 9	
время с момента растворения, час	средневесовой молекулярный вес	время с момента растворения, час	средневесовой молекулярный вес
1,75	5720	1	10100
3,17	5000	3	9200
23,5	5720	23	8940
74	6380	73	8950
168	5900	120	10000
240	5400	288	9500

растворения (при комнатной температуре) показало, что равновесие в растворе можно считать установившимся уже приблизительно через 4 часа (табл. 1). Величины средневесовых молекулярных весов для обоих препаратов лигнина, измеренные в разное время, после 4 час растворения имели одно и то же значение в пределах ошибки эксперимента. Следует ожидать, что для больших значений молекулярных весов равновесие будет устанавливаться несколько дольше, поэтому для серийных экспериментов в пиридине время 24—48 час было принято как минимальное с момента растворения лигнина до проведения опыта по определению его молекулярного веса.

Зависимость определяемых величин молекулярных весов от концентрации лигнина в пиридине и диметилсульфоксиде изучали на образцах сульфатных лигнинов 5 и 6. Экспериментальные данные приведены в табл. 2 и на рис. 1.

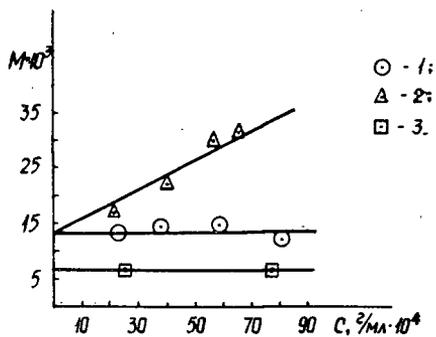


Рис. 1. Изменение молекулярного веса лигнинов в зависимости от концентрации раствора.

- 1 — образец 5 в пиридине;
2 — образец 5 в диметилсульфоксиде;
3 — образец 6 в пиридине.

Таблица 2

Образцы лигнина	Растворитель	$c, \frac{г}{мл} \cdot 10^4$	$\alpha = \frac{\Delta n}{\Delta c}, \frac{мл/г}{мл/г}$	$n, \frac{об}{мин}$	$\frac{S}{D} \cdot 10^7, t \rightarrow 0$	M
1	Пиридин	19,2	0,121	41 667	0,90	10 000
2	"	22,5	0,121	23 810	1,39	11 500
3	"	26,7	0,125	35 714	1,50	12 500
3	"	30,5	0,125	31 250	1,50	12 500
4	"	39,9	0,130	31 250	0,48	3850
5	"	22,6	0,126	22 727	1,60	13 200
5	"	38,0	0,126	22 727	1,74	14 300
5	"	58,9	0,126	22 727	1,78	14 600
5	"	80,6	0,126	22 727	1,50	12 200
5	"	$c \rightarrow 0$				$\sim 13 300$
5	Диметил-сульфоксид	21,8	0,133	21 739	1,47	17 200
5	"	40,2	0,133	22 727	1,92	22 500
5	"	57,1	0,133	21 739	2,60	30 500
5	"	66,4	0,133	22 727	2,70	32 000
5	"	$c \rightarrow 0$				$\sim 13 300$
6	Пиридин	25,1	0,121	38 462	0,80	6600
6	"	77,0	0,121	41 667	0,78	6450
6	"	$c \rightarrow 0$				~ 6550
6	Диметил-сульфоксид	89,7	0,127	45 455	0,70	8250
7	Пиридин	51,1	0,127	50 000	0,44	3600
7	"	44,0	0,127	45 455	0,45	3700

Величины молекулярных весов, найденные при определенной концентрации лигнина в диметилсульфоксиде, больше соответствующих значений весов, определенных в пиридине. Однако экстраполяция величин молекулярного веса, полученных для разных концентраций лигнина в диметилсульфоксиде и пиридине, к нулевой концентрации привела к почти идентичным значениям молекулярного веса (рис. 1), что подтверждает правильность найденного молекулярного веса.

Из рис. 1 видно, что в пиридине величины молекулярных весов не зависят от концентрации, тогда как в диметилсульфоксиде эта зависимость весьма существенна.

Отсутствие концентрационной зависимости молекулярного веса лигнина в пиридине делает пиридин очень удобным растворителем для серийных определений молекулярного веса лигнина, так как в этом случае отпадает необходимость проводить эксперименты с растворами разной концентрации и экстраполировать к нулевой концентрации. Большинство препаратов лигнина растворяется в пиридине полностью, что позволяет с большой точностью определить весовым методом концентрацию раствора лигнина, необходимую для расчета молекулярного веса.

Средневесовые молекулярные веса исследованных нами образцов лигнина колеблются в интервале 3500—73 000 (табл. 2), [6]. Метод неустановившегося равновесия является наиболее приемлемым для этого интервала. Метод осмометрии рекомендуют для полимеров с молекулярным весом выше 30 000 [5]. Изготовление и проверка специальных мембран для определения молекулярных весов около 2000 [16] усложняют метод. Эбулиоскопический и термоэлектрический методы позволяют определять молекулярные веса не выше 20 000—40 000 [5], причем только в легколетучих растворителях, которые полностью не растворяют лигнин. Вискозиметрический метод определения молекулярных весов также вызывает возражения в отношении применения его к

сульфатным и натронным лигнинам, молекулы которых в растворах компактны [15]; это приводит к очень слабой зависимости характеристик вязкости от молекулярного веса [14]. Методы светорассеяния и седиментационных скоростей пригодны для определения молекулярных весов выше 10 000—20 000 и также не перекрывают диапазона молекулярных весов, характерных для натронных и сульфатных лигнинов. Метод седиментационного равновесия позволяет определять молекулярные веса в нужном интервале; однако этот метод требует очень много времени (равновесие устанавливается в течение суток и более), поэтому он неприменим для серийных экспериментов. В случае же метода неустановившегося равновесия, изменяя скорость вращения ротора в зависимости от величины молекулярного веса, можно регулировать время эксперимента так, что оно не превышает 40—120 мин. Метод неустановившегося равновесия позволяет определять молекулярные веса ниже 5000, что положительно отличает его от метода седиментационных скоростей.

Таким образом, определение молекулярных весов сульфатных и натронных лигнинов в пиридине методом неустановившегося равновесия надежно и удобно для серийных анализов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. ГЛБИ, 1962. [2]. Ф. Э. Браунс, Д. А. Браунс. Химия лигнина. Перевод с английского под редакцией М. И. Чудакова. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [3]. В. В. Иоффе. Рефрактометрические методы химии. Госхимиздат, Л., 1960. [4]. В. М. Никитин. Лигнин. ГЛБИ, М.—Л., 1961. [5]. С. Р. Рафиков, С. А. Павлова, И. И. Твердохлебова. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений. Изд-во АН СССР, М., 1963. [6]. О. М. Соколов, Б. Д. Богомолов, Э. В. Веселова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [7]. С. Я. Френкель, А. В. Топчиев, Б. А. Кренцель, Ю. Я. Гольдфарб, Л. М. Пырков. ЖФХ, 33, 2778, 1959. [8]. В. Я. Черняк. Биофизика, 9, 239, 1964. [9]. W. F. Archibald. J. Phys. Chem. 51, 1204, 1947. [10]. F. E. Brauns. The chemistry of Lignin. Academic Press, New York, 1952. [11]. A. Ehrenberg. Acta Chem. Scand. 11, 1257, 1957. [12]. S. R. Erlander, J. F. Foster. J. Polymer Sci. 37, 103, 1959. [13]. H. Fujita, H. Inagaki et al. J. Phys. Chem., 66, 4, 1962. [14]. D. A. I. Goring. Pure and Applied Chemistry, 5, 234, 1962. [15]. P. R. Gupta, D. A. I. Goring. Can. J. Chem., 38, 270, 1960. [16]. H. T. Hockway, H. Townsend. J. Chem. Soc., 3190, 1952. [17]. G. Kegeles, S. M. Klainer, W. J. Salem, J. Phys. Chem., 61, 1285, 1957. [18]. S. M. Klainer, G. Kegeles. Arch. Biochem. and Biophys., 63, 247, 1956. [19]. A. Resanowich, W. Q. Yean, D. A. I. Goring. Svensk Papperstidning, 66, 141, 1963. [20]. Svedberg, K. O. Pedersen. The Ultracentrifuge. Oxford, 1940. [21]. R. Trautman. J. Phys. Chem., 60, 1211, 1956.

Поступила в редакцию
18 июля 1966 г.

УДК 66.062.224

ПОЛУЧЕНИЕ ИНСЕКТИЦИДОВ ИЗ СУХОПЕРЕГОННОГО СКИПИДАРА

И. И. БАРДЫШЕВ

Профессор, доктор химических наук, чл.-корр. АН БССР

В. В. БАЗЫЛЬЧИК

Главный инженер

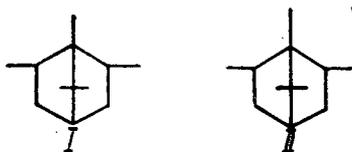
(Институт физико-органической химии АН БССР)

С. В. ЧУДИНОВ

Старший научный сотрудник, кандидат технических наук

(ЦНИЛХИ)

Первые работы по хлорированию пинена относятся к 1906 г., когда Франкфортер и Фрери [8] получили гидрохлориды пинена, а также полихлорпроизводные пинена, отвечающие формулам $C_{10}H_{16}Cl \cdot HCl$, $C_{10}H_{12}Cl_6$, $C_{10}H_{10}Cl_6 \cdot HCl$, $C_{10}H_8Cl_9 \cdot HCl$. Аскан [6] хлорированием пинена при температурах от -15 до $0^\circ C$ получил диборнилхлорид [8], а также продукты, отвечающие формулам $C_{10}H_{15}Cl_3$ (II) и $C_{10}H_{14}Cl_4$



Дезальбр и Раш [7] впервые предложили применять хлорпроизводные пинена в качестве инсектицидов. Они показали, что в качестве одного из продуктов хлорирования раствора хлористого борнила в четыреххлористом углероде при солнечном освещении получается 2, 6, 7-трихлоркамфан (II), токсическое действие которого приближается к действию наиболее сильных инсектицидов.

Позднее были опубликованы патенты на получение хлорсодержащих инсектицидов из α - и β -пиненов [5]. Согласно этим патентам, продукт хлорирования пиненов в органических растворителях (в хлороформе, четыреххлористом углероде, пентахлортане) при $70-75^\circ C$ и при освещении УФ светом содержал 62—72% хлора и в виде дустов и эмульсий был чрезвычайно эффективен против мух, москитов, тараканов, моли, жучков и клопов.

В 1952—1954 гг. в НИУИФе и ЦНИЛХИ были получены продукты фотохимического и темного хлорирования пинена — «хлортен-1» и «хлортен-2», содержащие более 55% хлора [1]. Оба продукта

оказались весьма эффективными для борьбы против колорадского жука, свекловичного долгоносика, вредителей клевера, лесных и садовых культур [2]. В 1961 г. в Институте физико-органической химии АН БССР был получен продукт темнового хлорирования камфена, растворенного в α -пинене, — «хлорфен», который также обладал хорошими инсектицидными свойствами [3].

В СССР в промышленном масштабе получают продукт под названием «полихлорпинен» [4] путем гидрохлорирования пинена в брнрил-хлорид с последующим темновым иницированным хлорированием последнего. В качестве исходного сырья для получения этих продуктов авторы использовали α -пинен, выделенный из живичных сосновых скипидаров.

Настоящее исследование посвящено изучению процесса хлорирования α -пинена, выделенного из сухоперегонного скипидара, и испытанию полученного продукта в качестве инсектицида. Ректификацию очищенного сухоперегонного скипидара (ТУ 197—52 лесохимической промышленности) проводили на производственной ректификационной колонне периодического действия, имевшей 40 тарелок колпачкового типа при флегмовом числе 5—7. Результаты ректификации очищенного сухоперегонного скипидара приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ фракции	Отгонано, %	Давление, мм рт. ст.	Температура кипения, °С	Свойства			Основной компонент
				n_D^{20}	d_4^{20}	α_D^{20} , °С	
1	2,9	30	62	1,4639	0,8609	+ 9,0	Неидентифицированный компонент и α -пинен
2	4,6	30	—	1,4640	0,8639	+13,1	
3	8,2	30	67	1,4656	0,8614	+18,9	α -пинен
4	25,8	30	74	1,4666	0,8596	+20,6	
5	30,7	30	—	1,4684	0,8593	+18,0	
6	37,1	30	—	1,4707	0,8575	+13,0	3-карен
7	48,2	50	—	1,4721	0,8574	+12,0	
8	51,8	50	105	1,4741	0,8528	+10,6	
9	55,4	50	105	1,4748	0,8501	+ 9,5	Дипентен и лимонен
10	61,9	50	115	1,4756	0,8492	+ 8,4	
11	66,4	50	117	1,4786	0,8537	+ 6,7	
12	74,7	50	123	1,4875	0,8574	+ 3,2	
Остаток и потери	25,3	—	—	—	—	—	—

Очищенный сухоперегонный ретортный скипидар содержит неидентифицированный компонент (4%), α -пинен (26,7%), 3-карен (24,7%), дипентен и лимонен (11,0%), терпинолен (8,3%), остаток от перегонки и потери (25,3%). Объединенная пиненовая фракция имела начало температуры кипения ниже 151,5°С, объем отгона до 162,0°С — 97,5%, $n_D^{20} = 1,4659$; $d_4^{20} = 0,8584$; $[\alpha]_D^{20} = +29,6^\circ\text{С}$ и по всем показателям удовлетворяла требованиям МРТУ 13—05—2—64 на технический пинен.

Хлорирование α -пинена (без растворителя) проводили в темноте в аппарате колонного типа в течение 293 час, из которых 213 час при 50—60°С и 80 час — при 80—90°С. По окончании хлорирования через продукт продували воздух при 80—90°С в течение 34 час для удаления остатков хлора и хлористого водорода. Готовый продукт хлортен-2 представлял собой соломенно-желтую густую вязкую жидкость, содер-

жаскую 57,1% хлора (кислотное число 4,9; $n_D^{20} = 1,5728$). Из этого продукта обычным способом [2], [3] готовили концентрированные эмульсии инсектицида, применяя в качестве эмульгатора 0,5%-ный раствор кастильного мыла.

Токсическое действие хлортена-2 испытывали на рисовых долгоносиках (*Calandra oryzae* L.) в четырех повторностях (при этом в каждой партии брали по 10 жуков), фитоцидное действие — на листьях герани комнатной (*pelargonium*). Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Концентрация хлортена-2, вес. %	Время полной гибели жуков, суток	Размер ожогов на листьях герани, мм
2,00	$\frac{5}{5}$	$\frac{0,5}{1,5-2,0}$
1,00	$\frac{5}{5}$	Ожогов нет
0,50	$\frac{8}{5}$	"
0,25	$\frac{11}{10}$	"

Примечание. В числителе — данные для испытуемого образца, в знаменателе — для контроля. В качестве контроля брали промышленный образец полихлорпинена, широко применяющийся в СССР.

Из табл. 2 видно, что полученный на основе пинена, выделенного из сухоперегонного скипидара, ядохимикат — хлортен-2 по инсектицидному и фитоцидному действиям не отличается от известного инсектицида — полихлорпинена. Инсектицидные свойства хлортена-2 были испытаны* на амбарных долгоносиках (*Calandra granaria* L.) во Всесоюзном научно-исследовательском институте химических средств защиты растений (ВНИИХСЗР). В результате установлено, что по инсектицидному действию препараты хлортена-2 в 1,4—1,6 раза превосходят препарат полихлорпинена, использованного в качестве эталона.

Следовательно, пинен, выделенный из сухоперегонного скипидара, может быть использован в качестве сырья для производства инсектицидов типа хлортена-2 и полихлорпинена.

* Выражаем благодарность сотруднику ВНИИХСЗРа К. А. Гару за проведение испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. И. Бардышев, М. В. Гусакова. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 1955. [2]. И. И. Бардышев, М. В. Гусакова, В. В. Базыльчик. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962; И. И. Бардышев, В. В. Базыльчик, М. В. Гусакова. Журн. «Садоводство» № 4, 1963. И. И. Бардышев, В. В. Базыльчик. Синтетические продукты из канифоли и скипидара, Изд-во «Наука и техника», Минск, 1964. [3]. И. И. Бардышев, В. В. Базыльчик, С. И. Крюк, Ю. Н. Безобразов, А. В. Молчанов, К. А. Гар, И. А. Крылова. Авторское свидетельство № 161997, 1963. [4]. А. Л. Энглин, Э. В. Сонин, С. П. Разумовский. Авторское свидетельство № 104224 от 4 апреля 1955 г. [5]. Патенты США № 2579926—2579301, 1951; С. А., 3210, 1952. [6]. O. Aschan. Chem. Zentrbl., II, 952, 1918. [7]. L. Desalbres, J. Rache. Chim. et ind. № 3, 59; 1948. [8]. G. Frankforter, Fr. Fray. J. Am. Chem. Soc., № 10, 28, 1906.

Поступила в редакцию
18 марта 1966 г.

УДК 634.0.813

ОБ АКТИВИРОВАНИИ НЕКОТОРЫХ РЕАКЦИЙ ЛИГНИНА КИСЛОТАМИ

В. М. НИКИТИН

Профессор, доктор химических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

При действии на древесину и другие растительные материалы минеральных кислот (серной, соляной, фосфорной и других) происходит процесс, в результате которого природный лигнин, содержащийся в древесине, инактивируется. Он переходит в такую форму, которая плохо реагирует с сульфитной варочной кислотой, перестает растворяться в щелочах и органических растворителях. Молекулярный вес его чрезвычайно возрастает. Считают, что после действия минеральных кислот гидролизный лигнин получается в виде трехмерного полимера; об этом говорят все его физические свойства: хрупкость, неплавкость, нерастворимость. Гидролизные лигнины, получаемые на современных гидролизных заводах как отход производства при выработке спирта и кормовых дрожжей, используются мало, так как они трудно растворимы и обладают низкой химической активностью при многих химических превращениях. Такого же типа гидролизный лигнин получается из растительных материалов при его определении методом Класона, которое осуществляется действием на эти материалы 66—72% серной кислоты.

Интересно отметить, что при действии на природный лигнин кислот, обладающих окислительными свойствами (азотной, азотистой, хлорной, хлорноватистой), получают окисленные лигнины. Таким образом, не всякие сильные кислоты, а только те, которые не являются окислителями при условиях гидролиза полисахаридов, превращают природный лигнин в неактивный гидролизный.

Аналогичные явления кислотной конденсации лигнина имеют место и при сульфитной делигнификации древесины в некоторых благоприятных для этого случаях. Процесс делигнификации, осуществляемый при действии такой слабой кислоты, как сернистая, чаще всего в присутствии сульфитов, в определенных условиях не вызывает конденсации лигнина. Но, как показали многочисленные работы, большое число факторов (повышение температуры реакции, недостаток сернистой кислоты в варочной кислоте, присутствие селена и другие) вызывают конденсацию лигнина и связанный с нею непробар, черную варку.

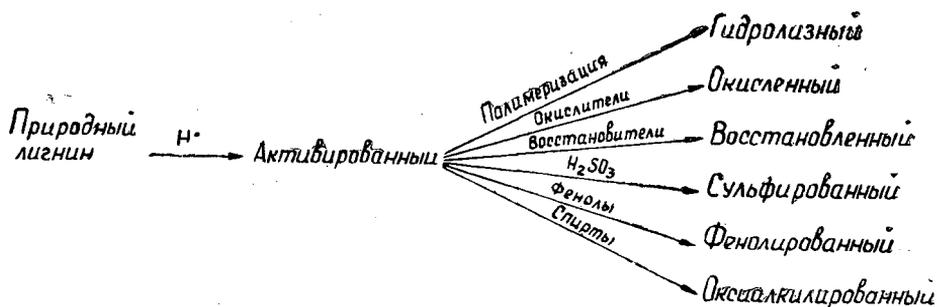
Считается твердо установленным, что минеральные кислоты, в частности серная кислота, вредно действуют на природный лигнин, вызывая его превращение в неактивную форму, поэтому стремятся к тому, чтобы при сульфитном процессе не происходило превращения сернистой кислоты в серную.

Изучение действия минеральных кислот на лигнин, а также некоторые наши работы по выяснению механизма сульфитной делигнификации древесины позволили установить, что в некоторых случаях под действием минеральных кислот вредный процесс конденсации природного лигнина может быть эффективно устранен; в то же время действие этих кислот может быть полезным в реакциях, где этого можно было меньше всего ожидать, исходя из современных теоретических воззрений на природу лигнина.

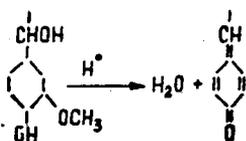
Для объяснения некоторых важных вопросов механизма превращения активного нативного лигнина в неактивную форму гидролизного лигнина предлагается гипотеза, которая делает понятными многие стороны действия минеральных кислот на лигнины. Изложению этой гипотезы и посвящена наша работа.

Природный лигнин, находящийся в древесине, длительное время может существовать, не изменяя своих химических и физических свойств. Если же на лигнин подействовать крепкой минеральной кислотой при умеренных температурах или разбавленной кислотой при повышенной температуре, то он переходит в активную, весьма реакционноспособную форму. В этом активированном кислотами состоянии лигнин способен к многочисленным превращениям и в том числе к окислению, к восстановлению, к взаимодействию со спиртами, фенолами и, что мы чаще всего наблюдаем, к полимеризации. Оказалось вполне возможным найти момент перехода природного лигнина в реакционноспособную форму и использовать этот момент для различных превращений лигнина.

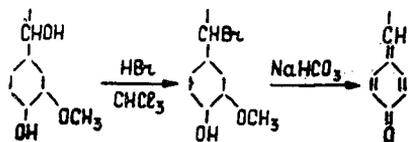
В общем виде структура и механизм превращений природного лигнина под действием кислот могут быть представлены следующей схемой:



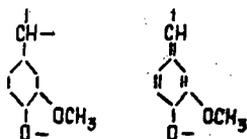
Этот перечень реакций может быть сильно расширен, так как многие процессы с лигнином каталитически ускоряются кислотами, и во всех случаях промежуточным продуктом между природным лигнином и продуктами его превращения является активная форма. Согласно выдвигаемым представлениям эта форма есть хинонметидная модификация лигнина, образующаяся из природного лигнина по следующей схеме:



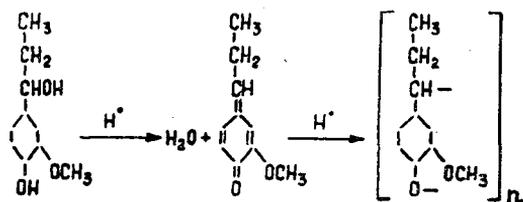
О возможности образования хинонметидов из лигнина сообщалось в одной из работ Адлера [1], где приводится метод получения хинонметида лигнина путем замены α -гидроксильного остатка на бром с последующим отщеплением бромистого водорода по схеме



В щелочной среде хинонметиды более устойчивы, и есть возможность обнаружить их методами спектроскопии. В кислой среде образующиеся хинонметиды весьма реакционноспособны и быстро реагируют дальше в возможном направлении. Хинонметидные группы, по данным Фрейденберга [2], весьма активны и способны к полимеризации в момент их образования, когда могут существовать радикалы типа



Подобное явление мы наблюдали при растворении в крепкой серной кислоте α -гваяцилпропанола, который сначала дает бесцветный раствор, затем появляется слабое, а потом сильное красное окрашивание, переходящее в коричневое; по мере нагревания раствора образуется темно-коричневый осадок, не растворимый в щелочах и органических растворителях. Судя по нашим данным, процесс протекает по схеме

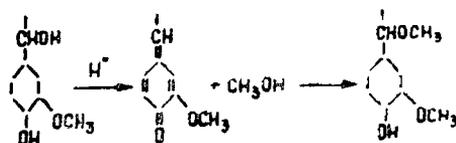


Мы считаем, что подобный процесс происходит и с природным лигнином при действии на него концентрированной кислотой. Сначала лигнин переходит в свою хинонметидную форму, а затем реагирует с другими молекулами лигнина или с другими образующимися хинонметидами, и в результате полимеризации получается трехмерный гидролизный лигнин. Если к природному лигнину вместе с серной кислотой подавать окислитель, то гидролизного лигнина не получается.

Мы гидролизовали древесину концентрированными и разбавленными минеральными кислотами в присутствии разнообразных окислителей (азотная кислота, азотистая кислота, перекись водорода) и из полисахаридов в результате гидролиза получали моносахариды и гидролизный лигнин; последний растворялся в щелочах, этиловом спирте, ацетоне, диоксане и многих других растворителях и не растворялся в воде и кислотах.

Таким образом, если вместе с серной кислотой к лигнину подается окислитель, то образующаяся под влиянием серной кислоты хинонметидная форма не успевает прореагировать с другими молекулами лигнина и превратиться в гидролизный лигнин, а реагирует с окислителем, в результате чего получается окисленный лигнин со всеми его свойствами. В зависимости от активности окислителя; его количества, концентрации и температуры реакции могут получаться продукты разной степени окисления; в случае недостатка окислителя или его малой активности может получаться и настоящий гидролизный лигнин. С другой стороны, при избытке окислителя процесс окисления проходит настолько глубоко, что резко уменьшается выход лигнина, и он получается низкомолекулярным.

Действие спиртов на лигнин происходит тоже под влиянием кислот (без кислот спирты не реагируют с лигнином). Есть основания считать, что протекает следующая реакция:



Поэтому и в случае реакции лигнина со спиртами природный лигнин сначала переходит в свою активную форму под влиянием кислот, а затем реагирует со спиртом, образуя простой эфир в α -положении к бензольному ядру. Подобного же типа реакция протекает и с фенолами, образуя фенолпроизводные лигнина; и в этом случае реакция протекает только в присутствии кислот.

Таким образом, многие реакции лигнина природного (нативного) лигнина, а также и многих выделенных лигнинов проходят в присутствии кислот, которые являются катализаторами этих реакций. Кислоты не расходуются в процессе реакции, превращая лигнин в активную хинонметидную форму, способную к многочисленным превращениям.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. E. Adler. Ber. 89, 291, 1956. [2]. Frendenberg. Ang. Chem. 68, 84 и 68, 508. 1956.

Поступила в редакцию
23 сентября 1965 г.

УДК 65.011.56

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА
ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ ОПЕРАТОРА
РАСКРЯЖЕВОЧНОГО АГРЕГАТА*

Л. В. ЛЕОНОВ

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

В лесозаготовительных предприятиях процесс раскряжевки хлыстов на круглые сортименты — последний в технологическом потоке. Это — единственная из технологических операций, результаты которой невозможно исправить. Поэтому оправдан тот интерес, с которым многие исследователи занимаются механизацией и автоматизацией этого процесса.

В автоматизацию процесса раскряжевки входят автоматическое назначение программы на раскряжевку хлыстов и автоматическое включение производящих раскряжевку силовых агрегатов, то есть пил различных типов, работающих по разным схемам надвигания на хлыст. Основным является вопрос автоматического программирования процесса раскряжевки, так как подача команд на силовые агрегаты должна производиться после принятия решения о разделке хлыста по той или иной программе. От того, насколько правильно будет произведена эта операция, зависит выполнение предприятием плана по сортиментам и ценностным показателям и, следовательно, рентабельность его. Для таких предприятий, по-видимому, основными требованиями оптимальности процесса раскряжевки являются наибольший ценностный выход сортиментов и наибольший выход планируемых сортиментов.

В настоящее время на нижних складах леспромхозов внедряются полуавтоматические линии ЦНИИМЭ для раскряжевки хлыстов со сменной производительностью 200—300 м³.

Технологическая схема полуавтоматической сучкорезной линии ЦНИИМЭ в Митинском ЛПХ приведена на рис. 1.

По данным Гипролестранса, по подобным схемам будут работать нижние склады в новых лесозаготовительных предприятиях и комплексах Сибири и Дальнего Востока в течение следующих 15—20 лет. Внедрение полуавтоматических линий ведет к интенсификации умственного труда. Оператор, совмещая функции бракера, должен визуально оценить хлыст, назначить и осуществить программу раскряжевки за 15—20 сек. Удаление оператора-раскряжевщика от объекта труда

* Работа выполнена под руководством канд. технических наук, доцента Г. А. Вильке.

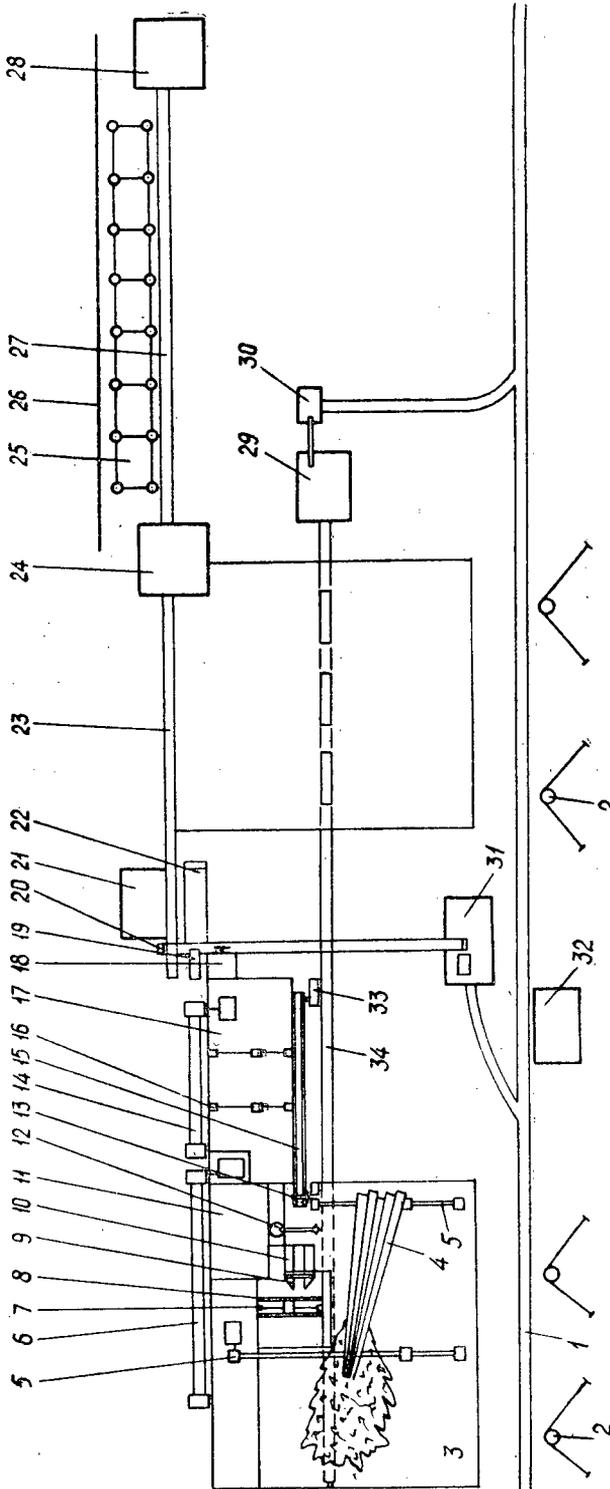


Рис. 1.

1 — автодорога; 2 — бревнотаска; 3 — разгрузочные площадки; 4 — пачка деревьев; 5 — растаскиватель деревьев; 6 — двухцепной транспортер; 7 — стапаклятель сучьев; 8 — путь стапаклятеля сучьев; 9 — ножи предельнойной обрезки; 10 — фрезерная сучкорезная машина; 11 — операторская будка; 12 — манипулятор; 13 — автоматический эксцентриковый захват; 14 — подающий транспортер; 15 — прогаскивающий транспортер; 16 — операторская будка АЦ-2М; 17 — буферная площадка; 18 — пачка АЦ-2М; 19 — стол пилы АЦ-2М; 20 — транспортер откомлевок; 21 — операторская будка АЦ-2М; 22 — приемный стол АЦ-2М; 23 — сортировочный транспортер (секция); 24 — будка приводной станции сортировочного транспортера; 25 — карманы-накопители; 26 — полкрановый путь; 27 — сортировочный транспортер (II секция); 28 — будка приводной станции сортировочного транспортера; 29 — дробильная установка; 30 — бункер для щепы; 31 — бункер для откомлевок и опилок; 32 — лебедка 1Л1-5 для разгрузки; 33 — привод протаскивающего транспортера; 34 — транспортер уборки сучьев.

(хлыста) на расстояние до 3 м привело к тому, что хлыст оценивали без учета почти третьей части количества информации о его пороках. Вполне понятно, что требования оптимальности не выполняются.

Количественная и качественная оценки основных пороков хлыста и психологической загрузки оператора приведены в работах ряда авторов [1], [2], [3]. Они показали, что объем (количество) поступающей в единицу времени информации настолько велик, что человек может не успеть оценить и переработать ее. Доказательством может служить эксперимент, проведенный в Митинском ЛПХ Вологодской области по разработанным авторами методике. На буферной горке эстакады 26 хлыстов ели (партиями по 10—8 шт.) были визуальными оценены оператором, заступающим на работу в следующую смену. Программы раскрывки, назначенные им для каждого из хлыстов без ограничения времени, были записаны в журнал наблюдений. Затем в отсутствие оператора эти хлысты были убраны кабель-краном в один из свободных карманов и поданы поштучно в смену оператора, ранее оценившего их.

Теоретический и фактический выходы сортиментов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сортименты	Теоретический выход сортиментов		Фактический выход сортиментов	
	м ³	суммарная стоимость, руб. — коп.	м ³	суммарная стоимость, руб. — коп.
Пиловочник, 6 м	5,8	84—58	2,56	36—75
Резонансовая ель, 4 м	0,53	18—28	—	—
Строевой лес, 4 м	2,2	29—70	3,05	44—72
Баланс хвойный в коре, 2 м	0,97	16—62	1,7	28—53
Рудничная стойка, 3 м	0,11	1—88	0,09	1—53
Столбы	—	—	0,39	8—81
Дрова, 2 м	2,39	6—00	4,2	10—50
Итого: деловой древесины	9,61	151—06	7,79	119—34
дровяной древесины	2,39	6—00	4,2	10—50
Всего	12,00	157—06	11,99	129—84

Из-за наличия внутренних стволовых гнилей 0,81 м³ пиловочника перешло в дрова, поэтому для теоретического случая правильнее считать, что количество деловой древесины равно 8,8 м³ (9,61—0,81), дровяной — 3,2 м³ (2,39+0,81). Выход деловой древесины в этом случае составляет 73,3%, что на 8,3% больше фактически выпиленного.

Стоимость 0,81 м³ пиловочника 2 сорта равна 12 руб. 47 коп. (15 руб. 40 коп. × 0,81). Стоимость 0,81 м³ дров хвойных пород составляет 2 руб. 02 коп. (2 руб. 50 коп. × 0,81).

Стоимость деловой древесины (табл. 1) с учетом перехода части пиловочника в дрова равна 138 руб. 59 коп. (151 руб. 06 коп. — 12 руб. 47 коп.). Стоимость дровяной древесины с учетом перехода части пиловочника в дрова составляет 8 руб. 02 коп. (6 руб. + 2 руб. 02 коп.).

Суммарная стоимость деловых сортиментов и дров при теоретическом выходе равна 146 руб. 61 коп. (138 руб. 59 коп. + 8 руб. 02 коп.).

Суммарная стоимость деловых сортиментов и дров, фактически выпиленных оператором из 26 хлыстов ели (12 м³) в рабочем потоке, оказалась ниже на 16 руб. 75 коп. (146 руб. 61 коп. — 129 руб. 84 коп.),

по сравнению с суммарной стоимостью сортиментов и дров, назначенных этим же оператором на буферной горке. Заведомо снижая повышение выхода деловой древесины от 8,3 до 5% при автоматическом назначении программы на раскряжевку (из-за невозможности определить внутренние стволовые гнили, морозобоины, метики и другие пороки), мы получаем увеличение суммарной стоимости деловой и дровяной древесины $\frac{16 \text{ руб. } 75 \text{ коп.} \times 5\%}{8,3\%} = 10 \text{ руб. } 90 \text{ коп.}$ с каждых 12 м³ древесины, подлежащей разделке с помощью автоматических устройств. Тогда для каждых 100 тыс. м³ разделанной древесины ежегодное повышение выхода деловой древесины составит 5 тыс. м³

$$\left(\frac{100 \text{ тыс. м}^3 \times 70\%}{100\%} - \frac{100 \text{ тыс. м}^3 \times 65\%}{100\%} \right).$$

Ежегодная прибыль с каждых 100 тыс. м³ разделанной древесины составляет 4550 руб. $\left(\frac{10 \text{ руб. } 90 \text{ коп.} \times 5 \text{ тыс. м}^3}{12 \text{ м}^3} \right)$.

На основе экспериментов, проведенных в условиях Оленинского ЛПХ по принятой методике (было обработано и раскряжено 30 м³ еловых хлыстов), вычисленная ежегодная прибыль с каждых 100 тыс. м³ составляет более 5000 руб.

Отсюда видно, что проведенный в производственных условиях психологический эксперимент подтверждает теоретические выводы о чрезмерной нагрузке оператора-раскряжевщика, изложенные в ряде работ [1], [2], [3]; внедрение устройств, обеспечивающих автоматическое задание программы на раскряжевку хлыстов в лесозаготовительных предприятиях, дает на каждые 100 тыс. м³ прибыль в размере 5000 руб. лей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. А. Вильке. О психологической нагрузке оператора раскряжевного агрегата. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [2]. А. А. Кудинов. Определение критериев психологической нагрузки человека-оператора раскряжевных агрегатов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [3]. Л. В. Леонов. О количестве информации, определяющей сучковатость хлыстов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966.

Поступила в редакцию
16 июня 1966 г.

УДК 634.0.811.2 : 674.032.475.4

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОРОКОВ ДРЕВЕСИНЫ В СОСНЯКАХ

М. А. ВЕНЦЕНОСЦЕВА

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

В статьях ряда авторов [1], [2], [3] освещен широкий круг вопросов, касающихся программирования раскряжевки хлыстов.

В нашей работе представлены данные, в определенной степени подтверждающие реальность перевода раскряжевки хлыстов на автоматический режим, основанный на знании объективных закономерностей распространения сортообразующих признаков по длине стволов в зависимости от типа леса и возраста насаждений.

В процессе подачи хлыста в обработку датчики входной информации автоматически фиксируют то, что характерно для данного хлыста и что поддается замеру механическими или фотоэлектрическими следящими системами (диаметр, сбег, длина хлыста и т. д.). Все эти данные поступают в систему первичной обработки информации. Некоторая дополнительная информация (порода, тип леса) вводится в систему первичной обработки оператором путем нажатия соответствующей кнопки.

Система первичной обработки информации выдает в программирующее устройство кодовую модель хлыста с учетом введенной в нее корреляционной связи уже поступившей информации от датчиков входной информации с другими сортообразующими признаками, определяющими программу раскряжевки (сучки, гнили). На основании кодовой модели данного хлыста в программирующем устройстве прорабатываются все возможные варианты его раскряжевки и выдается задание исполнительным механизмам на осуществление раскряжевки по оптимальной программе.

Принципиальная возможность выявления закономерностей распространения сортообразующих признаков древесных стволов из различных типов леса доказана на массовых производственно-опытных раскряжевках, проведенных нами в сосняках левобережья Волго-Вятского района. Пробные площади были заложены в Волжском, Козиковском, Юринском леспромхозах комбината «Марилес»; в Верхошижемском, Кайском, Перервинском леспромхозах комбината «Кирлес» и Суводском учебно-опытном лесхозе; в Семеновском, Залесском и Воскресенском леспромхозах комбината «Горьклес». Всего было заложено 48 основных и 44 дополнительных пробных площадей и обследовано около 20 тыс. сосновых стволов и пней. Объектом изучения были взяты длина зон бессучковой, мертвых и живых сучков (в зависимости от типа ле-

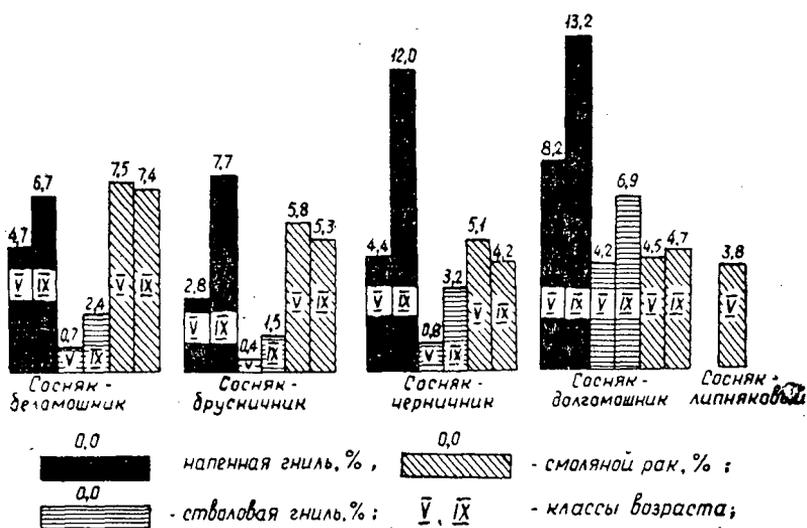


Рис. 4. Встречаемость важнейших пороков (в процентах) в насаждениях различных типов леса и возраста.

са и возраста), встречаемость, диаметр и длина напенной и стволовой гнилей, встречаемость и размеры других пороков (смоляного рака, кривизны, пасынка и т. д.).

Из приведенных исследований можно заключить, что длина бессучковой зоны у стволов сосны зависит от типа леса и возраста насаждений (рис. 1); коэффициенты корреляции между средними значениями длины бессучковой зоны по ступеням толщины равны 0,80—0,84 в сосняке-черничнике, 0,64—0,76 в брусничнике, 0,88—0,9 в долгомошнике, 0,79 — в липняковом; встречаемость напенных и стволовых гнилей зависит от типа леса (рис. 4); размеры гнилей зависят от возраста самой гнили, а не от возраста дерева. Существует зависимость длины гнили от размера гнили по диаметру бревна (рис. 2 и 3).

Приведенные материалы — иллюстрация реального существования и принципиальной возможности выявления закономерностей распространения сортообразующих пороков древесных стволов из насаждений различных типов леса и возраста, а также возможности использовать аналогичные данные, полученные в ходе массовых исследований условий роста и формирования различных пород, для повышения производительности и качества раскряжевочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Г. А. Вильке. О психологической нагрузке оператора раскряжевочного агрегата. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [2]. А. А. Кудинов. Определение критериев психологической нагрузки человека-оператора раскряжевочных агрегатов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [3]. Л. В. Леонов. О количестве информации, определяющей сучковатость хлыстов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966.

УДК 674.8 (470.23)

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

**О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ
ЛЕНИНГРАДСКОЙ, НОВГОРОДСКОЙ И ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ****Л. Б. ИВАНОВ**

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для малолесных районов, к которым относятся Ленинградская, Новгородская и Псковская области, при выборе направлений в использовании древесных отходов необходимо учитывать ряд обстоятельств. Заготовка леса в этих областях, достигшая по общему объему оптимальных размеров, неполностью обеспечивает потребность основных лесоперерабатывающих отраслей промышленности (лесопильной, целлюлозно-бумажной и фанерной) в деловой древесине, в результате чего значительное количество леса завозится из ресурсов других областей. В этих условиях рост потребности в продуктах из древесины наиболее эффективно может быть обеспечен путем расширения использования древесных отходов для производства древесностружечных и древесноволокнистых (твердых) плит, заменяющих в потреблении продукцию первичной обработки древесины — пиломатериалы и фанеру, а также путем прямой замены круглого леса древесными отходами для нужд целлюлозно-бумажной промышленности.

С учетом этого и была поставлена задача — изучить ресурсы древесных отходов, образующихся в отраслях первичной обработки и переработки древесного сырья.

Исследование проводили в несколько этапов. На первом были выявлены перспективные ресурсы древесных отходов по их видам. На следующем этапе выявлены экономически доступные ресурсы древесных отходов, то есть тех, затраты на сбор, транспортирование, подачу и переработку которых на целлюлозу, древесностружечные и древесноволокнистые плиты позволяют получить достаточный уровень прибыли при реализации готового продукта. Зависимости затрат на переработку отходов на целлюлозу и плиты от степени концентрации производства, а также себестоимости транспортирования древесных отходов на различные расстояния были найдены способом наименьших квадратов. Круг предприятий, подлежащих обследованию, был определен методом бесповторной типической выборки. Расчет себестоимости транспортирования древесных отходов на различные расстояния проводили по методике Гипролеспрома; при этом сравнивали различные варианты транспорта (автомобильного, железнодорожного и водного) при перевозке отходов в необработанном виде и в виде полуфабрикатов — тех-

нэлогической щепы. В результате были получены объемы экономически доступных ресурсов древесных отходов в расчете на 1970 г.

Одни и те же ресурсы отходов могут быть использованы для переработки их на целлюлозу или на древесные плиты, поэтому был найден оптимальный (применительно к условиям рассматриваемых областей) план переработки древесных отходов. Критерий оптимальности плана развития производств по переработке древесных отходов должен отражать максимально возможную экономию затрат общественно-необходимого труда. В связи с отсутствием в практике планирования синтетического показателя, характеризующего эти затраты, использованы показатели, в той или иной мере приближающиеся к отражению совокупных затрат труда: для характеристики текущих годовых затрат — себестоимость и капитальные вложения. План с минимальной себестоимостью, как правило, требует больших капитальных вложений. Поэтому необходимо капитальные затраты сводить к текущим по формуле приведенных затрат.

$$Z_i = C_i + EK_i.$$

Таким образом, для выбора оптимального плана промышленного использования древесных отходов в качестве определяющего критерия эффективности приняты суммарные приведенные затраты на производство совокупной продукции. Оптимальным считается вариант плана, дающий наименьшую сумму приведенных затрат. В математической форме критерий оптимальности выражается следующим образом:

$$F = \sum_{i=1}^n Z_i \cdot x_i \rightarrow \min,$$

где Z_i — приведенные затраты, связанные с производством единицы продукции по i -тому варианту;

x_i — искомые неизвестные, характеризующие объем производства i -той продукции.

На величину неизвестных были наложены ограничения снизу, численно равные потребности в i -той продукции на расчетный год*. В общем виде эти ограничения выражаются неравенством

$$x_i \geq A.$$

С другой стороны, в качестве ограничивающего фактора выступает объем экономически доступных ресурсов древесных отходов, которые могут быть использованы в производстве той или иной продукции.

В математической модели эти ограничения связаны с неизвестными посредством норм затрат сырья на единицу продукции по отдельным вариантам использования древесных отходов.

В общем виде это ограничение выражается равенством

$$\sum_i g_{ij} x_i = B,$$

где g_{ij} — норма расхода j -того ресурса по i -тому варианту;

B — экономически доступные ресурсы древесных отходов (1000 тыс. м³).

* Для целлюлозы в качестве ограничивающего фактора рассматривался объем запланированного на 1970 г. производства ее из древесных отходов.

Кроме того, было учтено ограничение объема экономически доступных ресурсов для производства древесноволокнистых плит.

В результате решения поставленной задачи получен оптимальный план использования древесных отходов. Наиболее экономичной является переработка отходов на целлюлозу. В расчете на 1970 г. на производство целлюлозы должно быть направлено 61,8% древесных отходов. Объемы производства стружечных и волокнистых плит должны быть ограничены потребностью в них на расчетный год. В эти производства должно быть направлено соответственно 21,6 и 16,6% экономически доступных ресурсов древесных отходов.

Для выявления оптимальной схемы распределения ресурсов древесных отходов и балансовой древесины по целлюлозно-бумажным предприятиям была поставлена и решена распределительным методом задача на минимум совокупных затрат по заготовке (выработке), транспортированию и переработке древесного сырья на целлюлозу.

В оптимальной схеме распределения все ресурсы древесных отходов, независимо от места их образования, направляются на один ЦБК. Это предприятие должно быть специализированным по переработке древесных отходов. Необходима реконструкция биржевого хозяйства для приема технологической щепы или кусковых отходов в их естественном виде. ЦБК должен быть переведен на работу с растворимыми основаниями (взамен кальциевого) в сульфитной варочной кислоте. Сумма годовой экономии по сравнению с существующим планом поставки и переработки балансового сырья на других комбинатах составит около 3,7 млн. руб. Предельная величина дополнительных капитальных вложений на реконструкцию ЦБК, на строительство сети рубительных центров и в сопряженные отрасли при нормативном сроке окупаемости капитальных вложений в 5 лет не должна превышать 18,5 млн. руб. Рекогносцировочными расчетами установлено, что этой суммы вполне достаточно для осуществления рекомендуемых мероприятий.

С переходом к массовому использованию древесных отходов в целлюлозно-бумажной промышленности должна быть значительно сокращена передача древесины из ресурсов других областей.

Поступила в редакцию
11 января 1967 г.

УДК 634.0.435

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УЩЕРБА ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ***В. А. МАКСИМОВ****В. В. ГАВРИЛОВ**

Инженеры

(Северо-Западное лесоустроительное предприятие «Леспроект»)

Согласно существующей методике, ущерб от лесных пожаров определяют один раз непосредственно после ликвидации пожара. Существующая методика, подвергающаяся в настоящее время серьезной критике, дает самые общие, подчас неправильные представления об истинной величине ущерба. Как правило, заниженные размеры убытков не позволяют экономически правильно подойти к обоснованию затрат на охрану лесов от пожаров.

Основной недостаток существующего метода заключается в неполном учете ущерба, а оценка убытков, нанесенных в результате повреждений или уничтожения ликвидной древесины, производится только по таксовой стоимости на корню в момент составления акта о пожаре, хотя и считается, что действующие таксы на отпуск леса в основных районах лесозаготовок настолько незначительны, что поистине имеют символическое значение.

Анализ учета ущерба от лесных пожаров показывает, что существующую методику («Инструкцию по охране лесов РСФСР от пожаров» 1962 г.) следует расширить и дополнить. По нашему мнению, оценка убытков должна производиться по натуральным и стоимостным показателям.

Расчет ущерба необходимо определять по трем основным разделам: I — ущерб, наносимый собственно лесному хозяйству; II — лесной промышленности; III — другим отраслям народного хозяйства.

При оценке ущерба значительную трудность представляет определение стоимостных показателей. Отсутствие стоимостной оценки насаждений всех групп возраста является сдерживающим началом к экономически обоснованному проектированию объема лесохозяйственных мероприятий, в том числе и мероприятий по охране лесов от пожаров. Поэтому рекомендации по стоимостному определению ущерба от лесных пожаров имеют некоторые условности, которые при установлении стоимостной оценки насаждений будут исключены.

Конкретное определение ущерба от лесных пожаров может быть произведено по предлагаемой схеме.

* Печатается в порядке обсуждения.

1. Ущерб, наносимый собственно лесному хозяйству

Для определения ущерба устанавливаются, прежде всего, натуральные показатели.

а) Величина поврежденной и погибшей древесины с указанием породного состава и возрастной структуры на момент ликвидации пожара. Запас определяется по формуле

$$M = M_1 - M_2, \quad (1)$$

где M — запас поврежденной и погибшей древесины;

M_1 — запас древесины на корню до пожара;

M_2 — запас сохранившейся древесины после пожара.

В случае полного повреждения насаждений огнем $M = M_1$.

б) Ожидаемое увеличение отпада поврежденной древесины на площадях, пройденных пожарами по годам (%), которое (при средней интенсивности пожара) может быть определено по табл. 1.

Таблица 1

Преобладающая порода	Ожидаемое увеличение (% к запасу) по годам после пожара			
	1	3	5	10
Сосна	3—10	10—15	15—25	25—40
Ель, пихта, береза, осина	15—20	20—80	80—100	100

Учету подлежат насаждения всех возрастных групп кроме молодняков, которые, как правило, погибают полностью.

Предлагаемые процентные придержки необходимо уточнять по каждому объекту, исходя из интенсивности повреждения огнем насаждений.

Для получения действительного запаса поврежденной и погибшей древесины к запасу, определенному на момент ликвидации пожара, добавляется запас ожидаемого отпада по годам через 1, 3, 5 и 10 лет после пожара.

в) Устанавливается площадь приспевающих и спелых насаждений, в которых уничтожен огнем подрост, что позволит найти потери прироста в период с момента назначения в рубку древостоя до облесения вырубki

$$M_p = S \cdot p \cdot A, \quad (2)$$

где M_p — величина прироста, потерянного в насаждении в результате повреждения подростa огнем;

S — площадь, пройденная пожаром;

p — средний прирост на 1 га насаждений, соответствующих возрасту подростa, уничтоженного огнем;

A — период времени с момента рубки насаждения до облесения вырубki (гари).

Для средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных насаждений стоимостная оценка ущерба может проводиться по таксовым ценам на древесину для каждого района с учетом возрастной структуры древостоев.

Для молодняков искусственного и естественного происхождения рекомендуется следующая их стоимостная оценка.

1. Уничтоженные пожаром молодняки естественного происхождения и подрост под пологом леса оценивают через величину затрат на 1 м³ прироста в год, который определяется делением всех лесохозяйственных затрат на общий прирост насаждений.

2. Лесные культуры оцениваются по фактической стоимости затрат до их смыкания, а в последующий период, после смыкания, как молодняки естественного происхождения.

Полученные суммарные результаты дают представление о величине убытков. Если часть поврежденной огнем древесины реализуется, то на эту сумму необходимо уменьшить принесенный ущерб.

Затраты на лесовосстановительные мероприятия на гарях находят по стоимости создания культур для данного конкретного района. Причем, учитывают площадь гарей, которые не могут быть успешно восстановлены естественным путем (по материалам анализа хода естественного возобновления).

В ущерб включают все расходы на создание культур до момента их смыкания.

На площадях с удовлетворительным ходом естественного возобновления ущерб определяется только как потеря прироста с момента пожара от возобновления гарей.

Убытки от повреждения огнем насаждений, ранее пройденных лесохозяйственными мероприятиями, находят по фактической стоимости. Подлежат учету погибшие от огня здания, сооружения, техника и т. д.

Ущерб от сокращения побочных пользований определяют, исходя из уменьшения объема пользования через прибыль от реализации заготовленных продуктов в сравнении со средними данными за последние 3—5 лет, а в случае повреждения сырьевой базы — через себестоимость возможных к заготовке продуктов, не поврежденных пожаром.

II. Ущерб, наносимый лесной промышленностью

При определении ущерба учитывают следующие показатели.

а) Убытки от сокращения запаса в эксплуатируемой части сырьевой базы. Величину ущерба определяют по формуле через стоимость затрат на создание мощностей лесозаготовительного предприятия в пересчете на 1 м³ эксплуатационного запаса сырьевой базы

$$P = M \cdot P_1,$$

где P — величина ущерба в стоимостном выражении;

M — эксплуатационный запас сгоревшей древесины;

P_1 — затраты на создание мощностей лесозаготовительного предприятия, которые не могут быть использованы при перебазировании в случае сокращения базы, в пересчете на 1 м³ древесины.

б) Убытки от уничтожения готовой продукции древесины складываются из фактических затрат на ее заготовку и потери прибыли от реализации заготовленной древесины.

в) Убытки от уничтожения различных инженерных сооружений и техники определяются по их фактической стоимости с учетом процента амортизации на дату пожара.

III. Ущерб, наносимый другим отраслям народного хозяйства

Урон, причиненный другим отраслям хозяйства, может быть определен по материалам учета их в каждой отрасли с добавлением расходов на тушение пожара.

По отраслям, непосредственно связанным с лесным хозяйством (пушные промыслы, кормовая база сельского хозяйства), убытки определяются по фактическим потерям и их стоимостной оценке. Например, после сильных лесных пожаров, в последующие два — три года пушной промысел сокращается на 30—50%, что приводит к значительным убыткам для народного хозяйства. Стоимость сгоревшего сена исчисляют по заготовительным ценам в районе.

В результате установления полной величины ущерба, причиненного лесными пожарами по каждому конкретному объекту, появляется возможность частичного пересмотра и ликвидации существующего несоответствия в затратах на организацию охраны лесов от пожаров и причиняемых ими убытков народному хозяйству.

Правильно определенный ущерб позволяет подойти к решению основной задачи лесного хозяйства — снижения горимости лесов и сокращения убытков от лесных пожаров путем осуществления комплекса экономически обоснованных противопожарных мероприятий.

Поступила в редакцию
20 октября 1966 г.

УДК 631.523 : 674.031.632.13

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

НОВЫЕ СПОСОБЫ ГИБРИДИЗАЦИИ БЕРЕЗЫ

С. Н. БАГАЕВ

Научный сотрудник

(Костромская лесная опытная станция)

Для березы, как и для других древесных пород с более длительным периодом созревания семян, обычно применяли способ гибридизации на растущих деревьях. Однако в селекционной практике его не всегда можно осуществить из-за известных трудностей подъема в крону растущего дерева. Для гибридизации ценных форм березы Костромской области мы проводили опыты по скрещиванию на сучьях в ручье и на сваленных деревьях. Эти способы значительно упрощают технику получения гибридных семян первого поколения. Ниже приведено описание опытных работ.

Гибридизация березы на сучьях в ручье

В момент сокодвижения были заготовлены ветви первого порядка длиной от 2 до 4 м и толщиной до 4 см с трех элитных деревьев узорчатой березы. В тот же день на них были удалены мужские сережки, а ветви с пространственной изоляцией поставлены в ручей.

Побеги, на которых женские цветы отсутствовали, удаляли в целях сохранения питательных веществ для последующего созревания гибридных семян. Опыление женских цветов производили пылью с различных деревьев узорчатой и капокорешковой березы (всего 175 сережек). Вскоре после скрещивания сережки стали быстро увеличиваться в размерах и к середине июля часть из них достигла фазы полного созревания, но из-за неблагоприятных климатических условий созревание семян протекало неравномерно. Одна ветвь небольшого размера (до 2 м) из-за недостатка питательных веществ усохла, а опыленные, уже нормально развитые сережки не достигли фазы созревания. С двух других ветвей производили сбор семян в два срока (12 и 18 июля). Часть сережек была собрана в зеленом состоянии, семена из них в дальнейшем оказались невсхожими. После сбора плоды просушивали и очищали от плодоножек, затем исследовали их посевные качества.

В августе гибридные семена были посеяны в ящики со смесью перегнойной земли и песка в соотношении 1:2. По данным осеннего учета, в ящиках насчитывали 2500 гибридных всходов с двумя и тремя развитыми листочками. К весне часть из них погибла от неоднократного выжимания.

Сохранившиеся всходы в мае были пикированы на грядки с легкосуглинистой почвой при размещении 5 × 20 см. В дальнейшем уход за ними заключался в трехкратной прополке и рыхлении. В первое время пикированные всходы укрывали сухим словым лапником и систематически поливали в дни, когда не было осадков.

Во всех вариантах опыления, где сережки были собраны в момент полного созревания, семена имели определенную всхожесть и дали нормально развитые растения. Более высокие посевные качества имели гибриды, полученные от отдельных скрещиваний узорчатой березы с капокорешковой и при опылении высокоствольной карельской березы смесью пыльцы ряда карельских деревьев. От этих же вариантов получены и более развитые всходы. Часть растений с резко выраженным гетерозисным ростом, превышающим в три раза средний, получена также от скрещивания двух элитных высокоствольных деревьев.

Таким образом, наши опыты по скрещиванию березы на срубленных сучьях в ручьях указывают на возможность использования данного способа гибридизации в целях получения семян с высокими наследственными качествами. Для этого необходимо использовать только большие ветви длиной не менее 3 м со значительным запасом

питательных веществ. Заготовку их следует проводить с ценных по наследственным свойствам маточных деревьев с освещенной части кроны, за несколько дней до скрещивания. Перед постановкой их в воду предварительно удаляют все мужские сережки, а в последующее время, в момент готовности женских сережек к опылению, — побегов, не имеющих женских сережек. В период созревания семян у сучьев периодически (2—3 раза) подновляют срезы.

Гибридизация березы на сваленном (приземленном) дереве

Для получения гибридных семян с нормальными посевными качествами были использованы сваленные без подруба (приземленные) деревья, с сохранением непрерывной части коры и луба, что давало возможность поддерживать надземную плодоносящую часть в жизнеспособном состоянии в течение продолжительного периода.

В первой декаде мая, за несколько дней до начала цветения березы, маточное дерево подготавливали к скрещиванию. Для этой цели было использовано молодое 20-летнее дерево бородавчатой березы. Его приземляли и закрепляли кольями так, чтобы нижние плодоносящие ветви кроны лежали на земле. С этой же целью место сруба дерева делали несколько выше принятого, на высоте 0,5—1,0 м от шейки корня. Нижние ветви без сережек обрубали вровень с поверхностью ствола. Остальную цветущую часть кроны дерева сохраняли полностью.

При подготовке дерева к принудительному опылению заблаговременно удаляли мужские сережки, а женские цветы изолировали пергаментными пакетами.

Сбор мужских сережек для получения пыльцы проводили в момент их набухания 7—8 мая со старых плюсовых деревьев карельской березы Судиславского заказника в Костромской области. Заготовленные сережки рассыпали тонким слоем и оставляли на дозревание. После открытия пыльников приступали к сбору пыльцы. Добытую легким встряхиванием сережек и очищенную от примесей пыльцу помещали в пакеты из пергаментной бумаги. Скрещивание проводили 10 мая в момент, когда женские сережки имели зеленовато-бурый оттенок и достигали размеров 1,5—2,0 см. Через неделю после опыления от них завязались нормальные сережки, которые стали быстро увеличиваться в размерах и к началу июня достигли нормальной величины. Сбор гибридных семян производили в несколько приемов, по мере их созревания, во второй половине июля. После просушивания и очищения от примесей были исследованы посевные качества семян Костромской контрольной станции лесных семян.

От опыления на сваленном дереве получены доброкачественные гибридные семена с нормальной всхожестью (17—24%) и энергией прорастания. Эти семена были использованы в 1963 г. при раннеосенних посевах в питомнике Костромского лесхоза. Всхожесть гибридных семян, полученных от опыления растущих деревьев карельской березы той же пыльцой, не превышала 13%. А смена свободного опыления на естественцо произрастающих плюсовых деревьях имели всхожесть в пределах 12—20%.

Сваленное маточное дерево дало нормальный прирост за вегетационный период и заложило большое количество цветочных сережек на следующий год.

Таким образом, способ гибридизации на сваленных без подруба деревьях с сохранением непрерывной части коры и луба может быть использован для получения гибридных семян тех пород, период созревания семян которых длится 2,5 и более месяцев.

Поступила в редакцию
27 февраля 1964 г.

УДК 634.0.232(23)

О РОСТЕ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА КАМЕНИСТЫХ РОССЫПЯХ В УСЛОВИЯХ КАРПАТ

Я. В. РОИК

Старший инженер лесохозяйственного отдела лесокомбината «Осмолода»

З. В. КОСТЮК

Лесничий Дарьевского лесничества лесокомбината «Осмолода»

Авторы ставили своей целью изучить ход роста отдельных древесных пород, произрастающих на каменистых россыпях, с тем, чтобы рекомендовать производству самые эффективные и быстрорастущие.

Исследования проводили в Дарьевском и Ангеловском лесничествах лесокомбината «Осмолода» в насаждениях, произрастающих в одинаковых условиях (каменистые россыпи). Брли средние модельные деревья и затем материалы обрабатывали камеральным способом.

Участок сохранившегося древостоя в Дарьевском лесничестве находится в квартале 31, литер 3б, площадь 0,8 га, возраст 80 лет, расположен на склоне юго-западной экспозиции крутизной 26°, высота над уровнем моря 1100 м, типы условий местопроизрастания В₃—Е, тип леса — влажная карпатская чистая еловая суборь. В травяном покрове осока заячья (*Carex leporina* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), щитовник остролистый (*Dryopteris spinulosa* (Müll) Ktze.).

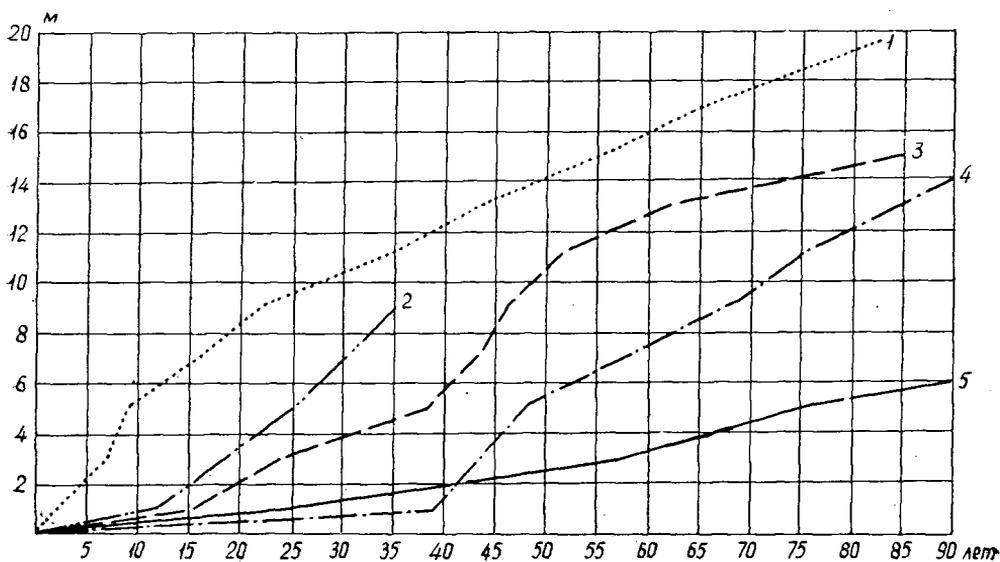


Рис. 1.

1 — клен-явор; — пихта белая; 3 — сосна обыкновенная;
— ель обыкновенная; — кедр европейский.

Участок в Ангеловском лесничестве находится в квартале 35, литер 5, площадь 6,8 га, расположен на южном склоне крутизной 25°, тип условий местопроизрастания — В₃, тип леса — влажная карпатская елово-сосновая субурь, высота над уровнем моря 1000 м. В травяном покрове черника (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), лесной мох (*Pleurozium Schreberi* (Willd.) Mitt.).

В настоящее время этот участок, представляющий собой известный научный интерес, выделен под заповедник.

На участке № 1 были взяты модельные деревья ели обыкновенной (*Picea excelsa* Link.), пихты белой (*Abies alba* Mill.), клена-явора (*Acer pseudoplatanus* L.) и кедра европейского (*Pinus cembra* L.). На участке № 2 было взято среднее модельное дерево сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.).

При обработке модельных деревьев было установлено, что лучшим ростом в высоту отличаются явор и сосна обыкновенная. В возрасте 85 лет явор достиг высоты 20 м, а сосна обыкновенная в 80 лет — 14,8 м. Пихта белая в возрасте 35 лет имела высоту 9 м, клен-явор в 35 лет — 11,3 м.

У других пород приросты в высоту незначительны, а в отдельных случаях низки. Так, кедр европейский в возрасте 90 лет достиг высоты 6,2 м. И если ель обыкновенная, начиная с 10-летнего возраста, в нормальных условиях дает максимальный прирост, достигающий 80 см и более, то на каменистых россыпях максимальный прирост наблюдается с 40 лет, что связано со специфическими условиями местопроизрастания. На рис. 1 показан ход роста в высоту отдельных пород.

Анализ показывает, что наиболее интенсивный прирост по диаметру наблюдается у пихты белой, сосны обыкновенной и ели обыкновенной. Так, пихта белая в 20 лет достигла толщины 15 см, сосна обыкновенная в 80 лет — 16,8 см, ель обыкновенная в 80 лет — 19 см, клен-явор в 85 лет — 16 см, кедр европейский в 90 лет — 17 см. Ход роста всех пород по диаметру изображен на рис. 2.

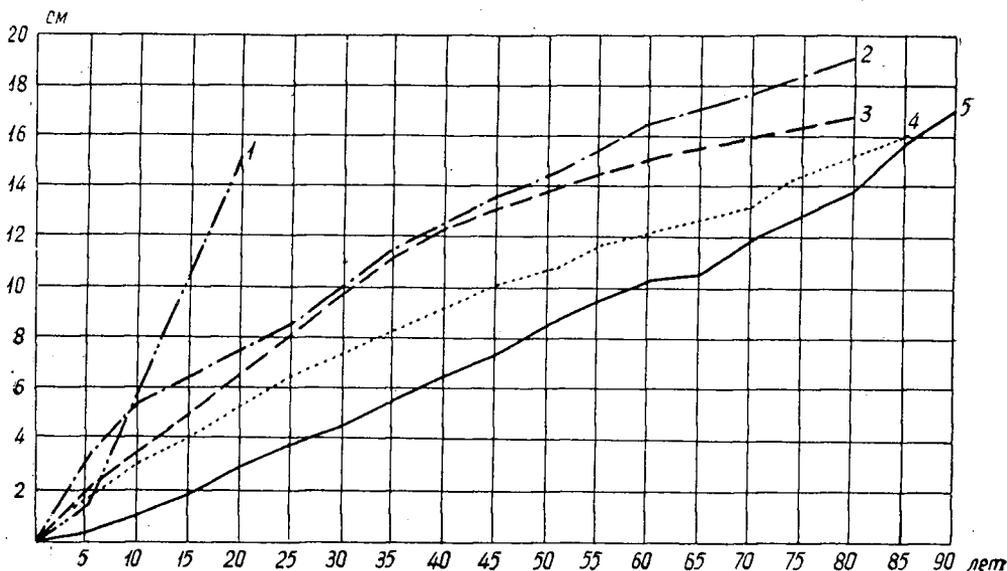


Рис. 2.

1 — пихта белая; 2 — ель обыкновенная; 3 — сосна обыкновенная;
4 — клен-явор; 5 — кедр европейский.

Как видно из приведенных данных, для создания лесных культур на каменистых россыпях в условиях Карпат целесообразно рекомендовать в зависимости от условий местопроизрастания и типа леса следующие породы: клен-явор, пихту белую, сосну обыкновенную и ель обыкновенную. При этом вопрос о вводе в состав лесных культур той или другой породы следует решать практически, исходя из конкретных условий данной местности (высоты над уровнем моря, экспозиции, уклона и т. п.).

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Центральный и Карельский областные комитеты профсоюзов рабочих лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности, Министерство лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности, центральное и Карельское правления НТО лесной промышленности и лесного хозяйства, а также Карельское областное правление НТО деревообрабатывающей промышленности провели в Петрозаводске 14—16 июля 1966 г. Всесоюзное совещание «О соответствии требованиям техники безопасности и производственной санитарии конструкций машин, механизмов и оборудования для лесной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства».

В работе совещания приняли участие свыше 300 специалистов, представляющих предприятия лесозаготовительной, деревообрабатывающей, лесопильной промышленности и лесного хозяйства, а также сотрудники НИИ. На пленарном заседании с докладом по основному вопросу выступил председатель ЦК профсоюзов рабочих лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности тов. С. А. Шалаев. Затем были заслушаны доклады: «Основные принципы конструирования машин для лесной промышленности с учетом требований безопасности и гигиены труда», «Основные требования техники безопасности и производственной санитарии при создании машин и оборудования для выполнения лесосплавных и лесоперевалочных работ», «Основные требования техники безопасности, производственной санитарии и эстетики при конструировании лесохозяйственных машин», «Оградительная техника машин и механизмов в лесопильном производстве, с точки зрения соответствия требованиям охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии и пути ее улучшения».

Совещание отметило, что за последние годы лесная, деревообрабатывающая промышленность и лесное хозяйство Советского Союза, как и другие отрасли народного хозяйства, в значительной степени повысили свою оснащенность

техническими средствами. Но при использовании имеющейся у нас техники все еще много ручного труда. В практике работы отдельных институтов, конструкторских бюро, заводов имеют место случаи, когда при создании машин не учитывают требования техники безопасности и производственной санитарии. В результате этого допускаются недостатки, которые являются одной из причин производственного травматизма и заболеваемости.

Для повышения уровня механизации труда, снижения производственного травматизма, а также для устранения недостатков по технике безопасности в серийно выпускаемых и вновь создаваемых машинах и оборудовании для лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве Всесоюзное совещание рекомендовало следующее: обеспечить строгое выполнение правил и норм техники безопасности и производственной санитарии при проектировании и выпуске машин; изыскивать более современные средства защиты работников от воздействия вредных производственных факторов, предусматривать надежные предохранительные и защитные устройства, блокировку и сигнальную аппаратуру автоматического действия; прекратить изготовление цепных колунов марки КЦ и организовать массовый выпуск гидравлических колунов для расколки дров; начиная с 1967 г. организовать выпуск дистанционных устройств для управления шпалостанками ЦДТ-4 и бревнотасками.

В течение 1967 и 1968 гг. переоборудовать эти механизмы на дистанционное управление.

В ближайшие два года на всех раскряжевочных площадках нижних складов установить растаскиватели хлыстов; все действующие консольно-козловые краны на нижних складах перевести на троллейное электропитание. Начиная с 1967 г., краны ККУ, поступающие в предприятия лесной промышленности, должны быть оборудованы устройствами для троллейного электропитания. В течение 1967—1968 гг. на штабелевке и

погрузке леса кранами ККУ внедрить грейферные и торцовые захваты.

Начиная с 1967 г. организовать массовый выпуск автоматических захватов (конструкция ЦНИИМОДА) для оснащения кранов, используемых при формировании и разборке штабелей круглого леса; предприятиям деревообрабатывающей промышленности поставлять лебедки с комплектом саморасцепляющихся строп, а ребровые, реечные, торцовочные станки, дробилки и рубильные машины оборудовать тормозными устройствами. В течение 1967—1968 гг. находящиеся в эксплуатации деревообрабатывающие станки перевести с ручной подачи на механическую; организовать массовый выпуск автоматических захватов для оснащения кранов, занятых на укладке и разборке пакетных штабелей пиломатериалов.

Первостепенными задачами научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и заводов-изготовителей считать разрешение следующих технических проблем: механизация сбора шишек и плодов с растущих деревьев и исключение из употребления опасных по технике безопасности лазов и других приспособлений, используемых при поднятии человека на дерево для ручного сбора шишек; создание агрегатных машин или комбайнов для комплексной механизации рабочих операций по корчевке пней, подготовке почвы, автоматической посадке семян и последующих уходов за культурами; создание лесопосадочной машины с автоматической посадкой семян по пластикам на заболоченных и избыточно увлажненных почвах лесотаежной зоны.

При разработке конструкций кабин для работы в лесных условиях предусматривать создание искусственного микроклимата в кабине, удобных сидений, ограждений для безопасной работы в лесу, а также снижение шумов и вибраций до допустимых норм. Для трелевки древесины при рубках ухода и постепенных рубках создать высокопроизводительные приспособления и легкие чокеры при работе с узкогабаритным лесохозяйственным трактором Т-45Л. Для обрубки сучьев сконструировать легкий переносный инструмент, обеспечивающий безопасный труд. Разработать наиболее прогрессивные технические средства для механизации и химизации работ по уходу за лесом с полной изоляцией рабочего от ядохимикатов и вредных веществ. Разработать прогрессивные технологические карты лесохозяйственного производства и новую систему машин, обеспечивающих значительное сокращение типа конструктивных модификаций существующего машинного парка.

Совещание рекомендовало Государственному Комитету лесного хозяйства Совета Министров СССР возглавить организацию и проведение государственных испытаний и постановку на производство новой лесохозяйственной техники. В ходе обсуждения были высказаны следующие пожелания: создать лабораторию техники безопасности при головном институте лесного хозяйства (ВНИИЛМ), поручить ВНИИЛМу в 1967 г. разработать и утвердить нормативы по технике безопасности и производственной санитарии для лесохозяйственных машин и оборудования.

В. Е. Богданов.

Главный механик

(Пудожский леспромхоз).

И. Ф. Коперин.

Инженер

(Онежский тракторный завод).

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЭКОНОМИКЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

5—7 октября 1966 г. в Воронежском лесотехническом институте состоялась Всесоюзная межвузовская научная конференция по экономике лесного хозяйства. Конференция собрала более 250 участников, представлявших все лесотехнические вузы, ряд научно-исследовательских институтов, министерства, ведомства, производственные организации. Участвовали в обсуждении экономических вопросов ученые социалистических стран: Т. Моленда (Польша), Э. Громада (ЧССР) и Е. Энгельгардт (ГДР).

На пленарных заседаниях 5 и 7 октября были заслушаны доклады П. В. Васильева — «Развитие экономики лесного хозяйства как науки»; А. А. Цымека — «Действие экономических законов социализма в лесном хозяйстве»; И. В. Воронина — «Показатели комплексной продуктивности лесного хозяйства»; Э. Громады — «Продукция лесного хозяйства и ее основные показатели»; Т. С. Лобовикова — «Лес как экономическое понятие»; Е. Энгельгардта — «Проблемы новой экономической системы планирования и руководства лесным хозяйством в ГДР»; Е. Я. Судачкова — «Продуктивность лесных угодий и насаждений»; А. А. Сенкевича — «Народнохозяйственная эффективность защитного лесоразведения»; Т. Моленды — «Макроэкономика лесного хозяйства как учение»; П. Ф. Королева — «О внедрении новой системы планирования и экономического стимулирования в лесное хозяйство Украинской ССР»; К. Е. Никитина — «Опыт применения математических методов и ЭЦВМ для определения возрастов технической спелости»; Т. А. Кисловой — «Перспектива применения математических методов в лесном хозяйстве»; Л. К. Зайцева — «Статистические модели в экономике лесозаготовок».

На второй день работы конференции, 6 октября, происходили заседания трех секций по темам: 1. «Развитие лесного хозяйства СССР за период советской власти» с докладами И. В. Воронина, Г. Н. Гигаури, Н. И. Воронца, М. М. Трубникова, Б. А. Мякина, А. А. Панова, П. И. Войчала, В. П. Смородина,

Е. В. Полянского, Г. Ф. Горбачева, Л. А. Истомина, В. А. Арещенко; 2. «Продукция лесного хозяйства и ее учет» с докладами К. М. Таргамадзе, Т. А. Кисловой, И. В. Туркевича, В. Л. Джиковича, О. Н. Анцукевича, А. Д. Янушко, П. Я. Островского, В. А. Казаковой, Р. А. Урванова, Л. А. Коробиевского и С. А. Бредихина; 3. «Экономическая эффективность лесохозяйственных мероприятий» с докладами Л. И. Ильева, А. И. Котова, П. В. Малочки, Н. М. Гвоздева, Т. А. Мальгиной, Н. А. Моисеева, Т. А. Куликова, Ю. Л. Кирюкова и А. Ф. Елизарова.

В обсуждении докладов приняли участие начальник технического отдела Минлесхоза РСФСР Н. П. Граве, В. К. Захаров, М. М. Вересин и др. Ораторы внесли ряд важных дополнений и предложений, направленных на быстрее развитие экономики лесного хозяйства.

В принятом решении участники конференции с удовлетворением констатировали оформление экономики лесного хозяйства и особо отметили значительное расширение работы по лесоэкономическим проблемам в лесотехнических вузах (Ленинградская лесотехническая академия, Воронежский, Львовский, Архангельский, Уральский лесотехнические институты, лесной факультет Украинской СХА и др.).

Считая первоочередной задачей лесоэкономистов углубленное изучение проблемы развития и укрепления стоимостных отношений в лесном хозяйстве и разработку рекомендаций по усилению действия экономических рычагов, совершенствования методов проектирования, планирования и учета, внедрению хозяйственного расчета, методов стимулирования производства и материального поощрения его работников, конференция в числе конкретных задач рекомендует следующее.

1. Внести в систему планирования и финансирования лесхозов улучшения, предложенные Воронежским ЛТИ и Минлесхозом УССР.

2. При создании лесных культур считать законченной продукцией площади,

доведенные до стадии смыкания крон; на этой базе строить хозрасчетную организацию лесокультурных работ (по нормативным данным — МЛХ УССР, ЛТА, ВЛТИ, украинские научные организации).

3. В перспективном планировании и при оценке эффективности лесохозяйственных мероприятий использовать: условно-натуральные измерители массы древесины (Институт леса СО АН СССР); систему показателей валовой и эффективной продуктивности лесов и методику их проектирования (сектор лесных ресурсов СОПС Госплана СССР); методику пофазного определения себестоимости лесовыращивания (ВЛТИ); методику эффективности агролесомелиоративных насаждений в экономике колхозов и совхозов (ВНИАЛМИ).

4. Внедрить для использования предложениями лесного хозяйства предложения о дифференциации цен на лесные семена и пересмотре районирования семенозаготовок (Архангельский ЛТИ).

5. Включить в планы развития лесного хозяйства планы развития НОТ и культурно-технического роста работников предприятий (по методикам Воронежского и Поволжского ЛТИ и БелНИИЛХа).

6. Считать целесообразным внедрить стоимостную единицу лесов и фондирование их реальной стоимости в составе национального имущества (методика Воронежского ЛТИ, Украинской СХА, Института леса и древесины СО АН СССР, Ленинградской ЛТА и Львовско-го ЛТИ).

7. Считать экономически обоснованным построение лесных такс по принципу возмещения реальной стоимости вырубемого леса.

8. Шире практиковать экспериментальную проверку рекомендуемых меро-

приятий, новой техники и технологии с доведением исследований до определения стоимостных показателей лесохозяйственного производства с учетом фактора времени.

9. Совершенствовать лесоустроительное проектирование, в том числе на более длительные периоды (20—40 лет).

Конференция обратила внимание ученых-лесоэкономистов на необходимость решения следующих проблемных вопросов: 1) оценка народнохозяйственной эффективности осуществленных в лесном хозяйстве СССР мероприятий и вложений; 2) методика всестороннего анализа финансов лесного хозяйства как отрасли народного хозяйства; 3) проблемы лесного хозяйства будущего; 4) исследование методических проблем и практических вопросов ценообразования в лесном хозяйстве; 5) исследование экономических основ и методика обоснования расчетов пользования лесом; 6) изучение экономических проблем выборочного хозяйства в лесах СССР; 7) всестороннее исследование эффективности защитного лесоразведения; 8) разработка вопросов экономического обоснования современного лесного законодательства и правового закрепления его прогрессивных форм и экономических отношений; 9) разработка методов сетевого планирования и управления производством в лесном хозяйстве.

Единодушным мнением всех участников конференции было признание ее важности и своевременности. Отмечена была большая заслуга Воронежского ЛТИ как организатора конференции, и было выражено общее пожелание дальнейшего плодотворного развития лесоэкономических исследований и внедрения их в хозяйство.

П. И. Войчаль.

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

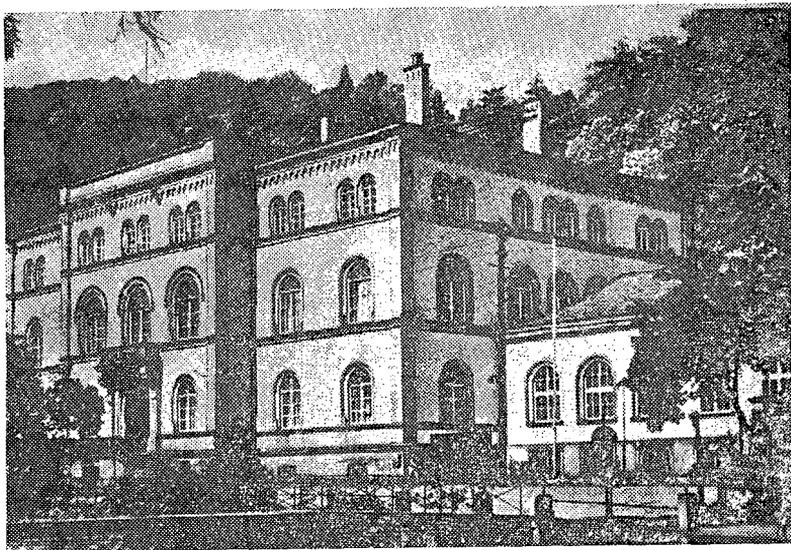
(Архангельский лесотехнический институт).

ЗА РУБЕЖОМ

150-ЛЕТИЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ФАКУЛЬТЕТА
В г. ТАРАНДТЕ (ГДР) **И. С. МЕЛЕХОВ*

Академик ВАСХНИЛ

В октябре 1966 г. лесохозяйственный факультет Дрезденского Технического университета — преемник б. Тарандтской лесной академии — праздновал свое 150-летие. Он является вторым по давности очагом высшего лесного образования в мире после лесохозяйственного факультета Ленинградской лесотехнической академии, которому в 1966 г. исполнилось 163 года. Тарандтская лесная академия была основана в 1816 г. известным лесоводом Генрихом Котта. С лесной академией в Тарандте тесно связаны также вошедшие в историю лесной науки имена Пресслера, Юдейха и ряда других выдающихся деятелей.



Главное здание б. Тарандтской лесной академии.
Теперь в этом здании помещается деканат лесохозяйственного факультета и библиотека.

До 1900 г. Тарандтская академия была ведущей высшей лесной школой в Германии, уступив затем Эберсвальдской лесной академии.

Тарандт — небольшой городок, расположенный в горном районе неподалеку от Дрездена. Его с полным основанием называют «лесным городом» («Forst Stadt»): 150-летнее пребывание лесного учебного заведения наложило на него неизгладимый «лесной» отпечаток. На его территории расположен ряд зданий, занятых институтами (в нашем понимании кафедрами) лесоводства, почвоведения, ботаники, лесной экономики, деканатом, библиотекой и др. Большую территорию занимает ботанический сад. В

настоящее время Тарандтский лесохозяйственный факультет является центром высшего лесохозяйственного образования в ГДР. В Эберсвальде же расположен расширившийся за последние годы научно-исследовательский институт лесного хозяйства, тесно связанный с Академией сельскохозяйственных наук ГДР.

Празднование 150-летнего юбилея в Тарандте прошло торжественно и деловито. В торжествах приняли участие не только лесоводы ГДР, но и зарубежные гости, в том числе из Австрии, Болгарии, Венгрии, Демократической республики Вьетнам, Польши, Чехословакии, Швеции, Финляндии, ФРГ, Советского Союза.

Наиболее многочисленными были делегации Чехословакии, ФРГ и Польши. Было получено много приветственных адресов, поздравительных писем и телеграмм, в том числе от лесотехнических вузов, научно-исследовательских институтов и отдельных ученых нашей страны.

Автору этих строк двелось приветствовать юбиляра в лице декана факультета проф. Метте и представителей Министерства высшего образования ГДР, от Московского лесотехнического института, а также передать добрые пожелания от Ленинградской лесотехнической академии и других лесных вузов Советского Союза.

С Ленинградской академией Тарандтская академия связана давними узами. Большой интерес, вызвала фотокопия теплого приветственного адреса, посланного Тарандтской лесной академией С.-Петербургскому лесному институту в 1903 г. по случаю его 100-летия. (Между прочим, на этот факт обратил внимание многих участников проф. Бухгольц из ФРГ.) Профессор и директор Тарандтской академии Фридрих Юдейх в конце прошлого столетия был избран почетным членом С.-Петербургского лесного института. По этому поводу уместно привести выдержку из книги «Исторический очерк развития С.-Петербургского лесного института (1803—1903)», написанной профессорами П. Н. Вереха и М. М. Орловым и изданной в Петербурге в 1903 г.: «Желая почтить деятельность выдающихся лесоводов, Лесной институт избрал в разное время в течение двадцати двух лет трех почетных членов: Ф. К. Арнольда, Варгаса де Бедемара и Юдейха».

О проф. Юдейхе в этой книге было сказано, что «ученые труды и педагогическая деятельность...» снискала ему всеобщую известность; его сочинение «Лесоустройство» признано классическим, было переведено на русский язык, служило и служит пособием для всех изучающих лесоустройство».

Традиционные связи лесных учебных заведений и научных учреждений наших стран следовало бы укреплять и расширять.

Советские лесоводы проявляют большой интерес к трудам своих немецких коллег. Мы высоко ценим работы современных профессоров факультета в Тарандте — Бланкмайстера, Кинитца, Янеля, Метте, Фидлера и других, в том числе молодых ученых, уже хорошо проявивших себя на научном поприще.

Во время торжеств были награждения юбилейными медалями им. Котты. Можно выразить удовлетворение, что в числе награжденных были и два советских лесовода, (А. В. Малиновский и М. Д. Дашкевич), которые в 1945 г., по окончании военных действий, осуществили ряд мер по восстановлению, налаживанию и организации лесных учебных и научно-исследовательских учреждений в ГДР, в том числе и в Тарандте.

Деловая часть юбилея состояла в проведении научной сессии и экскурсий в лес. Большая часть научных докладов была представлена учеными Тарандта и Эберсвальде (в Эберсвальде находится крупный научно-исследовательский институт лесного хозяйства), из других мест ГДР, а также из-за рубежа.

Доклады касались разных лесоводственно-биологических и технических, а также лесозономических проблем.

Небезынтересно отметить, что популярная некогда формула немецкого лесовода в отношении рубок ухода: «Рано, умеренно, часто» — подтверждается в настоящее время в ГДР (как и в ряде других стран) коренному пересмотру. Наиболее категорично это прозвучало в докладе проф. Вагенкнехта (Эберсвальде), выступившего за более интенсивную выборку деревьев при минимальном числе приходов с рубкой ухода. Большое внимание в настоящее время уделяется применению минеральных удобрений в лесном хозяйстве и другим вопросам, связанным с задачей повышения продуктивности лесов. Повышение продуктивности лесов становится важнейшей проблемой современного лесоводства. Этой теме был посвящен и доклад автора.

На экскурсиях участники познакомились с горными лесами Саксонии, опытом ведения хозяйства в них, а также с научными экспериментами. Большое внимание при этом было уделено вопросам возобновления ели и ухода за ней, вопросам прироста и проведения рубок. Большая часть осмотренных лесов представляет собой искусственно созданные еловые насаждения. Характерной особенностью их является слабая выраженность мохового покрова и сильное разрастание, особенно в более или менее освещенных местах, луговика извилистого *Deschampsia flexuosa*.

Пользуясь случаем, автор выражает благодарность немецким коллегам — хозяевам Тарандта за гостеприимство.

ЮБИЛЕИ

**К 60-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
доцента Н. В. НИКИТИНА**

2 марта 1967 г. общественность Архангельского ордена Трудового Красного Знамени лесотехнического института им. В. В. Куйбышева тепло отметила 60 лет со дня рождения и 40 лет производственной, научно-педагогической и общественной деятельности Николая Васильевича Никитина.

Трудовую деятельность Н. В. Никитин начал рабочим на Архангельских лесозаводах. Из рабочей среды его командируют в Москву, на курсы при Высшем Совете народного хозяйства РСФСР. Вернувшись в Архангельск, Николай Васильевич возглавляет отдел организации производства и технического нормирования на лесозаводе № 3 (ныне ордена Ленина лесопильный комбинат им. В. И. Ленина) и одновременно продолжает общее образование по вечерней системе. С открытием в 1929 г. Архангельского лесотехнического института Н. В. Никитин командировается сначала на курсы для окончания среднего образования при рабфаке, а затем поступает на инженерно-экономический факультет института.

Как способного студента, уже хорошо знакомого с организацией лесопильного производства, его оставляют в аспирантуре, которая завершается в 1937 г. успешной защитой диссертации. В том же году Н. В. Никитину присваивают ученое звание доцента. С 1937 г. по 1941 г. Н. В. Никитин — заместитель директора по научно-учебной части Промакадемии им. В. В. Куйбышева и одновременно заведующий кафедрой экономики и организации производства.



С апреля 1941 г. и по настоящее время Николай Васильевич бесценно возглавляет кафедру экономики и организации лесной промышленности и лесного хозяйства АЛТИ. В течение 10 лет (1956—1966 гг.) Н. В. Никитин работал проректором АЛТИ по научной работе.

Вся научная и педагогическая деятельность Н. В. Никитина связана с лесопильно-деревообрабатывающей промышленностью. Его перу принадлежит свыше 30 опубликованных работ по актуальным вопросам использования древесины и отходов, по резервам производства и управлению, производственным мощностям, себестоимости лесопроизводства и т. д. Книга «Резервы увеличения производительности лесопильных заводов» издана в Чехословакии.

За заслуги в деле подготовки кадров для лесной промышленности и развития лесозащитной науки Николай Васильевич награжден орденами Трудового Красного Знамени и «Знак почета» и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.». Н. В. Никитин принимает активное участие в общественной жизни института и за его пределами, являясь членом редакционной коллегии «Лесного журнала», членом техника-экономического Совета Министров высшего и среднего специального образования РСФСР и т. д.

Специалисты лесной промышленности, друзья и товарищи, отмечая юбилей Николая Васильевича, желают ему доброго здоровья, счастья и долгих лет плодотворной работы.

А. А. Панов.

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

Е. С. Романов.

*Доцент, кандидат экономических наук
(Архангельский лесотехнический институт).*

СОДЕРЖАНИЕ

П. И. Войчалъ. Важнейшее постановление о борьбе с эрозией	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Б. Д. Жилкин. Повышение продуктивности лесов междурядной культурой многолетнего люпина многолистного	4
П. С. Нартов, С. С. Литвинков. Влияние сложного движения рабочих органов лесных дисковых орудий на характер перемещения почвенной массы	10
Н. Р. Письменный. Некоторые особенности распространения пузырчатой ржавчины сосны веймутовой	20
А. Ф. Черкасов. Текущий прирост по объему в порослевых дубравах	23
Е. И. Успенский. Корневые системы елового подроста разной жизнеспособности	27
В. А. Олисаев. Классификация деревьев в сложных разновозрастных насаждениях	31
А. Н. Сметанин. Потери прироста в сосняках Курганской области, поврежденных сосновой пяденицей	34
Н. А. Кохно. О взаимовлиянии древесных пород в искусственных насаждениях лесостепи и степи Украины	40
А. В. Топкасов. О накоплении зеленой массы в сосняках	45
А. М. Гусейнов, Л. А. Гусейнова. Влияние густоты насаждений на рост дуба каштанолистного в позахватных полосах на орошаемых землях в Азербайджане	49

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Э. П. Лицман. Исследование барабанных рубительных машин	53
М. Я. Гурьянов. Результаты испытания сучкорезного станка УРС-4 ПЛТИ	64
А. Ф. Дмитриев. К вопросу о режиме потока в нижнем бьефе лесосплавных плотин	69
А. В. Жуков. Исследование динамики автопоезда для перевозки тяжелого лесозаготовительного оборудования	73
Н. П. Коваленко, Н. Ф. Бондаренко. Повышение эффективности вертикальных песчаных дрен в торфяных грунтах с помощью электроосмоса	79
В. А. Мехренцев. Вопросы аналитического исследования работы роторных окорочных станков	86
А. А. Гловацкий. О более полном использовании осинового сырья	94

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Д. Любославский. Настройка станка СвПА на длину гнезда	96
И. И. Шапиро. Эксплуатационные показатели червячных передач с венцами из прессованной древесины	103
Р. Ш. Бакиев. К вопросу вибрационного резания древесины	108
М. Е. Мельникова, В. Н. Петри. Лигноуглеводные древесные пластики из лиственничной стружки без добавления связующего	111
В. П. Гриньков. Пути снижения шума, создаваемого при работе дисковых пил	116
Э. К. Чурикова. Сравнительная стойкость древесин тополей к грибу <i>Coniophora cerebella</i> Schr.	120
О. И. Полубояринов. Определение объемного веса древесины методом погружения в воду	123

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Ю. Н. Непенин, А. Д. Буевская, Р. А. Нарницкая. Стабильность сульфитной варочной кислоты, содержащей растворимые основания	125
--	-----

В. Н. Козлов, Н. П. Кожевников. Нагрев древесины и прокаливание угля в циркуляционных печах непрерывного действия с внутренним обогревом	130
Е. В. Ушкова, С. Я. Коротов. Изменение поверхности смолистых веществ на волокнистой массе, полученной размолом пневого осмола, во время экстракции	136
О. М. Соколов, Б. Д. Богомолов. Определение молекулярных весов сульфатных и натронных лигнинов методом неустановившегося равновесия на ультрацентрифуге	140
И. И. Бардышев, В. В. Базыльчик, С. В. Чудинов. Получение инсектицидов из сухоперегонного скипидара	145
В. М. Никитин. Об активировании некоторых реакций лигнина кислотами	148

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Л. В. Леонов. Экспериментальная проверка психологической загрузки оператора раскряжевочного агрегата	152
М. А. Венценовцева. Закономерности распространения пороков древесины в сосняках	156

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Л. Б. Иванов. О выборе оптимального плана использования древесных отходов в условиях Ленинградской, Новгородской и Псковской областей	153
В. А. Максимов, В. В. Гаврилов. Определение величины ущерба от лесных пожаров	161

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. Н. Багаев. Новые способы гибридизации березы	165
Я. В. Ронк, З. В. Костюк. О росте древесных пород на каменистых россыпях в условиях Карпат	167

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

В. Е. Богданов, И. Ф. Коперин. Всесоюзное совещание по охране труда	169
П. И. Войчалъ. Конференция по экономике лесного хозяйства	171

ЗА РУБЕЖОМ

И. С. Мелехов. 150-летие лесохозяйственного факультета в г. Тарандте (ГДР)	173
--	-----

ЮБИЛЕИ

А. А. Панов, Е. С. Романов. К 60-летию со дня рождения доцента Н. В. Никитина	175
---	-----

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ.

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3.

(Год издания десятый).

Таблица 1

Низкокачественные сортименты	Распределение массы раскряжеванных хлыстов по группам диаметров																Итого			
	до 13 см		14—20 см		21—24 см		25—28 см		29—32 см		33—36 см		37—40 см		41 см и выше		м ³	%		
	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%				
I. Дрова																				
по сучьям, без гнили																				
м ³	0,293	2	7,78	43	4,633	26	3,86	21	1,48	8	—	—	—	—	—	—	—	—	18,046	100
%	50		33		15		9		3		—	—	—	—	—	—	—	—	9	
с гнилью до ½ диаметра																				
м ³	0,298	0,6	6,148	12	8,124	16	11,28	22,4	12,106	24	4,82	10	5,05	10	2,51	5			50,336	100
%	50		26		27		27		28		17		25		13				24	
½—⅔ диаметра																				
м ³	—	—	6,531	6	12,718	12	27,415	19	26,459	24	20,22	18	11,63	10	12,31	11			111,283	100
%	—	—	28		42		51		60		72		57		62				53	
⅔—¾ диаметра																				
м ³	—	—	1,48	6	3,875	16	4,099	17	3,524	15	2,93	12	3,71	16	4,26	18			23,878	100
%	—	—	7		12		10		8		10		18		22				11	
¾ диаметра и выше																				
м ³	—	—	1,33	26	1,202	24	0,965	19	0,46	9	0,40	8	—	—	0,71	14			5,072	100
%	—	—	6		4		3		1		1		—	—	3				3	
Итого																				
м ³	0,591	0,3	23,274	11	30,552	15	41,62	20	44,029	21	28,37	14	20,39	10	19,79	9,7			208,615	100
%	100		100		100		100		100		100		100		100				63	
II. Тарный кряж																				
Кряжи без гнили	—	—	1,21	—	4,396	—	8,95	—	7,064	—	4,91	—	4,00	—	3,02	—			33,55	—
с гнилью до ½ диаметра	—	—	0,925	—	3,675	—	11,956	—	9,695	—	8,13	—	9,68	—	6,25	—			50,311	—
Кряжи с гнилью ½—⅔ диаметра	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8	—	2,82	—			3,62	—
Итого																				
м ³			2,135		8,071		20,906		16,759		13,04		14,48		12,09				87,481	26
III. Спичечный кряж																				
Кряжи без гнили	—	—	0,278	—	1,283	—	19,2	—	3,466	—	5,04	—	4,69	—	5,83	—			21,907	—
с гнилью до ½ диаметра	—	—	—	—	0,237	—	1,735	—	2,189	—	3,21	—	2,33	—	4,12	—			13,821	—
Итого																				
м ³	—	—	0,278		1,52		3,656		5,655		8,25		7,02		9,95				35,728	11
Всего	0,591	0,2	25,687	7,7	40,143	12,1	66,181	20,0	66,443	20,0	49,66	15,0	41,89	12,6	41,23	12,4			331,829	100

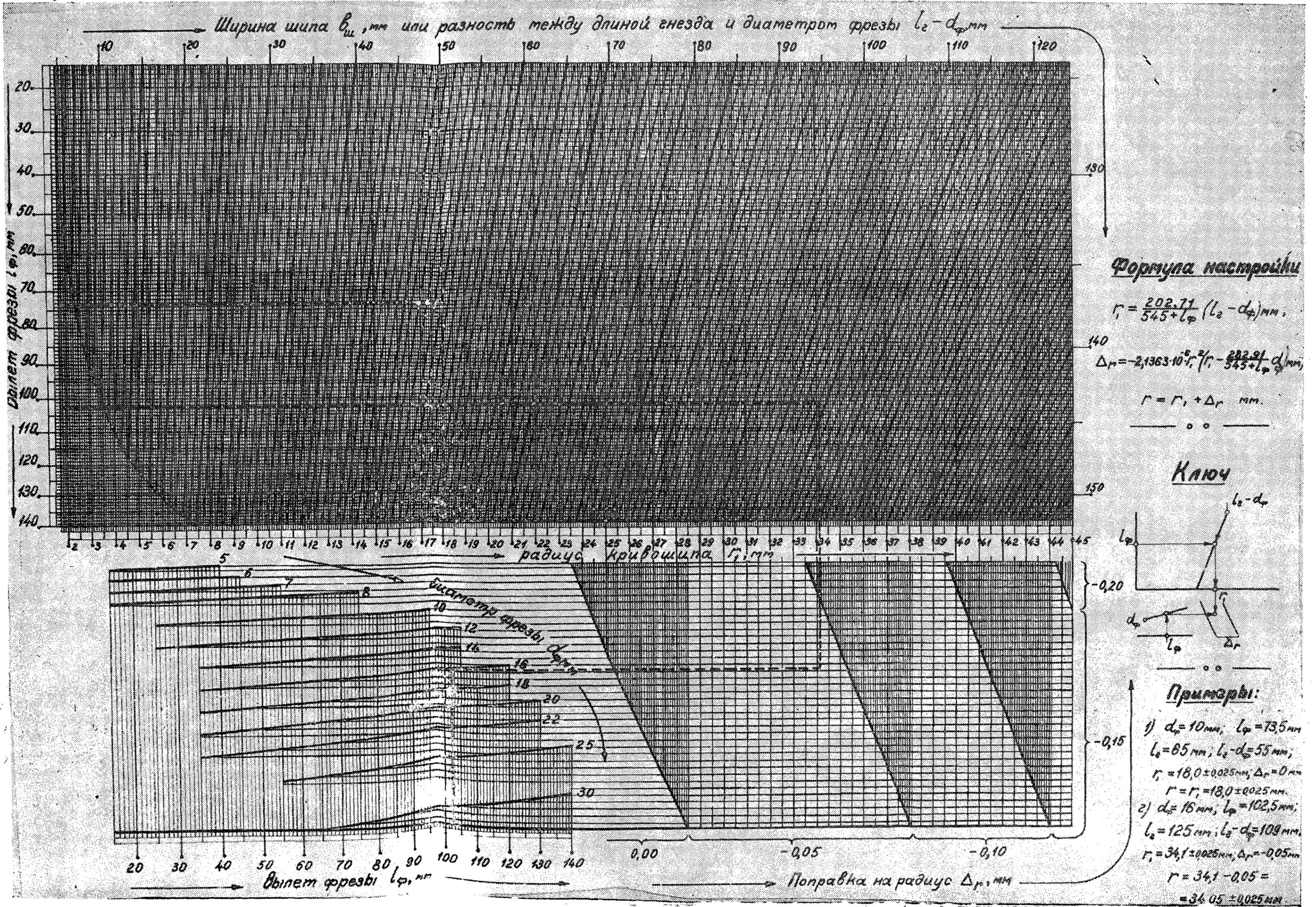


Рис. 4. Номограмма для настройки станка СвПА (модель 1950 г.) на длину гнезда.

Потери SO_2 , %;
 $S_2O_3^{2-}$, % в ед. SO_2 ;
 SO_4^{2-} , % в ед. SO_2 ;
 Общая S, % в ед. SO_2 ;
 Вся SO_2 , %

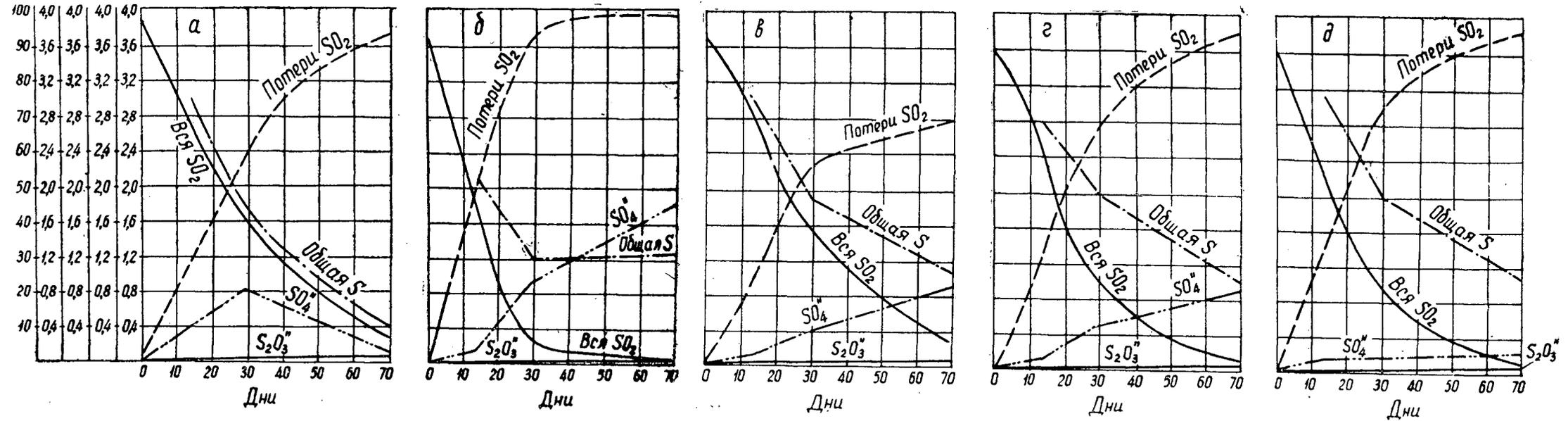


Рис. 1. Изменение состава кислоты при хранении в открытых сосудах.

а — кислота на кальциевом основании; б — на магниевом основании; в — на аммониевом; г — на натриевом; д — на сульфате натрия

Потери SO_2 , %;
 $S_2O_3^{2-}$, % в ед. SO_2 ;
 SO_4^{2-} , % в ед. SO_2 ;
 Общая S, % в ед. SO_2 ;
 Вся SO_2 , %

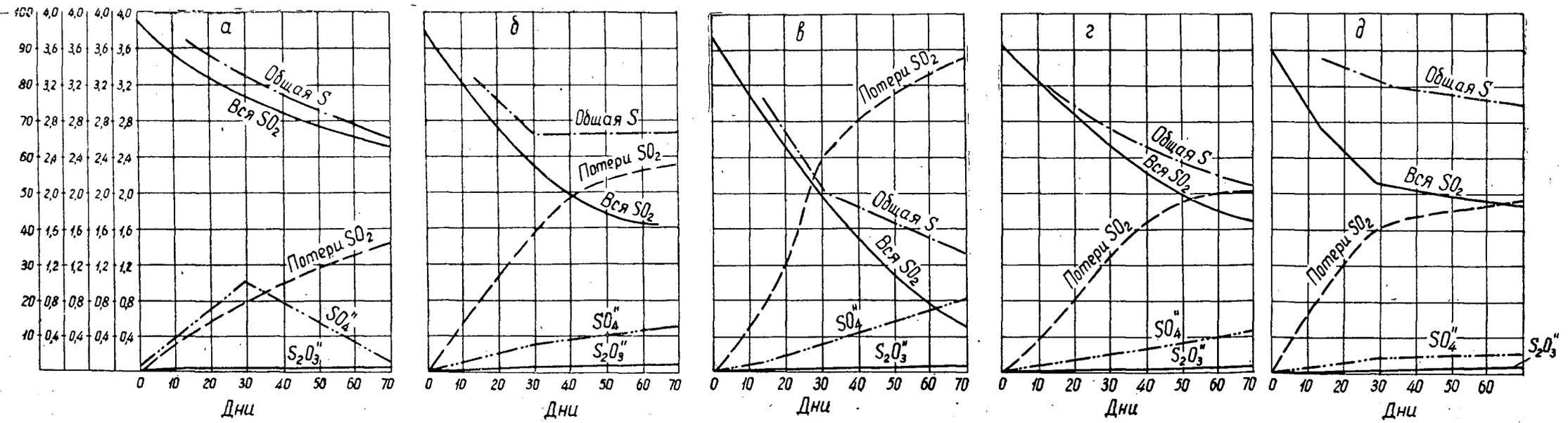


Рис. 2. Изменение состава кислоты при хранении в закрытых сосудах под слоем бензола:

а — кислота на кальциевом основании; б — на магниевом основании; в — на аммониевом; г — на натриевом; д — на сульфате натрия.

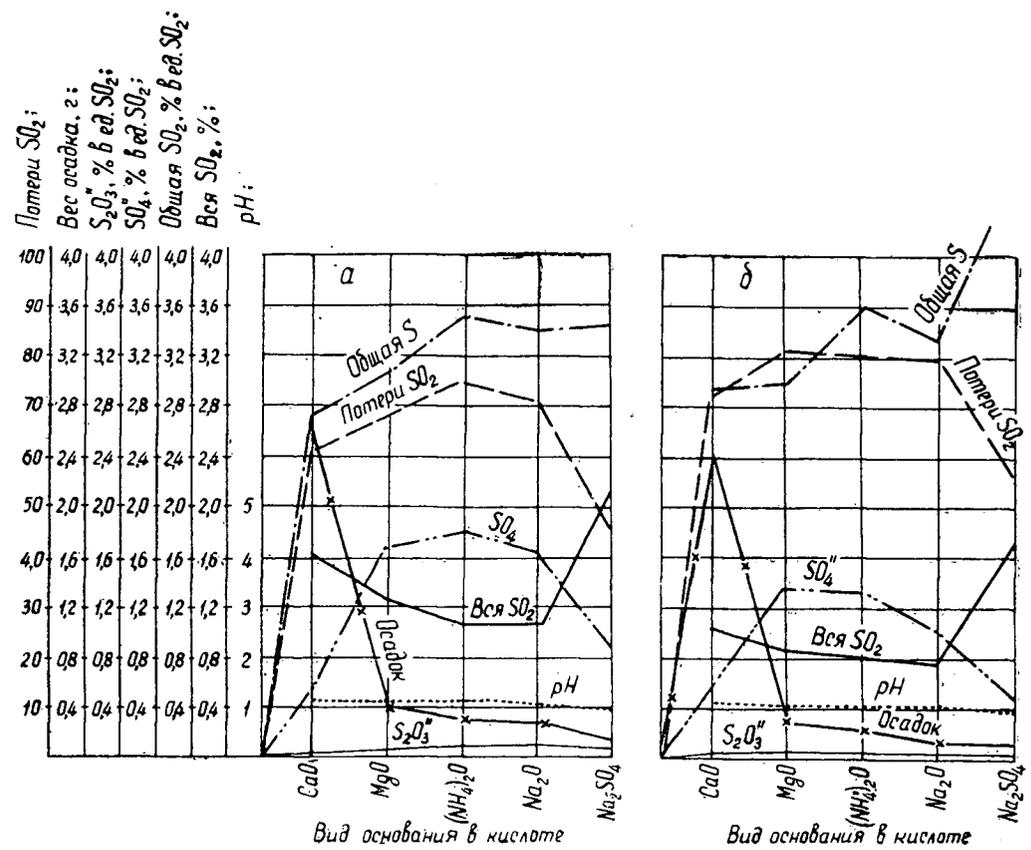


Рис. 3. Изменение состава кислоты при нагревании по температурной кривой варки.
 а — в присутствии селена (20 мг/л); б — в присутствии целлюлозы (50 г/л).

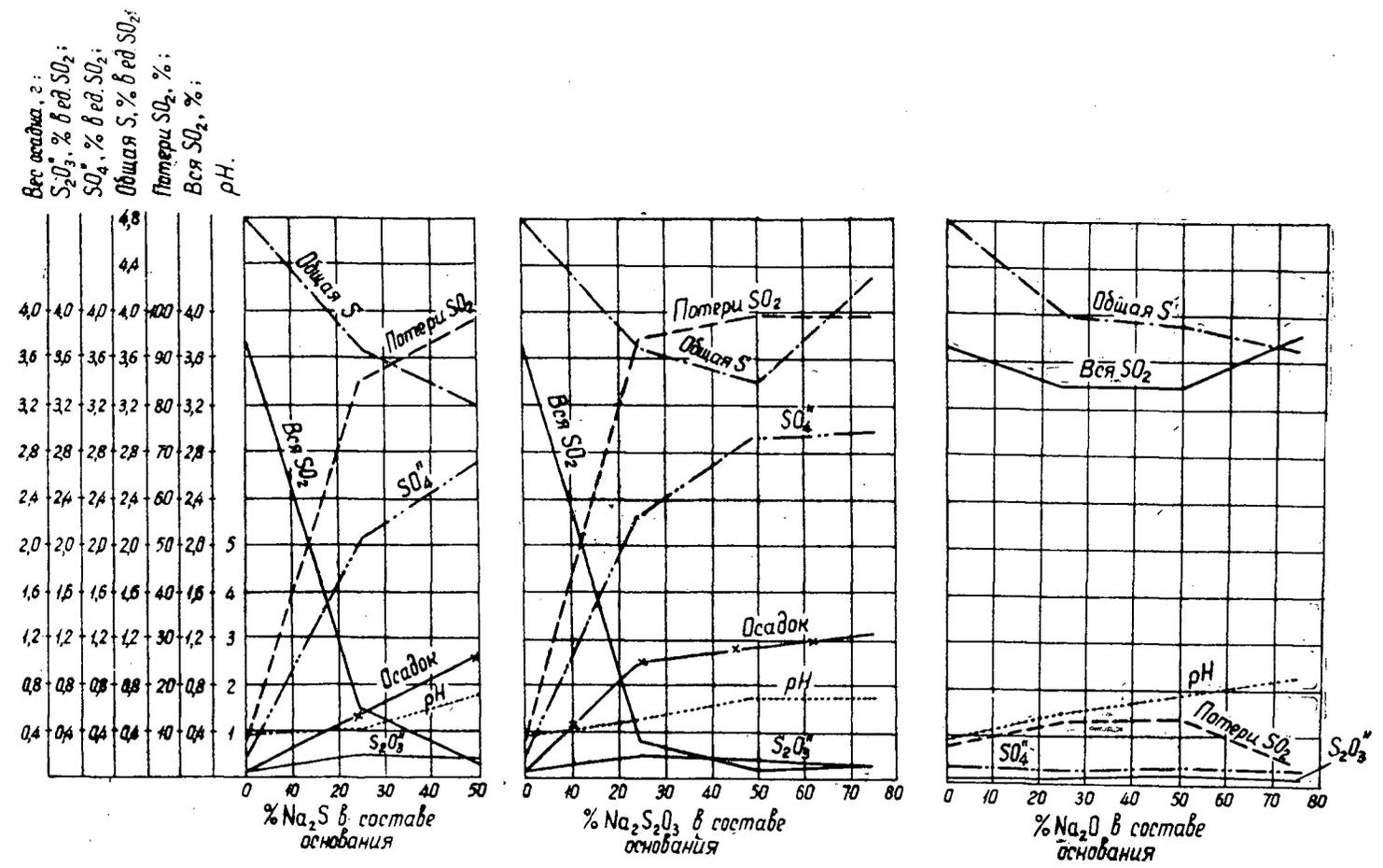


Рис. 5. Изменение стабильности кислоты при нагревании по температурной кривой варки при частичной замене сульфата натрия в кислоте.
 а — сульфидом натрия; б — тиосульфатом натрия; в — натриевым оснoванием.

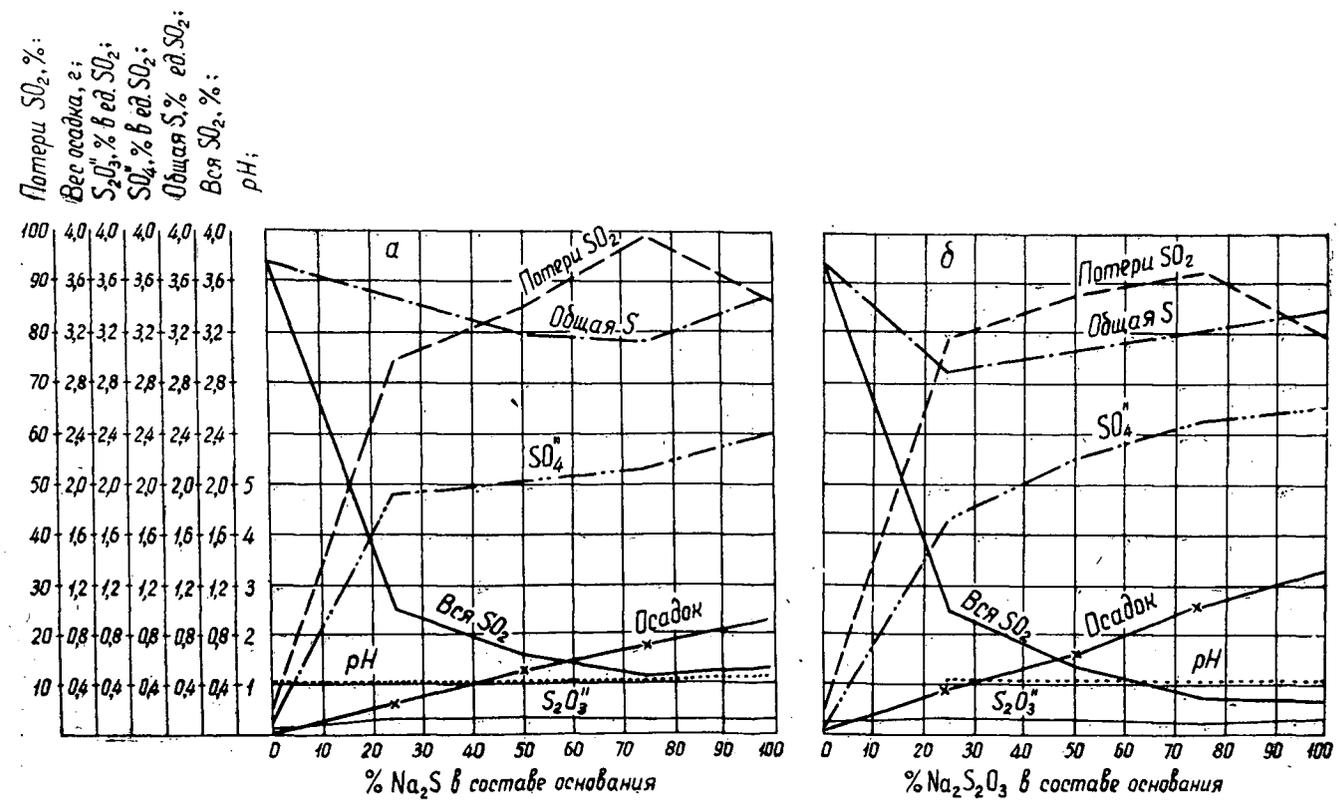


Рис. 4. Изменение стабильности кислоты при нагревании по температурной кривой варки при частичной замене натриевого основания.
 а — сульфидом натрия; б — тиосульфатом натрия.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

**Подписывайтесь
на журнал на 1967 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Р а з д е л

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965 и 1966 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».