

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТЫЙ

2

1966

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.

---

УДК 004.15: 634.0

## КОМПЛЕКСНОЕ И ПОЛНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ — ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСНОГО И ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Рост производительности труда и повышение эффективности всего общественного производства являются важнейшими задачами, поставленными новым пятилетним планом. В решении этих задач видное место занимают отрасли, занятые заготовкой древесины и ее переработкой.

Главным направлением в повышении эффективности лесной и деревоперерабатывающей промышленности должно быть коренное изменение структуры этих отраслей на основе максимального использования в качестве сырья всей заготавливаемой древесины; оно должно осуществляться путем ускоренного развития производств, перерабатывающих низкосортную древесину и вторичное сырье.

Об особой народнохозяйственной значимости этого направления в развитии лесного производства говорят цифры проекта Директив по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР.

За пять лет с 1966 по 1970 гг. вывозка деловой древесины в нашей стране увеличится по сравнению с 1965 г. примерно на 15—20 млн. м<sup>3</sup>, или на 4,5—6%. За то же время производство целлюлозы возрастет с 3,2 до 8,4—9 млн. т, или почти в три раза; производство картона — с 1,45 до 4,2—4,5 млн. т, или в три раза; выпуск мебели увеличится на 55%. К концу пятилетки будет выпускаться 3 млн. м<sup>3</sup> древесно-стружечных плит, что в три раза больше, чем в 1965 г., а производство древесноволокнистых плит повысится в пять раз.

Если сырьевые ресурсы для дополнительного производства перечисленных материалов пересчитать на деловую древесину, то потребуются увеличить объем заготовок на 45—50 млн. м<sup>3</sup>. К этому нужно добавить дополнительную потребность в древесине для значительно возрастающего производства пиломатериалов, фанеры, музыкальных инструментов, древесных пластиков и многих других материалов и изделий. Таким образом, разрыв между планируемым объемом заготовок деловой древесины и необходимыми сырьевыми ресурсами для резко возрастающего производства древесных материалов и изделий из древесины составит примерно 70—80 млн. м<sup>3</sup>. Этот кажущийся разрыв образовался не в результате просчета экономистов, а является следствием перехода от экстенсивной эксплуатации лесных богатств к интенсивной. Неиспользуемые до настоящего времени низкосортная древесина и вторичное сырье должны стать добротным заменителем деловой древесины.

Оптимальный уровень развития лесной и деревоперерабатывающей промышленности в предстоящем пятилетии будет определяться главным образом экономным и рациональным расходованием всей массы древесины, отведенной в рубку. Сырьевые ресурсы следует подсчитывать сейчас не только в лесу, но и на лесопильных заводах, фанерных и целлюлозных комбинатах.

До настоящего времени мы не знаем точно количества свободного сырья. По одним данным, отходы древесины в лесозаготовительной

промышленности исчисляются в пределах 50—60, по другим — свыше 80 млн. м<sup>3</sup>. Отходы в деревообрабатывающей промышленности определяются в 50 и 70 млн. м<sup>3</sup>. Расхождения в оценке вторичного сырья на лесохимических предприятиях еще больше. Количество нереализованной дровяной древесины исчисляется в 20 и 40 млн. м<sup>3</sup>.

Для наведения порядка в учете вторичных сырьевых ресурсов необходимо всемерно ускорить совместную работу Ленинградской лесотехнической академии, Сибирского технологического, Уральского и Архангельского лесотехнических институтов по определению количества низкосортной древесины и древесных отходов в лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

Реально ли резкое увеличение производства древесных и целлюлозных материалов за счет вторичного сырья? Проведенная за последние годы техническая реконструкция существующих и строительство новых, оборудованных современной техникой предприятий, а также внедрение в производство научных достижений позволяют использовать ранее непригодные сырьевые ресурсы для выпуска высококачественных изделий.

Например, при современных технологических процессах в производстве целлюлозно-бумажной продукции может быть использована в качестве сырья древесина любых пород, а также дрова и отходы. Изготовление тарного картона может быть организовано полностью из низкосортной древесины и отходов. Изготовление различных видов тары из картона освободит лесозаготовительную промышленность от поставки на эти цели многих миллионов кубометров деловой древесины. При этом некоторые отходы, как, например, технологическая щепка, поставляемая целлюлозным предприятиям лесопильными заводами, по своим технологическим свойствам лучше основного сырья — балансов, ибо ее получают из периферической зоны комлевых бревен, которая у хвойных пород имеет малую суковатость и сравнительно длинные волокна.

Древесно-стружечные плиты изготавливают из дров и из отходов лесопиления, фанерного производства и деревообработки. Один кубометр древесно-стружечных плит равен двум кубометрам высококачественных пиломатериалов, а одна тонна древесно-волокнистых плит 4 м<sup>3</sup> пиломатериалов. Таким образом, увеличив производство древесно-стружечных плит на 2 млн. м<sup>3</sup> и древесно-волокнистых плит на 400 тыс. т, можно сохранить 5,5 млн. м<sup>3</sup> пиломатериалов или соответственно до 10 млн. м<sup>3</sup> пиловочных бревен.

Увеличение производства клееной фанеры с 1,6 до 2,8 млн. м<sup>3</sup> обеспечит более эффективное использование древесины лиственных пород, что также сохранит до 3,5 млн. м<sup>3</sup> пиломатериалов и окажет благоприятное влияние на баланс пиловочного сырья.

За последние годы наметились реальные возможности использования лесосечных отходов и отходов от разделки хлыстов на нижних складах. На предприятиях Западного Урала из пихтовой лапки получены десятки тонн эфирного масла, выход которого составляет до 2% от веса сырья. В 1965 г. в леспромпхозах Западного Урала действовало 12 передвижных установок для переработки еловой хвои. Из каждой тонны свежесрубленной еловой лапки получается не менее 140 кг сухой хвойно-витаминовой муки, имеющей неограниченный сбыт в сельском хозяйстве в качестве добавок к кормовому рациону животных. На предприятиях комбината «Удмуртлес» большое количество лесосечных отходов перерабатывают на дробленку и направляют Ижевскому металлургическому заводу для выработки генераторного газа. В Верховском леспромпхозе Архангельской области третий год работает энергохимическая установка, перерабатывающая лесосечные отходы в суммарные смолы и

генераторный газ. Кусковые отходы и дрова на нижних складах в ряде предприятий перерабатываются на щепу для плит, стружку и колотые баласы.

Большое значение для народного хозяйства имеет прижизненное использование хвойных деревьев путем их заподсачивания и получения сосновой, кедровой и еловой живицы. Огромным сырьевым ресурсом является кора, количество которой составляет до 8% общего объема заготавливаемой древесины. В настоящее время кора в очень малой степени используется как топливо, миллионы тонн ее вывозятся в отвалы.

Широкое вовлечение в промышленную эксплуатацию низкосортного сырья требует изменения типов предприятий по переработке древесины. Они должны иметь постоянную лесосырьевую базу и осуществлять в себе химические и химико-механические процессы. Должны получить дальнейшее развитие сложившиеся лесоперерабатывающие центры и прежде всего Архангельский промышленный узел. В Архангельске должны быть построены фанерные предприятия для переработки древесины лиственных пород, введены новые мощности по производству древесных плит, завод по получению дубильных экстрактов из еловой коры. На сульфатцеллюлозных предприятиях необходимы установки или цехи по приготовлению товарного лигнина, получению таллового масла и многих других побочных продуктов.

В выполнении заданий пятилетнего плана важно полное использование лесосечного фонда, резкое уменьшение потерь на сплаве, сокращение расхода деловой древесины на временные сооружения в лесу, снижение удельного расхода сырья на единицу продукции на деревообрабатывающих и лесохимических предприятиях. Достаточно сказать, что на некоторых лесопильных заводах технический брак доходит до 6 и даже 9%. Это приводит к непроизводительным расходам сырья. Экономия сырьевых ресурсов выдвигается в качестве важнейшей задачи работников науки и производства.

Важным фактором в стабилизации заготовок деловой древесины на уровне 350—360 млн. м<sup>3</sup> в год является увеличение срока службы древесины в деревянных конструкциях и сооружениях. Древесина широко применяется и будет применяться в различных областях народного хозяйства, где она нуждается в специальных мерах защиты во избежание преждевременного разрушения.

В новой пятилетке Министерству путей сообщения СССР ежегодно потребуются 5,5 млн. м<sup>3</sup> шпал и 3,5 млн. м<sup>3</sup> переводных брусев. Успехи в защите древесины наиболее ощутимы именно для этого Министерства: средний срок службы пропитанных шпал на наших дорогах составляет 12—15 лет (что в 2—3 раза превышает срок службы непропитанных), однако его можно увеличить до 20—25 лет, если пропитывать древесину с влажностью не выше 25% абс. сухого веса, применять высококачественные антисептики, усовершенствовать крепление рельса к шпале и улучшить балластировку пути. В настоящее время  $\frac{3}{4}$  пропитываемых шпал имеют влажность от 30 до 60%, поэтому не обеспечивается поглощение защитной нормы антисептика.

Министерством по энергетике и электрификации СССР на опоры при создании линий электропередач ежегодно расходуется до 3 млн. м<sup>3</sup> деловой древесины. Большую часть деревянных опор устанавливают незащищенными (или только обработанными антисептическими пастами, не обеспечивающими длительной защиты), так как мощность пропиточных заводов составляет всего 600 тыс. м<sup>3</sup>.

Миллионы незащищенных столбов устанавливает и Министерство связи. По данным НИИ связи, непропитанные столбы служат не более

8 лет, столбы на железобетонных приставках — до 16 лет. Столбы, пропитанные маслянистыми антисептиками и установленные в грунт, служат 18 лет, а по другим данным — до 25 лет. По сведениям Латвэнерго, сосновые опоры, пропитанные заводским способом при влажности 25%, после 22 лет службы потребуют замены не более, чем на 1%.

В промышленном и гражданском строительстве защиту древесины осуществляет трест «Союзантисептик». В процессе возведения зданий и на деревообрабатывающих комбинатах он ежегодно обрабатывает до 3,5 млн. м<sup>3</sup> строительных деталей, что не превышает одной трети общего объема этих деталей, нуждающихся в защите. Трест занимается главным образом защитой древесины в закрытых сооружениях и не обеспечивает защиты открытых деревянных конструкций, где она наиболее нужна. Министерство лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности не имеет пропиточных заводов и полигонов. Отмеченное положение свидетельствует об отсутствии у нас единой технической политики в этом направлении, что привело к разобщению научно-исследовательских работ. Наиболее активно научные исследования по защите древесины ведет ЦНИИМОД и исследовательские учреждения Министерства путей сообщения.

Ученые лесотехнических и технологических вузов, готовящие кадры для лесной промышленности и лесного хозяйства, активно работают в области комплексного использования древесины и переработки отходов лесозаготовительных, деревообрабатывающих, лесохимических предприятий и достигли в этом направлении определенных успехов.

Однако в свете Директив XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану, в которых партия определяет главную экономическую задачу — на основе всемерного использования достижений науки и техники, индустриального развития всего общественного производства, повышения его эффективности добиться существенного подъема уровня жизни народа — роль научных исследований и быстрота внедрения достижений науки в производство приобретают особо важное значение.

Для интенсификации научных исследований по комплексному и полному использованию древесины необходима четкая координация научных работ, проводимых десятками учебных и научных учреждений. Такими координационными центрами должны стать Министерство лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР; Государственный комитет лесного хозяйства Совета Министров СССР и Министерство высшего и среднего специального образования СССР.

Особое место в научной работе вузов должны занять экономические исследования. Вопросы повышения технического уровня производства, структуры предприятий, производительности труда, эффективности производственных фондов и другие экономические проблемы должны разрабатываться как на экономических, так и на специальных отраслевых кафедрах институтов.

В 1966 г. в нашем журнале решено открыть специальный отдел «Экономика и организация производства». Редакция призывает ученых вузов и работников промышленности к активному обсуждению экономических проблем на страницах журнала.

Ф. И. Коперин.

Профессор.

УДК [634.0.232 : 674.031.632.154.2] : 634.0.56

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

## ХОД РОСТА КУЛЬТУР ЧЕРНОЙ ОЛЬХИ\*

**М. В. ДАВИДОВ**

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Украинская сельскохозяйственная академия)

В нашей стране общая площадь лесов с участием черной ольхи сравнительно невелика и объединяет главным образом насаждения вегетативного происхождения; тем не менее они представляют определенный интерес как для исследователя, так и для лесохозяйственника.

Известно [8], что первые опытные культуры данной породы были созданы в России еще в конце прошлого столетия, а в производственном масштабе ее культивированием начали заниматься лишь в тридцатых годах данного столетия, преимущественно в южных и западных районах нашей страны.

В настоящее время уже накоплен некоторый опыт искусственного выращивания этой ценной быстрорастущей породы [1], [4], [5], установлены оптимальные условия ее произрастания, а также эффективность ее разведения [2]; поэтому создание культур черной ольхи, особенно в малолесных районах СССР, несомненно будет способствовать увеличению процента лесистости и повышению общей продуктивности временно не покрытых лесом площадей, недостаточно еще эффективно используемых в сельском и лесном хозяйстве. Особенно это относится к Украине.

Необходимо уделить должное внимание быстрорастущим породам, в том числе и черной ольхе как одной из важных лесообразующих пород на Украине, тем более, что она, как правило, может расти в таких лесорастительных условиях, в которых лишь очень немногие древесные породы могут дать удовлетворительный лесоводственный и экономический эффект.

Блестящим подтверждением этого являются результаты многолетнего опыта выращивания ольховых культур в Тростянецком опытном лесхозе Сумской области. Эти культуры уникальны [2], [8]; мы ограничимся кратким их описанием.

По данным Тростянецкой лесной опытной станции, они были заложены в 1892 г. в квартале 31 Тростянецкой дачи на площади 11 га в притеррасовом понижении поймы р. Ворсклы. Посадка была произведена на мокром лугу, заросшем осокой, хвощом и другими луговыми растениями, дающими сено низкого качества.

С целью дренажа через каждые 4,2 м параллельными рядами были выкопаны канавы шириной 1,4 м и глубиной 1,0 м. Землю, выбрасываемую из канав, разравнивали и разделявали на грядки шириной 2,3 м

\* Исследования проводили в Тростянецком лесхозаге Сумской области.



Рис. 1. Культуры черной ольхи 63 лет,  
Ia класса бонитета.

Фото М. Бережного.

и высотой 0,2 м. Для посадки использовали однолетние сеянцы черной ольхи, которые высаживали на грядки в два ряда при расстоянии между рядами 1,0—1,4 м, а в ряду 0,7 м.

Ольха в общем принялась хорошо, хотя на пятом — шестом году после посадки культуры были подвержены ветровалу, поэтому посадку сочли неудачной и в дальнейшем прекратили даже культивирование данного урочища.

Однако, как выяснилось в дальнейшем, такое мнение было ошибочным. Эти культуры сохранились до настоящего времени и находятся в хорошем состоянии (рис. 1). Они и послужили объектом нашего исследования. За весь период существования их обмеряли и таксировали: в 1913 г. — Б. А. Шустов, в 1926 г. — П. К. Фальковский, в 1940, 1955, 1962, 1964 гг. — автор статьи\*.

Таким образом, таксационные исследования с некоторыми интервалами проводили здесь в течение длительного срока — (1913—1964 гг.) применительно к так называемому «историческому» методу, известному из теории лесной таксации. Разумеется, что при этом трудно было

\* В 1955 и 1962 гг. в повторных обмерах участие принимали сотрудники Тростянецкой ЛОС И. Патлай и М. Бережной.

добиться преимущества в работе, тем более, что каждый исследователь, как правило, закладывал новую пробную площадь в том или другом месте данного участка. Но это обстоятельство не могло отрицательно отразиться на качестве материала, так как условия местопроизрастания были вполне однородны ( $D_4$ ). Наоборот, закладывая пробы в различных пунктах участка, можно лучше отобразить варьирование некоторых таксационных признаков, как, например, числа стволов и диаметров в исследуемом насаждении, что и подтвердилось в дальнейшем. В результате была получена таксационная характеристика культур по периодам наблюдений (табл. 1).

Таблица 1

Год обмера	Возраст насажде- ния, лет	Главная часть насаждения					Отпад		
		сред- няя высо- та, м	средний диаметр, см	сумма площадей сечения, м <sup>2</sup> на 1 га	число стволов на 1 га	запас, м <sup>3</sup> на 1 га	число стволов на 1 га	сумма площадей сечения, м <sup>2</sup> на 1 га	запас, м <sup>3</sup> на 1 га
1913	14	9,3	6,3	11,1	3573	55	970	1,6	6
1926	27	20,0	15,1	25,1	1410	265	670	4,4	31
1940	41	22,3	21,1	29,7	850	328	92	1,9	20
1955	56	23,5	26,0	35,0	656	390	4	0,1	2
1962	63	24,8	25,7	36,4	670	435	58	1,3	13
1964	65	25,0	27,5	41,9	702	516	48	1,8	18

Обработка собранного материала была начата с главной части насаждения. Выравнивание суммы площадей сечения производили графически в зависимости от средних высот, что в конечном итоге дало возможность привести пробные площади к единой полноте (1,0).

Выравнивание средних высот и диаметров проводили математическим путем, при этом были получены следующие уравнения\*:

для средних высот

$$\frac{1}{H} = 0,0360 + 3,55A^{-1,588};$$

для средних диаметров

$$\frac{1}{D} = 0,0238 + 5,45A^{-1,447},$$

где  $H$  — средняя высота, м;  
 $D$  — средний диаметр, см;  
 $A$  — возраст, лет.

Видовые высоты были получены в результате графического выравнивания  $h_f$  модельных деревьев в зависимости от их высот  $h$ . Корреляция между названными таксационными признаками выразилась на графике прямой линией.

Зная изменение видовых высот в зависимости от высоты, можно легко найти видовые числа  $F$  и запас  $M$ .

Число стволов по пятилетиям определяли по данным сумм площадей сечения и средним диаметрам. Средний и текущий приросты по запасу находили также вычислительным путем.

\* Метод определения параметров приводимых уравнений взят из автореферата докторской диссертации К. Е. Никитина «Теоретические и экспериментальные исследования таксационного строения и роста листовечнохвойных насаждений Украинской ССР», Киев, 1963.

Построение таблицы хода роста для исследуемого насаждения было закончено вычислением величины отпада по пятилетиям и общей продуктивности культур. Все полученные данные были объединены в одну таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Возраст, лет	Главная часть насаждения								Отпад			Общая продуктивность		
	средняя высота, м	средний диаметр, см	число стволов на 1 га	сумма площадей сечения на 1 га, м <sup>2</sup>	выловое число, 0,001	запас, м <sup>3</sup> на 1 га	изменение за- паса насаж- дения, м <sup>3</sup> на 1 га		число стволов на 1 га	сумма площадей сечения, м <sup>2</sup> на 1 га	запас, м <sup>3</sup> на 1 га	запас, м <sup>3</sup> на 1 га	прирост, м <sup>3</sup> на 1 га	
							сред- нее	теку- щее					средний	теку- щий
5	3,1	1,8	6600	1,7	840	4,5	0,9	—	—	—	—	—	—	—
10	7,2	4,6	5482	9,1	611	40	4,0	7,1	1118	0,4	1	41	4,1	—
15	11,5	7,6	3480	15,8	553	100	6,7	12,0	2002	2,8	13	114	7,5	14,6
20	15,2	10,5	2506	21,7	526	173	8,6	14,6	974	2,7	16	203	10,1	17,8
25	17,8	13,3	1856	25,8	515	236	9,4	12,6	650	2,8	20	286	11,4	16,6
30	19,5	15,8	1454	28,5	510	284	9,5	9,6	402	2,8	22	356	11,9	14,0
35	20,8	18,0	1201	30,5	505	321	9,2	7,4	253	2,5	21	414	11,9	11,6
40	21,8	20,0	1022	32,1	504	352	8,8	6,2	179	2,3	20	465	11,6	10,2
45	22,6	21,7	897	33,2	503	379	8,4	5,4	125	1,9	17	509	11,3	8,8
50	23,3	23,3	812	34,6	502	403	8,1	4,8	85	1,5	14	547	11,0	7,6
55	23,9	24,7	739	35,4	501	424	7,7	4,2	73	1,3	13	581	10,6	6,8
60	24,4	26,1	679	36,3	500	443	7,4	3,8	60	1,2	12	612	10,2	6,2
65	24,8	27,3	634	37,1	500	460	7,1	3,4	43	1,1	11	640	9,8	5,6

Примечание. Тип условий местопроизрастания Д<sub>4</sub>, тип роста Т<sub>у</sub>.

Анализируя ход роста культур черной ольхи по главнейшим таксационным признакам, можно отметить следующие особенности в их развитии.

Если в настоящее время по ходу роста в высоту их следует отнести к Iа классу бонитета, то в прошлом, оказывается, культуры росли более энергично, имея бонитет на один — два класса выше. Такой ход роста по высоте, как известно, характерен для насаждений, развивающихся по типу с убывающей интенсивностью роста Т<sub>у</sub>.

Аналогичный рост культур черной ольхи был обнаружен не только в УССР (Сумская, Житомирская и Черниговская области), но и в Прибалтике (Литовская ССР); наряду с этим можно, однако, встретить культуры данной породы, которые растут в высоту и по обычному типу роста Т<sub>о</sub>.

Отмеченная особенность исследуемых культур в ходе роста средних высот наглядно выступает при сравнении их с естественными семенными насаждениями данной породы (рис. 2).

Ход роста культур по среднему диаметру оказался вполне идентичным с естественными семенными насаждениями; но характерно, что в культурах, при одинаковом возрасте и классе бонитета с семенными насаждениями, средний диаметр, как правило, несколько выше.

Анализируя ход роста сумм площадей сечения, можно убедиться в том, что абсолютная полнота в культурах ольхи несколько выше (на 0,10—0,15), чем в насаждениях естественного семенного происхождения. В связи с этим и запасы в культурах оказались соответственно более высокими (на 10—15%).

Количественная спелость в исследуемых насаждениях, как видно из табл. 2, наступает в 35-летнем возрасте; представляет интерес установ-

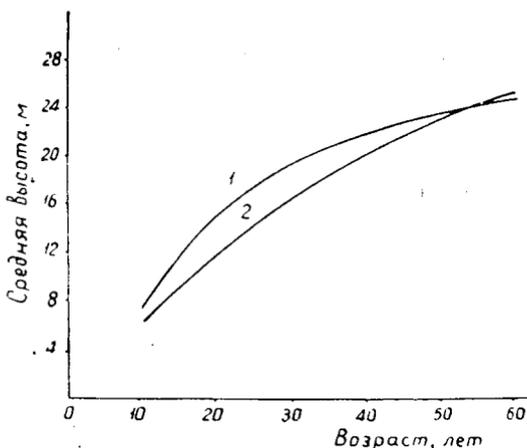


Рис. 2. Ход роста средних высот в семенных черноольховых насаждениях естественного и искусственного происхождения.

1 — культуры; 2 — естественные семенные насаждения.

ление и возраста технической спелости, чтобы обоснованно подойти к определению возраста рубки. С этой целью были привлечены товарные таблицы, составленные для данной породы [3]; пользуясь ими и располагая таблицей хода роста ольховых культур, нетрудно установить и динамику товарности исследуемых насаждений.

В приведенных данных (табл. 3) отражено изменение во времени запасов только фанерного кряжа ведущего сортимента, на который следует вести хозяйство в ольховых древостоях семенного происхождения.

Таблица 3

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> на 1 га	Выход фанерного кряжа, м <sup>3</sup> на 1 га	Средний прирост фанерного кряжа, м <sup>3</sup> на 1 га
35	20,8	18,0	321	67	1,92
45	22,6	21,7	379	114	2,53
55	23,9	24,7	424	152	2,77
65	24,8	27,3	460	179	2,76

Как видно из табл. 3, кульминация среднего прироста по фанерному кряжу наблюдается в VI классе возраста (51—60 лет), который и целесообразно, по-видимому, принимать за оптимальный возраст рубки для исследуемых культур, развивающихся по типу роста с убывающей интенсивностью прироста по высоте.

При организации же хозяйства (на выращивание фанерного кряжа) в черноольховых насаждениях семенного или порослевого происхождения, развивающихся по обычному типу роста, возраст рубки следует повышать на один класс [3].

В последние годы поднятый нами вопрос об оптимальном возрасте рубки черноольховых насаждений [3] получил несколько иное освещение в специальной литературе; при этом сделана попытка обосновать более низкие возрасты рубки в насаждениях данной породы [6], [7]. Однако с

такой рекомендацией трудно согласиться, особенно при организации целевого хозяйства на выращивание фанерного кряжа, так как в данном случае несомненно будут значительные потери на приросте этого ведущего сортимента в ольховых древостоях, чего не следует допускать при рациональном ведении хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. И. В е р б и ц к и й. Опыт облесения болот черной ольхой. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1939. [2]. М. В. Д а в и д о в. Ефективність розведення чорної вільхи на заболочених ґрунтах. Вісник сільськогосподарської науки № 4, 1958. [3]. М. В. Д а в и д о в. Чорна вільха європейської частини СРСР. Видавництво УАСГН, Київ, 1960. [4]. Т. К. Ка п у с т и н с к а й т е. Культура черной ольхи в Литовской ССР. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1958. [5]. А. В. К у и д з и н ь ш. Культура черной ольхи в Латвийской ССР. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1952. [6]. Н. В. Р о м а н о в. Производительность и сортиментная структура черноольховых насаждений в различных лесорастительных зонах УССР. Сб. «Лесоведение и лесоводство», Труды УкрНИИЛХа, 1961. [7]. Р. Г. С и н е л ь щ и к о в. О возрастах спелости ольхи черной в бассейне среднего Дона и его притоков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1961. [8]. П. К. Ф а л ь к і в с ь к и й. Спроба штучно заліснити чорною вільхою заболочені місцини. З праць Червоно-Тростьянського дослідного лісництва, 1926.

Поступила в редакцию  
11 февраля 1965 г.

УДК 668.445

## К ВОПРОСУ О СВЯЗИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОСНЫ С ЕЕ СМОЛОПРОДУКТИВНОСТЬЮ

Т. А. ТЕРЕШИНА

Аспирант

(Уральский лесотехнический институт)

Из литературных данных [2], [3] известно, что сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) является сборным полиморфным видом, то есть образует много наследственных форм. Представляет, в частности, интерес изучение смолопродуктивности этой сосны. В опубликованных работах [4], [1] сделаны попытки установить связь между морфологическими признаками сосны и ее смолопродуктивностью. Однако данные по этому вопросу малочисленны и довольно противоречивы.

В настоящее время при выборе деревьев для подсосочки в производство включается большое количество малосмолопродуктивных деревьев, что приносит значительный экономический ущерб. Поэтому желательно уметь распознавать низкосмолопродуктивные сосны до начала подготовительных работ по подсосочке.

Нашей задачей было изучить индивидуальную изменчивость смолопродуктивности сосны и количественно оценить связь между морфологическими признаками сосны и ее смолопродуктивностью.

Работу проводили на двух участках: в Сысертском и Свердловском химлесхозах Свердловской области летом 1964 г. Участок в Сысертском химлесхозе заложен в сосняке разнотравном, II класса бонитета, V класса возраста; в Свердловском — в сосняке черничниковом, III класса бонитета, IV класса возраста. В первом насаждении было обследовано 200 деревьев, во втором — 160. Учет выходов живицы проводили индивидуально для каждого дерева 3—4 раза за сезон. Смолопродуктивность определяли после 3—4 обходов с паузой в четыре дня. Подсосочку на обоих участках вели первый год методом восходящей ребристой карры. У всех экземпляров сосны определяли диаметр на высоте груди, высоту дерева, ширину, протяженность и густоту кроны, высоту поднятия темной корки, толщину сучьев, угол ветвления, толщину, строение и глубину борозд коры.

Результаты показали, что для сосны обыкновенной характерна большая индивидуальная изменчивость смолопродуктивности, колеблющаяся у отдельных деревьев в первом насаждении от 4 до 95 г, а во втором от 8 до 71 г. Средний выход живицы в первом насаждении составил 32,5 г, среднее квадратическое отклонение 11,8, коэффициент вариации 36,3%, во втором насаждении соответственно 29,8 г, 15,2 и 51,0%.

Существует мнение [5], что с улучшением условий произрастания величина варьирования смолопродуктивности уменьшается. Это положение подтверждено и нашими исследованиями.

Описания и обработанные методом вариационной статистики данные обмеров деревьев позволили выяснить, в какой степени смолопродуктивность сосны зависит от ее морфологических признаков (табл. 1).

Таблица 1

Признак, сопоставляемый с выходом живицы	Величина коэффициента корреляции на участке	
	первом	втором
Диаметр дерева . . . . .	+0,367	+0,294
Ширина кроны . . . . .	+0,407	+0,333
Протяженность кроны . . . . .	+0,306	+0,200
Глубина борозд . . . . .	+0,186	+0,302
Высота поднятия темной корки .	-0,049	+0,204

На обоих участках встречались деревья, имеющие смолопродуктивность в 2—3 раза выше средней для насаждения. Деревья с повышенным выходом живицы представляют интерес для селекции. С этой целью было выбрано по 30 деревьев самой высокой и самой низкой смолопродуктивности и произведен сравнительный анализ перечисленных морфологических признаков. Оказалось, что в среднем самые смолопродуктивные деревья имеют ширину кроны на 35—40%, протяженность кроны на 20—30%, глубину борозд на 20—25%, толщину коры 20—30% больше, чем деревья наиболее низкой смолопродуктивности. Низкосмолопродуктивным деревьям свойственны тонкие сучья и более острый угол их ветвления. Высокосмолопродуктивные стволы характеризуются пластинчатым строением коры, а несмолопродуктивными более часто оказываются экземпляры сосны с чешуйчатой корой.

Таким образом, результаты нашей работы показали, что высокосмолопродуктивные деревья имеют наибольшую протяженность и ширину кроны, толстую кору и более глубокие борозды.

Из приведенных данных видно, что при отборе деревьев для подсортировки следует учитывать признаки в определенном комплексе, что позволит выделить именно смолопродуктивные экземпляры. Однако результаты работ ряда исследователей, а также наши показали, что такой комплекс предстоит еще дополнительно изучить. Возможно, что наряду с морфологическими, в него войдут и некоторые анатомические, физиологические, а также цитологические признаки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. С. Василевская. Смолопродуктивность деревьев сосны, различающихся по морфологическим признакам. Сборник научных работ Института лесного хозяйства, вып. XIII, 1960. [2]. В. П. Гавриш. Многоформенность хвойных пород и практическое использование ценных форм сосны и ели. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1938. [3]. Л. Ф. Правдин. Сосна обыкновенная. М., 1964. [4]. Е. П. Проказин. Селекция смолопродуктивных форм сосны обыкновенной. «Опыт и достижения по селекции лесных пород», вып. 38, изд-во МСХ СССР, 1959.

УДК 634.0.323.4

## О РАЗМЕРАХ СЕРДЦЕВИННОЙ ГНИЛИ ПИХТЫ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

**А. В. КРАСИКОВА**

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

К основным порокам пихты, оказывающим существенное влияние на выход деловой древесины, относятся комлевые гнили. Вопросы их исследования посвящены многие работы ([3], [1], [4], [6], [7], [8], [5] и др.). В большинстве из них дана характеристика возбудителей гнилей у пихты, рассмотрены зависимости между степенью зараженности гнилями, их размерами и возрастом и диаметром.

В то же время ряд очень важных моментов, связанных с распространением гнили у пихты, не получил еще должного освещения в специальной литературе.

В пихтовых лесах Красноярского края заготавливают балансы, рудничную стойку, пиловочник и строительный лес. Действующий ГОСТ на круглые лесоматериалы хвойных пород не допускает гнилей в большинстве этих сортиментов, поэтому на складах леспромхозов комли у пораженных деревьев отрезают на дрова. В ряде случаев вместе с гнилью откомлевывают часть здоровой древесины, при этом величина потерь деловых сортиментов достигает 2—3, а иногда 5% и более. Эти потери могут быть значительно снижены при условии установления достоверной зависимости между диаметром комлевой гнили и высотой ее распространения. Это особенно важно в тех случаях, когда для раскряя хлыстов используют полуавтоматические линии.

Для выяснения этой зависимости мы использовали данные, полученные при обследовании пробных площадей, заложенных на территории Даурского, Абазинского, Курагинского, Ермаковского, Боготольского, Козульского, Енисейского, Емельяновского и других лесхозов Красноярского края, представляющих как горные темнохвойные леса, так и равнинные. Пробные площади (всего 51) были заложены в наиболее широко распространенных группах типов леса: пихтарниках-зеленомошниках восточной окраины Западно-Сибирской низменности и пихтарниках-зеленомошниках, разнотравных и широколиственных в Саянах и Кузнецком Алатау. На них было срублено и обмерено 3596 деревьев пихты.

Зараженность пихтовых древостоев комлевыми гнилями в горных условиях в среднем составляет 58,5%, достигая максимума (64,5%) на отдельных участках.

В равнинных лесах эти показатели несколько выше, соответственно 63,0 и 88,1%. Стволовые гнили в пихтовых древостоях распространены

незначительно, встречаемость их на отдельных участках не превышает 1—2%.

Размеры гнилей у деревьев близкого возраста в горных районах разнятся меньше, чем в равнинных. Средняя высота гнилей в горных условиях — 1,42 м при среднем диаметре на пне 8,0 см, в равнинных пихтарниках эти показатели равны соответственно 1,98 м и 10,0 см. Изменчивость диаметра гнили на пне очень высока: в равнинных лесах — 64, в горных — 53%.

Колебание протяженности гнили по стволу несколько меньше, коэффициент изменчивости длины гнили в равнинных лесах 45, в горных 43%. Поэтому зависимость между диаметрами гнилей и их длиной по стволу изучали отдельно для равнинных и горных лесов.

В результате обработки экспериментальных данных было установлено, что связь между диаметром и протяженностью гнили по стволу характеризует коэффициент корреляции, во всех случаях превышающий 0,5, что позволяет [2] использовать отмеченную зависимость для практических целей.

Описываемая связь выражается прямой линией, так как наибольший критерий криволинейности равен 2,83. Статистические показатели связи диаметра гнили с высотой распространения по некоторым пробным площадям помещены в табл. 1.

Таблица 1

Районы	Преобладающий возраст, лет	Статистические показатели			
		$r$	$t$	$\eta$	$t_n$
Горные	80	0,53	7,9	0,57	1,00
	95	0,77	19,0	0,83	2,00
	96	0,56	11,3	0,59	1,33
	98	0,82	29,4	0,87	2,00
	102	0,66	9,4	0,74	1,57
Равнинные	80	0,64	6,4	0,66	0,50
	92	0,53	4,8	0,68	1,50
	95	0,53	4,4	0,89	2,83
	100	0,67	8,4	0,82	1,64
	106	0,70	7,8	0,89	1,76
	125	0,56	5,1	0,75	1,26

Примечание.  $r$  — коэффициент корреляции;  $t$  — показатель достоверности;  $\eta$  — корреляционное отношение;  $t_n$  — критерий криволинейности.

На основании выявленных закономерностей составлены корреляционные уравнения для определения протяженности комлевых гнилей  $H$  (м) по их диаметру на пне  $D$  (см):

для горных лесов

$$H = 0,22 + 0,15D;$$

для равнинных лесов

$$H = 0,58 + 0,18D.$$

На основании этих уравнений составлена вспомогательная таблица для определения протяженности гнили по стволу в зависимости от ее диаметра на пне (табл. 2).

Полученные данные могут быть положены в основу программирования раскроя древесины пихты на полуавтоматических линиях, а также служить придержкой для определения протяженности гнили при

Таблица 2

Диаметр гнили, см	Протяженность комлевых гнилей (м) в лесах	
	горных	равнинных
1	0,4	0,8
3	0,7	1,1
5	1,0	1,5
7	1,3	1,8
9	1,6	2,2
11	1,9	2,6
13	2,2	2,9
15	2,5	3,3
17	2,8	3,6
19	3,1	4,0
21	3,4	4,4
23	3,7	4,7
25	4,0	5,1

индивидуальной раскряжке хлыстов. Это позволит сократить потери деловой древесины в среднем на 2%, что в целом по краю даст значительный экономический эффект.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Блажко. Напеченная гниль пихты сибирской в алтайских лесах. Журн. «Лесное хозяйство» № 12, 1950. [2]. М. Л. Дворецкий. Практическое пособие по вариационной статистике. Йошкар-Ола, 1961. [3]. В. П. Драверт, В. В. Попов. Комлевые гнили пихты в Горной Шории. Труды СибНИИЛХ, вып. 4, Красноярск, 1938. [4]. Б. И. Кравцов. Грибные болезни сибирской пихты. Омск, 1933. [5]. С. Ф. Негруцкий. Характер и особенности заражения грибом елово-пихтовых древостоев. Научные записки Луганского сельскохозяйственного института, т. IX, 1961. [6]. А. М. Соловьев. К вопросу о зараженности грибными болезнями пихтовых лесов Лениногорского лесхоза. Труды Казахского НИИЛХ, т. III, 1961. [7]. Э. Н. Фалалеев, А. В. Красикова. Гнили пихты сибирской. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1962. [8]. Э. Н. Фалалеев, А. В. Красикова. Пороки древесины пихты и их влияние на выход сортиментов. Труды Центрального НИИ информации. Лесоэксплуатация и лесное хозяйство, № 31, 1963.

Поступила в редакцию  
13 октября 1965 г.

УДК 634.0.524.13

## СРЕДНЯЯ ФОРМА СТВОЛОВ СОСНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ ВИДОВЫХ ЧИСЕЛ

А. С. ГОЛОВАЧЕВ

Аспирант

(Белорусский технологический институт)

Для установления средней формы древесных стволов сосны обыкновенной и для исследования связи ее с другими таксационными показателями нами были заложены пробные площади в разновозрастных насаждениях одного поколения сосняка-черничника II класса бонитета в разных классах возраста. Таксационная характеристика проб дана в табл. 1.

Таблица 1

№ пробной площади	Состав	Возраст			Средние		Полнота	Число срубленных и обмеренных стволов
		амплитуда колебания (от—до)	средний, лет	коэффициент варьирования $W$	$d_{1,3}$ , см	$H$ , м		
2	10С	18—22	20	7,0	5,0	6,7	1,0	62
5	10С+Б	46—53	50	6,8	17,6	16,8	0,7	80
6	10С	65—74	70	6,6	20,3	19,8	0,9	93
8	10С	95—105	100	6,9	26,4	22,8	0,9	105/3 4

Исследования средней формы стволов в насаждениях разных классов возраста (табл. 2) подтвердили гипотезу В. К. Захарова о единстве средней формы стволов отдельных пород независимо от возраста, высоты и диаметра на 1,3 м. Коэффициенты различия  $t$  между средними значениями относительного сбѣга по всем пробным площадям оказались меньше 3, что позволило объединить материал четырех пробных площадей и вычислить среднюю форму стволов сосны в коре и без коры (табл. 2).

Теоретической основой секционной формулы объема ствола является определение объема I—IX секций по формуле усеченного параболоида и X секции (вершинки) — по формуле полного параболоида.

Объем всего ствола при десяти секциях составляет

$$V_{\text{ств}} = \left( \frac{\pi d_{0,05}^2}{4} + \frac{\pi d_{0,1}^2}{8} + \frac{\pi d_{0,2}^2}{4} + \frac{\pi d_{0,3}^2}{4} + \dots + \frac{\pi d_{0,9}^2}{4} \right) \cdot \frac{H}{10}, \quad (1)$$

где  $d_{0,05}$ ;  $d_{0,1}$ ;  $d_{0,2}$ ;  $d_{0,3}$ ; ...  $d_{0,9}$  — диаметры на относительных высотах 0,05  $H$ ; 0,1; 0,2; 0,3; ... 0,9  $H$ .

Если  $\frac{d_n}{d_{0,1}} = q_{n,0,1}$  (где  $q_{n,0,1}$  — показатель формы ствола;  $d_n$  — диаметр на относительной высоте, для которой определяют  $q_{n,0,1}$ ), то

$$d_n^2 = d_{0,1}^2 \cdot q_{n,0,1}^2.$$

Таблица 2

Наименование статистических показателей	Величина статистических показателей в коре (числитель) и без коры (знаменатель) по относительным высотам									
	0,00	0,05	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
Среднее значение относительного сбega $M$	135,9 128,4	108,6 105,6	90,4 93,5	83,7 88,1	78,3 82,4	71,3 75,2	62,6 66,0	52,5 54,9	39,5 40,9	23,6 23,3
Ошибка средней $\pm m_M$	0,56 0,47	0,23 0,24	0,18 0,19	0,21 0,23	0,22 0,25	0,24 0,25	0,24 0,26	0,27 0,28	0,28 0,30	0,27 0,30
Среднее квадратическое отклонение $\pm \sigma$	8,69 7,21	4,29 3,90	3,39 3,43	3,81 4,23	4,05 4,61	4,51 4,58	4,43 4,88	5,00 5,13	5,16 5,54	4,98 5,58
Коэффициент варьирования $W$ , %	6,39 5,62	3,95 3,70	3,73 3,67	4,56 4,81	5,18 5,59	6,33 6,09	7,07 7,39	9,5 9,34	13,1 13,6	21,1 23,3
Показатель точности $P$ , %	0,41 0,37	0,21 0,20	0,20 0,20	0,25 0,26	0,28 0,30	0,31 0,33	0,38 0,40	0,52 0,51	0,71 0,73	1,14 1,26
Показатель формы стволов $q_{n,01}$	1,36 1,28	1,09 1,06	0,90 0,93	0,84 0,88	0,78 0,82	0,71 0,75	0,63 0,66	0,53 0,55	0,39 0,41	0,24 0,23

Примечание.  $n = 340$  стволам.

Заменив в формуле (1) квадраты диаметров на относительных высотах последним выражением, получаем

$$V_{\text{ств}} = \frac{\pi d_{0,1}^3}{4} \cdot \frac{H}{10} \left( q_{0,05}^2 + \frac{q_{0,1}^2}{2} + q_{0,2}^2 + q_{0,3}^2 + q_{0,4}^2 + \dots + q_{0,9}^2 \right). \quad (2)$$

Нормальное видовое число

$$f_{0,1} = \frac{V_{\text{ств}}}{\frac{\pi d_{0,1}^2}{4} \cdot H}, \quad (3)$$

откуда

$$V_{\text{ств}} = g_{0,1} \cdot H \cdot f_{0,1}. \quad (4)$$

В формуле (3) выражаем объем ствола уравнением (2). Тогда после некоторого сокращения получаем

$$f_n = \frac{q_{0,05}^2 + \frac{q_{0,1}^2}{2} + q_{0,2}^2 + q_{0,3}^2 + q_{0,4}^2 + \dots + q_{0,9}^2}{10}, \quad (5)$$

то есть формулу, аналогичную формуле Гогенадля [6] для истинных видовых чисел. При пяти секциях  $f_n$  определяют по формуле

$$f_n = \frac{q_{0,1}^2 + q_{0,3}^2 + q_{0,5}^2 + q_{0,7}^2 + \frac{q_{0,8}^2}{2}}{5}. \quad (6)$$

Для упрощения практического использования формулы (4) предварительно можно составить таблицу видовых высот  $H \cdot f_{0,1}$ . Используя корреляционное уравнение связи  $d_{0,1}$  от  $d_{1,3}$ , выведенное для сосны всех классов возраста ( $r = 0,997$ ,  $\zeta = 0,002$ ),

$$d_{0,1} = 1,23 + 0,893d_{1,3}, \quad (7)$$

можно построить табличку перехода от  $d_{1,3}$  (по ступеням толщины) к  $d_{0,1}$ . Высоты для каждой ступени толщины снимают с графика соотношений  $d_{1,3}$  и  $H$ .

Для пробной площади № 5 сделано сопоставление объемов стволов сосны по формуле

$$V_{\text{ств}} = g_{0,1} \cdot H \cdot f_{0,1}$$

и по разным таблицам: Союзлеспрома (1931 г.), белорусским (В. К. Захаров, 1928 г.), массовым по  $D$  и  $H$  (табл. 28\*), ленинградским и других областей (табл. 10\*), карело-финским (табл. 14\*), Читинской области (табл. 23\*), германским (Шваппаха), шведским (Мааса для  $q_2 = 0,65$ ), кокчетавским (Т. И. Мальков, 1931), среднеуральским (Лестяжпром, 1938 г.), украинским (Б. А. Шустов, 1928 г.), закавказским (Тбилиси, 1932 г.).

Абсолютная разница между суммой объемов по ступеням толщины различных таблиц оказалась в пределах  $\pm (0,4-3,4\%)$ ; коэффициент варьирования суммы объемов пяти ступеней во всех таблицах  $W = 2,02\%$ , показатель точности  $P = 0,57\%$ .

Результаты сопоставлений подтверждают гипотезу В. К. Захарова о единстве средней формы стволов в различных условиях местопроизрастания.

Для определения  $f_{0,05}, f_{0,2}, f_{0,3}, f_{0,4}, f_{0,5}$ , (табл. 3) вычислены  $q_{n/0,05}; q_{n/0,1}; q_{n/0,2}; q_{n/0,3}; q_{n/0,4}$  и  $q_{n/0,5}$ .

Таблица 3

Относительные высоты	Относительный сбег, % от диаметра по относительным высотам						Относительный сбег от $d_{0,5}$ по В. С. Петровскому [4]	Абсолютная разница от наших данных, %
	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50		
0,00	125,1	135,9	150,3	162,4	173,6	190,6	191,3	+0,4
0,05	100	108,6	120,1	129,7	138,7	152,3	—	—
0,10	92,0	100	110,6	119,5	127,7	140,2	134,1	-4,4
0,20	83,2	90,4	100	108,0	115,5	126,8	124,6	-1,7
0,30	77,0	83,7	92,6	100	106,9	117,4	115,7	-1,4
0,40	72,1	78,3	86,6	93,5	100	109,8	107,2	-2,4
0,50	65,7	71,3	78,9	85,2	91,1	100	100	0
0,60	57,6	62,6	69,5	74,8	79,9	87,8	91,0	+3,6
0,70	48,3	52,5	58,1	62,7	67,0	73,6	78,2	+6,2
0,80	36,4	39,5	43,7	47,2	50,4	55,4	58,3	+5,2
0,90	21,7	23,6	26,7	28,2	30,1	33,1	34,8	+5,1

Значение $f_n$	$f_{0,05} =$	$f_{0,1} =$	$f_{0,2} =$	$f_{0,3} =$	$f_{0,4} =$	$f_{0,5} =$
	0,440	0,520	0,636	0,742	0,848	1,022

Сопоставление относительного сбega сосны (если  $d_{0,5}$  принять за 100% — наши данные по БССР) с соответствующими данными для сосны Ангарского бассейна (по В. С. Петровскому [4]) показало практическое совпадение этих величин, но с отклонением абсолютных значений до  $\pm 6,2\%$  (вследствие различия методик обработки).

На основании формулы (6) и данных разных авторов о средней форме древесных стволов определены нормальные видовые числа (табл. 4).

Показатель степени  $m$  образующей параболоидов любой высоты равен 1, а поэтому

$$f_{0,1\text{пар}} = \frac{1}{m+1} \cdot 1,10^m = 0,550.$$

\* Н. В. Третьяков и др. Справочник таксатора. 1952.

Таблица 4

Данные	Порода	$f_{0,1}$	$f_{0,5}$
В. К. Захарова [3]	Береза	0,465	1,071
	Дуб	0,471	1,042
	Ясень	0,489	1,005
	Ольха черная	0,517	0,981
	Осина	0,539	0,947
Л. В. Бицина [2]	Акация белая	0,475	1,087
Л. С. Чешева [5]	Ель Шренка	0,465	1,127
Н. В. Бейзиной [1]	Тополь густолиственный	0,410	1,293
Наши — формула (5)	Сосна	0,520	1,022
	Ель	0,540	

При сопоставлении  $f_{0,1}$  параболоида с  $f_{0,1}$  древесных стволов оказалось, что близкую к параболоиду форму имеют ель и осина (в коре) и сосна (без коры).

Объемы с использованием  $f_{0,5}$  определяют ошибку простой формулы срединного сечения ( $V = g_{0,5} \cdot H$ ) для различных пород. В эту формулу необходимо внести новый параметр  $f_{0,5}$ , не равный 1,0.

Тогда

$$V_{\text{ств}} = g_{0,5} \cdot H \cdot f_{0,5}. \quad (8)$$

Предложенная методика обеспечивает единый подход в определении основных таксационных показателей насаждений разных классов возраста; а также однородность статистических показателей (при одинаковом числе секций различных высот стволов), особенно при нахождении и сопоставлении текущего прироста.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. В. Бейзина. Пойменные леса Центрального Тянь-Шаня. Автореферат кандидатской диссертации, Алма-Ата, 1964. [2]. Л. В. Бицина. Объемные и сбеговые таблицы акации белой Северного Кавказа. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964. [3]. В. К. Захаров и др. Лесотаксационный справочник. Минск, 1962. [4]. В. С. Петровский. Гипотеза В. К. Захарова в вопросах теории автоматического программирования раскроя древесных стволов. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1963 г. Сибирского технологического института, Красноярск, 1964. [5]. Л. С. Чешев. Ход роста насаждений ели Шренка. АН Киргизской ССР, Фрунзе, 1963. [6]. В. С. Чуенков. Полнодревесность лиственницы даурской в Амурской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1960.

Поступила в редакцию  
16 июля 1965 г.

УДК 674.031.623.234.2

## О СООТНОШЕНИИ МУЖСКИХ И ЖЕНСКИХ КЛОНОВ И ДЕРЕВЬЕВ ОСИНЫ В ЛЕСАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. Б. ВОЛКОВИЧ**

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Осина — двудомная древесная порода, широко распространенная во всех лесах Советского Союза. Однако до сих пор не изучен вопрос о численном соотношении мужских и женских деревьев осины в наших лесах. В литературе имеются только самые общие высказывания по этому вопросу, которые сводятся к утверждению, что в природе преобладают мужские деревья осины [3], [2], [4], [1], [5].

Между тем, изучение соотношения полов у древесных растений (в частности, у осины) имеет не только большое общебиологическое значение, но и представляет немалый практический интерес, так как путем сравнения соотношения полов в различных лесорастительных условиях можно выявить экологические особенности разнополых особей. Кроме того, соотношение полов у двудомных растений и внешнее выражение двудомности (то есть явления полового диморфизма) непосредственно связаны с определением и механизмом наследования пола.

Основные наблюдения мы проводили в Лисинском учебно-опытном лесхозе. Учет осины был также сделан в наиболее доступных местах ее массового произрастания — Охтинском лесхозе, парках им. Челюскинцев и Лесотехнической академии и окрестностях пос. Лисий Нос. В Сиверском лесхозе наблюдения вели преимущественно в липняковом типе леса, так как этот тип почти отсутствовал в насаждениях других объектов.

Истинное соотношение полов определяли не по абсолютному количеству стволов, а по суммарному числу клонов и отдельных семенных деревьев. Разница пола явилась главным признаком для выделения клонов и определения их границ.

Отдельные семенные деревья составили только 15% общего числа учетных, причем среди женских деревьев этот процент был заметно выше, чем среди мужских (19 против 13%). Значит, основная масса обследованных осин имеет вегетативное происхождение, произрастает клонами. Число деревьев в одном клоне в наших наблюдениях колебалось у мужских от 2 до 105 (среднее — 10 шт.), а у женских от 2 до 69 (среднее — 8 шт.).

Данные наблюдений приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, мужские деревья явно преобладали только в окрестностях пос. Лисий Нос и в парке Челюскинцев. На остальных

Таблица 1

Объекты наблюдения	Число обследованных клонов и отдельных семенных деревьев			Отношение мужских к женским
	мужских	женских	всего	
Лисинский лесхоз	571	470	1041	1,2:1
Сиверский "	200	134	334	1,5:1
Охтинский "	128	127	255	1:1
Парк им. Челюскинцев	43	19	62	2,3:1
Парк ЛТА	7	8	15	0,9:1
Окрестности пос. Лисий Нос	72	26	98	2,8:1
Итого . . . . .	1021	784	1805	1,3:1

объектах соотношение полов оказалось близким к единице. В Сиверском лесхозе произошло некоторое искусственное искажение данных (увеличение количества мужских деревьев), так как в липняковом типе леса, которому было уделено основное внимание, женские деревья отсутствуют.

Следовательно, указания о явном преобладании во всех случаях мужских деревьев осины нуждаются в уточнении.

Результаты определения соотношения полов в разных типах леса приведены в табл. 2 (типы леса расположены в порядке увеличения влажности почвы).

Таблица 2

Типы леса	Число обследованных клонов и отдельных семенных деревьев			Абсолютное количество учтенных деревьев		
	мужских	женских	отношение мужских к женским	мужских	женских	отношение мужских к женским
Липняковый	91	—	1:0	652	—	1:0
Кисличник	443	348	1,3:1	4404	2411	1,8:1
Кислично-черничный	52	28	1,8:1	389	127	3,0:1
Черничник	173	171	1:1	1304	865	1,5:1
Кислично-папоротниковый	51	46	1,1:1	396	404	1:1
Травяно-таволжный	41	41	1:1	627	299	2,1:1
Хвощово-сфагновый	4	9	0,4:1	11	27	0,4:1
Итого . . . . .	855	643	1,3:1	7783	4133	1,9:1

В липняковом типе леса (имеющем очень незначительное распространение) женские деревья отсутствовали совсем. В кисличном и кислично-черничном типах наблюдалось некоторое преобладание мужских деревьев, а в остальных (кроме хвощово-сфагнового) отношении мужских осин к женским равно единице. В хвощово-сфагновом типе наблюдалось явное преобладание женских деревьев. Однако в этом типе осина встречается крайне редко.

Для сравнения в табл. 2 приведены соотношения полов по абсолютному количеству учтенных деревьев. Это соотношение искажается в сторону увеличения числа мужских особей.

Из сказанного можно сделать следующие выводы.

1. Соотношение полов у осины в лесах Ленинградской области близко к единице, если его определять по числу клонов и отдельных семенных деревьев.

2. Одной из причин некоторого преобладания мужских клонов и отдельных семенных деревьев над женскими является более высокий уровень ксерофитности мужских особей и, в частности, отсутствие женских деревьев в крайне сухих условиях произрастания осины.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. В. Гроздов. Дендрология. Гослесбумиздат, М.—Л., 1960. [2]. Е. А. Данилов. Осина и ее разведение. Изд. «Новая деревня», М., 1922. [3]. Н. С. Нестеров. Значение осины в русском лесоводстве. М., 1894. [4]. С. С. Пятницкий. Курс дендрологии. Сельхозиздат, Харьков, 1960. [5]. Х. Эйзенрейх. Быстрорастущие древесные породы. ИЛ, М., 1959.

---

Поступила в редакцию  
6 сентября 1965 г.

УДК 634.0.231 : 674.032.475.8

## ВОЗОБНОВЛЕНИЕ КЕДРОВНИКОВ НА ГАРЯХ ГОРНОГО АЛТАЯ

*И. А. КОРОТКОВ**Н. П. ТЕЛЕГИН*

Инженеры

(5-ая Ленинградская лесоустроительная экспедиция)

Работы по изучению возобновления на гарях мы проводили в период с 1959 г. по 1963 г. на территории Каракокшинского и Горно-Алтайского опытного леспромхозов. Обследованиями охвачены горельники разных возрастов. Около 80% гарей находится на высоте 800—1500 м над уровнем моря, остальные расположены выше, в условиях субальпийского подпояса.

Возраст гарей устанавливали по пожарным подсушинам на уцелевших деревьях и по возможности уточняли путем опроса местных жителей.

В распространении гарей по экспозициям склонов каких-либо особенностей не обнаружено. Мы отмечали случаи лесовосстановления на небольших участках гарей, где под пологом насаждения имелся подрост, уцелевший во время пожара. Возобновление здесь осуществляется сравнительно быстро. Породный состав нового насаждения во многом зависит от состава сохранившегося подроста.

В период пожаров, уничтожающих большие массивы кедровых лесов, подрост обычно погибает вместе с материнским древостоем. В таких случаях последующее возобновление появляется, если сохранилась лесная подстилка; насаждение перед пожаром имело хороший урожай семян кедра; пожар прошел весной или осенью после того, как основная масса шишек упала на землю, а кедровки отложили свои запасы в подстилку (на подобный случай указывал М. Е. Ткаченко \*).

Именно такой случай возобновления кедровой гари мы наблюдали на площади около 4 тыс. га в бассейнах рек Малая Чили и Колдор. Кедровники были представлены двумя типами леса: чернично-зеленомошным и бадановым. Горельник расположен на высоте 1300—1600 м над уровнем моря.

Было установлено, что пожар прошел осенью 1919 г. во время заготовки в этом массиве кедровых орехов. По словам очевидцев, урожай был хорошим. При пожаре все кедровники, за исключением небольших участков по глубоким логам, погибли полностью. Более половины погибших деревьев до сих пор стоят на корню. Живой напочвенный покров и лесная подстилка пострадали от пожара незначительно.

\* М. Е. Ткаченко. Общее лесоводство. 1952.

В настоящее время 85% территории гари возобновилось кедром с небольшой примесью березы. На 15% гари появилась только береза или совсем нет подроста из-за сильного развития травяного покрова.

Новое поколение кедра одновозрастно. Средний возраст его — 42 года. Это значит, что возобновление началось через год после пожара. Характеристика молодняка на гари чернично-зеленомошного типа леса по учету 1963 г. приведена в табл. 1.

Таблица 1

№ пробных площадей	Высота над урвнем моря, м	Состав древостоя и количество подроста	Порода	Число стволов на 1 га	Средняя высота, м	Средний диаметр, см
1	1400	10К + Б, ед. Е Подрост кедра — 2,0 тыс. шт./га	К Б Е	420 27 10	8 10 9	12 13 12
2	1350	8К2Б Подрост кедра — 0,4 тыс. шт./га	К Б	553 163	6,8 9	11 13
3	1300	10Б + К Подрост кедра — 2,6 тыс. шт./га	Б К	750 92	10 6,2	16 10

Все пробные площади заложены на северном склоне крутизной до 10°. На гари сохранился сухостойный лес. На участке, характеризующем пробной площадью № 1, его насчитывают 340 м<sup>3</sup> на 1 га, а на двух других — по 150 м<sup>3</sup> на 1 га.

На каждой пробной площади процессы лесовосстановления проходят по-разному. На участке, характеризующем пробной площадью № 3, восстановление кедра идет через смену пород. Это, по-видимому, можно объяснить двумя факторами:

а) участки расположены на разных высотах над уровнем моря. Хотя эти различия не так резки, тем не менее замечено, что с увеличением высот над уровнем моря степень участия березы в формировании насаждений уменьшается;

б) в отличие от участков № 1 и 2 живой покров и подстилка на участке № 3 местами были значительно повреждены пожаром. В результате здесь вначале создались условия, более благоприятные для прорастания семян березы.

В настоящее время напочвенный покров гари имеет тот же облик, что и под пологом насаждений в данном типе леса. Вследствие редкого стояния деревьев и суровых условий местопрорастания молодой кедровник на этой гари имеет густоохвоенные большие кроны. При данном количестве стволов на 1 га здесь по существу формируются орехоплодные насаждения с сильно развитыми кронами. На этой гари уже сейчас встречаются отдельные плодоносящие деревья кедра.

На открытых гаях возобновление большей частью идет семенами, занесенными кедровкой. В каждой «кладовке» птица прячет по 5—10, а иногда и более орехов в мох или лесную подстилку на глубину 4—6 см. Чаще всего кладовки обнаруживаются во мху, на повышенных местах, около пней, камней, на колодах, приствольных повышениях и т. д. В них почти всегда бывают только полноценные орехи — посевной материал высокого качества.

На гаях с сильно развитым травяным покровом кедровка обычно не делает кладовок. Поэтому здесь создается меньшая обеспеченность

семенами, а сильное задернение злаками препятствует росту и развитию многочисленных всходов кедр. Лучше идет возобновление на мшистых гаях, однако количество семян, запасаемых кедровкой, здесь значительно меньше, чем под пологом леса.

В урочище Кыга Белинского лесничества Горно-Алтайского опытного леспромхоза была проведена работа по сравнению наличия семян кедр под пологом леса и на гари. Участок гари расположен на высоте 1600 м над уровнем моря, склон северо-западный крутизной 15°, тип леса — черничник. Участок леса находится на высоте 1200 м, склон северо-западный крутизной 15°, тип леса чернично-зеленомошный. Состав насаждения 9К1П, возраст 360 лет, полнота 0,9. На участках было заложено по 16 учетных площадок размером 0,5 × 0,5 м. Полученные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Место учета	Количество семян, тыс. шт. на 1 га				
	всего	в том числе			
		всхожих	пустых или гнилых	поврежденных	
				мышьвидными грызунами	бурундуками и кедровкой
Кедровое насаждение	2904	347	967	780	810
Гарь	512	32	112	72	296

Сравнение показывает, что почвенный запас семян на гаях значительно меньше (в данном случае в 5 с лишним раз), чем под пологом леса. Учеты проводили после урожайного 1960 г. Всхожие семена должны были прорасти только весной 1962 г. Можно полагать, что к этому времени большая часть их не сохранится.

Наиболее старыми были гари в южной части Октябрьского лесничества Каракокшинского леспромхоза. Кедровые леса здесь горели в 1914—1917 гг. Площадь горельников составляет более 20 тыс. га. Здесь, в мшистых типах леса, где напочвенный покров и лесная подстилка в период пожара пострадали слабо, идет возобновление кедр с небольшой примесью березы. Гари травянистых типов заселяются березой или совсем не зарастают. Данные о характере возобновления на гаях через 50 лет после пожара приведены в табл. 3.

Таблица 3

Характер гарей	Число проб	Порода	Количество подроста на 1 га (числитель) и средняя высота, м (знаменатель) по возрастным группам						
			1-5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-40	всего
Мшистые (группа зеленомош- ных типов леса)	7	К	$\frac{79}{0,20}$	$\frac{108}{0,47}$	$\frac{234}{0,91}$	$\frac{256}{1,77}$	$\frac{321}{3,16}$	$\frac{132}{4,48}$	$\frac{1130}{—}$
		Б	—	$\frac{28}{2,45}$	$\frac{41}{4,45}$	$\frac{27}{5,10}$	$\frac{20}{6,50}$	$\frac{8}{7,10}$	$\frac{124}{—}$
Травянистые	6	Б	$\frac{42}{0,74}$	$\frac{63}{1,90}$	$\frac{172}{3,10}$	$\frac{130}{4,48}$	$\frac{193}{7,84}$	$\frac{81}{11,90}$	$\frac{681}{—}$
		К	$\frac{22}{0,20}$	$\frac{25}{0,80}$	$\frac{63}{1,24}$	$\frac{21}{1,83}$	$\frac{44}{3,00}$	—	$\frac{175}{—}$

Как показывают данные, даже на мшистых гаях возобновительный период еще не закончен. На травянистых гаях подрост березы еще не в состоянии расселиться на всей территории, занятой травянистой растительностью. Участие кедр в возобновлении малое.

Из изложенных фактов следует, что процессы восстановления кедра на гарях идут очень долго, если не считать особых, описанных выше случаев. Несколько быстрее растет кедр на мшистых гарях, где не наблюдается смены пород. Мы полагаем, что здесь возобновительный период охватывает в среднем около 60 лет.

Восстановление кедра на гарях, сопровождающееся сменой пород, затягивается на 100 и более лет. При очень высокой степени развития травяного покрова и задернения процессы лесовосстановления, по-видимому, могут длиться еще больше или совсем не наблюдаются. В этих случаях необходимо создавать культуры кедра.

---

Поступила в редакцию  
9 декабря 1964 г.

УДК 632.581.2

## ЕЖЕГОДНЫЙ ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ФАЦИДИОЗА СОСНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

И. С. КОССИНСКАЯ

Младший научный сотрудник

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

В местностях с ежегодным высоким снежным покровом самым опасным заболеванием молодняков сосны и кедра сибирского является фацидиоз или снежное шютте. Биология его возбудителя, дисконицета *Phacidium infestans* Karst. в лабораторных условиях детально описана Э. Бьеркманом [7], [8].

В природных условиях это заболевание было изучено главным образом на севере Европы [10], [12], [11], [8], [9], [4], [6]. Тем не менее картина развития фацидиоза, особенно осенью, зимой и весной, остается недостаточно полной.

Фацидиозу в Сибири посвящен ряд работ [2], [3], [5]. Но лишь в работе Г. С. Неводовского [5] освещены некоторые вопросы биологии возбудителя в летний период.

Для выяснения особенностей развития фацидиоза в Сибири были организованы систематические круглогодичные наблюдения в Томской области в течение 1962—1964 гг. Образцы хвои, пораженной за последние два года, брали с мая по октябрь через каждые 10 дней, а с ноября по апрель — в последней декаде каждого месяца. Для микроскопического исследования с последующим фотографированием использовали, главным образом, поперечные срезы пораженной хвои. Осенью, весной и в последнюю декаду каждого из зимних месяцев образцы пораженной хвои, а также снега и дождевой воды для микроскопического исследования брали ежедневно. В это же время для улавливания и учета вылетевших спор ежедневно устанавливали предметные стекла, смазанные вазелином. Повторность опыта — пятикратная для горизонтальной и вертикальной поверхностей. Всего было просмотрено около 1000 препаратов с поперечных срезов хвои, около 400 проб воды и 480 предметных стекол. Одновременно учитывали температуру и влажность воздуха, температуру под снежным покровом на глубине от 20 см до 1 м, а в период активного снеготаяния — температуру в снежных парничках. Для этого использовали срочные и вакуумные срочные термометры, минимальные и максимальные термометры, суточные термографы и гигрографы, бытовые психрометры и психрометр Ассмана. Для обработки данных использовали общепринятую в метеорологии методику.

На основании этих наблюдений, а также данных, выявленных нами ранее в Карельской АССР и Ленинградской области, мы получили достаточно четкое представление о развитии фацидиоза сосны в природных условиях в связи с климатическими особенностями местности.

Ежегодный цикл развития *Phacidium infestans* Karst. [1] можно определить как гомогенный, прерывающийся, с двумя фазами: паразитной и сапрофитной. Развитие фацидиоза в природных условиях удобнее всего рассматривать по этим фазам.

Сапрофитная фаза начинается с момента выхода пораженной хвои весной из-под снега и заканчивается осенью открытием апотециев, в которых находятся сумки со зрелыми спорами. Апотеции гриба на пораженной хвое начинают формироваться в хлорофиллоносной паренхиме под эпидермисом и гиподермой сразу же после выхода хвои из-под снега. В течение лета в апотециях формируются сумки со спорами, вызревающими к осени.

Паразитная фаза развития начинается с раскрытия апотециев; для этого необходимы заморозки. Как показали наши наблюдения, для последующего раскрытия сумок и освобождения из них спор этого условия недостаточно. Эти процессы у *Phacidium infestans* Karst. проходят обязательно при наличии капельно-жидкой влаги и колебании температур около 0°, то есть споры освобождаются только тогда, когда хвоя мокрая. До сих пор считалось, что открытие сумок и вылет спор происходят сразу после открытия апотециев. Это вполне соответствует морскому климату севера Европы, отличающемуся влажной осенью с колебаниями температуры воздуха около 0°. В других климатических условиях осенне-зимнее развитие фацидиоза не было изучено. Поэтому тип развития, который можно назвать европейским, считался единственно возможным. По нашим данным, при резко континентальном климате, в частности в Томской области, условия для освобождения спор и дальнейшего развития гриба могут создаваться в различные времена года. В связи с этим паразитная фаза этого заболевания в Сибири может иметь два совершенно различных типа развития.

Чаще всего между раскрытием апотециев и освобождением спор из сумок наблюдается значительный разрыв во времени. Сухой и морозной осенью, отличающей Сибирь, для раскрытия сумок и освобождения спор не бывает подходящих условий.

В подобных погодных условиях после раскрытия апотециев, которое бывает обычно в начале сентября, не происходит массового раскрытия сумок и освобождения из них спор (рис. 1, а). Лишь в некоторые дождливые дни наблюдалось освобождение единичных спор. Во время зимних оттепелей открывается незначительная часть сумок, расположенных в апотециях на хвое, оказавшейся зимой над снегом.

Основная масса пораженной хвои уходит под снег с сумками, полными зрелых спор. При морозной осени снег ложится на промерзшую землю, и под ним в течение всей зимы сохраняются устойчивые отрицательные температуры. Таким образом, большая часть пораженной хвои, находящейся всю зиму в толще снежного покрова, не подвергается даже кратковременному действию положительных температур и капельно-жидкой влаги при оттепелях. Поэтому освобождение основной массы спор в этом случае происходит в период снеготаяния.

Снег вокруг растений тает весной значительно раньше, чем в других местах. В снежных парничках (пещёрках), образующихся вокруг молодых сосенок или их нижних ветвей, освобождается основная масса спор. Хвоя сосны, находящаяся в снежных парничках, постоянно увлажнена или погружена в воду. Поэтому здесь нет условий, необходимых для раскрытия сумок сухоспорового гриба *Phacidium infestans* Karst.

Однако, как показали наши наблюдения, процесс освобождения спор здесь идет совершенно иначе, чем на открытом воздухе. Сумки не раскрываются, а ослизняются и разрушаются (рис. 1, б, з).

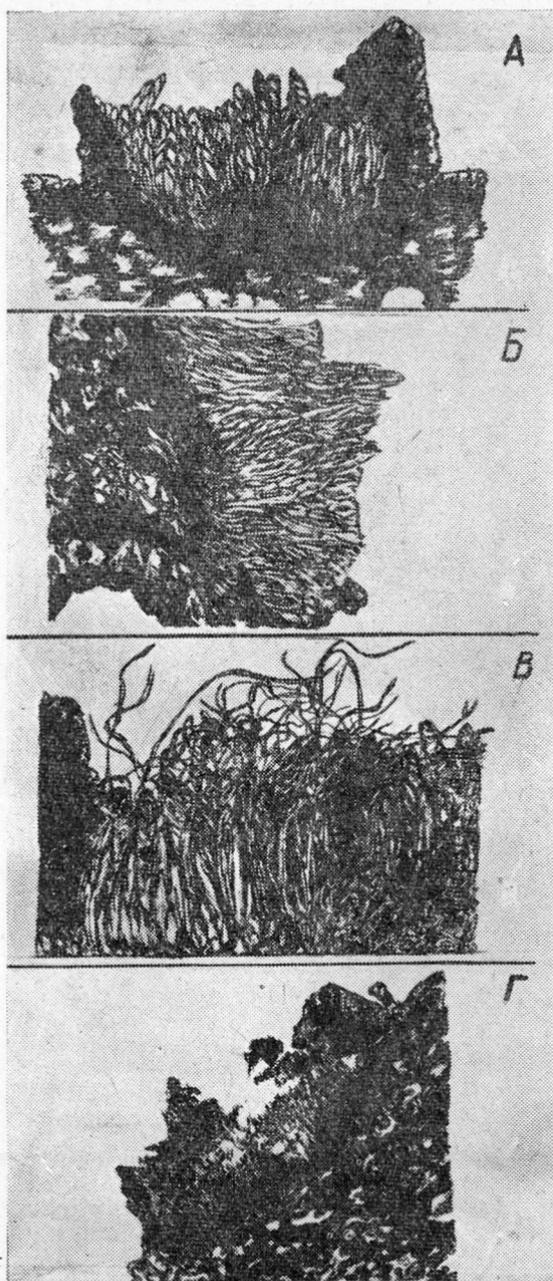


Рис. 1. Сибирский тип развития паразитной фазы фацидиоза. Рисунки с микрофотографий.

а — зрелый, раскрывшийся апотеций. Сумки наполнены спорами. Сентябрь 1963 г. Увеличение оптическое 112,5, фотографическое 3,5 раза; б — гимениальный слой апотеция с разрушающимися сумками и выходящими из них спорами. Апрель 1964 г. Увеличение оптическое 250, фотографическое 3,5 раза; в — прорастание спор в сумках апотеция. Апрель 1964 г. Увеличение оптическое 250, фотографическое 3,1 раза; г — апотеций с полностью разрушенным после освобождения спор гимениальным слоем. Начало мая 1964 г. Увеличение оптическое 112,5, фотографическое 3,5 раза.

В снежных парничках, особенно в дневные часы, создаются условия, близкие к оптимальным, для прорастания спор и развития воздушного мицелия *Phacidium infestans* Karst. Поэтому, как показали наши наблюдения весной 1963 г., освобождение спор и распространение их талой водой происходит одновременно с развитием мицелия. При этом часто освобождаются уже проросшие споры, а часть их начинает расти прямо в сумках, находящихся в апотециях (рис. 1, в). Ростки гиф внедряются в еще здоровую хвою, находящуюся в снежных парничках,

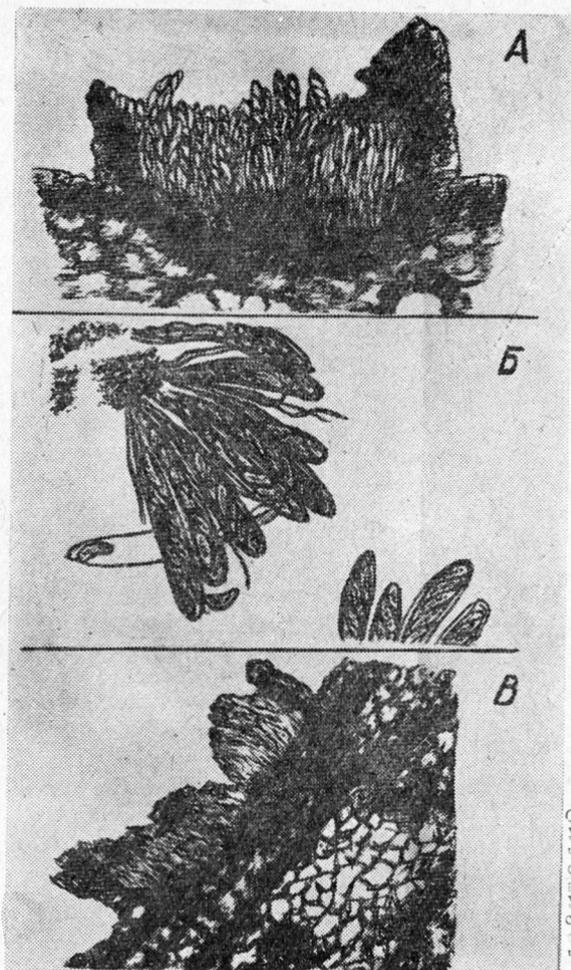


Рис. 2. Европейский тип развития паразитной фазы фацидиоза. Рисунки с микрофотографий.

*a* — зрелый, раскрывшийся апотеций. Сумки наполнены спорами. Сентябрь 1962 г. Увеличение оптическое 112,5, фотографическое 3,5 раза; *б* — зрелые сумки со спорами. Часть сумок открыта, из одной выходит последняя спора. Октябрь 1962 г. Увеличение оптическое 250, фотографическое 3,5 раза; *в* — апотеций с опустевшими сумками. Январь 1962 г. Увеличение оптическое 112,5, фотографическое 3,5 раза.

образуя при этом обильный воздушный мицелий. Поражение охватывает здоровую хвою, попадающую в снежные парнички по мере их расширения. Особенно быстро, со скоростью снеготаяния, этот процесс идет в парничках открытого типа. По нашим наблюдениям, временное промораживание до  $-10^{\circ}$  не замедляет дальнейшего развития заболевания при наступлении благоприятных условий. После освобождения ветвей от снега поражение здоровой хвои прекращается, и наступает сапрофитная фаза развития. Таким образом, при сибирском типе паразитной фазы периоды заражения, инкубации и созревания протекают одновременно, сокращаясь иногда до нескольких дней.

Если осень влажная и сравнительно теплая, то в Томской области, как и на севере Европы, распространение спор может начаться сразу же после раскрытия апотециев (рис. 2, *a*, *б*). Периоды заражения и инкубации в этом случае составляют 3—4 месяца. Поражение здоровой хвои, то есть период созревания, длится вплоть до полного таяния снежного покрова — около трех месяцев. Его продолжительность компенсирует замедленное развитие фацидиоза зимой под снегом.

Таким образом, в Томской области, а вероятно, и в других районах Сибири существует два различных типа паразитной фазы развития

фацидиоза. Они различаются сроками и способами освобождения и распространения спор, длиной периодов заражения, инкубации и созревания, быстротой поражения здоровой хвои и образования воздушного мицелия. Сибирский или европейский тип развития фацидиоза возникает в зависимости от погодных условий осени и начала зимы. Иногда болезнь может развиваться по смешанному типу.

Наши данные показывают, что течение инфекционных заболеваний растений в природных условиях и биологию их возбудителей, в частности, *Phacidium infestans* Karst., нельзя считать стабильными. Они резко изменяются в зависимости от общего климата местности и даже его ежегодных колебаний. Таким образом, заболевания растений можно рассматривать только в тесной связи с абиотическими факторами, определяющими особенности развития паразита и состояние растения-хозяина. Это имеет существенное практическое значение, так как тип развития заболевания в значительной мере определяет меры профилактики и борьбы с ним.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Э. Гойман. Инфекционные болезни растений. ИЛ, М., 1954. [2]. Н. П. Куликов, Ф. А. Соловьев. Снежное шютте в ленточных борах. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1938. [3]. Н. Н. Лавров. Болезни лесных пород и меры борьбы с ними. Труды Томского государственного университета, т. 118, 1952. [4]. В. К. Мороз. Фацидиоз — опасная болезнь сосны. Карельское книжное изд-во, Петрозаводск, 1962. [5]. Г. С. Неводовский. Фацидиоз сосны. Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел биологический, вып. 1, 1953. [6]. В. Г. Яковлев. Эпифитотни снежного шютте среди самосева сосны на вырубках. Сборник работ по лесному хозяйству, вып. 5, Ленинградский НИИ лесного хозяйства. Гослесбумиздат, М., 1962. [7]. E. Björkman. Reinkulturförsök med snöskittesvampen (*Phacidium infestans* Karst.) Reinkulturförsök med dem Schneeschüttepilz (*Phacidium infestans* Karst.), Svensk. Bot. tidskr., 36, 1942. [8]. E. Björkman. Studier över snöskittesvampens (*Phacidium infestans* Karst.) biologi samt metoder för snöskittes bekämpande. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, Skogsförkningsinstitut, Bd. 37, 2, 1948—1949. [9]. E. Björkman. Resistans to snow-blight (*Phacidium infestans* Karst.) in different provenances of *Pinus silvestris* L. Syudia forestalia suecica, 5, Skogshögskolan, Stockholm, 1963. [10]. T. Lagerberg. Studier över den norrländska tallens sjukdomar, särskildt med hänsyn till dess föryngring. Medd. Stat. skogsförs. — anst., 9, 1912. [11]. L. Mattsson Mörn & G. Nenzell. Studier över snöskyttenangrepp inom tallföryngringar a Bergvik och Ala—Nya Aktiebolags marker. Norrl. Skogsvårdsförd. tidskr., 1941. [12]. H. Sjöström. Iakttagelser och undersökningar över snöskyttets (*Phacidium infestans*) uppträdande på tallen i höjdlägen i Norrland och Dalarna. Svenska Skogsvårdsförd. tidskrift., 35, 1937.

Поступила в редакцию  
3 декабря 1964 г.

УДК 634.0.266 : 634.0.533

## ТАКСАЦИОННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

А. В. ЕРШОВ

Аспирант

(Уральский лесотехнический институт)

Большинство специалистов (аэрофизиков, путейцев и лесоводов) рассматривает защитные лесные полосы в их фронтальной проекции как сложную систему многорядных защит, состоящих в каждом ряду из суммы плоских и пространственных решеток.

Поскольку лесные полосы отличаются сезонной изменчивостью просветности крон и способностью менять просветность под действием сильного ветра [2], самыми надежными надо считать таксационные показатели стволов, определяющие связь последних с другими частями деревьев (кронами и корнями). На тесную связь между диаметром ствола, весом хвои (листьев) и шириной кроны указывают А. И. Ахромейко [1], А. В. Савина [4], Ф. П. Садовничий [5] и др.

В лесной таксации густота есть число стволов на единице площади с учетом их диаметров, а показателем густоты служит среднее расстояние между деревьями в метрах [3]. Пользуясь таксационными данными стволов древостоя ряда, можно определить также плотность любого элемента (породы) ряда или суммы элементов по формуле

$$P_{\phi} = K_n \sum_n \frac{N \cdot D_{\text{ср}} \cdot HF \cdot K_B}{H_{\text{ср}} \cdot L} \cdot 100\%,$$

где  $P_{\phi}$  — фактическая плотность одного ряда или суммы нескольких рядов лесной полосы, %;

$K_n$  — коэффициент перекрытия стволов друг другом на пути ветрового потока, определяемый опытным путем в связи с неодинаковыми расстояниями между деревьями в рядах и между рядами и меняющимся углом между осью рядов и фронтом ветра;

$n$  — число рядов, для которых определяется сумма плотности;

$N$  — число деревьев элемента ряда по данным перечислительной таксации;

$D_{\text{ср}}$  — средний диаметр элемента ряда, определяемый как средний арифметический или через площадь сечения среднего дерева, м;

$HF$  — видовая высота элемента ряда, вычисленная по объему 1—3 моделей средних деревьев или по видовому числу, установленному для данного типа насаждения, местоположения ряда и возраста элемента, м;

- $K_v$  — коэффициент видовой изменчивости крон под действием ветра, определяемый в данном районе опытным путем, в связи с разной силой (скоростью) ветров, неодинаковой упругостью сучьев и разной спрессовываемостью тонких ветвей при ветре у разных пород;
- $H_{cp}$  — средняя высота элемента ряда, найденная по графику высот и проверенная на модели среднего дерева (равная высоте фронтальной проекции), м;
- $L$  — ширина фронтальной проекции ряда (лесной полосы), принятая для удобства расчетов равной 1000 м (1 пог. км);
- 100% — переводный показатель для выражения фактической плотности в процентах (отношение площади проекции, занятой древесной массой (объемом) стволов, к общей площади той же проекции, обращенной к фронту действия ветра).

Коэффициенты перекрытия стволов и видовой изменчивости крон определить трудно, однако первый имеет лишь теоретическое значение, и в густых насаждениях его величина практически очень мала, а второй важен лишь для пород, охвоенных зимой (ель, сосна). Поскольку кроны остальных пород зимой безлиственны и их размеры как функции стволов определены уже количеством, диаметрами, высотами и видами числами стволов в данном ряду, в практической работе для лиственных пород и лиственницы пока условно можно принимать коэффициенты, равными единице.

По найденным значениям фактической плотности лесных полос, путем сравнения с расчетными  $\left(\frac{P_{\phi}}{P_p}\right)$  для данного района (термин «плотность» применен в значении, обратном «просветности» защиты), можно судить о защитных достоинствах насаждения и находить любой из параметров (густоту и высоту) для обеспечения той или иной снегоемкости лесной полосы.

Проведя таксацию большого числа деревьев и кустарников (52 пробные площади, 396 древесных и 95 кустарниковых рядов, пере-чет 11589 деревьев и 773 кустарников, рубка и обмер 159 моделей средних стволов), мы составили таблицы, а также графики изменения числа стволов, густоты и плотности для главнейших уральских пород — ели, сосны, березы и тополя в возрасте до 30 лет (рис. 1).

Для повышения плотности рядов в защитных лесонасаждениях выгодно иметь древостой большой высоты при максимальном числе стволов и возможно меньшем диаметре, но обеспечивающем механическую прочность стволов при навале снега.

Число деревьев и поросли кустарников, создающих наибольшую плотность рядов в защитных лесонасаждениях Свердловской железной дороги (восточный склон Среднего Урала), в зависимости от типов лесных полос и местоположения рядов, находится в пределах (при  $K_n$  и  $K_v = 1$ ), указанных в табл. 1.

Таблица 1

Группа пород	Число стволов, N, шт.	Плотность П, %
Главные (ель, сосна, береза, тополь) . . . . .	500—600	3—4
Сопутствующие (клен, ясень, вяз, липа) . . . . .	400—700	1—2
Кустарники (акация, жимолость) . . . . .	6000—10000	8—16

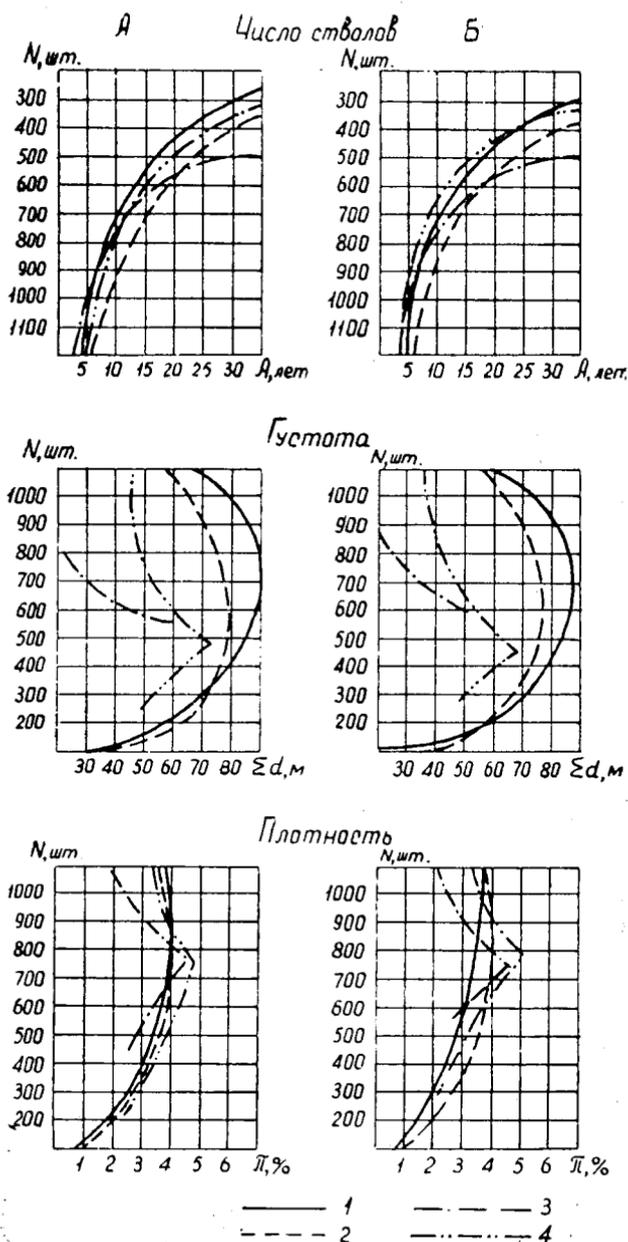


Рис. 1. Изменение таксационных признаков стволов в путезащитных лесных полосах восточного склона Среднего Урала на деградированных черноземах и дерново-подзолистых почвах.

А — в крайних рядах; Б — в средних рядах.

1 — тополь; 2 — береза; 3 — ель; 4 — сосна.

Принимая оптимальной плотность лесных полос 50% [2], можно подсчитать, что для обеспечения нормальной снегоемкости в первые 30 лет в лесорастительных условиях Среднего Урала в большинстве типов лесных полос нужно иметь, в среднем, около 20 древесных рядов

(главных и сопутствующих пород) или меньше, но дополненных соответственно 2—4 рядами кустарников, исходя из примерной замены одним плотным рядом кустарника 4—5 нормальных (не изреженных выше нормы) древесных рядов лиственных пород.

Для проверки полученных данных в сравнительно многоснежную зиму 1964/65 гг. испытывали снегоемкость лесных полос различной плотности при разном возрасте и составе пород. Все опытные участки, на которых кустарник был вырублен наполовину или сплошь (кроме одного, где плотность сохраненного на пробе 27-летнего древостоя березы составляла 36%) работали вполне нормально и подтвердили пригодность метода (табл. 2).

Таблица 2

№ пробных площадей	Ширина, м	Число рядов			Плотность, %	Снежный вал		
		главных пород	сопутствующих пород	кустарников		h, м	l, м	S, м <sup>3</sup>
40—1	42	8	8	26	332	2,4	7,0	23
40—2	"	5	8	13	185	1,4	6,0	23
40—3	"	5	8	1	36	1,2	7,0	15
42—1	40	8	4	15	214	2,0	9,0	38
42—2	"	7	4	10	144	1,6	9,0	38
42—3	"	7	4	2	54	1,5	10,0	38

В защитных лесонасаждениях настоящий метод должен получить практическое применение.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. И. Ахромейко. Физиологическое обоснование разведения сосны в степях. Сб. «Бузулукский бор», 1950. [2]. А. К. Дюнин. Механика метелей (вопросы проектирования снегорегулирующих средств). Сибирское отделение АН СССР, Новосибирск, 1963. [3]. А. Е. Колосова, Е. С. Мураханов. Лесная таксация (учебное пособие). ВЗЛТИ, Л., 1960. [4]. А. В. Савина. Физиологическое обоснование рубок ухода. М.—Л., 1956. [5]. Ф. П. Садовничий. Зависимость диаметра кроны в культурах сосны от высоты и возраста. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1964.

Поступила в редакцию  
30 августа 1965 г.

УДК 634.0453 : 674.032.475.572

## ЗАСЕЛЕНИЕ ЕЛОВЫХ ПНЕЙ СТОЛОВЫМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ В ЮЖНОЙ ПОДЗОНЕ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР\*

М. А. ЛУРЬЕ

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Ускоряя разложение пней, некоторые насекомые — обитатели еловых пней — являются в то же время вредителями леса и древесины. В связи с этим представляет значительный интерес выяснение условий и последовательности заселения стволовыми вредителями еловых пней на лесосеках и в глубине леса. Эти вопросы были затронуты ранее в ряде работ [5], [4], [6], [2]. Однако в них почти отсутствуют указания на время и условия заселения, а также на причины смен группировок стволовых вредителей; слабо изучены особенности развития на ели видов, более известных как обитатели сосны; не полны и сами группировки насекомых, приведенные в названных трудах.

Полевые наблюдения проведены в Центральном лесном государственном заповеднике (Калининская область) в 1961—1963 гг. \*\*.

В процессе работы анализировали буреломные и снеголомные пни в насаждениях, а также пни на лесосеках 1953—1962 гг., в заповеднике и соседних лесничествах.

В статье дано описание группировок стволовых вредителей на пнях, начиная с «первозаселителей» и кончая разрушителями древесины при первой «церамбицидной» фазе ее разрушения \*\*\*.

При образовании пней осенью, зимой или ранней весной (до апреля) первые поселения насекомых появляются в мае; после весеннего бурелома или рубки заселение пней начинается в июне — июле, и, наконец, пни, образовавшиеся в первой половине лета, заселяются в конце июля — начале сентября. От времени рубки или слома дерева зависит состав первичных группировок стволовых вредителей, что определяет (по крайней мере, в первые два года) дальнейшую последовательность поселения на пнях других видов насекомых и их взаимоотношения.

Итак, образование и последовательная смена группировок стволовых вредителей могут осуществляться тремя путями: 1) весеннее заселение — первичные группировки стволовых вредителей обра-

\* Работа выполнена под руководством доктора биологических наук А. И. Воронцова.

\*\* В определении насекомых и грибов, кроме автора, принимали участие А. В. Алексеев, А. И. Ильинский, Б. М. Мамаев, И. Г. Семенкова, Б. В. Сокановский, М. И. Фалькович.

\*\*\* Терминология Б. М. Мамаева [3]. При этой фазе наибольшее участие в разрушении древесины принимают личинки усачей (семейство *Cerambycidae*).

зуются в конце апреля — мае; 2) раннелетнее — в июне — первой половине июля; 3) летне-осеннее — во второй половине июля и позднее. Каждому периоду соответствует комплекс стволовых вредителей, у которых в это время происходит лёт и откладка яиц.

### Крупномерные буреломные пни под пологом леса

Весеннее заселение. 1-ый год. При высоте пней более 2 м в мае на них поселяется типограф (*Ips typographus* L.). В июне ниже типографа начинает прокладывать ходы пушистый полиграф, кладут яйца усачи рода *Tetropium* (главным образом, менее влаголюбивый матовогрудый усач — *T. fuscum* Fabr.), а в июле — августе — усачи *Monachamus*. В это же лето после потемнения луба поселяются рагий ребристый (*Rhagium inquisitor* L.) и сосновый короед-крошка (*Crypturgus cinereus* Hbst.). Во влажных участках леса встречался щетинистый короед-крошка (*C. hispidulus* Thoms.).

2-ой год. Если в стволовой части пня остались свободными от вредителей участки с еще розовым, не потемневшим лубом, здесь в мае поселяются фиолетовый лубоед (*Hylurgops palliatus* Gyll.) и полосатый древесинник (*Trypodendron lineatum* Oliv.). У корневой шейки в июне начинают откладывать яйца хвойное сверлило (*Elateroides flabellicornis* Schn.), блестящегрудый усач (*Tetropium castaneum* L.), лесовик-автограф (*Dryocoetes autographus* Ratz.). Блестящегрудый усач и автограф вместе с большим еловым корнежилом (*Hylastes cunicularius* Eg.) и долгоносиками *Hylobius*\* занимают толстые корни. В это же лето пни заселяют черный ребристый усач (*Asemum striatum* L.) и бурый комлевой усач (*Criocephalus rusticus* L.); продолжает расти численность усачарагия ребристого и короедов-крошек. Из стволовой части вылетают короеды первого года поселения и большая часть усачей *Tetropium*\*\*.

3-ий год. Тонкие корни заселяют средний сосновый долгоносик, большой еловый корнежил и малый еловый корнежил (*Hylastes opacus* Eg.). Вылетают короеды и часть усачей *Tetropium* второго года поселения; начинается вылет усачей *Monachamus*, главным образом, малого черного усача (*M. sutor* L.).

Начиная с четвертого года, в заболони пней появляются признаки бурой деструктивной гнили (основной возбудитель — *Fomes pinicola* (Gyll.) Fr.). Поселяются жуки-тенелюбы: *Xylita livida* Sahlb. и *X. buprestoides* Payk., полосатый хвойный усач (*Toxotus cursor* L.). При белой или пестрой гнилях развиваются хвойный узконадкрыльник (*Calopus serraticornis* L.) и долгоносик-трухляк (*Eremotes ater* L.). Рыхлая, темно-красная древесина ели в третьей стадии гнили\*\*\* разрушается хвойным рогачиком (*Ceruchus chrysomelinus* L.).

Раннелетнее заселение. 1-ый год. Стволовую часть пней в течение лета успевают заселить только матовогрудый усач и усачи *Monachamus*; редко встречались ходы пушистого лубоеда.

2-ой год. В мае стволовая часть (с уже начавшим подвядливаться лубом) покрывается ходами полосатого древесинника и фиолетового лубоеда; летом здесь селятся усач-рагий ребристый и короеды-крошки. В области корневой шейки и на толстых корнях откладывают яйца те же

\* На толстых корнях развивались большой сосновый долгоносик (*H. abietis* L.), большой еловый долгоносик (*H. piceus* Deg.) и средний сосновый долгоносик (*H. pinastri* Gyll.); на тонких корнях — лишь средний сосновый долгоносик.

\*\* Часть личинок *Tetropium* оставалась на вторую зимовку.

\*\*\* Классификация стадий гнили разработана С. И. Ваниным [1].

виды, что и при весеннем заселении. Вылетает большая часть короедов и усачей *Tetropium* первого года заселения.

Летне-осеннее заселение. 1-ый год. Во второй половине лета на свежих пнях может отложить яйца только большой черный усач (*Monachamus urussovi* Fisch.).

2-ой год. Вредители, в основном, те же, что в первый год при весеннем заселении. Главное качественное отличие в том, что близ места слома на некотором протяжении (0,5—1 м) луб уже подвялен и здесь селятся полосатый древесинник и фиолетовый лубоед.

В различных типах леса группировки насекомых, заселяющих еловые пни, имеют характерные особенности. Так, в сфагновых ельниках место пушистого полиграфа часто занимает более влаголюбивый большой еловый полиграф (*Polygraphus punctifrons* Thoms.); более редки обитатели корней, погруженных здесь во влажный мох, а иногда и в воду; комли пней быстро зарастают мхом, что препятствует поселению усачей — разрушителей древесины.

В низкостебельных насаждениях с тонкими стволами отсутствуют типограф и усачи *Monachamus*. В приручевых ельниках комли пней часто заливаются водой, что вызывает гибель их обитателей — полосатого древесинника и хвойного сверлила.

### Пни на лесосеках

Весеннее заселение. 1-ый год. Заселение пней начинается в конце апреля. Первыми появляются в подвяленной торцовой части полосатый древесинник, малый лиственничный короед (*Orthotomicus laricis* Fabr.), изредка на теневой стороне пня — фиолетовый лубоед, а на солнечной — короед пожарищ (*Orthotomicus suturalis* Gyll.). Со второй половины мая ниже начинает вбуравливаться хвойное сверлило, а в июне у шейки корня и на корневых лапах поселяются лесовик-автограф и усачи *Tetropium* (преобладает блестящегрудый усач). В течение лета толстые корни заселяются автографом, блестящегрудым усачом, большим еловым корнежилом и долгоносиками *Hylobius*. В стволовой части пня и у шейки появляются молодые личинки рагия ребристого; размножаются все три вида короедов *Crypturgus*, из которых преобладает более сухолюбивый еловый короед-крошка (*C. pusillus* Gyll.). В августе возможно поселение бурого комлевого усача.

2-ой год. У корневой шейки, где луб сохраняет влажность, продолжают селиться усач-рагий ребристый и короеды-крошки; на южной стороне высоких пней иногда откладывает яйца темная хвойная златка (*Ancylocheira haemorrhoidalis* Hbst.); корнежилы (большой и малый) и долгоносики *Hylobius* заселяют средние и тонкие корни. Короеды первого года поселения и блестящегрудый усач \* вылетают.

Начиная с третьего года, у торца появляются признаки гнили, вызванной заборным грибом (*Lenzites sepiaria* Fr.), поселяется пятнистая горбатка (*Mordella maculosa* Naez.); начинается вылет черного, ребристого и бурого комлевого усачей. В четвертый, пятый годы гниль, вызванная различными грибами, распространяется по всему пню. Твердой и сухой остается лишь заболонь с южной стороны высоких, незатененных пней, где развиваются личинки темной хвойной златки.

В относительно твердой древесине при первой и второй стадиях бурой деструктивной гнили происходит развитие длинноногого (*Leptura*

\* На опушках и лесосеках у усачей *Tetropium* наблюдалась только одногодичная генерация.

*dubia* Scop.) и кровянокрылого (*L. sanguinolenta* L.) усачей-лептур, редко — обыкновенной хвойной златки (*Ancylocheira rustica* L.), щитовидки, тенелюбов *Xylita*. В более глубоких слоях древесины обитают личинки красного (*L. rubra* L.) и зеленого (*L. virens* L.) усачей-лептур. Древесина здесь влажная, оранжевого или розового цвета, в период поселения лептур еще твердая (первая стадия гнили), во время их вылета — рыхлая, иногда волокнистая (третья стадия). Появление на корневых лапах белого домашнего гриба (*Poria vaporaria* Pers.) вызывает поселение малой моли-трутовки (*Scardia boleti* Fr.).

Раннелетнее заселение. 1-ый год. Из комплекса стволовых вредителей выпадают короеды, летающие в мае; реже, чем при весеннем начале заселения, встречается хвойное сверлило. Основные обитатели — усачи рода *Tetropium*, лесовик-автограф. В следующем году комплекс весенних короедов (полосатый древесинник, фиолетовый лубоед, малый лиственничный короед, короед пожарщик) занимает область корневой шейки и лапы, в стволовой части поселяются черный ребристый и бурый комлевой усачи, а на южной стороне высоких пней — темная хвойная златка.

Летне-осеннее заселение. В первый год пни остаются почти незаселенными. Были отмечены ходы лесовика-автографа (лёт этого короеда может затянуться до середины августа); на высоких пнях откладывает яйца большой черный усач. Группировка вредителей в следующий сезон мало отличается от группировки первого года при весеннем заселении. Основное отличие в том, что летом корнежилы и долгоносики успевают проложить ходы и в тонких корнях, а в стволовой части может поселиться черный ребристый усач.

Наблюдения показали, что отмирание луба и, соответственно, заселение стволовыми вредителями у еловых пней начинается позднее, чем у сосновых. Так, долгоносики *Hyllobius* и корнежилы заселяли еловые пни в первый год только после зимней рубки, а после весенней (с апреля) начало их развития, как правило, переносилось на следующий сезон. На сосновых пнях, даже при весенней рубке, названные вредители поселяются в первый год как в надземной, так и в подземной частях, особенно плотно — долгоносики (личинки последних на сосне встречаются гораздо выше над землей, чем на ели). Таким образом, на еловых лесосеках (в отличие от сосновых) наибольшая опасность для молодых культур (год массового вылета и дополнительного питания долгоносиков) будет не через два, а через три года после рубки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. И. Ванин. Лесная фитопатология. Гослесбуиздат, М.—Л., 1955.  
[2]. Э. Ф. Козаржевская, Б. М. Мамаев. Сукцессия насекомых и другие беспозвоночные в древесине ели и их роль в разрушении валежа и порубочных остатков. Известия АН СССР, серия биологическая, № 3, стр. 449—454, 1962. [3]. Б. М. Мамаев. Деятельность крупных беспозвоночных — один из основных факторов естественного разрушения древесины. «Pedobiologia», Bd. 1, H. 1, Jena, 1951. [4]. R. Krogerus. Beobachtungen über die Succession einiger Insektenbyocoenosen in Fichtenstumpfen *Notula Entomologica*. Vol. VII, № 4, S. 121—126, 1927. [5]. U. Saalas. Die Fichtenkäfer Finnlands *Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A. B. VII, № 1, 1917*. [6]. E. Schimitschek. Forstentomologische Studien in Urwald Rotwald. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*. B. 34, H. 1, S. 178—215; H. 4, S. 514—542; B. 35, H. 1, S. 1—54, 1952—1953.

УДК 595.764.1 : 582.23

## ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗАРАЖЕННОСТЬ МАЙСКОГО ХРУЩА ПАТОГЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

В. И. ОХОТНИКОВ

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

Для выявления болезней хруща и их возбудителей мы исследовали 1330 почвенных ям на площади 1025 га в четырех лесхозах и леспромхозах Марийской АССР. Раскопки производили с мая по октябрь 1964 г. При раскопках учитывали всех живых (здоровых и больных), а также мертвых личинок, куколок и имаго майского хруща.

В зависимости от возбудителя болезни внешний вид хруща меняется [2], поэтому в полевых условиях заболевание определяли по цвету и твердости, его подвижности, наличию мицелия и пятен на теле и т. д.

Все больные и мертвые особи хруща были сохранены для лабораторного исследования по способу, рекомендованному А. А. Евлаховой и О. И. Швецовою [1].

Исследования, проведенные в лесобиологической лаборатории Поволжского лесотехнического института и в лаборатории микробиометода борьбы ВИЗР, выявили в больных и мертвых особях хруща наличие следующих патогенных микроорганизмов: грибов *Botrytis tenella* Sacc. и *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., бактерий *Coccobacillus* и простейших *Thelohania* (сем. *Nosematidae*, отр. *Microsporidae*). Наибольшее распространение — у 90% больных и мертвых особей — имел патогенный гриб *Botrytis tenella* Sacc., вызывающий болезнь хруща — белую мюскардину.

Часть паразитированных особей хруща оставалась неучтенной нами из-за быстрого их разложения, следовательно, фактическая гибель хруща от возбудителей болезней, безусловно, больше.

Зараженность майского хруща в зависимости от влажности почвы. Для определения влияния влажности почвы на степень зараженности хруща микроорганизмами мы заложили 10 пробных площадей в Куярском лесхозе и Волжском леспромхозе, в молодняках естественного и искусственного происхождения I—II классов возраста, в типе леса свежий бор.

Кроме обычных почвенных раскопок, делали анализ почвы пробных площадей на содержание влаги.

Исследования показали, что с повышением влажности почвы степень зараженности хруща патогенными микроорганизмами возрастает. Так, при влажности почвы 4—6% зараженности хруща не наблюдается, при

7—10% она достигает 0,9%, при повышении влажности до 11% она возрастает до 2,9%.

Зараженность майского хруща в разных типах леса. Почвенные раскопки производили в типах леса: сухой, свежий и влажный бор. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип леса	Количество ям	Процент больных особей от общего количества					
		личинки (по возрастам)				куколки и жуки	средний по всем стадиям
		I	II	III	IIIa		
Сухой бор . . . . .	375	0	0,1	0	0	0	0,1
Свежий бор . . . . .	885	0,4	1,2	0,9	2,5	13,4	1,3
Влажный бор . . . . .	70	0	1,5	3,9	5,8	0	2,6
Среднее . . . . .		0,3	1,1	1,0	2,6	12,0	1,1

Из таблицы видно, что наибольшая степень зараженности хруща патогенными микроорганизмами наблюдается во влажном бору.

Зараженность майского хруща в зависимости от кислотности почвы и содержания в ней гумуса. Для установления влияния гумуса и кислотности почвы на степень зараженности хруща патогенными микроорганизмами мы произвели анализ почв пяти пробных площадей, заложенных в Куярском лесхозе и Волжском леспромхозе. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Лесничество	№ квартала	Почвенный слой, см	Содержание гумуса, %	pH	Захрущевленность на 1 м <sup>2</sup>	Процент больных особей хруща
Куярское . . . . .	5	3—7	0,7	3,8	7,6	—
		10—15	0,4	3,5		
" . . . . .	5	3—7	1,4	3,5	11,4	3,3
		10—15	1,1	4,0		
Кр. Мост . . . . .	69	3—7	1,2	4,6	10,7	0,8
		10—15	1,1	4,8		
" . . . . .	83	3—7	1,2	5,7	9,3	1,6
		10—15	0,5	4,9		
Визимьярское . . . . .	95	3—7	1,3	3,8	12,6	0,5
		10—15	0,5	3,5		

Полученные данные показывают, что при повышении процента содержания гумуса в почве степень зараженности хруща патогенными микроорганизмами увеличивается.

Между кислотностью почвы (в пределах pH от 3,5 до 5,7) и степенью зараженности хруща патогенными микроорганизмами ясно выраженной связи не выявлено.

Одной из наиболее распространенных болезней майского хруща является белая мюскардина, вызываемая несовершенными грибами *Botrytis tenella* Sacc. и *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Первый, по нашим исследованиям, в лесах Марийской АССР встречается на майском хруще значительно чаще. Заболевание и гибель хруща могут происходить во всех стадиях развития. Погибшие от мюскардины

насекомые становятся твердыми, хрупкими; тела их заполнены плотной белой массой, похожей на мел.

Для изучения требовательности паразитических грибов к условиям среды и последующего создания их в опытах по биологической борьбе с майским хрущом мы выращиваем мюскардинные грибы в лабораторных условиях. Выращивание производится на искусственных питательных средах, состав и способы приготовления которых описаны в трудах по микологии и микробиологии ([3], [1] и др.).

Рост гриба в сильной степени зависит от температуры. Так, при выращивании на сусло-агаре в течение 12 дн. колония гриба *Botrytis tenella* Sacc. при температуре 26° С выросла по диаметру в 7 раз больше, чем при 6° С. При оптимальной температуре (26° С) *Botrytis tenella* Sacc. растет в среднем в 1,5 раза медленнее, чем *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., при понижении температуры разница сглаживается, и при 6° С рост их одинаков.

Мы исследовали также рост разных штаммов (разновидностей грибов, выделенных из больных личинок хруща разных географических районов). С этой целью были изучены чистые культуры грибов, выделенные не только из материала, собранного в лесхозах Марийской АССР, но также и из мюскардинозных личинок майского хруща, полученных нами из лесхозов Кировской и Тюменской областей, Удмуртской и Чувашской АССР. Оказалось, что разные штаммы грибов растут неодинаково. Наиболее энергичным ростом в одинаковых условиях обладали штаммы гриба *Botrytis tenella* Sacc. из Яганского лесхоза Удмуртской АССР и Куярского лесхоза Марийской АССР, а также штамм гриба *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. из Чебоксарского лесхоза Чувашской АССР.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Евлахова, О. И. Швецова. Наставление по изучению болезней насекомых и применению микробиологического метода защиты растений. Изд. АН СССР, М.—Л., 1953. [2]. Н. А. Теленга. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми сельскохозяйственных и лесных культур. Изд. АН УССР, Киев, 1955. [3]. А. А. Ячевский. Основы микологии. ОГИЗ, М., 1933.

Поступила в редакцию  
17 августа 1965 г.

УДК 634.0.561

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗЛАТОГУЗКОЙ И НЕПАРНЫМ ШЕЛКОПРЯДОМ НА ПРИРОСТ ДУБА

Л. В. ЛЯПЧЕНКОВ

Инженер

(Всероссийское общество охраны природы, Татарское отделение)

В 1948—1955 гг. в Татарской АССР и Ульяновской области в листовенных насаждениях были отмечены очаги златогузки (*Nygmia phaeorrhoea* L.) и непарного шелкопряда (*Porthetria dispar* L.). Эти вредители сильно повреждали листву дуба и других листовенных пород.

Исследование мы проводили в Буинском и Тетюшском лесхозах Татарской АССР и Теремгульском лесхозе Ульяновской области.

В результате ежегодных лесопатологических обследований на зараженность и поврежденность лесов шелкопрядами в 1950—1956 гг. в Буинском и Тетюшском лесхозах Татарии нам удалось проследить вспышку массового размножения шелкопрядов с момента возникновения очага до его затухания в одних и тех же насаждениях.

Данные лесопатологических обследований по выделам и кварталам были систематизированы в зависимости от типов леса, полноты и возраста насаждений и почвенных условий.

После затухания очагов златогузки и непарного шелкопряда осенью 1955 и 1956 гг. в поврежденных средневозрастных дубовых древостоях в Буинском и Тетюшском лесхозах Татарской АССР и Теремгульском лесхозе Ульяновской области было подобрано 26 участков площадью 387,3 га. На этих участках исследовали 1118 дубовых деревьев без рубки методом случайного отбора. Семь аналогичных средневозрастных дубовых участков были подобраны и в неповрежденных насаждениях Буинского и Тетюшского лесхозов Татарии на общей площади 213,4 га. На таких участках было исследовано 450 дубовых деревьев без рубки, также методом случайного отбора. На исследуемых деревьях дуба, в основном с западной стороны, на высоте груди долотом извлекали образчики древесины (с корой) длиной 4—5 см и шириной 1,5—2 см. После обработки острым ножом боковой поверхности образчиков измеряли ширину годичных слоев с точностью 0,1 мм за последние 5—10 лет и толщину коры при помощи бинокулярного микроскопа.

После статистической обработки полевого материала для каждого участка за каждый год (1949—1955 гг.) получены следующие данные: число исследуемых деревьев; средняя ширина годичного слоя, мм; ошибка средней, мм; вариационный коэффициент, %; точность опыта, %.

Если отношение разности средней ширины годичного слоя древесины для первого и второго участков древостоя к корню квадратному из суммы квадратов их средних ошибок равно или меньше 3, то можно утверждать, что разница между участками насаждений незначительна, и оба участка можно рассматривать как один ряд генеральной

Таблица 1

Показатели	Величина показателей по годам						
	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
Средняя ширина годичного слоя неповрежденного участка № 1	—	5,62 ± 0,21	5,34 ± 0,22	5,64 ± 0,25	5,8 ± 0,28	4,72 ± 0,2	6,0 ± 0,2
Средняя ширина годичного слоя поврежденного участка № 1	6,8 ± 0,64	2,89 ± 0,11	2,98 ± 0,11	2,89 ± 0,11	1,31 ± 0,11	3,45 ± 0,13	1,0 ± 0,1
Показатель существенности	—	12,3 > 3	9,8 > 3	10 > 3	14,7 > 3	5,3 > 3	14 > 3
Количество гусениц златогузки	—	1100	950	1300	3780	130	—
Количество гусениц непарного шелкопряда	—	—	—	—	—	170	12500
Степень объедания листьев, %	—	80	75	80	100	35	100
Снижение годичного прироста древесины, %	—	48	43,6	48,5	77,4	27,0	83,4
Средняя ширина годичного слоя неповрежденного участка № 2	—	5,2 ± 0,21	5,06 ± 0,25	4,9 ± 0,24	4,64 ± 0,23	4,5 ± 0,21	—
Средняя ширина годичного слоя поврежденного участка № 2	5,89 ± 0,18	4,86 ± 0,15	4,05 ± 0,17	3,7 ± 0,11	2,65 ± 0,15	2,14 ± 0,11	—
Показатель существенности	—	1,42 < 3	3,4 > 3	4,6 > 3	7,6 > 3	10,7 > 3	—
Количество гусениц златогузки	—	110	230	320	820	1750	—
Количество гусениц непарного шелкопряда	—	—	—	—	—	200	—
Степень объедания листьев, %	—	10	25	35	80	100	—
Снижение годичного прироста древесины, %	—	6,2	20	24,5	42,6	52,2	—
Средняя ширина годичного слоя неповрежденного участка № 3	—	3,25 ± 0,11	3,89 ± 0,08	2,79 ± 0,10	2,64 ± 0,07	2,25 ± 0,06	—
Средняя ширина годичного слоя поврежденного участка № 3	4,30 ± 0,18	3,20 ± 0,15	2,8 ± 0,18	2,70 ± 0,13	2,53 ± 0,12	0,74 ± 0,10	—
Показатель существенности	—	0,26 < 3	0,5 < 3	0,5 < 3	1,0 < 3	15,1 > 3	—
Количество гусениц златогузки	—	—	—	4	170	2150	—
Количество гусениц непарного шелкопряда	—	—	—	—	—	—	—
Степень объедания листьев, %	—	—	—	5,0	10,0	100,0	—
Снижение годичного прироста древесины, %	—	—	—	3	4,3	67,0	—
Средняя ширина годичного слоя неповрежденного участка № 4	—	4,38 ± 0,18	3,99 ± 0,17	4,11 ± 0,17	3,39 ± 0,14	3,02 ± 0,15	—
Средняя ширина годичного слоя поврежденного участка № 4	4,02 ± 0,15	3,72 ± 0,91	2,82 ± 0,08	2,46 ± 0,08	2,04 ± 0,09	1,01 ± 0,06	—
Показатель существенности	—	2 < 3	5,8 > 3	9,2 > 3	15,7 > 3	13,5 > 3	—
Количество гусениц златогузки	—	290	590	1540	6100	718	—
Количество гусениц непарного шелкопряда	—	—	—	—	—	95	—
Степень объедания листьев, %	—	35	60	100	100	50	—
Снижение годичного прироста древесины, %	—	15,0	29,3	40,4	40,3	33,0	—

совокупности. Руководствуясь таким положением вариационной статистики в целях выявления однородных участков, мы изучили показатели существенности между участками для каждого, исследуемого текущего годичного прироста по диаметру в поврежденных и неповрежденных древостоях. В результате вместо прежних 26 участков получено 7 новых укрупненных участков — рядов генеральной совокупности.

В табл. 1 для сравнения приведены четыре пары аналогичных рядов древостоев из поврежденных и неповрежденных шелкопрядами насаждений Буинского лесхоза Татарской АССР. Количество учетных деревьев в поврежденных насекомыми насаждениях составило: в первом совокупном участке — 121; втором — 159; третьем — 80; четвертом — 202; в неповрежденных соответственно 50; 50; 90 и 52. Все подобранные участки относятся к типу леса свежая кленово-липовая дубрава ( $D_2$ ) III класса бонитета. Первые парные участки насаждений (поврежденные и неповрежденные) произрастают на глубоких серых суглинках; вторые — на суглинках; третьи — на суглинках с повышенным местоположением; четвертые — на мелких серых суглинках. Из сравнения годичного прироста дуба на аналогичных участках древостоев (табл. 1) видно, что в одни годы показатель существенности ниже 3, а в другие выше. Это говорит о том, что средняя ширина годичного слоя древесины за эти годы различна. Причина этого различия — обрызгание листвы разными вредителями.

На основании данных табл. 1 можно сделать следующие выводы.

1. Снижение текущего годичного прироста древесины дуба при поедании листвы деревьев гусеницами непарного шелкопряда и златогузки неодинаково. Значительно меньшее снижение прироста древесины дуба при повреждении листвы гусеницами златогузки объясняется меньшим сроком развития ее гусениц. По нашим данным, в условиях Татарии средний срок развития гусениц златогузки за один вегетационный период (с весеннего выхода гусениц из гнезд до окукливания) составляет 35 суток, а непарного шелкопряда (с весеннего выхода гусениц из яиц до окукливания) 57 суток. Кроме того, гусеницы златогузки более мелкие и неполностью объедают жилки листвы и почки деревьев.

2. Слабое повреждение листвы деревьев и слабое снижение текущего годичного прироста древесины дуба происходит при количестве гусениц златогузки на одно дерево в среднем до 230 экземпляров; среднее — от 290 до 590; сильное с 950 экземпляров и более.

При слабой поврежденности листвы дуба гусеницами златогузки было отмечено снижение текущего годичного прироста древесины дуба до 20%; при средней от 15 до 48,5%; при сильной от 42,6 до 77,4%.

3. Наиболее сильное уменьшение текущего годичного прироста древесины дуба при повреждении листвы деревьев гусеницами златогузки наблюдается в насаждениях, произрастающих в лучших почвенных условиях. Так, снижение текущего годичного прироста древесины дуба при стопроцентном повреждении листвы деревьев, произрастающих на глубоких серых суглинках, составляет 77,4%; на мелких сырых суглинках — 40,8%. Такое же явление наблюдается и при повреждении насаждений гусеницами непарного шелкопряда. Златогузкой были поражены только дубовые насаждения и повреждены деревья дуба; непарным шелкопрядом — как лиственные, так и хвойные. По интенсивности повреждения лиственные породы распределяются следующим образом: дуб, береза, клен, ильм, вяз, осина, липа.

УДК 631.535 : 674.032.475.542

## ОПЫТ РАЗМНОЖЕНИЯ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ ЧЕРЕНКАМИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА СССР

Л. А. МУРЫГИНА

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Цель нашей работы — выяснить, в какой мере укореняемость черенков зависит от возраста материнских деревьев.

Исследования проводили в Лисинском учебно-опытном лесхозе Ленинградской области. Черенки высаживали в парники, установленные, ввиду близкого залегания грунтовых вод, на поверхности почвы. В теплом парнике в качестве биотоплива использовали конский навоз, уложенный слоем в 25 см; сверху располагался слой огородной земли — 10 см; еще выше смесь песка с торфом (2 : 1) — 4 см. В холодный парник на дно был уложен слой огородной земли — 10 см, а сверху — смесь песка с торфом (2 : 1) — 4 см. Маточные деревья выбирали на территории Лисинского лесхоза, в еловых насаждениях с полнотой 0,4—0,5, хорошо освещенные солнцем. Ветви для черенков срезали в день посадки или накануне и до посадки хранили в затененном месте с погруженными в воду нижними концами. Черенки отрывали с «пяткой» и от хвои не очищали. Ежедневно два раза в день высаженные черенки поливали (3—4 л на 1 м<sup>2</sup>) и своевременно пропалывали.

Для изучения наиболее благоприятных сроков посадки черенков был поставлен следующий опыт. В холодный парник высаживали черенки, взятые с материнских деревьев в возрасте 5, 15 и 25 лет. Посадку проводили в разные сроки. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Возраст дерева, лет	Укореняемость черенков ели (%) в зависимости от сроков посадки черенков				
	первая декада мая	третья декада мая	вторая декада июля	третья декада июля	первая декада августа
5	—	0	39	74	58
15	35	30	28	—	8
25	35	—	30	4	—

Влияние возраста материнских деревьев на укореняемость наиболее полно было изучено на черенках летней посадки, когда побеги только что закончили рост в длину (вторая декада июля). Черенки высаживали в холодный и теплый парники. Материнские деревья, с которых были заготовлены черенки для посадки, можно условно разделить на три

группы; еще не плодоносящие — 3, 4, 5, 9, 17, 20 лет; недавно вступившие в пору плодоношения — 23, 25, 31, 36 лет; давно плодоносящие — 52, 100 лет.

Наблюдения показали, что черенки ели лучше чувствовали себя в холодном парнике. Это можно объяснить тем, что в Ленинградской области лето 1963 и 1964 гг. было очень жарким, и в холодном парнике условия для укоренения оказались более близкими к оптимальным, тогда как в теплом получился перегрев черенков.

Зависимость укореняемости от возраста маточных деревьев показана в табл. 2.

Таблица 2

Возраст деревя, лет	Всего посажено, шт.	Сохрани- лось на 15/IX-63 г., шт.	Сохранилось на 5/VI-64 г., шт.		Сохранилось на 10/VIII-64 г., шт.	
			с зеленой хвоей	в том числе с корнями	с зеленой хвоей	в том числе с корнями
3	40	37	34	33	34	33
4	40	39	34	33	32	32
5	40	15	18	13	14	12
9	40	34	35	10	22	17
17	40	38	24	6	21	16
20	40	30	11	3	9	4
23	40	23	17	2	13	6
25	40	35	24	5	18	12
31	40	26	22	2	19	12
36	40	35	26	12	24	17
52	40	22	14	1	8	5
100	40	36	28	—	23	12
Всего	480	370	287	120	237	178

Ход роста корней и побегов у черенков, взятых с деревьев различного возраста, виден из табл. 3.

Таблица 3

Возраст деревьев, лет	Всего посажено, шт.	Сохрани- лось, шт.	Среднее число корней, шт.	Средняя длина корней, см	Количество черенков (шт.), имеющих прирост (см)		
					до 1	1—3	свыше 3
3	40	33	6,8	13,5	4	19	5
4	40	32	4,8	7,5	12	13	3
5	40	12	4,5	4,2	12	—	—
9	40	17	2,1	3,9	2	2	—
17	40	16	1,1	3,1	1	—	—
20	40	4	1,0	1,8	—	—	—
23	40	6	1,2	5,0	—	—	—
25	40	12	1,3	5,3	2	—	—
31	40	12	1,5	8,0	—	—	—
36	40	17	2,7	8,4	—	—	—
52	40	5	1,0	11,5	—	—	—
100	40	12	1,8	1,0	—	—	—

### Выводы

1. Наиболее благоприятным временем черенкования ели является ранняя весна (до распускания почек) или середина лета, когда побеги только что закончили рост в длину.

2. Часть черенков, не имеющих корней, долгое время сохраняет зеленую хвою. Это объясняется тем, что питание таких черенков происходит за счет обильно разросшегося каллюса.

3. Чем выше возраст материнских деревьев ели, тем хуже укореняемость черенков. Во втором классе возраста она несколько возрастает, а в третьем снова падает.

4. Чем моложе материнское дерево, тем короче срок укоренения.

5. С нарастанием возраста маточных деревьев уменьшается количество укоренившихся черенков, давших прирост в высоту в течение того же года.

6. Число корней и длина их уменьшаются с повышением возраста материнского дерева. Во втором классе возраста отмечается обратная тенденция.

---

Поступила в редакцию  
14 сентября 1965 г.

УДК 634.0.378.33

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ОБВЯЗКИ ПУЧКОВ\*

Ю. И. ВАЛЬКОВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

Большинство авторов считает, что поперечное сечение пучка имеет форму эллипса, хотя это мнение теоретически не обосновано и возникло, по-видимому, из-за внешнего сходства поперечного сечения пучка с эллипсом.

Точное уравнение для определения периметра эллипса довольно сложно, но на практике широко распространена приближенная формула

$$P_3 \approx \pi \left( 3 \frac{a+b}{2} - \sqrt{ab} \right), \quad (1)$$

где  $a$  и  $b$  — полуоси эллипса.

Если принять обычные обозначения, применяемые при расчете:  $A$  — высота пучка;  $B$  — ширина пучка;  $C = \frac{B}{A}$  — коэффициент формы пучка, то уравнение длины обвязки пучка приобретает вид

$$P \approx 1,57A [1,50(C+1) - \sqrt{C}]. \quad (2)$$

Некоторые исследователи [6], [7] полагают, что поперечное сечение пучка ограничено овальной кривой, образованной двумя параллельными прямыми и двумя сопряженными с ними полуокружностями. Это допущение также теоретически не обосновано. В этом случае длина обвязки определяется уравнением

$$P = A(2C + 1,14). \quad (3)$$

И. П. Львов [5] и А. Л. Можевитинов [4] полагают, что в поперечном сечении пучок имеет форму гибкой нити, на которую действует нормальная, распределенная по гидростатическому закону, нагрузка.

А. Л. Можевитинов, например, для определения длины обвязки пучка дает такое простое уравнение

$$P = 2\lambda \sqrt{\pi f_0}, \quad (4)$$

здесь  $\lambda = f(C)$  — коэффициент, определяемый по графику [4];

$f_0$  — площадь поперечного сечения пучка, которую находят путем длинных и сложных вычислений.

\* Исследования проведены под руководством проф. Г. А. Манухина.

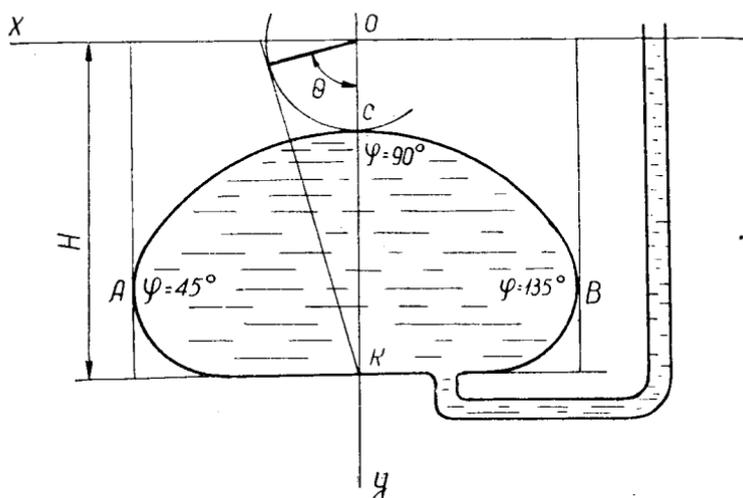


Рис. 1.

А. Г. Воробьев [1], [2], [3] рассматривает пучок, находящийся на суше, как часть бесконечно длинного невесомого цилиндрического рукава, заполненного несжимаемой жидкостью под давлением и покоящегося на плоскости.

Схема поперечного сечения пучка, находящегося на суше, представлена на рис. 1. Плавную кривую, образуемую оболочкой цилиндра, характеризуют две постоянные величины: высота столба жидкости над опорной плоскостью  $H$  (назовем ее модулярной длиной) и угол между осью симметрии сечения и радиусом, проведенным перпендикулярно касательной к окружности (модулярный угол  $\Theta$ ).

Параметром кривой является угол  $\varphi$ . Значения его в некоторых характерных точках показаны на рисунке.

Параметрические уравнения кривой, названной А. Г. Воробьевым бесперегибной эластикой [2], имеют вид

$$x = \frac{1}{4} Hm;$$

$$y = Hq,$$

где  $m = 2 \left\{ (2 - \sin^2 \Theta) [K - F(\Theta, \varphi)] - 2[E - E(\Theta, \varphi)] \right\};$

$$q = \sqrt{1 - \sin^2 \Theta \sin^2 \varphi};$$

$K$  и  $E$  — полные эллиптические интегралы I и II родов;  
 $F(\Theta, \varphi)$  и  $E(\Theta, \varphi)$  — неполные эллиптические интегралы I и II родов.

Плавающий пучок представляется как аналогичный рукав, заполненный двумя несмешивающимися несжимаемыми жидкостями, граница раздела которых находится на уровне горизонта воды.

Удельный вес жидкости, находящейся выше горизонта воды, принят

$$\gamma_2 = \gamma_1,$$

а жидкости, находящейся ниже горизонта воды, —

$$\gamma_1 = \eta(\gamma_2 - \gamma),$$

здесь  $\eta$  — коэффициент полндревесности пучка;  
 $\gamma$  — объемный вес древесины пучка;  
 $\gamma_{\text{в}}$  — удельный вес воды.

В результате решения системы, состоящей из параметрических уравнений обеих частей кривой (надводной и подводной) и граничных условий, определяющих сопряжение частей кривой, А. Г. Воробьев получил следующее уравнение для определения длины обвязки пучка:

$$L = H_1 [K(\Theta_1) - F(\Theta_1, \varphi_1)] \sin^2 \Theta_1 + H_2 [K(\Theta_2) - F(\Theta_2, \varphi_2)] \sin^2 \Theta_2.$$

Индексы 1 или 2 обозначают, что соответствующая величина относится к подводной или надводной частям кривой.

Однако для определения длины обвязки пучка по этой формуле необходимо знать модулярные длины и углы обеих частей кривой. Для определения их А. Г. Воробьев получил вначале систему из шести уравнений [3]

$$\left. \begin{aligned} H_1 m_1 &= H_2 m_2; & (a) \\ \varphi_1 + \varphi_2 &= 90^\circ; & (b) \\ n_1 H_1^2 &= 2f \frac{\gamma}{\gamma_{\text{в}}}; & (c) \\ n_2 H_2^2 &= 2f \frac{\gamma_{\text{в}} - \gamma}{\gamma_{\text{в}}}; & (d) \\ H_1 q_1 &= \frac{P}{\gamma_1}; & (e) \\ H_2 q_2 &= \frac{P}{\gamma_2}; & (f) \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} \text{где } n_1 &= m_1 q_1 - \sin^2 \Theta_1 \cdot \sin 2\varphi_1; \\ n_2 &= m_2 q_2 - \sin^2 \Theta_2 \cdot \sin 2\varphi_2; \end{aligned}$$

$P$  — давление «пучковых» жидкостей на уровне горизонта воды;  
 $f$  — площадь поперечного сечения пучка.

После соответствующих преобразований эта система получила окончательный вид

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 + \varphi_2 &= 90^\circ; \\ m_1 q_1 \operatorname{cosec}^2 \Theta_1 &= m_2 q_2 \operatorname{cosec}^2 \Theta_2; \\ \frac{n_1}{q_1^2} &= \frac{2f\gamma^2\gamma}{P^2\gamma_{\text{в}}}; \\ \frac{n_2}{q_2^2} &= \frac{2f\gamma^2(\gamma_{\text{в}} - \gamma)}{P^2\gamma_{\text{в}}}. \end{aligned} \right\}$$

Решение этой системы в общем виде невозможно.

В 1960—1964 гг. мы провели исследования по определению формы и расчету пучков. Было произведено большое количество измерений параметров, в том числе и длины обвязки пучков, как в натуре, так и в лаборатории на моделях в масштабе 1 : 10; производили анализ известных способов определения длины обвязки пучка; рассчитывали длину обвязки по различным формулам, итоги сравнивали с измеренной в опыте длиной обвязки и пришли к выводу, что наиболее полной, последовательной и дающей результаты, близкие к опытам, является теория пучка, предлагаемая А. Г. Воробьевым.

Исходя из тех же основных положений, что и А. Г. Воробьев, назвав однако надводную часть кривой 1, а подводную — кривой 2, мы получили систему уравнений, аналогичную системе (а) — (f).

Дальше введя

$$\alpha = \frac{\gamma_B - \gamma}{\gamma},$$

после несложных математических преобразований этой системы получаем

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 + \varphi_2 &= 90^\circ; \\ \frac{q_1^2}{n_1} &= \frac{\alpha q_2^2}{n_2}. \end{aligned} \right\}$$

Если обозначить  $\frac{q^2}{n} = I$ , то окончательно будем иметь систему из двух уравнений, включающую основные характеристики обеих частей кривой, списывающей пучок,

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 + \varphi_2 &= 90^\circ; \\ I_1 &= \alpha I_2. \end{aligned} \right\}$$

Однако решение этой системы в общем виде невозможно. Поэтому, произведя необходимое количество решений, мы составили таблицы и построили графики, необходимые для решения пучка.

Обычно исходными данными для расчета пучков являются:  $t$  — осадка пучка, определяемая габаритами сплавного пути;  $C$  — соотношение осей пучка (коэффициент формы), зависящее от условий сплава;  $\gamma$  и  $\gamma_B$  — объемный вес древесины и удельный вес воды.

Для упрощения решения введем коэффициент формы пучка  $C' = \frac{B}{t}$ , несколько отличающийся от используемого обычно  $C_1 = \frac{B}{A}$ . Так, например, для озерных условий  $C \leq 1,50$ , а  $C' \leq 2,10$ ; для речных  $C \leq 3,00$ , а  $C' \leq 4,00$ .

Порядок графического расчета длины обвязки пучка таков.

1. По заданным осадке  $t$  и коэффициенту формы пучка  $C'$  определяют ширину пучка  $B = t \cdot C'$ , а по  $\gamma$  и  $\gamma_B$  — вспомогательную величину

$$\alpha = \frac{\gamma_B - \gamma}{\gamma}.$$

2. По рис. 2 определяют модулярный угол подводной части кривой, огибающей пучок, как функцию коэффициента формы пучка

$$\Theta_2 = f_1(C')$$

и параметр подводной части кривой в точке пересечения ею поверхности воды

$$\varphi_2 = f_2(C').$$

По модулярному углу  $\Theta_2$  находят (с помощью рис. 2) вспомогательную величину  $r = f_3(\Theta_2)$  и затем определяют модулярную длину подводной части кривой

$$H_2 = \frac{B}{r}.$$

3. Находят параметр надводной части кривой в точке сопряжения ее с подводной частью

$$\varphi_1 = 90^\circ - \varphi_2.$$

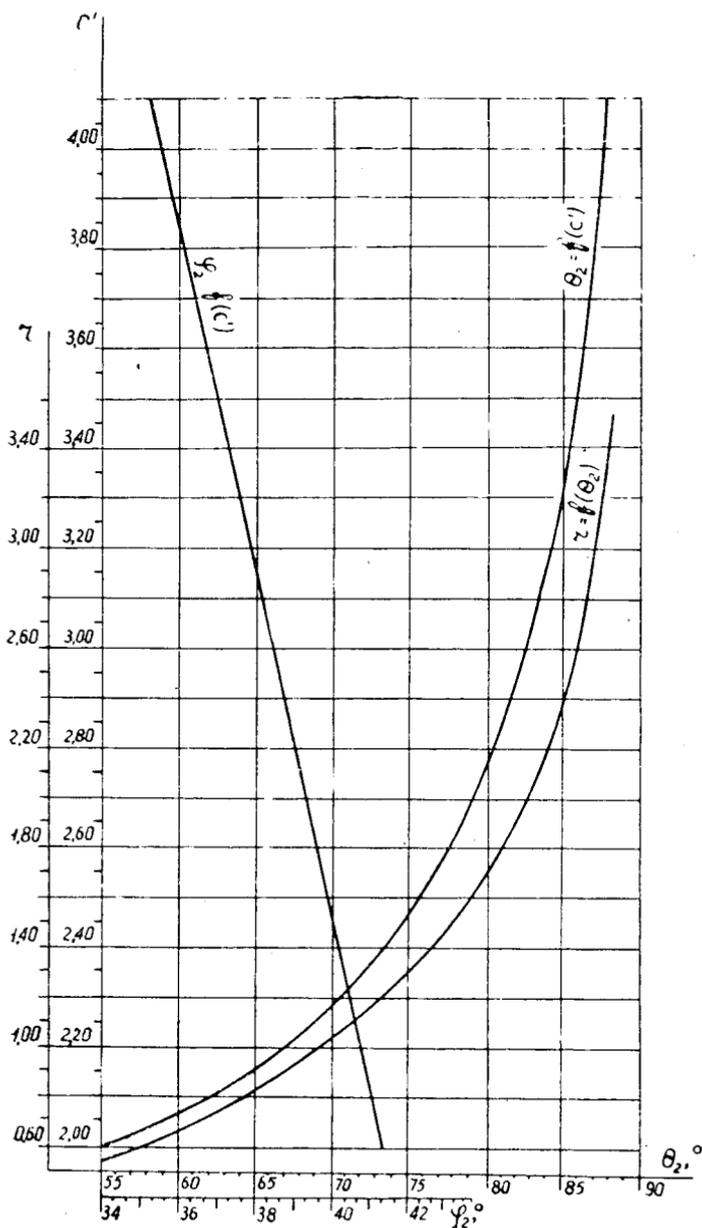


Рис. 2.

4. Модулярную длину надводной части кривой определяют по уравнению

$$H_1 = \frac{H_2 \sin \theta_2}{\sin \theta_1} \sqrt{\alpha}.$$

При этом модулярный угол надводной части кривой  $\theta_1$  устанавливают по рис. 3 следующим образом:

$$I_2 = f_4(\theta_2; \varphi_2),$$

затем

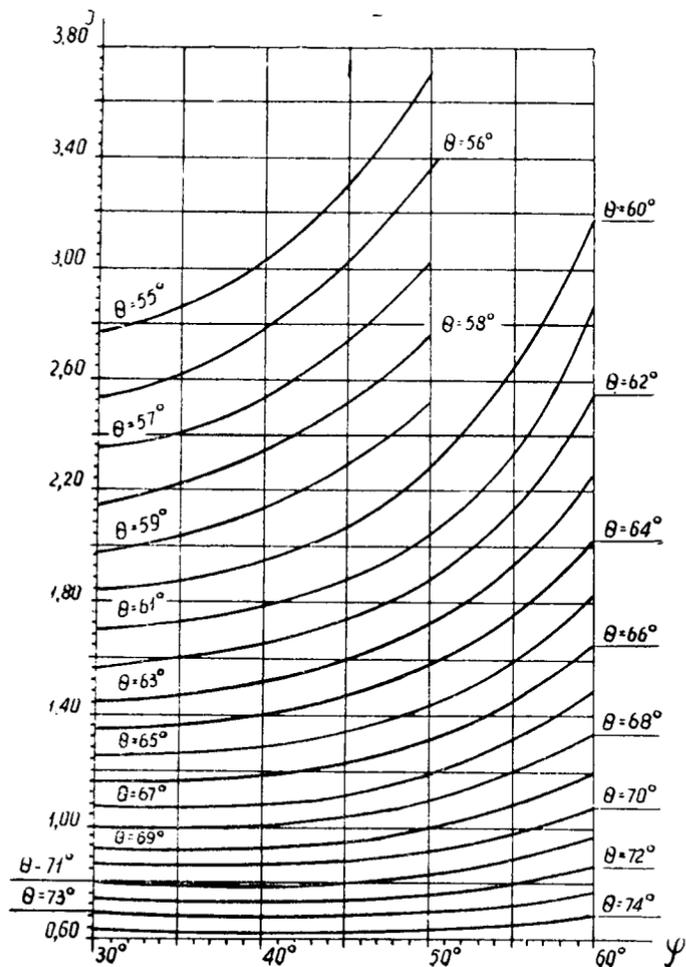
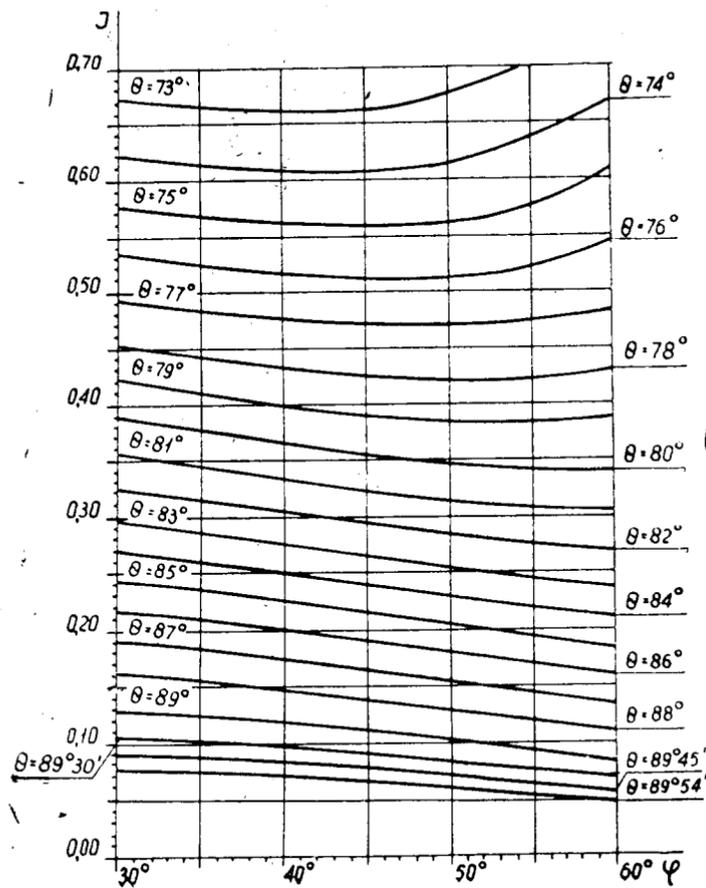


Рис. 3.

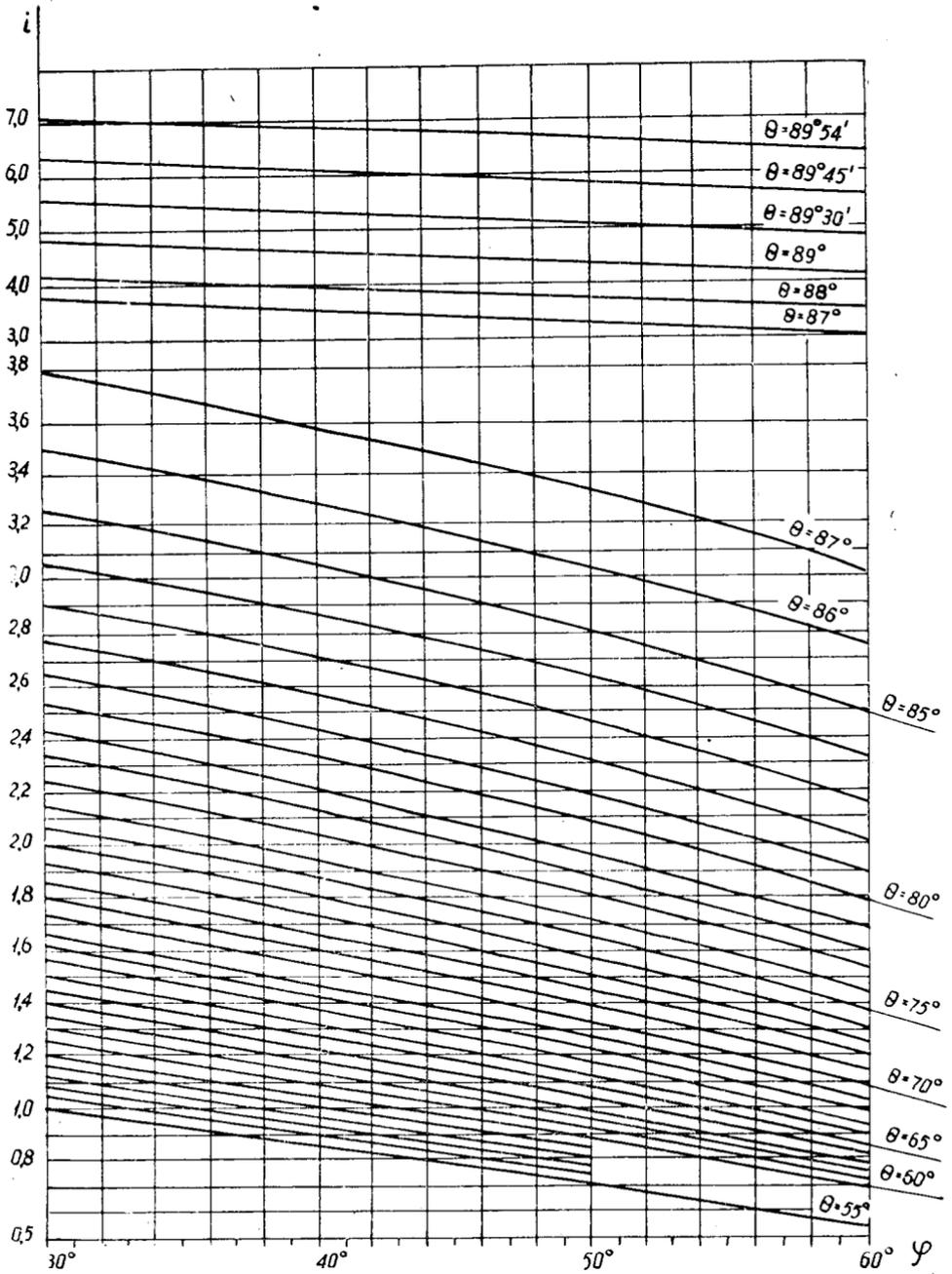


Рис. 4.

$$I_1 = aI_2$$

и снова по рис. 3.

$$\theta_1 = f_5(I_1; \varphi_1).$$

5. Длину обвязки пучка определяют по уравнению

$$П = H_1 i_1 + H_2 i_2, \quad (5)$$

где  $i_1$  и  $i_2$  — вспомогательные коэффициенты, определяемые по рис. 4,

$$i_1 = f_6(\Theta_1; \varphi_1);$$

$$i_2 = f_7(\Theta_2; \varphi_2).$$

Этот способ дает достаточно хорошие результаты, однако он сложен, и пользоваться им в практических условиях довольно неудобно. Поэтому была поставлена задача — найти более простой (хотя, возможно, и менее точный) способ определения длины обвязки пучка.

В результате математической обработки материалов измерений, проведенных в разнообразных условиях, мы получили простые корреляционные уравнения, дающие значения длины обвязки, близкие к полученным в опытах.

Для определения длины обвязки пучка древесины с объемным весом более  $0,65 \text{ т/м}^3$  предлагается уравнение

$$П = A(1,91C + 1,50). \quad (6)$$

Мы провели сравнительные расчеты длины обвязки пучков по различным уравнениям. При этом по формулам (2), (3), (5) и (6) рассчитаны 110 натуральных пучков из бревен елового и соснового пиловочника, балансов и рудстойки и 27 серий (по 8—10 пучков каждая) пучков, сформированных из модельных цилиндрических бревен в 0,1 натуральной величины.

По методу А. Л. Можевитинова [4] рассчитана длина обвязок 101 натурального и 24 серий модельных пучков (длину обвязки пучков с соотношением осей  $C > 2,2$ — $2,4$  определить невозможно из-за ограниченности графика для коэффициента  $\lambda$ ).

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Способ расчета	Количество обмеренных пучков, шт.	Средняя арифметическая относительная длина обвязки $\frac{П_{расч}}{П_{опыт}}$ , %	Среднее квадратичное отклонение, %
По уравнению эллипса (2) . . . . .	331	92,8	+2,4
По уравнению овала (3) . . . . .	331	98,2	+2,4
А. Л. Можевитинова (4) . . . . .	296	102,8	+2,8
Графический (5) . . . . .	331	100,1	+0,4
По уравнению (6) . . . . .	331	100,2	+1,5

Примечание.  $П_{расч}$  — расчетная длина обвязки;  $П_{опыт}$  — измеренная длина обвязки (средняя арифметическая из двух обвязок пучка).

Как видно из таблицы, наиболее распространенная на практике формула эллипса дает результат всегда ниже действительного, причем отклонение значительно.

Более близкий к опытному (в большинстве случаев заниженный) результат получается при определении длины обвязки по формуле овала. Формула А. Л. Можевитинова дает несколько менее точные результаты, чем формула овала, и вычисление этим способом сложно и неудобно.

Наиболее точные и равномерно распределенные результаты дает графический метод, см. формулу (5), однако вычисления и здесь громоздки.

Достаточно хорошие для практического применения результаты с распределением, близким к нормальному, дает формула (6). Мы считаем возможным рекомендовать эту формулу для широкой проверки на практике.

Из 110 обмеренных нами пучков, сплоченных машиной ЦЛ-2 и обвязанных вручную проволокой и различными обвязочными комплектами, только 6 пучков (5,5%) имели обе обвязки одинаковой длины. Вообще же одна обвязка пучка длиннее другой в среднем на 2,42%, при максимальной, отмеченной в наших опытах, разнице 9,55%.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Г. Воробьев. Об естественной форме поперечных сечений пучков пучковых плотов. ВАМУ им. адмирала Макарова, ученые записки, вып. II, 1951. [2]. А. Г. Воробьев. О расчете по эластиковой теории пучков пучковых плотов для случая нахождения их на суше. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1958. [3]. А. Г. Воробьев. О расчете по эластиковой теории снгар и пучков пучковых плотов для случая нахождения их на плаву. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1958. [4]. А. Л. Можевитинов. Форма сечения и натяжные обвязок морских плотов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Л., 1947. [5]. Отчет по теме 12, 1957 г., ЦНИИЛесосплава. Раздел IV — «Уточнение расчетных формул для определения усилий, возникающих в такелаже плотов и главных параметров пучков, определяющих волноустойчивость и прочность пучков и плотов». [6]. К. А. Чекалкин. К вопросу о рациональном формировании и обвязке пучков. Труды АЛТИ, вып. XVIII, Архангельск, 1957. [7]. Г. М. Черкасов. Вопросы рационального образования озерных пучков. Труды ВКФ ЦНИИЛесосплава, вып. II, Казань, 1956.

---

Поступила в редакцию  
7 мая 1965 г.

УДК 634.0.377.44 : 003.13

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАКТОРОВ НА ТРЕЛЕВКЕ — ПОГРУЗКЕ ЛЕСА

*В. Г. ЗОЛОТОГОРОВ*

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

На кафедре экономики лесной промышленности и лесного хозяйства ЛТА с 1961 по 1964 гг. было проведено исследование сравнительной экономической эффективности трелевочных тракторов различной мощности с целью установления условий наиболее целесообразного их применения. В данной статье изложены результаты этого изучения.

Объектами исследования служили трелевочные тракторы ТДТ-40М, ТДТ-55, ТДТ-75, ТТ-4 и С-100.

За основные показатели оценки сравнительной экономической эффективности трелевочных тракторов различной мощности были приняты: производительность труда; эксплуатационные затраты; капитальные вложения и приведенные затраты.

Исходными моментами для определения производительности труда при работе трелевочных тракторов на трелевке — погрузке древесины служили сменная производительность тракторов и количество обслуживающих рабочих.

Сменную производительность тракторов рассчитывали на основе фотохронометражных наблюдений в период государственных испытаний на трелевке леса и крупнопакетной погрузке. В основу расчетов положены данные наблюдений, произведенных в различное время года в течение 680 смен (около 6000 рейсов), в том числе для тракторов ТТ-4 и ТДТ-75 — по 250, ТДТ-40М и ТДТ-55 — по 75 и С-100 — 30 смен.

При расчетах сменной производительности по каждому элементу оперативного времени (рабочему ходу, чокоровке и сбору деревьев, холостому ходу, отцепке и крупнопакетной погрузке), а также по нагрузкам на рейс и скоростям движения строили хронометражные ряды с последующей их статистической обработкой. Так, например, методом корреляции выявляли зависимость элементов оперативного времени, нагрузок на рейс и скоростей движения от нормообразующих факторов. В качестве основных нормообразующих факторов принимали:

а) средний объем хлыста по следующим градациям: до 5,0 м<sup>3</sup> для тракторов ТДТ-75 и ТТ-4, до 1,5 м<sup>3</sup> для ТДТ-40М и ТДТ-55, от 1,5 до 5,0 м<sup>3</sup> для С-100;

б) расстояния трелевки (по градациям через 100 м) в диапазонах до 1000 м для тракторов ТДТ-75 и ТТ-4; до 400 м для ТДТ-40М и ТДТ-55; от 101 до 600 м для С-100.

Различия в градациях по объемам хлыста и расстояниям трелевки для сравниваемых конструкций трелевочных тракторов не оказали

влияния на решение поставленной задачи исследования, но позволили уменьшить объем счетной работы.

Полученные корреляционные уравнения дали возможность вывести следующие формулы, определяющие сменную производительность трелевочных тракторов для различных значений нагрузок на рейс, средних объемов хлыста и расстояний трелевки:

на трелевке — погрузке тракторами ТДТ-40М

$$P_{\text{см}} = \frac{[420 - (44 + 26)] \cdot Q}{1,27 + 10,9L + \frac{(4,26 + 1,05Q) \cdot L}{0,25 \cdot k'} + (2,08 + \frac{1,30}{V}) Q} \text{ м}^3; \quad (1)$$

ТДТ-55

$$P_{\text{см}} = \frac{[420 - (42 + 26)] \cdot Q}{1,37 + 11,0L + \frac{(5,56 + 0,36Q) \cdot L}{0,25 \cdot k'} + (1,78 + \frac{1,12}{V}) Q} \text{ м}^3; \quad (2)$$

ТДТ-75

$$P_{\text{см}} = \frac{[420 - (42 + 19)] \cdot Q}{1,88 + 10,5L + \frac{(7,79 + 0,35Q) \cdot L}{0,45 \cdot k'} + (1,99 + \frac{1,40}{V}) Q} \text{ м}^3; \quad (3)$$

ТТ-4

$$P_{\text{см}} = \frac{[420 - (42 + 13)] \cdot Q}{1,11 + 10,9L + \frac{(6,19 + 0,29Q) \cdot L}{0,45 \cdot k'} + (1,58 + \frac{1,25}{V}) Q} \text{ м}^3; \quad (4)$$

С-100

$$P_{\text{см}} = \frac{[420 - (42 + 23)] \cdot Q}{0,82 + 12,6L + \frac{(1,27 + 0,37Q) \cdot L}{0,25k'} + (2,17 + \frac{2,34}{V}) Q} \text{ м}^3, \quad (5)$$

где  $Q$  — нагрузка на рейс,  $\text{м}^3$ ;

$V$  — средний объем хлыста,  $\text{м}^3$ ;

$L$  — расстояние трелевки,  $\text{км}$ ;

$k'$  — поправочный коэффициент к скорости рабочего хода в зависимости от расстояния трелевки.

В этих формулах нагрузки на рейс  $Q$  по сравниваемым конструкциям трелевочных тракторов находили в зависимости от среднего объема хлыста (рис. 1) как  $Q = f(V)$ . Числовые значения числителя показывают продолжительность рабочей смены в минутах без подготовительно-заключительного времени и простоев по техническим причинам.

Первые два слагаемых знаменателя характеризуют время холостого хода тракторов в зависимости от расстояния трелевки. Изменение скоростей холостого хода  $v_{\text{х.х}}$ , принятых для сравнения тракторов, в зависимости от расстояния трелевки представлено на рис. 2.

Третье слагаемое знаменателя показывает время рабочего хода в зависимости от нагрузки на рейс и расстояния трелевки. Влияние расстояний трелевки на скорость грузового хода учитывали посредством поправочных коэффициентов  $k'$ , расчет которых производили на основе группировок скоростей грузового хода по расстояниям трелевки, при соблюдении условия равенства рейсовых нагрузок. Зависимость скорости рабочего хода от расстояния трелевки для расчета поправочных коэффициентов приведена на рис. 3.

Величина коэффициентов принята за единицу для тракторов ТДТ-40М, ТДТ-55 и С-100 при расстоянии трелевки 201—300 м, для ТДТ-75 и ТТ-4 при 401—500 м.

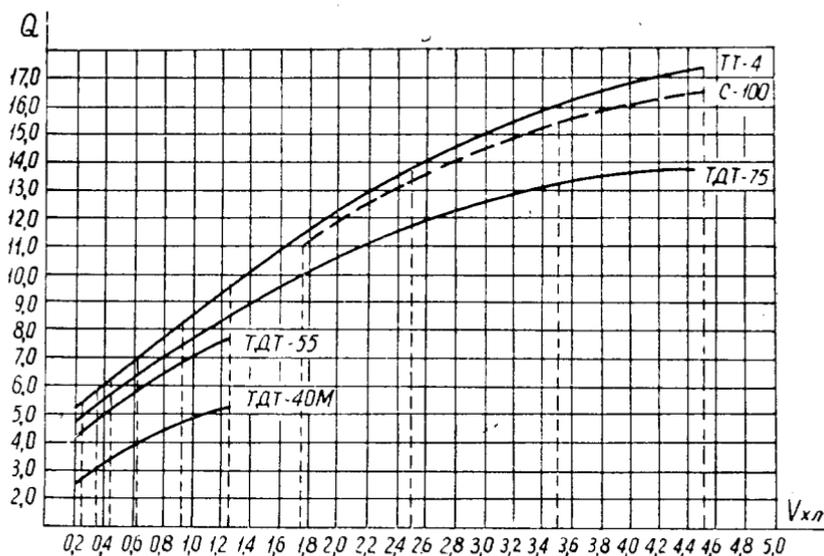


Рис. 1. График зависимости нагрузки на рейс от среднего объема хлыста  $Q = f(v)$ .

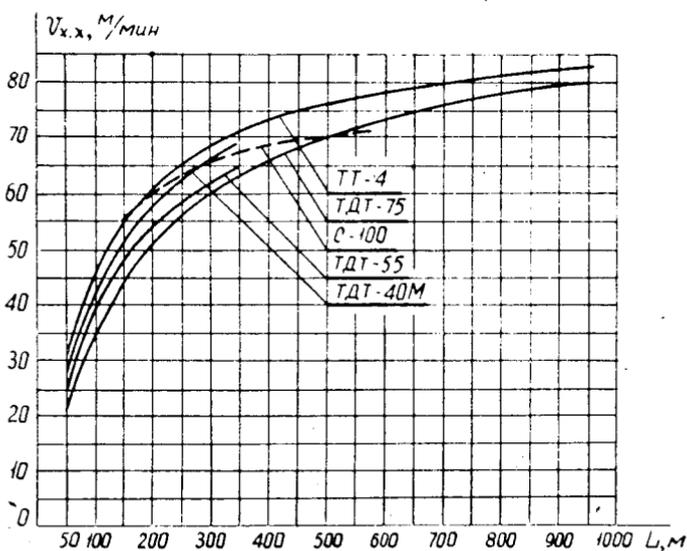


Рис. 2. График зависимости скорости холостого хода от расстояния трелевки  $v_{x,x} = f(L)$ .

Четвертое слагаемое знаменателя выражает время чокеровки хлыстов, сбора и отцепления пачки, крупнопакетной погрузки.

В целом знаменатель формул характеризует затраты времени на трелевку — погрузку леса в минутах на один рейс. Полученные данные показывают, что применение на трелевке — погрузке тракторов ТТ-4 вместо ТДТ-75 обеспечивает рост сменной выработки при всех объемах хлыста (до  $0,5 \text{ м}^3$ ) и расстояниях трелевки (до 1000 м) на 38—18%, причем разница в производительности повышается с возрастанием объема хлыста и уменьшается с увеличением расстояния трелевки.

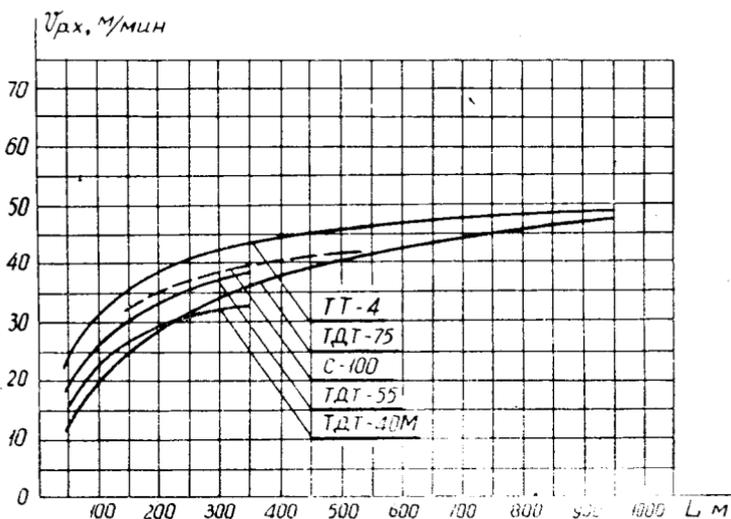


Рис. 3. График зависимости скорости рабочего хода от расстояния трелевки  $v_{р.х} = f(L)$ .

Применение тракторов ТТ-4 (по сравнению с ТДТ-55) обеспечивает рост сменной производительности по всем сравниваемым градациям объемов хлыста (до  $1,5 \text{ м}^3$ ) и расстояниям трелевки (до 400 м) на 4—31% (разность в производительности возрастает с увеличением объемов хлыста и расстояний трелевки).

При работе ТТ-4 вместо С-100 в диапазоне объемов хлыста  $1,5—5,0 \text{ м}^3$  и расстояний трелевки 101—600 м (то есть в условиях, наиболее выгодных для применения С-100) сменная выработка повышается на 47—36%.

Применение тракторов ТДТ-55 дает увеличение сменной производительности по сравнению с тракторами ТДТ-75 при объемах хлыста до  $1,11—1,50 \text{ м}^3$  на 18—30%, по сравнению с тракторами ТДТ-40М во всем диапазоне объемов хлыста и расстояний трелевки на 20—35%.

По сменной производительности тракторы ТДТ-40М хуже других, однако при коротких расстояниях трелевки и малых объемах хлыста они почти не уступают трактору ТДТ-75.

Для выбора экономически наиболее эффективного варианта трелевочных тракторов в различных условиях их эксплуатации мы пользовались формулой, по которой лучший вариант определяется наименьшей суммой приведенных затрат

$$C_i + E_n \cdot K_i = \min, \quad (6)$$

где  $C_i$  — эксплуатационные затраты по каждому варианту трелевочных тракторов, руб.;

$K_i$  — капитальные вложения по тем же вариантам, руб.;

$E_n$  — отраслевой нормативный коэффициент эффективности у потребителя тракторов (в лесозаготовительной промышленности).

В этой формуле, в соответствии с рекомендациями АН СССР, Госплана СССР и Госстроя СССР, капитальные вложения  $K_i$  заменяли приведенными затратами на изготовление тракторов

$$K_i = C'_i + E''_n \cdot K'_i, \quad (7)$$

где  $C'_i$  — полная себестоимость изготовления тракторов по сравниваемым вариантам, руб;

$K'_i$  — удельные капитальные вложения на заводе-изготовителе (тракторном заводе) в основные и оборотные производственные фонды по тем же вариантам, руб.;

$E''_n$  — отраслевой нормативный коэффициент эффективности в отрасли, производящей тракторы.

В формуле (6) в составе эксплуатационных затрат по каждому из сравниваемых вариантов трелевочных тракторов  $C_i$  учитывали затраты на трелевку (заработная плата с отчислениями на социальное страхование и затраты на содержание тракторов), на строительство временных лесовозных путей и устройство верхних складов.

Сравнительную оценку экономической эффективности трелевочных тракторов различной мощности производили по минимальным в пределах каждой градации объема хлыста значениям приведенных затрат, относящимся к соответствующим оптимальным расстояниям трелевки. Конкретные значения минимальных приведенных затрат в руб. на 1 м<sup>3</sup> стрелованной и погруженной древесины и соответствующие им оптимальные расстояния трелевки по сравниваемым вариантам для ликвидного запаса древесины на 1 га в 100, 150 и 200 м<sup>3</sup> приведены в табл. 1.

Таблица 1

Градации объемов хлыста, м <sup>3</sup>	Минимальные значения приведенных затрат, руб.—коп. (числитель) и оптимальные расстояния трелевки, м (знаменатель) для тракторов				
	ТДТ-40М	ТДТ-55	ТДТ-75	С-100	ТТ-4
	Запас 100 м <sup>3</sup> на 1 га				
До 0,21	$\frac{1-53,0}{201-300}$	$\frac{1-31,3}{301-400}$	$\frac{1-55,1}{301-400}$	—	$\frac{1-38,1}{301-400}$
0,22—0,29	$\frac{1-36,9}{201-300}$	$\frac{1-17,7}{301-400}$	$\frac{1-37,7}{301-400}$	—	$\frac{1-22,3}{301-400}$
0,30—0,39	$\frac{1-17,1}{201-300}$	$\frac{1-01,3}{301-400}$	$\frac{1-17,2}{401-500}$	—	$\frac{1-03,2}{401-500}$
0,40—0,49	$\frac{1-08,8}{301-400}$	$\frac{0-92,0}{301-400}$	$\frac{1-04,9}{401-500}$	—	$\frac{0-92,1}{401-500}$
0,50—0,75	$\frac{0-97,2}{301-400}$	$\frac{0-82,5}{301-400}$	$\frac{0-92,1}{401-500}$	—	$\frac{0-80,6}{401-500}$
0,76—1,10	$\frac{0-87,2}{301-400}$	$\frac{0-73,6}{301-400}$	$\frac{0-80,7}{401-500}$	—	$\frac{0-70,3}{401-500}$
1,11—1,50	$\frac{0-82,0}{301-400}$	$\frac{0-69,5}{301-400}$	$\frac{0-72,6}{501-600}$	—	$\frac{0-63,1}{501-600}$
1,51—2,00	—	—	$\frac{0-65,9}{501-600}$	$\frac{0-69,3}{501-600}$	$\frac{0-57,2}{501-600}$
2,01—3,00	—	—	$\frac{0-60,4}{501-600}$	$\frac{0-62,3}{501-600}$	$\frac{0-52,2}{501-600}$
3,01—4,00	—	—	$\frac{0-56,9}{501-600}$	$\frac{0-58,0}{501-600}$	$\frac{0-48,8}{501-600}$
4,01—5,00	—	—	$\frac{0-55,9}{501-600}$	$\frac{0-56,3}{501-600}$	$\frac{0-47,3}{501-600}$

Продолжение табл. 1

Градации объемов хлыста, м <sup>3</sup>	Минимальные значения приведенных затрат, руб.—коп. (числитель) и оптимальные расстояния трелевки, м (знаменатель) для тракторов				
	ТДТ-40М	ТДТ-55	ТДТ-75	С-100	ТТ-4
Запас 150 м <sup>3</sup> на 1 га					
До 0,21	$\frac{1-42,9}{201-300}$	$\frac{1-22,7}{201-300}$	$\frac{1-48,3}{301-400}$	—	$\frac{1-31,3}{301-400}$
0,22—0,29	$\frac{1-28,3}{201-300}$	$\frac{1-10,5}{201-300}$	$\frac{1-30,9}{301-400}$	—	$\frac{1-15,5}{301-400}$
0,30—0,39	$\frac{1-10,2}{201-300}$	$\frac{0-94,5}{201-300}$	$\frac{1-11,2}{301-400}$	—	$\frac{0-96,7}{301-400}$
0,40—0,49	$\frac{0-99,6}{201-300}$	$\frac{0-85,2}{301-400}$	$\frac{0-98,3}{301-400}$	—	$\frac{0-85,9}{301-400}$
0,50—0,75	$\frac{0-88,6}{201-300}$	$\frac{0-75,7}{301-400}$	$\frac{0-85,9}{301-400}$	—	$\frac{0-74,7}{301-400}$
0,76—1,10	$\frac{0-79,3}{201-300}$	$\frac{0-66,8}{301-400}$	$\frac{0-75,1}{301-400}$	—	$\frac{0-64,2}{401-500}$
1,11—1,50	$\frac{0-74,8}{201-300}$	$\frac{0-62,6}{301-400}$	$\frac{0-67,6}{401-500}$	—	$\frac{0-58,1}{401-500}$
1,51—2,00	—	—	$\frac{0-61,1}{401-500}$	$\frac{0-64,7}{401-500}$	$\frac{0-52,4}{401-500}$
2,01—3,00	—	—	$\frac{0-56,0}{401-500}$	$\frac{0-58,0}{401-500}$	$\frac{0-47,8}{401-500}$
3,01—4,00	—	—	$\frac{0-52,7}{401-500}$	$\frac{0-53,7}{401-500}$	$\frac{0-44,9}{401-500}$
4,01—5,00	—	—	$\frac{0-51,7}{401-500}$	$\frac{0-52,0}{401-500}$	$\frac{0-43,1}{401-500}$
Запас 200 м <sup>3</sup> на 1 га					
До 0,21	$\frac{1-38,3}{201-300}$	$\frac{1-13,1}{201-300}$	$\frac{1-44,5}{201-300}$	—	$\frac{1-27,5}{201-300}$
0,22—0,29	$\frac{1-23,7}{201-300}$	$\frac{1-05,9}{201-300}$	$\frac{1-27,5}{201-300}$	—	$\frac{1-12,0}{201-300}$
0,30—0,39	$\frac{1-05,6}{201-300}$	$\frac{0-89,9}{201-300}$	$\frac{1-06,2}{201-300}$	—	$\frac{0-93,4}{301-400}$
0,40—0,49	$\frac{0-95,0}{201-300}$	$\frac{0-81,0}{201-300}$	$\frac{0-95,1}{301-400}$	—	$\frac{0-82,6}{301-400}$
0,50—0,75	$\frac{0-84,0}{201-300}$	$\frac{0-71,8}{201-300}$	$\frac{0-82,6}{301-400}$	—	$\frac{0-71,4}{301-400}$
0,76—1,10	$\frac{0-74,7}{201-300}$	$\frac{0-63,5}{201-300}$	$\frac{0-71,8}{301-400}$	—	$\frac{0-61,5}{301-400}$
1,11—1,50	$\frac{0-70,2}{201-300}$	$\frac{0-59,3}{301-400}$	$\frac{0-64,4}{301-400}$	—	$\frac{0-55,0}{301-400}$
1,51—2,00	—	—	$\frac{0-58,2}{301-400}$	$\frac{0-61,9}{401-500}$	$\frac{0-49,6}{401-500}$
2,01—3,00	—	—	$\frac{0-53,2}{401-500}$	$\frac{0-55,2}{401-500}$	$\frac{0-45,0}{401-500}$
3,01—4,00	—	—	$\frac{0-49,9}{401-500}$	$\frac{0-50,9}{401-500}$	$\frac{0-42,1}{401-500}$
4,01—5,00	—	—	$\frac{0-48,9}{401-500}$	$\frac{0-49,2}{401-500}$	$\frac{0-40,3}{401-500}$

Из табл. 1 видно, что оптимальные расстояния трелевки находятся в следующем диапазоне (табл. 2).

Таблица 2

Марка тракторов	Оптимальные расстояния трелевки (м) при запасе на 1 га		
	100 м <sup>3</sup>	150 м <sup>3</sup>	200 м <sup>3</sup>
ТДТ-40М	201—400	201—300	201—300
ТДТ-55	301—400	201—400	201—400
ТДТ-75 и ТТ-4	301—600	301—500	201—500
С-100	501—600	401—500	401—500

Таким образом, оптимальные расстояния трелевки повышаются с увеличением объема хлыста, мощности трактора и уменьшаются с возрастанием ликвидного запаса на 1 га.

Выявленные в результате исследования сравнительной экономической эффективности трелевочных тракторов различной мощности условия их целесообразного применения по объемам хлыста, запасу древесины на 1 га могут служить основанием для соответствующего распределения тракторов по районам страны.

Поступила в редакцию  
3 марта 1965 г.

УДК 621.889.4 : 531.3

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА СТРЕЛОВОГО ГУСЕНИЧНОГО ПОГРУЗЧИКА ДЛЯ ЛЕСА

**В. Г. ШНЕЙДЕР**

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

В 1963 г. по проекту кафедры подъемно-транспортных машин Московского лесотехнического института был изготовлен опытный образец стрелового гусеничного погрузчика для леса. Назначение новой машины — укладывать на воз спиленные деревья. В результате этого освобождаются чокеровщики. Кроме того, новый погрузчик дает возможность сохранить молодняк на вырубке, так как процесс волочения деревьев при трелевке заменяется перемещением их над землей.

Значительный вылет стрел, большая величина перемещаемых масс груза, колебания грейфера с грузом вызывают при вращении погрузчика возникновение больших динамических нагрузок на механизм поворота. Своеобразие этих явлений зависит от работы гидравлического привода, динамика которого еще мало изучена.

Целью наших экспериментальных исследований было изучение динамических нагрузок в механизме поворота с учетом своеобразия используемого привода и специфики перемещаемого груза.

Испытания проводили на полигоне Московского лесотехнического института. Измеряли: момент, воспринимаемый при вращении погрузчика деталями большой стрелы; момент, воспринимаемый деталями малой стрелы; усилия, передаваемые набегающей (на поворотную звездочку) и сбегавшей ветвями приводной цепи.

Для измерений использовали проволочные тензометрические датчики с базой 20 мм и сопротивлением 200 Ом. Местами замеров (рис. 1) явились:

а) на малой стреле — угольники металлоконструкции в месте соединения малой стрелы с большой; датчики приклеивали к вертикальным полочкам двух угольников с внешней стороны, по одному на каждый угольник для исключения неточностей измерения. Здесь же устанавливали пластинку с двумя компенсационными датчиками, служащими для устранения влияния температуры среды на показания датчиков;

б) на большой стреле — в месте соединения с рамой поворотной колонны; датчики приклеивали так же, как и на малой;

в) на сбегавшей и набегающей ветвях цепи; датчики приклеивали к двум внешним пластинкам двухрядной цепи. Компенсационные датчики устанавливали здесь же.

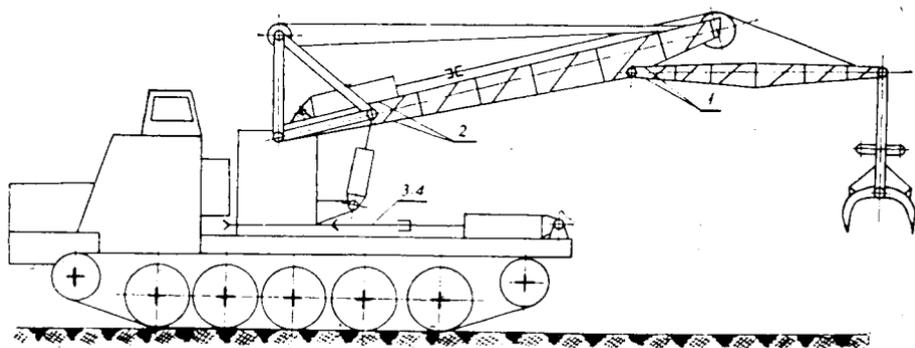


Рис. 1. Общий вид погрузчика с обозначением мест замеров.

1 — датчик на малой стреле; 2 — датчик на большой стреле; 3 и 4 — датчики на приводной цепи.

В процессе испытаний исследовали влияние на величину динамических усилий: веса перемещаемого груза, величины вылета стрелы и скорости вращения погрузчика (в пределах  $1,2 \div 1,5$  об/мин).

Испытания проводили при незагруженном механизме поворота ( $G_0 = 0$ ) и с деревьями весом  $G_1 = 220$  кг,  $G_2 = 330$  кг,  $G_3 = 570$  кг. Вылет стрелы составлял: максимальный — 10,5 м, минимальный — 6 м.

Датчики, измеряющие моменты в деталях большой и малой стрел, тарировали непосредственно на рабочей машине (что повысило точность замеров), а датчики, показывающие усилия в цепи, — на разрывной машине типа Р-5.

Процесс поворота погрузчика распадается на три периода (рис. 2): пуск, когда инерционные силы вызывают появление довольно больших динамических нагрузок, постепенно затухающих; установившееся движение, когда момент, приложенный к механизму, постояен и равен статическому моменту сопротивления вращению; остановка, характеризующаяся резким возрастанием нагрузок, носящих, как и при пуске, динамический характер.

Две верхние кривые (рис. 2) выражают изменение натяжения обеих ветвей цепи в процессе поворота погрузчика. При пуске ведущая ветвь нагружена больше ведомой, и разница между натяжением ветвей в любой момент времени (без учета потерь в зацеплении, которые настолько незначительны, что ими можно пренебречь) является движущей силой, то есть силой, осуществляющей поворот погрузчика. Отсюда следует, что для определения значения движущей силы в любой момент времени необходимо от величины натяжения ведущей ветви цепи в рассматриваемый момент времени отнять величину натяжения ведомой ветви. Отложив на оси абсцисс значения времени, а на оси ординат — движущей силы, построим кривую изменения во времени движущей силы, развиваемой гидроприводом.

На рис. 3 показан пример определения движущей силы. Разгон механизма, так же как и его остановку, характеризует синусоидально затухающий закон изменения движущей силы. Кривая изменения движущих сил при пуске и остановке механизма вращения может быть описана затухающей синусоидой

$$y = Ae^{-\delta t} \sin \omega t,$$

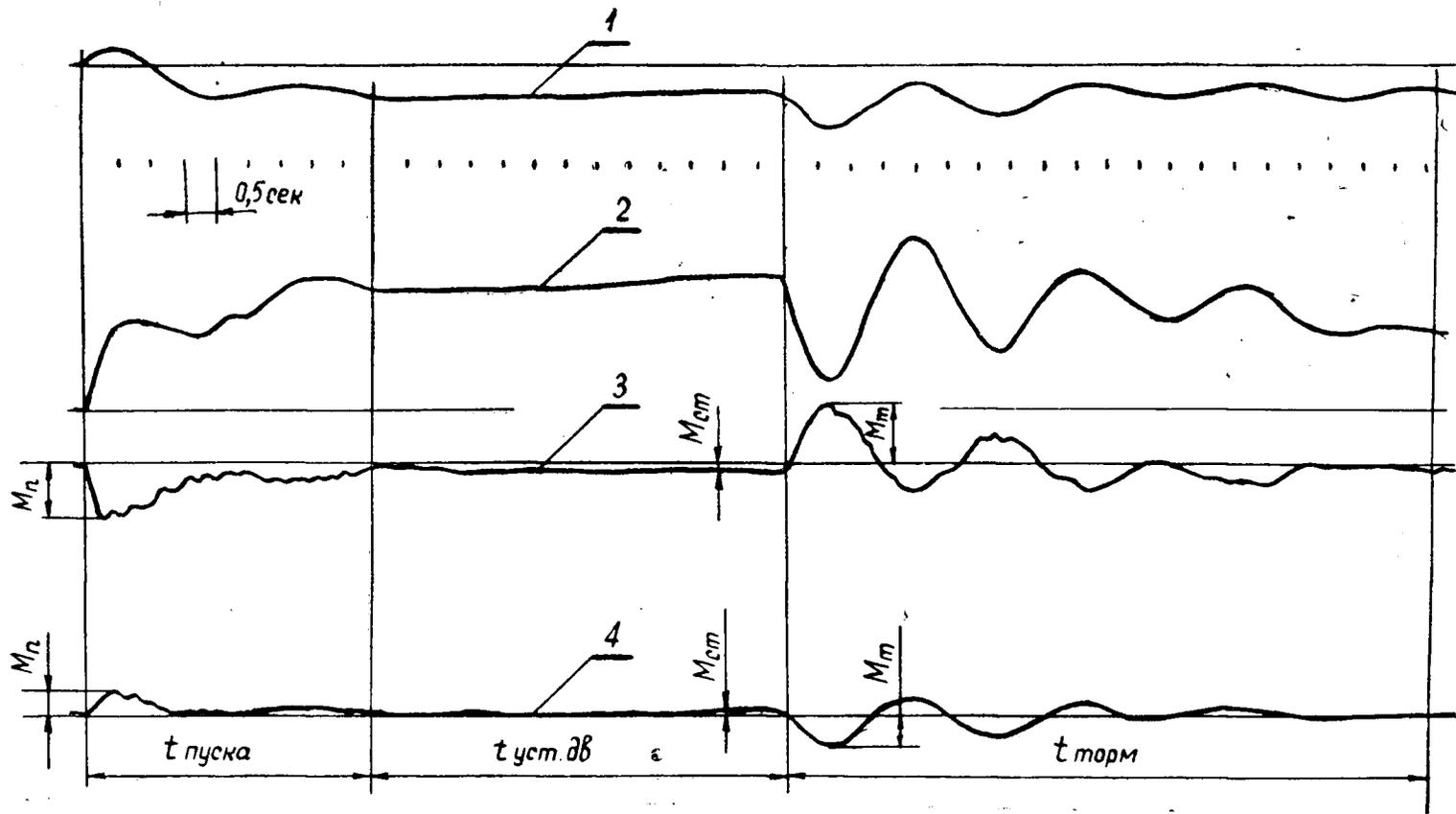


Рис. 2. Типовая осциллограмма.

1 — усилие в ведомой ветви цепи; 2 — усилие в ведущей ветви цепи; 3 — момент, воспринимаемый малой стрелой;  
4 — момент, воспринимаемый большой стрелой.

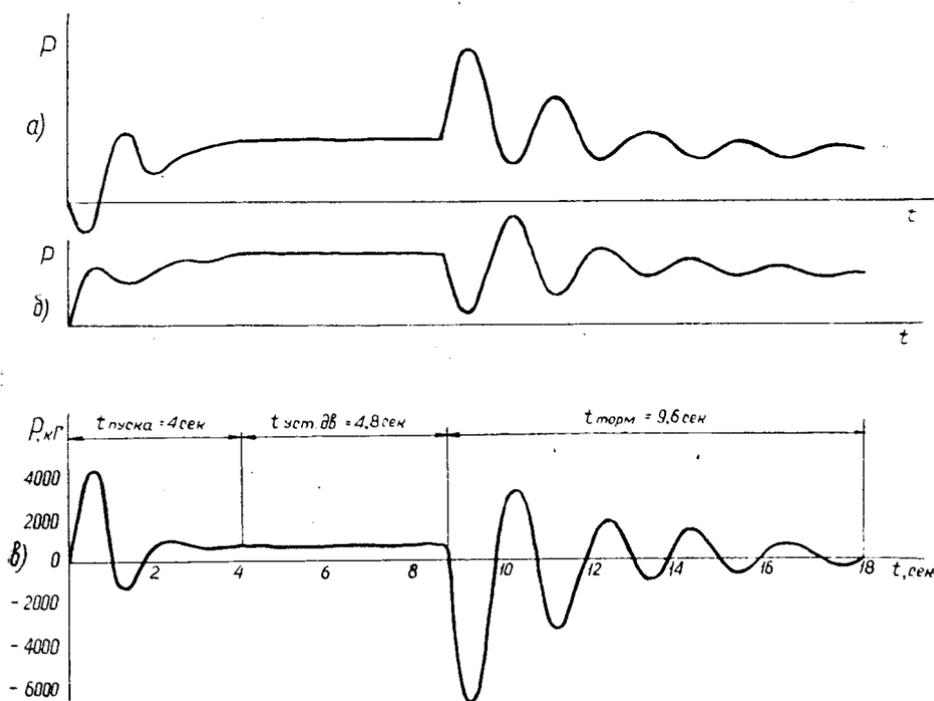


Рис. 3. Изменение движущей силы.

а — усилие в ведомой ветви цепи; б — усилие в ведущей ветви цепи; в — движущая сила.

где  $A$  (начальная амплитуда колебаний),  $\delta$  (коэффициент затухания) и  $\omega$  (круговая частота колебаний) — параметры, определяемые по кривым изменения движущих сил, полученным при расшифровке и обработке осциллограмм.

При дальнейших исследованиях было выяснено, что параметры  $A$ ,  $\delta$ ,  $\omega$  зависят от момента инерции вращающихся масс погрузчика и скорости вращения поворотной части (табл. 1).

Таблица 1

Вес груза, кг	Вылет стрелы, м	Момент инерции, кг·м <sup>2</sup> ·сек <sup>2</sup>	$A^*$ , мм	$\omega$ , 1/сек <sup>2</sup>	$\delta$
0	6,0	2390	20	6,28	0,564
0	10,5	5640	44	3,19	0,584
220	10,5	8110	52	1,80	0,623
330	10,5	9340	66	1,61	0,687
570	10,5	12080	76	1,34	0,760

\* Масштаб: в 1 мм = 100 кг; скорость вращения — 1,5 об/мин.

При остановке механизма увеличение скорости вращения ведет к повышению значения параметра  $A$ , но на величину  $\delta$  и  $\omega$  влияния не оказывает.

При установившемся движении разность между натяжением ведущей и ведомой ветвей — движущая сила — остается постоянной и колеблется от 600 до 1000 кг (в зависимости от веса груза). Если учесть,

что радиус поворотной звездочки 0,35 м, то момент, идущий на преодоление статических сопротивлений вращению, равен  $200 \div 350$  кгм.

Из осциллограммы видно, что натяжение ведомой ветви сравнительно велико. Это объясняется тем, что масло, которое при сливе выжимается из рабочей полости ведомого гидроцилиндра, не успевает вытекать из узкого отверстия дроссельной шайбы: создается противодавление, которое может достигать 3—4 тыс. кг.

Кривые 3 и 4 (рис. 2) выражают изменение момента, действующего на малую и большую стрелы в процессе поворота погрузчика. Точно так же меняются усилия в ветвях цепи (движущая сила), правда, более плавно. Нагрузки, которым подвержены детали металлоконструкций, зависят не только от движущей силы, но и от колебаний самой системы. Теоретические исследования процесса поворота подтверждают это предположение. В течение полного цикла (пуск—установившееся движение—остановка) наибольшее значение момента наблюдается при торможении механизма поворота. Максимальное значение момента при торможении на 20—25% больше, чем при пуске. Характер изменения момента, действующего на механизм поворота, говорит о том, что основные колебательные процессы, происходящие в механизме при его пуске и остановке, связаны с колебаниями груза: период колебания груза совпадает с периодом изменения моментов и усилий в цепи.

Сравнение кривых (рис. 4) позволяет сделать вывод, что величина действующих моментов как при пуске механизма, так и при его остановке в большой степени зависит от скорости вращения, веса груза и величины вылета стрелы. С увеличением каждого из этих параметров повышается значение момента, воспринимаемого механизмом поворота.

Величину динамических усилий принято характеризовать коэффициентом динамичности, представляющим собой отношение максимальной нагрузки, действующей на систему, к статической. В данном случае опытный динамический коэффициент удобно представить как отношение максимальных напряжений, действующих в металлоконструкции, к средним (номинальным) напряжениям

$$k_d = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{cp}} = \frac{2\sigma_{max}}{\sigma_{max} + \sigma_{min}} \quad (1)$$

Величину динамических моментов можно выразить непосредственно через прямо пропорциональные напряжениям моменты, действующие на механизм поворота,

$$k_d = \frac{2M_{max}}{M_{max} + M_{min}} \quad (2)$$

где  $M_{max}$  и  $M_{min}$  — наибольшее и наименьшее значения моментов.

Как во всяком синусоидально затухающем процессе, наибольшие и наименьшие значения моментов имеют место в первом периоде колебаний, поэтому о величине динамических коэффициентов нагрузок можно судить по первому периоду. Значение динамических коэффициентов нагрузок, воспринимаемых механизмом поворота при пуске, не превышает 4, при остановке —  $5 \div 6$ . Довольно большая их величина объясняется жесткостью применяемой схемы гидропривода, а также значительными инерционными массами вращения. Проведенный эксперимент подтвердил правильность выбранной схемы для теоретического расчета механизма вращения в период неустановившегося движения. Было установлено, что максимальная величина момента, воспринимаемого деталями этого механизма, находится в прямой пропорциональной зависимости

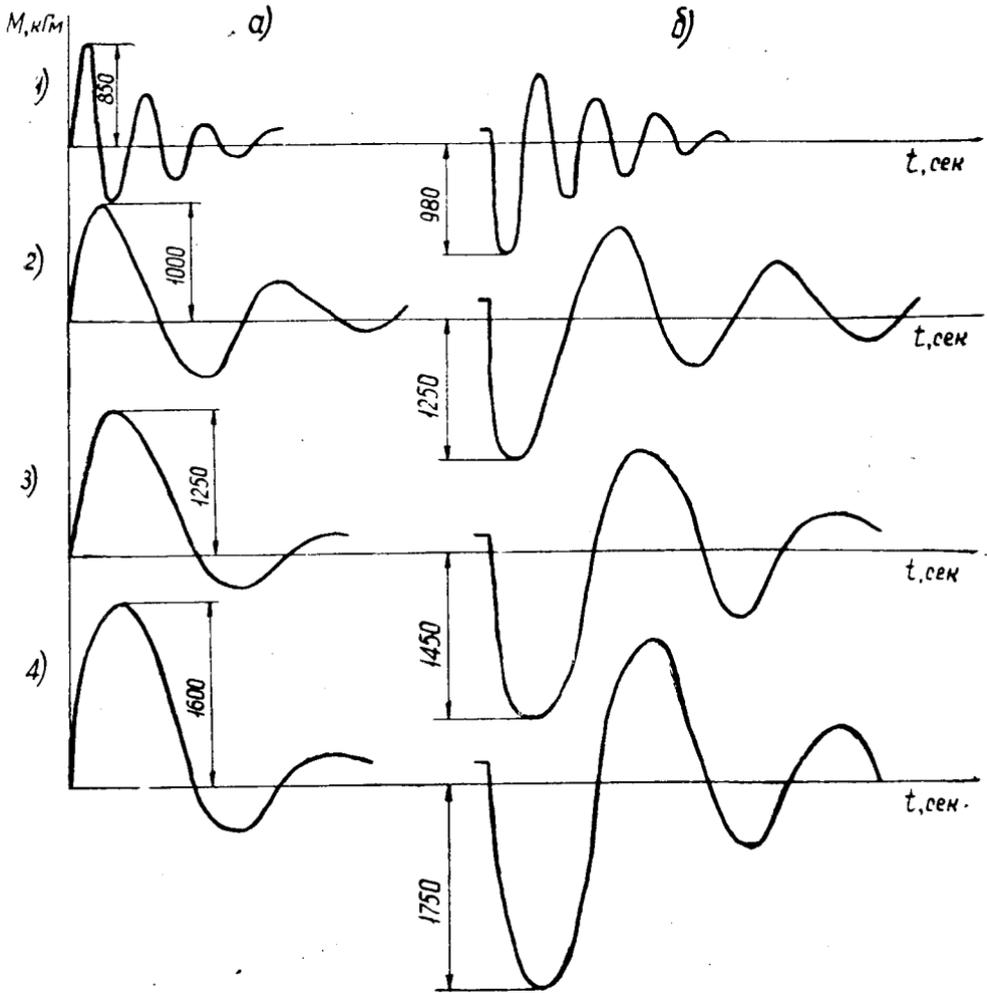


Рис. 4. Изменение величины моментов в зависимости от режима работы погрузчика.

*a* — процесс пуска; *б* — процесс остановки; 1 — вес груза  $G=0$ ; вылет  $l=6$  м; скорость  $n=1,5$  об/мин; 2 —  $G=0$ ;  $l=10,5$  м;  $n=1,2$  об/мин; 3 —  $G=220$  кг;  $l=10,5$  м;  $n=1,2$  об/мин; 4 —  $G=330$  кг;  $l=10,5$ ;  $n=1,2$  об/мин.

от момента инерции вращающихся частей и скорости вращения погрузчика. Механизм вращения применительно к кранам, имеющим гидравлический привод поворота, можно рассчитывать по формуле

$$M = k_1 \cdot k_2 \cdot I, \quad (3)$$

где  $M$  — расчетный момент, воспринимаемый деталями механизма поворота;

$k_1$  и  $k_2$  — коэффициенты пропорциональности;

$I$  — момент инерции вращающихся частей.

Выполненные исследования позволили разработать новую инженерную методику расчета механизмов вращения стреловых погрузчиков с гидравлическим приводом поворота.

УДК 634.0.377.44

## К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ РАБОТЫ СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ТРАКТОРА ТДТ-60 НА ТРЕЛЕВКЕ ЛЕСА

**Ш. М. ГОХМАН**

Кандидат технических наук

**Ю. Л. КОВАЛЕВ**

Инженер

(Уральский лесотехнический институт)

В Уральском лесотехническом институте ведется работа по определению и исследованию характера действительных нагрузок в силовой передаче трелевочного трактора ТДТ-60 в реальных производственных условиях. Через силовую передачу трактора от двигателя к звездочкам передается крутящий момент, необходимый для преодоления всех сил сопротивления движению трактора. Поэтому о нагрузках на ее узлы и детали можно судить по характеру изменения крутящего момента звездочек. Очень важно изучить влияние различных сил сопротивлений на нагрузки силовой передачи при различных режимах ее работы: трогании с места, разгоне, переключении передач, переезде препятствий, сборе пакета, поворотах и др.

Подготовку трактора для замера крутящего момента на валу звездочки производили следующим образом: на валу была сделана проточка длиной 80 мм до  $\varnothing 96$  мм. На полученную шейку были наклеены четыре проволочных датчика сопротивлением 8,31 Ом, соединенных по схеме полного моста. Датчики были изготовлены из константановой проволоки  $\varnothing 0,03$  мм в виде двух петель, с параллельным соединением. База датчиков равна 15 мм.

Чтобы отделить кручение от других видов деформаций, датчики наклеивали по шаблону под углом  $45^\circ$  к продольной оси вала звездочки. Наклейку производили ацетоно-целлулоидным клеем, согласно общей технологии [2], [4], [5], [6]. После просушки, для предохранения датчиков от механических воздействий, влияющих температур и масла, проточку вала покрывали ацетоно-целлулоидным клеем, четыремя — пятью слоями изоляционной ленты и листовой резины. Общий вид вала звездочки показан на рис. 1.

Тарировку датчиков производили натяжением разъединенной гусеницы до и после опытов. При этом были получены вполне удовлетворительные результаты по линейности тока и стабильности балансировки. Провода от датчиков были выведены по двум радиальным и одному осевому каналам, высверленным в валу звездочки к токосъемнику (рис. 2).

У токосъемника на каждое бронзовое кольцо, рабочую поверхность которого шлифовали пастой ГОИ, приходилась одна пластинка, имею-

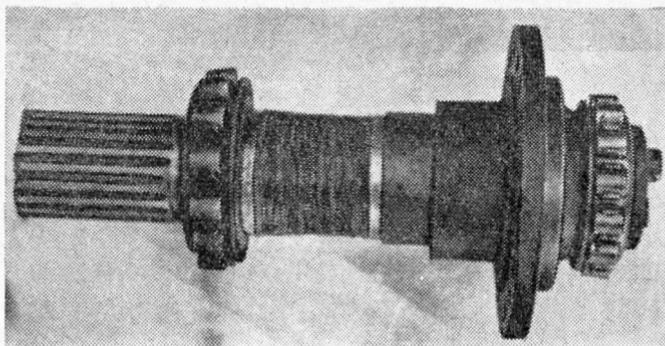


Рис. 1. Общий вид вала звездочки.

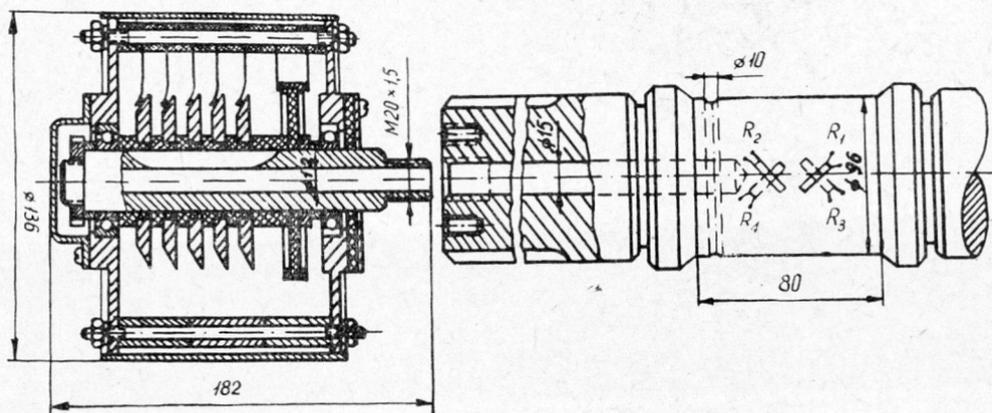


Рис. 2. Вал звездочки и токосъемник.

шая два усика с серебряными контактами. Влияние контактных сопротивлений было уравновешено тем, что все выводные провода подключали к токосъемнику. Токосъемник имел малое и постоянное по величине сопротивление в месте соприкосновения контактов с кольцами.

Питание моста осуществлялось от аккумуляторной батареи 3-СТ-98 через реостат, которым регулировали напряжение питания.

Поскольку сопротивление датчиков было малым, через них мог проходить большой ток. Поэтому применения усилителей не требовалось, измерительная схема стала проще, точность измерения выше.

Замеряли также число оборотов звездочки. Для этого на валу токосъемника был установлен текстолитовый диск, по которому скользили две пластинки из фосфористой бронзы с серебряными контактами. При вращении вала токосъемника контакты замыкались четырьмя медными пластинками, укрепленными на диске. За один оборот звездочки на осциллограмме получаются четыре всплеска.

Измерительную диагональ моста подключали к гальванометру типа М001/1-осциллографа Н-700, а цепь отметчика оборотов звездочки — к гальванометру типа М001/3 осциллографа. Монтажная схема измерительной цепи представлена на рис. 3.

Замеряемые параметры записывали при помощи осциллографа Н-700 на бумажную фотоленту, скорость движения которой составляла 40 мм/сек. Отметки времени наносили с частотой 10 гц. Из-за недостаточной чувствительности бумаги оптический отметчик работал неудов-

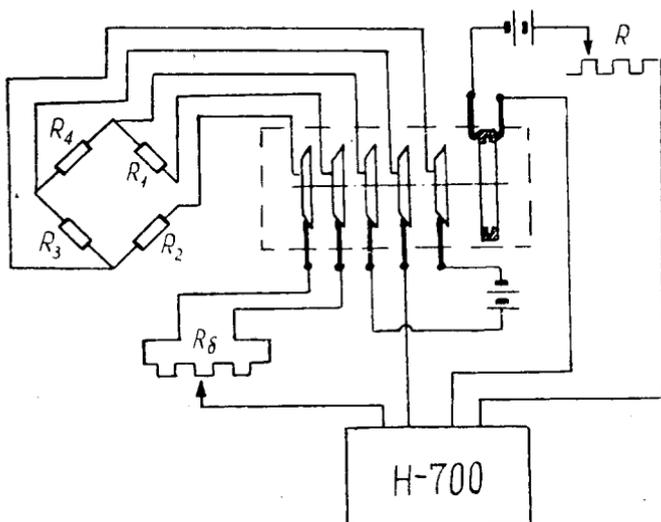


Рис. 3. Схема измерения крутящего момента на валу звездочки.

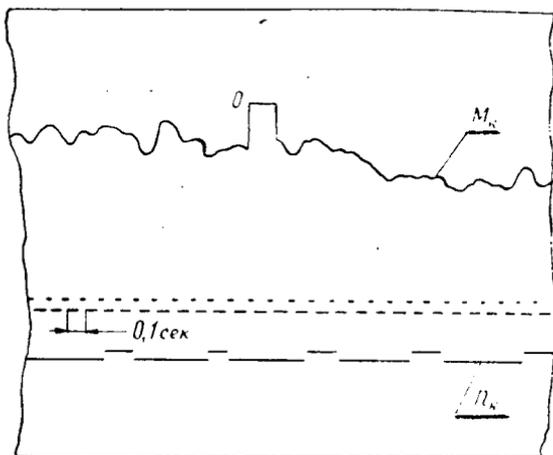


Рис. 4. Образец осциллограммы крутящего момента.

летворительно. Поэтому оптическая система была заменена механической контактного типа. Образец осциллограммы показан на рис. 4.

Масштаб записи крутящего момента определяли при тарировке. Нагрузку создавали с помощью трактора С-100, а величину усилия отмечали по динамометру ДР-8. Схема тарировки изображена на рис. 5. Образец тарировочного графика показан на рис. 6.

Данные тарировки позволили получить масштаб записи на осциллограммах:  $C = 65,40 \text{ кг/мм}$ . При обработке осциллограмм был использован метод ординат, дающий достаточно высокую точность определения среднего значения крутящего момента. Этим же способом можно проанализировать характер его изменения.

Испытания были проведены на лесосеке учебно-опытного лесхоза УЛТИ в сентябре — октябре 1964 г. на прямом горизонтальном участке

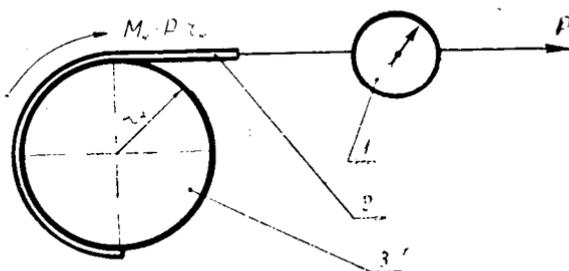


Рис. 5. Схема тарировки датчиков вала звездочки.

1 — динамометр; 2 — гусеница; 3 — звездочка.

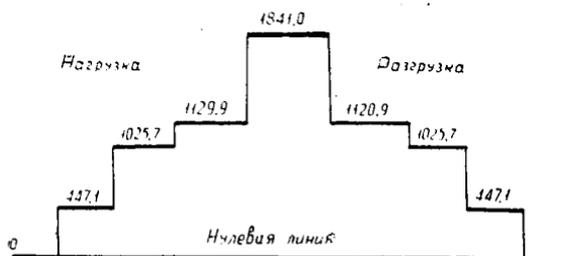


Рис. 6. График тарировки вала звездочки.

волока. Поэтому движение трактора производилось без использования механизмов поворота. Нагрузка на щит составляла 5 т.

Результаты измерений и вычислений сведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения крутящего момента и отметки пути и времени					
минимальные			максимальные		
$M_{min}$ , кгм	время, сек	путь, м	$M_{max}$ , кгм	время, сек	путь, м
654,0	0	0	915,6	0,25	0,09
654,0	0,9	0,41	1111,8	1,10	0,54
850,2	2,0	1,0	1177,2	2,2	1,11
523,2	2,6	1,32	1111,8	2,8	1,41
523,2	4,1	2,58	850,2	4,4	2,67
392,4	5,3	3,10	850,2	5,7	3,32
327,0	5,8	3,39	850,2	6,6	3,76
327,0	7,1	4,06	850,2	8,7	4,90
457,8	9,5	5,29	1438,8	10,2	5,66
457,8	10,7	5,90	1111,8	11,1	6,12
Среднее 516,66	—	—	Среднее 1026,78	—	—

Из этих данных видно, что крутящий момент изменяется в очень широких пределах; в отдельных случаях от 457,8 до 1438,8 кгм за очень короткий промежуток времени (0,7 сек), в течение которого трактор переместился на 0,37 м.

При значительном изменении крутящего момента за малый промежуток времени изменяются скорость вращения деталей и величина

вредных сопротивлений, а также появляются большие инерционные нагрузки в элементах силовой передачи.

Рядом авторов, исследовавших неустойчивый режим работы двигателя [1], [3], выявлено, что при резком изменении нагрузки на двигатель имеет место так называемая «посадка» числа оборотов. Это явление присуще и силовой передаче [7].

Ускорения, получаемые деталями силовой передачи при изменении нагрузки, можно определить, зная, как в зависимости от угловой скорости ведущих деталей изменяются крутящий момент силовой передачи  $M_d(\omega)$  и момент сил сопротивлений, приведенный к оси ведущих деталей  $M_c(\omega)$ . Тогда из известного дифференциального уравнения движения

$$M_d(\omega) - M_c(\omega) = I_m \frac{d\omega}{dt} \quad (1)$$

легко установить величину углового ускорения  $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$  ведущих деталей в функции их угловых скоростей. (В уравнении (1)  $I_m$  — приведенный к оси ведущих деталей момент инерции всех участвующих в движении масс с учетом их дисбаланса).

Угловое ускорение  $\varepsilon(\omega)$  пропорционально разности моментов  $M_d(\omega) - M_c(\omega)$

$$\varepsilon(\omega) = \frac{M_d(\omega) - M_c(\omega)}{I_m} \quad (2)$$

Из уравнения (1) можно также определить и закон изменения угловой скорости и ускорения во времени при неустойчивом режиме работы силовой передачи.

Действительно, из уравнения (1) следует

$$t = \int_0^{\infty} \frac{I_m d\omega}{M_d(\omega) - M_c(\omega)} \quad (3)$$

Эта формула выражает зависимость  $t$  от  $\omega$ . Закон изменения во времени углового ускорения деталей силовой передачи  $\varepsilon = \varphi(t)$  можно найти дифференцированием функции  $t = f(\omega)$ .

Зависимости  $t = f(\omega)$  и  $\varepsilon = \varphi(t)$  в конечном счете и определяют все необходимые для расчетов инерционные нагрузки. А это позволяет произвести расчеты на прочность и жесткость любого элемента силовой передачи.

Ускорения, получаемые деталями силовой передачи, вызывают увеличение центробежных и окружных сил инерции несбалансированных масс.

Увеличение центробежной силы может быть определено по формуле

$$\Delta R_t = \frac{Q}{g} r (\omega_y^2 - \omega_n^2), \quad (4)$$

где  $\frac{Q}{g}$  — несбалансированная масса;

$r$  — расстояние от центра тяжести этой массы до оси вращения;

$\omega_y$  и  $\omega_n$  — угловые скорости установившегося и неустойчивого режимов движений элементов силовой передачи.

Как видно из уравнения (4), возрастание величины центробежных сил зависит от разности квадратов угловых скоростей установившегося и неустойчивого режимов движений. Поэтому балансировке деталей силовой передачи следует уделять большое внимание при их изготовле-

нии и ремонте, так как увеличение центробежных сил вызывает дополнительные нагрузки на детали силовой передачи и колебания валов в поперечном направлении.

Касательные силы инерции несбалансированных масс вращающихся деталей силовой передачи

$$S = \frac{Q}{g} r \frac{d\omega}{dt}. \quad (5)$$

Появление крутильных колебаний вращающихся валов, вызываемых касательными силами, снижает прочность деталей, уменьшает их надежность и срок службы.

Ускорения, получаемые деталями силовой передачи трактора, способствуют появлению инерционных моментов

$$M_i = I_m \frac{d\omega}{dt}, \quad (6)$$

которые, так же как и окружные силы, вызывают крутильные колебания валов и дополнительные напряжения в них.

Из сказанного следует, что общий крутящий момент, передаваемый деталями силовой передачи, складывается из следующих составных частей:

$$M_{кр} = M_0 \pm M_i + M_c, \quad (7)$$

где  $M_0$  — средний крутящий момент, необходимый для преодоления сопротивлений движению трактора и груза;

$M_i$  — инерционный момент вращающихся деталей, возникающий при изменении их скорости вращения;

$M_c$  — момент вредных сопротивлений вращению деталей силовой передачи.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Болтинский. Работа тракторного двигателя при неустановившейся нагрузке. ОГИЗ, М., 1949. [2]. Н. А. Бухарин, В. К. Голяк. Испытание автомобиля с использованием электрических методов измерения. Машгиз, М., 1962. [3]. К. В. Васильев. Исследование загрузки двигателя трелевочного трактора ТДТ-40. Диссертация, Л., 1963. [4]. Н. И. Гедз. Применение тензометрии при исследовании работы рельсового пути. Труды ЦНИИМЭ, вып. XXIX, М., 1961. [5]. В. С. Лихачев. Испытания тракторов. Машгиз, М., 1963. [6]. Применение тензометрии в машиностроении (под редакцией доктора технических наук П. З. Петухова и А. В. Казанцева). Машгиз, М. — Свердловск, 1956. [7]. В. М. Семенов, Р. Г. Армадеров. Работа грузового автомобиля в тяжелых дорожных условиях. Автотрансиздат, М., 1962.

Поступила в редакцию  
12 июля 1965 г.

УДК 658.82.011.2

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТОИМОСТНЫХ МЕТОДОВ ИСЧИСЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

**Ф. Н. МОРОЗОВ**

Преподаватель

(Уральский лесотехнический институт)

В практике промышленных предприятий в качестве стоимостного измерителя объема производства применяется показатель валовой продукции. Но ему свойственны весьма существенные недостатки [3], [4].

В последние годы предложены показатели товарной продукции, чистой (условно чистой) продукции, нормативной стоимости обработки, нормированной зарплаты и др.

Были проведены специальные исследования [3] по выявлению практической пригодности этих показателей к той или иной отрасли народного хозяйства. Насколько нам известно, на предприятиях лесной промышленности таких исследований не было.

В связи с этим мы попытались дать сравнительную оценку стоимостным показателям различного экономического содержания на примере лесопромышленных предприятий. В задачу исследования входило: изучить факторы, влияющие на отдельные варианты стоимостных измерителей, и выявить степень влияния этих факторов на исчисленные посредством их показатели объема производства и производительности труда на уровне лесопромышленных предприятий.

### *Методика исследования*

Мы исследовали показатели: валовая продукция ВП, товарная продукция ТП, товарная продукция без стоимости сырья ТП — МЗ, чистая продукция ЧП, нормативная стоимость обработки НСО и нормативная оценка обработки НОО\*. Показатели изучали на базе лесопромышленных предприятий, функционирующих в неодинаковых природных и экономических условиях, имеющих различный объем производства, уровень комбинирования (удельный вес обрабатывающих производств), уровень трудоемкости и рентабельности.

При выборе их мы исходили из предположения, что обследование предприятий, расположенных в различных природных условиях и имеющих неодинаковый организационно-технический уровень производства, позволит более рельефно выявить «поведение» изучаемых показателей.

\* Название данного варианта стоимостных измерителей, предложенное нами, условно.

Всего было обследовано 71 лесопромышленное предприятие Прибалтики, Карелии, европейского Севера, Урала, Сибири и Дальнего Востока с общим количеством занятых в них рабочих 52,7 тыс. чел. и объемом вывозки — 11,3 млн. м<sup>3</sup>.

Для каждого предприятия при помощи исследуемых измерителей были вычислены плановые и отчетные показатели объема производства  $Q$  и производительности труда  $q$  за два года. Исходными данными послужили материалы первичной отчетности леспромхозов за 1961 и 1962 гг.

Стоимостные показатели, не предусмотренные действующей отчетностью, были получены расчетным путем следующим образом.

Показатель товарной продукции без учета стоимости сырья находили методом исключения из товарной продукции (в оптовых ценах предприятия, принятых в плане) стоимости сырья (в плановых ценах). Из состава показателя ТП — МЗ попенную плату не исключали.

Показатели чистой продукции (вновь созданная стоимость) получены расчетом по действующей методике [4], методом исключения из валовой продукции в действующих ценах предприятия стоимости всех материальных затрат (материалы, топливо, амортизация и другие компоненты, созданные вне производственного процесса данного предприятия).

Объем производства по НСО определяли умножением соответствующих нормативов на данные о выпуске продукции в натуральном выражении по плану и отчету. Нормативы устанавливали по методике Госплана СССР [2], при этом учитывали опыт их разработки в леспромхозах Средне-Волжского совнархоза. Базой для их расчета послужили годовые отчетные калькуляции предприятий за 1962 г. В качестве измерителей НСО на лесопroduкцию принимали затраты на 1 м<sup>3</sup> товарных лесоматериалов, включая попенную плату, за вычетом внепроизводственных расходов; на продукцию обрабатывающих производств — за вычетом стоимости израсходованного сырья и внепроизводственных расходов.

Объем производства по НОО определяли аналогично объемом по НСО. В качестве измерителей НОО принимали вариант НСО, «очищенный» от материальных затрат, активно участвующих в образовании стоимости продукта (амортизация, горюче-смазочные и другие материалы). Расчет их производили по методике, предложенной экономической лабораторией Мосгоссовнархоза [5].

Показатели производительности труда  $q$  исчисляли в плане и отчете как годовую выработку на списочного работающего (в соответствующих стоимостных измерителях).

На основе рассчитанных таким образом абсолютных значений показателей  $Q$  и  $q$  исчислены их относительные величины (индексы), характеризующие динамику (отчет 1962 г., % к отчету 1961 г.) и степень выполнения плана (за 1961 и 1962 гг.) по выпуску продукции и производительности труда.

Затем методом повариантного сопоставления полученных индексов выявляли степень искажающего влияния отдельных факторов на показатели  $Q$  и  $q$ , исчисленные посредством исследуемых измерителей.

### Результаты исследований

Рассмотренные показатели складываются под влиянием трех групп факторов: материалоемкости, рентабельности и трудоемкости. Различия этого влияния обуславливаются: а) сдвигами в номенклатуре продукции с различным удельным весом перенесенной стоимости  $\Phi_m$ , в том числе стоимости сырья  $\Phi_{m_1}$  и прочих материальных затрат  $\Phi_{m_2}$ ; б) сдвигами в

ассортименте продукции с неодинаковым уровнем рентабельности  $\Phi_p$ , заложенным в цены; в) несоответствием индивидуальных, на уровне отдельных предприятий, затрат живого труда (оплата труда с начислениями и др.) усредненным (среднеотраслевым, зональным), заложенным в цены ВП и ТП ( $\Phi_T$ ).

Количество факторов, влияющих на формирование того или иного объемного показателя, обуславливается природой самих измерителей, их экономическим содержанием (табл. 1).

Таблица 1

Объемные показатели	Факторы, влияющие на показатели $Q$ и $q$				
	$\Phi_M$	в том числе		$\Phi_p$	$\Phi_T$
		$\Phi_{M_1}$	$\Phi_{M_2}$		
ВП	+	+	+	+	+
ТП	+	+	—	+	+
ТП — МЗ	+	—	—	+	+
ЧП	—	—	—	+	+
НСО	—	—	+	—	—
НОО	—	—	—	—	—

Влияние фактора  $\Phi_T$  имеет место в том случае, когда в состав измерителей (цен) заложены средние по отрасли (ВП) или зонам (ТП) затраты живого труда. При этом сила влияния этого фактора обуславливается тем, какова степень несоответствия средних условий, заложенных в измерители, конкретным (индивидуальным) условиям работы каждого предприятия. В нашем случае влияния  $\Phi_T$  на показатели НСО и НОО практически сведены к нулю, так как измерители НСО и НОО были исчислены индивидуально по каждому предприятию в отдельности.

Когда установлено, какие факторы влияют на изучаемый показатель, нетрудно выявить влияние каждого из них на величины  $Q$  и  $q$ . Парное сопоставление индексов показателей будет характеризовать влияние на  $Q$  и  $q$  того фактора, которым различаются индексы данной пары показателей. Так, сопоставляя индексы ТП и ЧП, находим влияние фактора  $\Phi_M$ ; ЧП и НОО — влияние факторов  $\Phi_p$  и  $\Phi_T$ . Влияние фактора  $\Phi_{M_2}$  может быть найдено двойко: сопоставлением индексов ЧП и ТП — МЗ, а также НСО и НОО и т. д.

В нашем случае степень влияния отдельных факторов на величины  $Q$  и  $q$ , выявленная указанным методом, по объектам обследования характеризуется данными, приведенными в табл. 2.

Как видно из табл. 2, наибольшее влияние на «разновыгодность» продукции лесопромышленных производств оказывают факторы  $\Phi_p$  и  $\Phi_T$ . С выпуском более «выгодной» по рентабельности и трудоемкости продукции, чем это заложено в расчетах плана, процент выполнения плана по показателям  $Q$  и  $q$  в среднем по совокупности обследованных предприятий искусственно завышен на 2,6—5,7%; по отдельным предприятиям колебания составляют от +15,2 до —13%. Фактор  $\Phi_M = \Phi_{M_1} + \Phi_{M_2}$  не оказывает существенного влияния на оценку выполнения плана.

Величина совокупного влияния факторов на оценку выполнения плана по объему производства и производительности труда, полученная

Таблица 2

Учитываемые факторы	Сопоставляемые показатели	Степень влияния отдельных факторов (%) на оценку выполнения плана по показателям Q (числитель) и q (знаменатель)					
		в среднем по совокупности обследованных предприятий			по отдельным предприятиям (от—до)		
		1961 г.	1962 г.	1962/61	1961 г.	1962 г.	1962 г./1961 г.
$\Phi_M$	ТП и ЧП	-0,4	-1,2	+0,2	+1,8—1,1	+0,8—1,3	+4,2—0,5
		-0,4	-1,2	—	+3,4—0,7	+5,9—1,3	+3,2—4,3
а) $\Phi_{M_1}$	ТП и ТП — МЗ	-0,3	-0,8	+0,2	+0,6—1,6	+2,4—1,5	+1,6+3,6
		-0,2	-0,8	—	+0,6+3,5	+2,1—2,3	+6,6—4,2
б) $\Phi_{M_2}$	ЧП и ТП — МЗ	-0,1	-0,4	—	+0,5+1,2	+1,1—0,7	+2,6—4,1
		-0,2	-0,4	—	+2,8—4,2	+3,8—1,0	+0,1—3,4
$\Phi_P; \Phi_T$	ЧП и НОО	+2,6	+5,7	+3,0	+13,7—7,0	+14,6+14,4	+14,6—8,4
		+2,6	+5,6	+3,0	+12,4—7,3	-8,2—13,0	+15,2—12,1

Примечание. Знак плюс обозначает завышение; минус — занижение.

Таблица 3

Стоимостные показатели	Учитываемые факторы	Степень влияния учитываемых факторов (%) на оценку выполнения плана по показателям Q (числитель) и q (знаменатель), исчисленных на основе стоимостных показателей					
		в среднем по совокупности обследованных предприятий			по отдельным предприятиям (от—до)		
		1961 г.	1962 г.	1962 г./1961 г.	1961 г.	1962 г.	1962 г./1961 г.
ВП	$\Phi_M; \Phi_P; \Phi_T$	+2,3	+3,5	+2,6	+10,6—4,2	+ 8,5— 6,3	+14,3— 9,2
		+2,2	+3,5	+2,6	+17,3—3,5	+14,6—10,1	+14,6—10,1
ТП	$\Phi_M; \Phi_P; \Phi_T$	+2,2	+4,5	+3,2	+15,5—8,1	+13,3—7,4	+18,8—8,9
		+2,2	+4,5	+3,0	+15,8—8,0	+13,1—7,1	+18,4—7,8
ТП — МЗ	$\Phi_{M_2}; \Phi_P; \Phi_T$	+2,5	+5,3	+3,0	+14,9— 6,5	+15,7—8,9	+17,2—12,5
		+2,4	+5,2	+3,0	+15,2—11,5	+15,4—9,2	+11,8—12,0
ЧП	$\Phi_P; \Phi_T$	+2,6	+5,7	+3,0	+13,7—7,0	+14,6— 8,2	+14,6— 8,4
		+2,6	+5,6	+3,0	+12,4—7,3	+14,4—13,0	+15,2—12,1
НСО	$\Phi_{M_2}$	-0,1	-0,4	—	+3,1—4,6	+5,1—4,3	+5,5—4,1
		-0,2	-0,4	—	+3,9—4,0	+4,3—4,1	+6,1—4,2

методом суммирования отдельно учитываемых факторов по каждому изучаемому показателю, колеблется по обследованным предприятиям в пределах, приведенных в табл. 3.

Как видно из таблицы, наибольшему влиянию подвергаются те измерители, в основу которых заложены усредненные (зональные, среднетраслевые) затраты и неодинаковая рентабельность (ВП, ТП), наименьшему — измерители, за основу для которых приняты индивидуальные издержки и исключены накопления (НСО). Практически свободны от влияния искажающих факторов измерители НОО. Однако показатель НОО по своей экономической природе не способен учитывать техническую вооруженность труда и отражать технический уровень производства, вследствие чего он не может быть рекомендован к практическому применению.

Из исследуемых показателей, на основании их сравнительной оценки, предпочтение следует отдать НСО как показателю, по экономическо-

му содержанию отражающему затраты живого труда (зарплата), вооруженного современными средствами труда (материалы, инструменты, энергия, амортизация).

Показатель НСО, опыт использования которого накоплен в других отраслях, может быть использован для динамических сопоставлений физических объемов продукции и показателей производительности труда различных предприятий. Измерители НСО просты и понятны по содержанию. Объективность их может быть легко проверена расчетом. Разработка нормативов не потребует изменения существующих форм учета и отчетности.

По данным наших исследований [1], измерители аналогичного экономического содержания могут служить объективной основой для исчисления объемов лесохозяйственных производств леспромхозов. Это означает, что их использование открывает реальную возможность совершенствования методов и показателей учета и планирования в объединенных лесных предприятиях на основе единых по содержанию стоимостных нормативов.

Чтобы судить о границах применения рекомендуемых нами нормативов, сроках их действия, методике расчета и о механизме воздействия их на отдельные стороны производственной деятельности объединенных лесных предприятий, необходимо организовать их комплексную экспериментальную проверку в производственных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Васильев, В. Л. Джикович, Ф. Н. Морозов. Об учете лесохозяйственных работ по нормативной стоимости. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1965. [2]. Госплан СССР. Типовая методика определения объема производства и производительности труда на основе показателей нормативной стоимости обработки. М., 1964. [3]. Непрерывность в планировании и показатели государственного плана. Материалы всесоюзного научного совещания (март, 1961 г.), изд-во экономической литературы, М., 1962. [4]. А. И. Ротштейн. Очерки промышленной статистики СССР. Изд-во «Статистика», М., 1964. [5]. Экономическая газета. Еженедельник ЦК КПСС, № 22, 1964.

Поступила в редакцию  
5 июля 1965 г.

УДК 634.0.378.32

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ ЩИТОВЫХ СТРУЕНАПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПРИ МОЛЕВОМ СПЛАВЕ КОРОТЬЯ

**В. С. МАКАРЕВИЧ**

Аспирант

(Белорусский технологический институт)

Дноуглубление на перекатах малых лесосплавных рек является, как известно, одним из основных видов работ по их устройству.

В настоящее время все эти работы проводят в основном по двум направлениям: 1) создание сплавной глубины за счет энергии самого потока путем стеснения живого сечения с выкладкой бревенных кос или строительством легких продольных и поперечных дамб; 2) устройство прорезей бульдозерами, малыми земснарядами и другими механизмами с перемещением грунта из прорези за пределы сплавного хода или русла.

Широко применяемый на оросительных системах и частично на судоходных реках метод создания искусственной поперечной циркуляции щитовыми струенаправляющими устройствами на лесосплаве не получил распространения. Объясняется это тем, что все существующие конструкции щитовых дноуглубителей не обеспечивают пропуск сплавляемого леса во время своей работы. На период пропуска леса дноуглубитель нужно убирать со сплавного хода, что сопряжено с технологическими трудностями обслуживания и, кроме того, сводит до минимума дноуглубительный эффект. Поэтому разработка легкой мобильной конструкции дноуглубителя, которая отвечала бы требованиям пропуска леса, может значительно снизить трудозатраты при создании и поддержании гарантированных сплавных глубин и обеспечить бесперебойный пропуск сплавляемого леса. В Белоруссии на реках первоначального сплава плоты зимней и ранневесенней сплотки и деловое долготье сплавляют главным образом весной при высоких уровнях воды и частично во время осеннего подъема горизонтов. В период летней межени, как правило, производят молевой сплав коротья, объем которого по ряду рек достигает 40—50% общего объема сплава. В этот период как раз и необходимы мероприятия по поддержанию сплавных глубин в наиболее мелких местах. В связи с этим мы ставили задачу в первую очередь решить вопрос о пропуске молевого коротья через зону установки дноуглубителя при одновременной его работе по размыву прорези.

После предварительных лабораторных исследований и анализа существующих конструкций был разработан и изготовлен щитовой дноуглубитель с приподнятыми над водой продольными связями, что позволило пропускать сплавляемый лес под этими связями между струенаправляющими плоскими щитами. В основу был положен V-образный

дноуглубитель М. В. Потапова. Его закрепляли в русле на одном основном тресе, что позволяло в случае надобности отклонять сооружение от сплавного хода, не снимая его с опоры (например, при пропуске плота).

Дноуглубитель имеет размеры по оси потока 11,3 м при ширине 9,3 м (рис. 1, а). Расстояние в свету между головными щитами правой и левой систем принято 1,1 м из расчета пропуска метрового коротья.

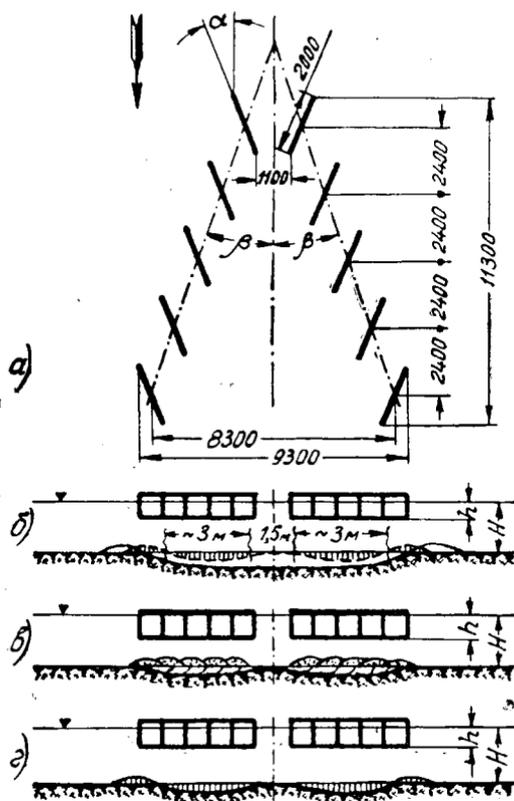


Рис. 1.

По литературным данным\*, оптимальными углами для получения максимальной интенсивности поперечной циркуляции считаются: угол установки плоскостей щитов к направлению течения (угол атаки)  $\alpha = 16^\circ$  (12—18°); угол установки оси линии щитов  $\beta = 12—18^\circ$ .

В практике эксплуатации обычно рекомендуют принимать  $\alpha = \beta = 18^\circ 30'$  как удобные для разбивки ( $\text{tg } 18^\circ 13' = \frac{1}{3}$ ).

Оптимальное значение заглубления щитов  $h = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{2}\right) H$ .

Исследования проводили на модели щитового дноуглубителя, изготовленной в масштабе 1 : 25. Крепления элементов модели выполнены на винтах с таким расчетом, чтобы можно было менять углы установки  $\alpha$  и  $\beta$  в любых нужных пределах, а также производить любые

\* М. В. Потапов. Сочинения, т. II. 1951.

желаемое заглубление щитов. Приняв масштаб геометрического подобия 1 : 25 и соблюдая динамическое подобие, мы подсчитали скорости течения в опытном (модельном) русле, исходя из критерия подобия Фруда

$$\frac{v_n^2}{l_n g_n} = \frac{v_m^2}{l_m g_m} = Fr$$

или

$$v_m = v_n \sqrt{\frac{l_n}{l_m}}$$

где  $\lambda_l$  — показатель геометрического масштаба модели (25);

$v_n$  — скорость течения в натуральных условиях (0,3—1,0 м/сек).

При соблюдении этих условий скорость течения в модельном русле должна быть в пределах 5—20 см/сек.

Лабораторные исследования были направлены, главным образом, на изучение условий пропуска молевой древесины через зону установки сооружения, а именно на получение коэффициентов заполнения зеркала сплавного хода плывущим лесом, при которых начинают образовываться заторы (предзаторное состояние), и оптимальных коэффициентов в зоне подхода к дноуглубителю.

Сверху по течению пускали модельные бревна, в разных количествах. Коэффициент заполнения зеркала сплавного хода вычисляли по фотографиям (рис. 2). Для удобства расчетов на дно руслового лотка была нанесена сетка с размерами ячеек 10 × 10 см. Фотографировали сверху синхронно двумя фотоаппаратами. Всего проведено 12 серий опытов при разных скоростях течения в диапазоне, указанном выше, и глубинах моделируемого русла от 4 до 18 см. Каждая серия состояла из 13—15 опытов при одной и той же скорости и глубине, но при разных заглублениях щитов модели и разных углах  $\alpha$  и  $\beta$ . В сериях 1—8  $\alpha = 26^\circ 30'$  и  $\beta = 18^\circ 30'$ ; в сериях 9—12  $\alpha = \beta = 18^\circ 30'$ .

По каждой фотографии подсчитывали коэффициент заполнения при подходе к дноуглубителю и после прохода, то есть в нижнем бьефе.

Обработка и анализ всех фотографий и данных визуальных наблюдений показали, что углы установки элементов дноуглубителя к оси потока не оказывают сколько-нибудь заметного влияния на условия прохода леса. Следовательно, их необходимо принимать оптимальными для производства дноуглубления.

При всех исследованных режимах сразу же за дноуглубителем и далеко вниз по течению молевой лес идет плотной узкой полосой по центру сплавного хода, где сходятся поверхностные токи двух винтов

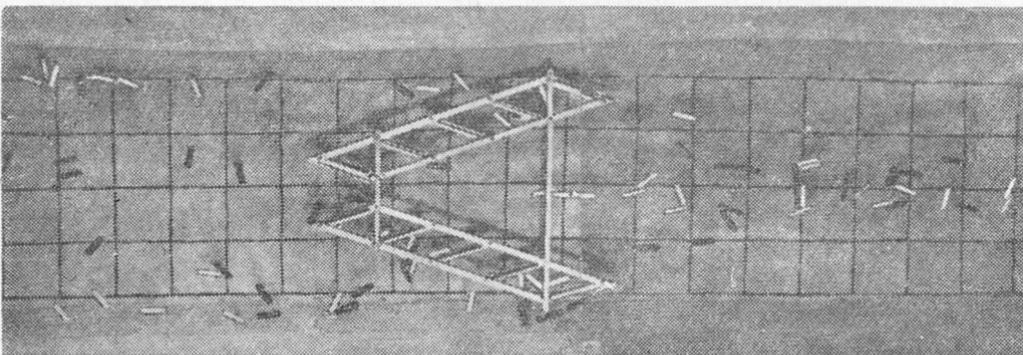


Рис. 2.

(рис. 2). Дноуглубитель препятствует разносу молевого леса в нижнем бьефе по всей ширине реки, что исключает обсыхание отдельных бревен у берегов при возможных колебаниях горизонта воды.

Значения коэффициентов заполнения зеркала сплавного хода плывущим лесом приведены в табл. 1. При больших величинах  $\beta$  образуются заторы (главным образом, в головной части дноуглубителя).

Таблица 1

Скорость течения в лотке $v_m$ , м/сек	$\beta$	Скорость течения в переводе на натурные условия $v_n$ , м/сек
0,05—0,08	0,10—0,15	0,25—0,40
0,08—0,13	0,15—0,25	0,40—0,65
0,13—0,20	0,25—0,40	0,65—1,00

Как видно из таблицы, коэффициент  $\beta$  с возрастанием скорости увеличивается, причем минимальное его значение при скоростях течения в натуральных условиях 0,25—0,40 м/сек составляет 0,10—0,15, что соответствует нормативам. При больших скоростях сплавопропускная способность створа может быть повышена путем увеличения коэффициента до указанных значений. Были проведены испытания дноуглубителя в производственных условиях. На выбранном для установки снаряда участке переката длиной 320 м делали плановую и высотную съемку. В начале и конце участка устанавливали водомерные реечные посты, на которых ежедневно фиксировали колебания уровней воды в реке. Уклон водной поверхности  $i = 0,00213$ . Перед установкой дноуглубителя на выбранном участке были сняты 24 поперечных сечения. На каждом поперечнике глубину измеряли через 2 м. На этих же промерных вертикалях при помощи вертушки Жестовского измеряли скорость пятиточечным способом. Средняя скорость по вертикалям колебалась от 0,20—0,25 м/сек у берегов до 0,75—0,90 м/сек в центре потока. Для выявления дноуглубительных свойств снаряда после вывода его на реку утром и вечером промеряли глубины и ежедневно определяли скорости течения в поперечных сечениях и по промерным вертикалям. Конструкция опытной производственной установки предусматривала возможность в период испытаний менять углы расположения щитов по отношению к течению от 10—12° до 38—40°, а также раздвигать и сдвигать правую и левую линии щитов на любой угол. Щиты также можно было заглублять в любых нужных пределах.

На первом этапе работы дноуглубитель был собран так, что щиты составляли с направлением потока угол 18°. Затем были испробованы углы установки 25—27° и 38—40°. При всех углах были испытаны различные заглубления щитов по отношению к бытовой глубине в месте работы снаряда. Щиты заглубляли на  $\frac{1}{3} H$ ,  $\frac{1}{4} H$  и  $\frac{1}{3} H$ ; в течение небольшого промежутка времени (около суток) — на  $\frac{1}{2} H$ .

Результаты обработки материалов исследований показали, что максимальная производительность дноуглубителя по перемещению грунта ( $5,5 \div 6 \text{ м}^3/\text{час}$ ) была при  $\alpha = 26^\circ 30'$  и  $h = \frac{1}{3} H = 0,3 \text{ м}$  (рис. 1, б).

В этом случае от второго сверху щита начинают отходить две траншеи, постепенно углубляясь и расширяясь вниз по течению. На уровне нижних щитов они сливаются в одну прорезь шириной, равной ширине дноуглубителя. Максимальная глубина выработанной прорези (0,20—0,25 м) наблюдалась на расстоянии 6—7 м ниже последних щитов,

Более или менее заметный размыв наблюдался на расстоянии 14—15 м от дноуглубителя, что составляет примерно около полутора его длин. Вынесенный из прорези грунт укладывался двумя продольными валиками с двух сторон прорези, причем объем грунта в валиках несколько меньше объема грунта, вынесенного из прорези. Часть его (около 30% по объему) сносится вниз по течению. Зафиксировать место осадения его из-за малости объема нам не удалось.

При заглублениях щитов  $h = \frac{1}{4} H$  и  $h = \frac{1}{5} H$  как при  $\alpha = 26^\circ 30'$ , так и при  $\alpha = 18^\circ 30'$  заметных изменений в сечениях не наблюдалось, особенно при  $h = \frac{1}{5} H$ . Однако выработанная при  $h = \frac{1}{3} H$  траншея сохранялась. Следовательно, был создан режим, при котором не происходило заилиние, то есть режим стабилизации выполненной прорези.

При заглублении щитов  $h = \frac{1}{3} H$  и  $\alpha = 18^\circ 30'$  слабо наместились две траншеи с обеих сторон продольной оси дноуглубителя (рис. 1, г).

При  $h = \frac{1}{2} H$  и  $\alpha = 26^\circ 30'$  под каждым щитом образуются небольшие местные размывы с осадением грунта в виде валиков сразу же за щитом (рис. 1, в). Продольная ось валика параллельна щиту, то есть составляет с направлением течения угол  $\alpha$ . У головных щитов валики выше, вниз по течению они уменьшаются. По оси дноуглубителя слабо намечена траншея, однако не за счет размыва, а за счет поднятия дна подщитовыми валиками с обеих ее сторон.

Наблюдения за прохождением молевых партий коротья полностью подтвердили лабораторные исследования. В первом периоде испытаний трос, на котором держался дноуглубитель, крепился за переднюю поперечную связь (показано стрелкой на рис. 3) и под небольшим углом уходил под воду к якорю. При коэффициенте заполнения зеркала сплавного хода плывущим лесом  $\beta = 0,10 \div 0,15$  отдельные бревна натывались на трос, увлекаемые течением скользили вверх по нему, затем сваливались и проходили в горловину дноуглубителя под поперечной связью. При более интенсивном подходе древесины, эти бревна не успе-

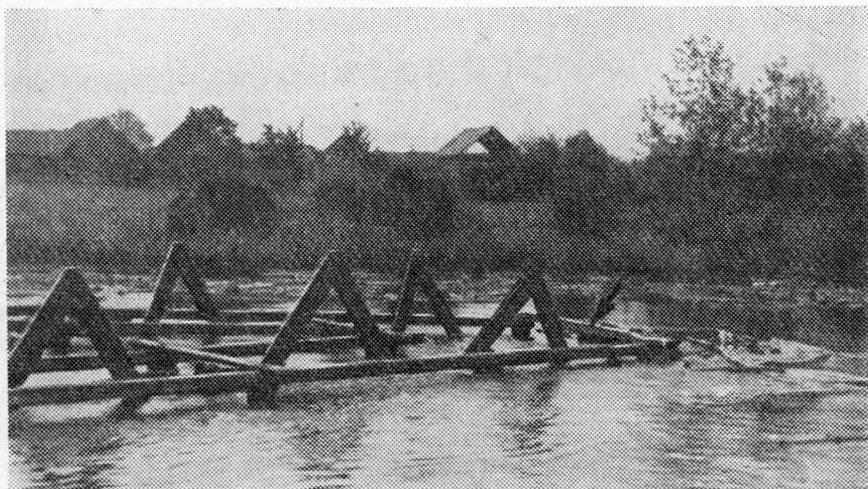


Рис. 3.

вали сваливаться с троса и в результате в головной части образовывался затор, который приходилось разбирать. После того, как трос был снят с поперечного бруса и закреплен под водой за болты, скрепляющие продольные связующие брусья с основанием передних щитов, заторов не наблюдалось. Древесина беспрепятственно проходила при коэффициентах заполнения  $\beta$  до 0,4. При больших значениях  $\beta$  и неудачном расположении некоторых бревен иногда образовывались заторы, причем только в головной части. При подходе бревен к боковой стороне дноуглубителя они увлекались в один из проходов между щитами поперечными течениями, направленными к продольной оси дноуглубителя. Во время производственных испытаний мы обратили внимание на выявление устойчивости дноуглубителя по оси разрабатываемой прорези. При закреплении в русле на одном станом тросе рысканья не происходило. Даже сильный боковой ветер вызывал отклонение концевой части поперек потока не более 1 м. Такой вид крепления имеет свои преимущества и при пропуске плотов. В период прохождения ленты самосплавного плота вдоль правого берега дноуглубитель был отодвинут плотом в левую сторону, и плот без задержек скользил вдоль связующего бруса. Затем дноуглубитель стал на свое место. Всего было пропущено три плота и ни разу не было задержек или аварий.

В заключение нужно сделать следующие выводы.

1. Метод искусственной поперечной циркуляции с успехом может применяться на лесосплавных реках при наличии соответствующих конструкций струенаправляющих устройств.

2. Испытания разработанной конструкции щитового дноуглубителя показали сравнительно высокую его производительность при следующих параметрах установки элементов дноуглубителя:  $h = \frac{1}{3}H$ ,  $\alpha = 26^\circ 30'$  и  $\beta = 18^\circ 30'$ . При заглоблениях щитов  $h = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{5}\right) H$  дноуглубитель работает на режиме стабилизации прорези.

3. Пропуск молевых партий коротья через зону установки дноуглубителя осуществляется без задержек, если коэффициенты заполнения зеркала сплавного хода  $\beta$  выше нормативных, причем с увеличением скорости  $\beta$  возрастает. Следовательно, зона установки дноуглубителя не является лимитирующим фактором во время молевого сплава коротья.

Образование дноуглубителем двух винтовых потоков со сходящимися поверхностными линиями токов способствует концентрации плывущих бревен на узкой ленте сплавного хода в нижнем бьефе по оси прорези, что исключает обсыхание леса на прибрежном мелководье. Такая плотная лента наблюдалась на расстоянии до 150 м от дноуглубителя.

4. Крепление дноуглубителя одним станом тросом позволяет пропускать ленты плотов путем отклонения его от сплавного хода самим проходящим плотом, чем упрощается эксплуатация дноуглубителя. По мере выработки прорези спуск его на 1,5—2 длины вниз по течению осуществляют двое рабочих в лодке, которые подымают якорь, течением перемещаются до следующего, отмеченного береговыми вехами створа, где и бросают якорь на дно.

5. Предварительные экономические сравнения показывают, что применение легких передвижных щитовых струенаправляющих дноуглубителей для устройства прорезей на перекатах в несколько раз выгоднее других способов производства этого вида работ

УДК 625.7/8

## ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УСКОРЕНИЮ СТАБИЛИЗАЦИИ ТОРФЯНЫХ ГРУНТОВ ПОД НАСЫПЯМИ ПРИ ПОМОЩИ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА, ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК И ВАКУУМИРОВАНИЯ

**Н. П. КОВАЛЕНКО**

Инженер треста «Оргтехстрой» Главархангельскстроя

**Н. Ф. БОНДАРЕНКО**

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник

(Агрофизический институт)

**С. В. ПОПОВ**

Управляющий трестом «Архспецстрой»

При использовании торфяных грунтов в качестве строительного основания под действием нагрузки они сильно деформируются. Сроки стабилизации деформаций очень значительны и могут длиться несколько лет.

Существующие методы ускорения стабилизации торфяных грунтов (пригрузка, частичная выторфовка и др.) связаны с большими объемами земляных работ. Кроме того, они не решают задачи полной стабилизации торфяного основания за сравнительно короткое время. На наш взгляд, важно не только ускорение стабилизации торфяных грунтов, но и их упрочнение.

Свойства высокодисперсных грунтов, к которым относится торф, в значительной степени определяются взаимодействием между отдельными частицами, из которых статистически складываются суммарные свойства системы.

В зависимости от расстояния между частицами проявляются силы различной природы, действующие в зонах контакта [3]. Роль их тем больше, чем выше дисперсность грунта, то есть чем больше поверхность раздела фаз. К этим силам относятся: 1) силы молекулярного дальнего действия; 2) ионно-электростатические, связанные с наличием у поверхности частиц равновесных ионных атмосфер; 3) силы расклинивающего давления, возникающие при сближении частиц до расстояний, меньших двойной толщины граничных фаз, связанные с особым агрегатным состоянием полярных жидкостей вблизи граничных поверхностей. Кроме этого, следует учитывать капиллярные силы, действующие в трехкомпонентной системе, и возможность «склеивания» (за счет пластических свойств слоев жидкости, разделяющих частицы).

Удельная поверхность в торфяных грунтах [4] достигает  $12 \text{ м}^2/\text{г}$  сухого вещества и более.

При воздействии постоянного электрического тока и химических добавок на торфяной грунт его свойства будут определяться соотношением

рассмотренных сил, а также химическими и коллоидно-химическими реакциями [1], [2].

В процессе электрообработки грунта на стадии электроупрочнения [1] деформации происходят в основном в результате сближения частиц; при этом возможно возникновение прочностных молекулярных связей, что должно отразиться на общем изменении механических свойств грунта.

С целью дальнейшего изучения электростабилизации торфяных оснований под насыпями были проведены полевые исследования.

### *Предварительные полевые исследования \**

Предварительные полевые исследования проводили для установления эффективных параметров тока, зависимости деформаций (осадок) от этих параметров, удельной мощности на единицу объема основания и ориентировочного расхода электроэнергии на единицу относительной скорости деформаций.

При этом исследовали схемы включения электродов в общую электрическую схему, а также изменение влажности торфяного основания в анодной и катодной зонах.

Для исследований были выбраны два участка. Первый расположен на болоте, глубина которого достигает 3,5 м. Залежь представлена топьяным торфом со степенью разложения до 20%. Второй участок расположен на болотном массиве с лесотопьяным торфом, степень разложения которого 50%. Глубина болота достигает 5,0 м.

На обоих участках были пробурены скважины, в которые вводили электроды, изготовленные из стальных перфорированных труб диаметром 33 мм. Электроды включали в общую электрическую схему. В качестве источника постоянного тока использовали сварочный агрегат мощностью 10 квт. На поверхности болота были закреплены точки, по которым периодическим нивелированием вели наблюдения за осадками по мере обработки электрическим током основания под насыпью. Для сравнения наблюдали за осадками насыпи вне зоны электрообработки. Планы участков показаны на рис. 1 и 2. Время воздействия постоянного электрического тока на торфяное основание в общем составило: на первом участке 230 час; на втором — 180 час. В период электрообработки нивелирование марок (точек, закрепленных на насыпи) вели через 1,5--2 час, при этом измеряли напряжение и силу тока; были отобраны также образцы на влажность в анодной и катодной зонах.

По мере электрообработки основания увеличивались скорости осадок насыпи по сравнению с контролем. Характерное изменение скоростей деформаций представлено на рис. 3.

Экспериментальные данные, полученные при исследовании влажности, показывают, что в анодной зоне влажность уменьшилась в среднем на 32,9%, а в катодной зоне незначительно увеличилась.

### *Основные полевые исследования*

При проведении основных полевых исследований для повышения эффективности электрообработки применяли электроосмос в сочетании с вакуумированием.

\* Предварительные полевые исследования выполнены на кафедре инженерных конструкций Архангельского лесотехнического института под руководством доцента, канд. технических наук А. А. Ткаченко.

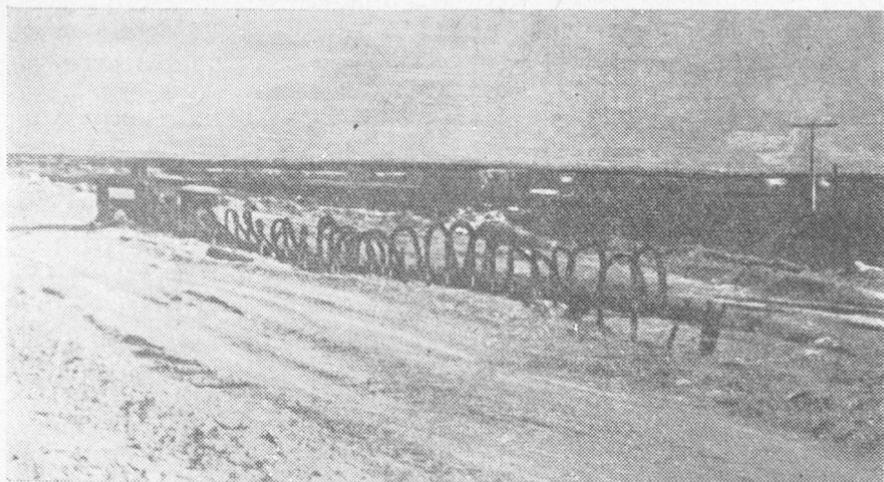


Рис. 4. Общий вид участка № 3.

Опытный участок расположен на насыпи мощностью 1,5 м, возведенной непосредственно на поверхности болота глубиной 3,5 м. Болотные отложения следующие: 1) топяной торф со степенью разложения 15—20%, мощностью 1,0—2,0 м; 2) нижний слой мощностью 2,0—2,5 м представлен лесотопяным торфом со степенью разложения 45%. Влажность торфа достигает 800% (весовая влажность), причем с глубиной она убывает, а плотность одновременно возрастает.

Для ускорения процесса обезвоживания грунта была использована иглофильтровая установка, состоящая из коллекторов длиной 5 м, соединенных на фланцах с полным комплектом иглофильтров. Для погружения иглофильтров, осуществляемого подмывом, применяли центробежный насос с механическим приводом. Воду доставляли в автоцистерне. Питание вакуум-насоса иглофильтровой установки осуществлялось от электростанции переменного тока ЖЭС-30. Источником постоянного тока служили сварочные агрегаты общей мощностью 35 квт. Скважины бурили при помощи установки СБУ-150. Отобранные в процессе опытных работ образцы исследовали в лаборатории И. М. Литвинова.

В качестве катодов применяли иглофильтры, установленные по оси насыпи, а в качестве анодов — старые трубы, устанавливаемые с боку насыпи. Соединение электродов в общую электрическую схему осуществляли при помощи арматуры на сварке. Химические добавки вводили при помощи бензонасоса с рабочим давлением 12 ат.

На поверхности насыпи, перед оборудованием участка были установлены марки, по которым вели наблюдения за осадками насыпи до начала, в процессе электроуплотнения и после него.

План и общий вид участка представлены на рис. 4 и 5. Весь участок разбит на четыре зоны. В пределах зоны I на торфяное основание действует только вакуумирование. В зоне II на основание наложены вакуумирование —  $0,8 \text{ кг/см}^2$  и постоянное электрическое поле. В зоне III одновременно с вакуумированием и постоянным током вводили раствор NaCl. В зоне IV расположены контрольные нивелировочные марки.

Через 645 час с начала наблюдения за осадками марок была включена иглофильтровая установка, а после 720 час ток в пределах II и III

зон. При обработке основания скорости деформаций увеличились: I зона —  $0,5 \div 1,0$ ; II зона —  $0,9 \div 2,7$ ; III зона —  $1,6 \div 3,5$  мм/час. Скорость осадки контрольных точек в пределах IV зоны была  $0,025 \div 0,032$  мм/час. Характерные графики осадки в пределах каждой из трех зон представлены на рис. 6. Интенсивные осадки наблюдались в течение 60—80 час с начала обработки, после этого они затухали. Время вакуумирования составило 190 час, электрообработки — 230 час.

Деформации, вызванные вакуумированием, значительно меньше деформаций во II и III зонах, где дополнительно на основание наложено постоянное электрическое поле и химические добавки.

Исследование образцов, отобранных после электрообработки основания, показало, что было достигнуто закрепление торфяного основания: так, уменьшилась деформативность и увеличилось сопротивление сдвигу по сравнению с таковыми для образцов, отобранных до электрообработки.

Проведенные исследования показали, что под действием электроосмоса и вакуумирования можно добиться значительного ускорения стабилизации и повышения несущей способности торфяного основания под насыпями.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Ф. Бондаренко. Электроосмос в глинистых грунтах. Строительная механика гортовых сооружений, изд-во «Речной транспорт», Л., 1962. [2]. Г. Н. Жилкин. Исследование физико-химических процессов при электроосмотическом осушении глинистых грунтов: Сборник трудов НИИ оснований и подземных сооружений, № 50, Госстройиздат, М., 1962. [3]. С. В. Нерпин, Б. В. Дерягин. Доклады к V международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению. Государственное изд-во литературы по строительству и строительным материалам, М., 1960. [4]. Н. В. Чураев. Методика исследования процессов, связанных с изменением дисперсности торфа. Сб. «Новые физические методы исследования торфа», Госэнергоиздат, М.—Л., 1962.

Поступила в редакцию  
7 августа 1965 г.

УДК 632.95.2

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

МЕТОД ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ АНТИСЕПТИКОВ  
ПО ВЕРОЯТНОСТИ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ*Д. А. БЕЛЕНКОВ*

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

В данной статье автор делает попытку теоретически обосновать и технически определить общие черты нового метода, пригодного только для испытания антисептиков, особенно на высоком уровне защиты древесины от дереворазрушающих грибов.

В настоящее время можно считать общепризнанным, что результаты испытаний противогнилостной стойкости защищенной древесины сильно изменчивы и построение метода оценки токсичности антисептиков должно быть основано на закономерностях теории вероятностей и математической статистики. Исходя из этого и учитывая методы испытаний фунгицидов [6], [7], [8], [9], П. И. Рыкачев [2], [3], [4], [5] предложил создать метод исследования антисептиков, основанный на интенсивностном критерии. К сожалению, изменчивость разрушительной активности гриба с увеличением содержания яда в древесине не была исследована П. И. Рыкачевым, что не позволило ему дать убедительное теоретическое обоснование методу «кривой действия», как это показано в одной из наших работ [1].

Известно, что результаты разрушения незащищенной древесины заболони сосны распределяются по кривой нормального распределения. Возникновение каждого индивидуального результата есть следствие действия многих причин. Именно множественность причин (каждая из которых может отклонить результат в ту или иную сторону) определяет условия возникновения нормального распределения случайно изменяющейся величины.

Таким образом, исследуя распределение результатов разрушения вичем не защищенной древесины, мы можем утверждать, что в условиях лабораторного опыта внешние факторы, индивидуальные особенности гриба и неоднородность древесины могут рассматриваться как множество равновероятных причин, определяющих в каждом отдельном случае индивидуальный результат, а в целом нормальное распределение величин, полученных в эксперименте. В тех случаях, когда в древесину вводят яд, условия возникновения индивидуальных величин разрушения древесины и их распределение должны измениться.

Учитывая трудности, возникающие при оценке реакции гриба на возрастающие количества яда в древесине (по степени разрушения последней), считаем более правильным положить в основу метода счетную реакцию и с ее помощью определять вероятность защиты древеси-

ны. Такой подход к разработке метода согласуется с постоянно наблюдающимся явлением разделения группы испытывающихся однородных образцов древесины, содержащих антисептик, на две категории — пораженные в различной степени и непораженные. Более четко это разделение проявляется при испытании таких количеств яда, когда наблюдается высокая степень защиты древесины.

Теоретически можно утверждать, что любому количеству яда соответствует вполне определенная вероятность защиты древесины от гниения. Естественно, что очень низкие и очень высокие вероятности не будут иметь практического значения. Для практических целей представляет интерес определенный уровень высокой вероятности защиты.

Оценить с определенной точностью вероятность защиты древесины при том или ином содержании в ней яда можно, поставив опыты с большой серией однородных образцов, учитывая после опыта число не пораженных грибом образцов и вычисляя частоту этого события. По закону больших чисел частота защиты будет тем ближе к вероятности, чем больше испытано образцов в эксперименте. Ошибка частоты  $\sigma_w$  может быть определена по формуле

$$\sigma_w = \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}}$$

где  $p$  — вероятность защиты древесины;  
 $n$  — количество образцов;  
 $q$  — вероятность поражения древесины.

Таким образом, по желанию исследователя, вероятность защиты может быть получена с любой заданной точностью.

Токсичность антисептиков следует оценивать путем сравнения количеств яда, обеспечивающих одинаковый уровень вероятности защиты.

Испытывая равные по количеству группы однородных образцов по возможности в одних условиях и определяя частоты непораженных образцов в группах, можно оценить вероятность защиты по средней из этих частотей.

При определении высокого уровня вероятности защиты (от 0,9 и более) следует использовать закон распределения редких явлений Пуассона, с помощью которого можно определить вероятности встречаемости  $m$  и более пораженных образцов  $\Phi_{m \text{ и более}}$  в испытанных равновеликих группах по формуле

$$\Phi_{m \text{ и более}} = \sum_m^n P_{m, n}$$

где  $P_{m, n}$  — вероятность появления  $m$  пораженных образцов в группе объема  $n$  (определяется по формуле Пуассона)

$$P_{m, n} = \frac{m_0^m}{m!} \cdot e^{-m_0}$$

где  $m_0 = nq$  — математическое ожидание числа пораженных образцов в группе объема  $n$  (в случае вероятности поражения равно  $q$ );

$m$  — число пораженных образцов в группе объема  $n$ .

Математическое ожидание числа пораженных образцов  $m_0$  может быть оценено по вероятности, определенной как средняя из частот пораженных образцов в испытанных группах. По указанным формулам могут быть рассчитаны таблицы вероятностей встречаемости групп

с  $m$  и более пораженными образцами определенного объема. С помощью этих таблиц можно легко и просто определять вероятность защиты древесины.

Изменение вероятности встречаемости групп с  $m$  и более пораженными образцами происходит значительно быстрее, чем изменение вероятности защиты древесины, поэтому применение таблиц в этом случае достаточно эффективно.

Вероятность высокого уровня защиты древесины может быть определена на основе законов больших и малых чисел.

Основные черты техники проведения работы по новому методу исследования токсичности антисептиков состоят в следующем. Испытания проводят на мелких образцах (из заболони сосны) в виде куба со стороной 5—6 мм, удобных тем, что на них можно достаточно четко наблюдать характер действия гриба и одновременно испытывать значительное их число; легче также в этом случае и обеспечить однородность древесины; из сравнительно небольшого куска заболони можно получить большое количество кубиков.

Пропитку ведут одновременно для большой партии. Поглощение определяют для всей партии образцов. После пропитки их постепенно подсушивают до воздушно сухого состояния при комнатной температуре и после этого стерилизуют в течение 40 мин при температуре 100°С.

Для испытания выбран пленчатый домовый гриб (*Coniophora cerebella* Sch.). Его культуры выращивают на среде из крупных сосновых опилок с добавлением 5% по весу овсяной муки (перед стерилизацией среду увлажняют до 300%). Среда заражают небольшим количеством среды такого же состава, предварительно пронизанной мицелием гриба. После того, как последний охватит весь объем среды и начнет формироваться воздушный мицелий, на культуры гриба устанавливают тонкие пластинки из заболони сосны (шириной 30—35 мм и длиной 55—60 мм при толщине 1,5—2,0 мм).

Пластинки устанавливают либо на брусочки из заболони сосны (как, например, пол укладывают на лаги), либо на металлические скобки, изготовленные из нержавеющей проволоки.

Необходимость такой установки пластинок объясняется тем, что, во-первых, устраняется контакт между сильно увлажненной средой и опытными образцами; во-вторых, установленные пластинки довольно быстро начинают обрастать грибом и их поверхность покрывается равномерным пушистым слоем мицелия. Устанавливая опытные образцы на этот мицелий, мы тем самым достигаем одновременного и равномерного контакта с грибом опытной древесины, содержащей определенное количество яда.

Образцы устанавливают в перевивочной камере с помощью длинного пинцета так, чтобы они равномерно располагались по поверхности обросших пластинок только в один ряд или слой и не касались бы друг друга, так как только при этих условиях обеспечивается наиболее однородный контакт. В каждую колбу помещают столько образцов, сколько их разместится на предварительно установленных и обросших мицелием гриба пластинках при соблюдении указанных выше условий. Обычно размещается от 30 до 50 штук. Это количество и определяет одну группу. Таких групп в одном опыте будет столько, сколько подготовлено и испытывается колб с культурами гриба. От этого количества, естественно, будет зависеть точность полученных в опыте результатов. Продолжительность выдержки опытных образцов на культуре гриба составляет 15 дней. После этого в стерильных условиях образцы вынимают из колб, очищают от мицелия и размещают в чашки Петри. В каж-

дую чашку устанавливают образцы одной группы, которые были установлены в одной колбе. Чашки Петри с образцами помещают в боксы, на дно которых налита вода, и выдерживают еще 15 дней.

Число пораженных в каждой группе образцов определяют по состоянию древесины (разрушена она или нет) путем сдавливания их между пальцами или же надавливания на них ногтем. Опыт показывает, что таким способом пораженные образцы очень легко отличить от непораженных. При установке в ту или иную колбу их отбирают случайно из большой партии подготовленных и перемешанных образцов. В итоге испытаний для каждой концентрации испытываемого антисептика получают ряд групп образцов, которые в каждой группе разделяют на две категории — пораженные и непораженные. По этим данным определяют частоты поражения и защиты древесины для каждой группы. Средняя величина частоты защиты, определенная по частотам в группах, может быть принята за вероятность защиты.

В тех случаях, когда наблюдается высокая степень защиты древесины, то есть когда защищенными оказываются 90% и более образцов, следует использовать закономерности, характерные для распределения редких явлений Пуассона.

По предлагаемой методике мы провели опыты по определению токсичности фтористого натрия. Были испытаны концентрации фтористого натрия — 0,015 и 0,025%.

В табл. 1 приведены результаты определения вероятности защиты древесины заболони сосны фтористым натрием от разрушения пленчатым домовым грибом.

Высокая устойчивость вероятности защиты для каждой концентрации раствора фтористого натрия и резкое изменение вероятности защиты при небольшом изменении концентрации раствора — положительные факторы для предлагаемого метода.

Таблица 1

№ колб или групп образцов	Частота защиты при концентрации раствора (%) в различных сериях испытаний								
	0,015				0,025				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V
	150	203	203	135	173	170	122	185	141
1	0,18	0,94	0,66	0,54	0,82	0,98	0,90	0,92	0,90
2	0,32	0,82	0,54	0,78	0,94	1,00	0,96	0,84	0,80
3	0,38	0,70	0,70	0,24	0,96	0,97	0,90	0,94	0,92
4	0,56	0,30	0,78	0,62	0,96	1,00	0,98	0,88	0,88
5	0,60	0,07	0,46	0,40	0,96	1,00	1,00	0,96	0,86
6	0,60	0,90	0,66	0,78	1,00	0,74	—	0,92	0,96
7	0,64	0,90	—	0,56	1,00	1,00	—	0,96	0,84
8	0,74	0,83	—	0,64	1,00	1,00	—	0,92	1,00
9	0,80	0,30	—	0,24	1,00	1,00	—	0,82	0,98
10	0,84	0,97	—	0,92	1,00	1,00	—	1,00	0,94
11	—	0,57	—	—	—	—	—	—	—
12	—	0,86	—	—	—	—	—	—	—
13	—	0,47	—	—	—	—	—	—	—
14	—	0,33	—	—	—	—	—	—	—
15	—	0,71	—	—	—	—	—	—	—
Вероятность защиты древесины	0,57	0,64	0,63	0,57	0,96	0,97	0,95	0,92	0,91

Примечание. 1) В каждой группе по 50 образцов, кроме II серии для раствора 0,015% и 0,025%, где в группе по 30—40 образцов. 2) При концентрации 0,015% поглощение раствора по сериям равнялось 150; 203; 203 и 135%; при концентрации 0,025% — 173; 170; 122; 185 и 141%.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. А. Беленков. Тип распределения экспериментальных данных, характеризующих противогнилостную стойкость древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1963.
- [2]. П. И. Рыкачев. О методе испытаний антисептиков для древесины. Труды ЦНИИМОДа, сборник 2, 1950. [3]. П. И. Рыкачев. Критика метода «предельной дозы» и пути создания нового метода испытания антисептиков для древесины. Труды Института леса АН СССР, т. VI, М.—Л., 1950. [4]. П. И. Рыкачев. Некоторые вопросы методов испытаний антисептиков для древесины. Труды ЦНИИМОДа, вып. 4, Химки, 1958. [5]. П. И. Рыкачев. К вопросу об определении «предельной дозы» антисептиков и о новых показателях их токсичности. Сб. статей «Вопросы защиты древесины», ЦНИИМОД, М.—Л., 1961. [6]. Д. Г. Хорсфолл. Фунгисиды и их действие. М., 1948. [7]. С. I. Bliss. The calculation of the dosage—mortality curve. «Ann. Appl. Biol.», vol. 22, № 1, 1935. [8]. С. I. Bliss. Biometry in the service of biological assay. «Ind. Eng. Chem. An. Ed.», vol. 13, № 2, 1941. [9]. F. Wilcoxon and S. E. A. McCallan. Theoretical principles underlying laboratory toxicity tests of fungicides. «Contrib. Boyce Thompson Inst.», vol. 10, № 4, 1939.

---

Поступила в редакцию  
8 июня 1965 г.

УДК 634.053 : 621.934

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА И ЗАТУПЛЕНИЯ ПЛЮЩЕНЫХ  
ЗУБЬЕВ ПРИ РАЗНОЙ ИСХОДНОЙ ТВЕРДОСТИ РАМНЫХ ПИЛ****Е. М. БОРОВИКОВ**

Кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Общеизвестно, что износостойкость инструмента повышается с увеличением твердости материала, из которого изготовлен инструмент. Поэтому всегда стремятся сообщить инструменту максимально возможную твердость, согласуя увеличение твердости с достаточной прочностью инструмента. Твердость фрезерного инструмента, например, равна 58—60  $H_{Rc}$ ; рамные пилы в силу технологических особенностей подготовки их к работе имеют значительно меньшую, но достаточно высокую твердость, которая определена ГОСТом 5524—55 в пределах 40—45  $H_{Rc}$ .

Разница твердости отдельных пил в пять единиц может оказать влияние на износостойкость этих пил. С уменьшением твердости износостойкость зубьев пил должна уменьшаться. Поэтому вполне естественным может показаться стремление к максимально возможному повышению твердости рамных пил.

С другой стороны, как показали исследования В. Ф. Фонкина [6], плющимость зубьев рамных пил в очень значительной степени зависит от исходной твердости этих пил. Так, пилы с твердостью 40  $H_{Rc}$  обладают хорошей плющимостью, а при твердости 45  $H_{Rc}$  в зубьях образуются трещины, которые приводят зубья к разрушению. Следовательно, с точки зрения получения высококачественного плющения нужно стремиться к минимально возможной твердости пил с учетом сохранения достаточной износостойкости зубьев этих пил. Однако вопрос влияния исходной твердости рамных пил на износ и затупление плющенных зубьев, насколько нам известно, не исследован. Мы провели специальные опыты по определению износостойкости плющенных зубьев с разной исходной твердостью стали пил. Для исследований были взяты рамные пилы с твердостью 44, 42, 40 и 38  $H_{Rc}$ . Пилы с твердостью 38  $H_{Rc}$  были взяты с целью, чтобы проследить за их износостойкостью с исходной твердостью ниже нижнего предела, ограниченного ГОСТом 5524—55. Пилы с твердостью выше 44  $H_{Rc}$  для опытов не отбирали, так как зубья таких пил практически невозможно хорошо расплющить.

Для проведения исследований из стали одной плавки было изготовлено несколько рамных пил одинакового размера с разной исходной твердостью. Химический состав стали приведен в одной из наших работ [4].

Из закаленной стальной пильной ленты было нарезано 35 планок — заготовок для рамных пил. Затем заготовки помещали в пламенные мазутные печи и отпускали на разную твердость. После отпуска из

заготовок изготавливали рамные пилы по принятой на заводе технологии. Для проведения испытаний из 35 отпущенных на разную твердость пил было отобрано 8, по 2 пилы для каждой запланированной твердости. Измерение твердости пил производили на приборе ТК-2. Чтобы правильнее подобрать пилы, измеряли твердость не полотна пилы, а ее зубьев.

Это вызвано тем обстоятельством, что иногда твердость средней части пил, ее обуха и кромки, на которой насечены зубья, бывает разной. Твердость зубьев пил измеряли на девяти зубьях каждой пилы в трех точках на расстоянии 2 мм от передней грани зуба.

У отобранных для исследования пил был произведен микроструктурный анализ стали путем изучения на металлографическом микроскопе микрошлифов, изготовленных из неработающих зубьев исследуемых пил и протравленных 5%-ным раствором  $\text{HNO}_3$  в спирте. Микроструктура стали рамных пил с разной исходной твердостью показана

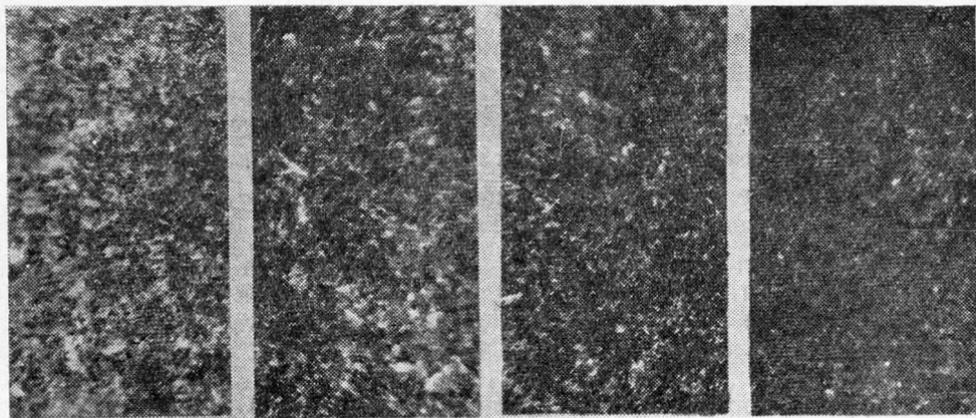


Рис. 1.

на рис. 1 (увеличение в 600 раз). При рассмотрении микроснимков можно заметить вполне закономерное увеличение в стали карбидных зерен по мере уменьшения твердости. Наиболее дисперсная феррито-карбидная смесь наблюдается у пил с твердостью  $44H_{Rc}$ . По степени дисперсности эта структура может быть уже отнесена к трооститу; при травлении она имеет максимальную активность и окрашивается в более темный цвет.

Наиболее крупные карбидные зерна можно наблюдать в структуре стали пил с твердостью  $38H_{Rc}$ . По строению эта структура может быть уже отнесена к сорбиту. При травлении она окрашивается в более светлый цвет. Таким образом, структура стали опытных пил имеет заметное различие.

Отобранные опытные пилы подготавливали к работе по общепринятой на лесопильных заводах технологии с обязательной подшлифовкой зубьев после заточки. Зубья подшлифовывали на специально сконструированном для этой цели станке. Затупление зубьев опытных пил производили в условиях лесопильного завода при распиливании двухкантного бруса в течение четырех упрягов. Распиливание бруса позволяет иметь одинаковую высоту пропила у всех опытных пил и исключает влияние коры и грязи на износ и затупление зубьев. Распиловку елового бруса толщиной 11" проводили в весенне-летний период

на лесопильной раме второго ряда. Количество распиленного за упряг сырья учитывали по форме № 150 «Сменного рапорта».

Износ и затупление зубьев опытных пил оценивали по изменениям принятых геометрических критериев, силовых параметров процесса рамного пиления и чистоты поверхности пропила после каждого упряга распиловки.

Геометрические критерии износа и затупления зубьев пил измеряли в плоскости, перпендикулярной главной режущей кромке зуба, то есть в главной секущей плоскости, и в плоскости, параллельной передней грани зуба.

Критериями износа в главной секущей плоскости были приняты:  $a$  — износ по передней грани зуба;  $b$  — износ по задней грани зуба;  $h$  — износ зуба, замеренный по биссектрисе угла заострения. В качестве критериев затупления в главной секущей плоскости приняты:

$\rho$  — радиус затупления главной режущей кромки, то есть радиус окружности, вписанной в кривую износа;  $e$  — расстояние от биссектрисы угла заострения до точки касания кривой износа и линии, проведенной касательно к этой кривой и перпендикулярно биссектрисе угла заострения. В качестве критериев износа со стороны передней грани зуба приняты следующие:  $c$  — износ по боковой грани;  $h'$  — износ по высоте бокового угла передней грани;  $f$  — изогнутость главной режущей кромки. Критериями затупления приняты:  $\rho'$  — радиус окружности, вписанной в кривую износа бокового угла передней грани;  $e'$  — расстояние от биссектрисы бокового угла передней грани до точки касания с кривой износа линии, проведенной касательно к этой кривой и перпендикулярно биссектрисе бокового угла передней грани.

Численные значения принятых геометрических критериев определяли на фотоснимках (увеличенных в 50 раз) контуров вершин плюсовых зубьев. Фотоснимки получали на большом проекторе [3]. Геометрические критерии износа и затупления измеряли у девяти зубьев каждой пилы; именно у тех, которые имеют одинаковый и максимальный путь резания за рабочий ход пильной рамки и которые не участвуют в процессе скобления зубьев о дно пропила. Результаты измерений износа и затупления девяти зубьев каждой пилы затем усредняли и обрабатывали методом вариационной статистики. Поэтому численные значения геометрических критериев износа и затупления зубьев, используемые в дальнейшем для построения графиков функциональных зависимостей, для отдельных пил представляют среднее арифметическое из девяти измерений. Статистическая обработка результатов измерений выявила, что показатель точности во всех случаях меньше 5%.

Для характеристики износа и затупления зубьев рамных пил по изменению силовых параметров процесса рамного пиления были приняты те же показатели, что и в предыдущей нашей работе [4].

Силовые параметры процесса рамного пиления измеряли на специальной установке, описание которой было дано ранее [2]. Эти параметры определяли при распиливании образцов с вполне определенными физико-механическими свойствами [4].

Затупляемость зубьев характеризовалась также по изменению чистоты поверхности пропила при распиливании образцов пилами с разной степенью затупления зубьев. Высоту микронеровностей на поверхностях распила измеряли оптическим методом при помощи прибора ТСП-2 конструкции Б. М. Буглая в соответствии с ГОСТом 7016—54 «Чистота поверхности древесины».

Из общего количества опытных пил четыре с разной исходной твердостью проработали два упряга, остальные четыре пилы — четыре

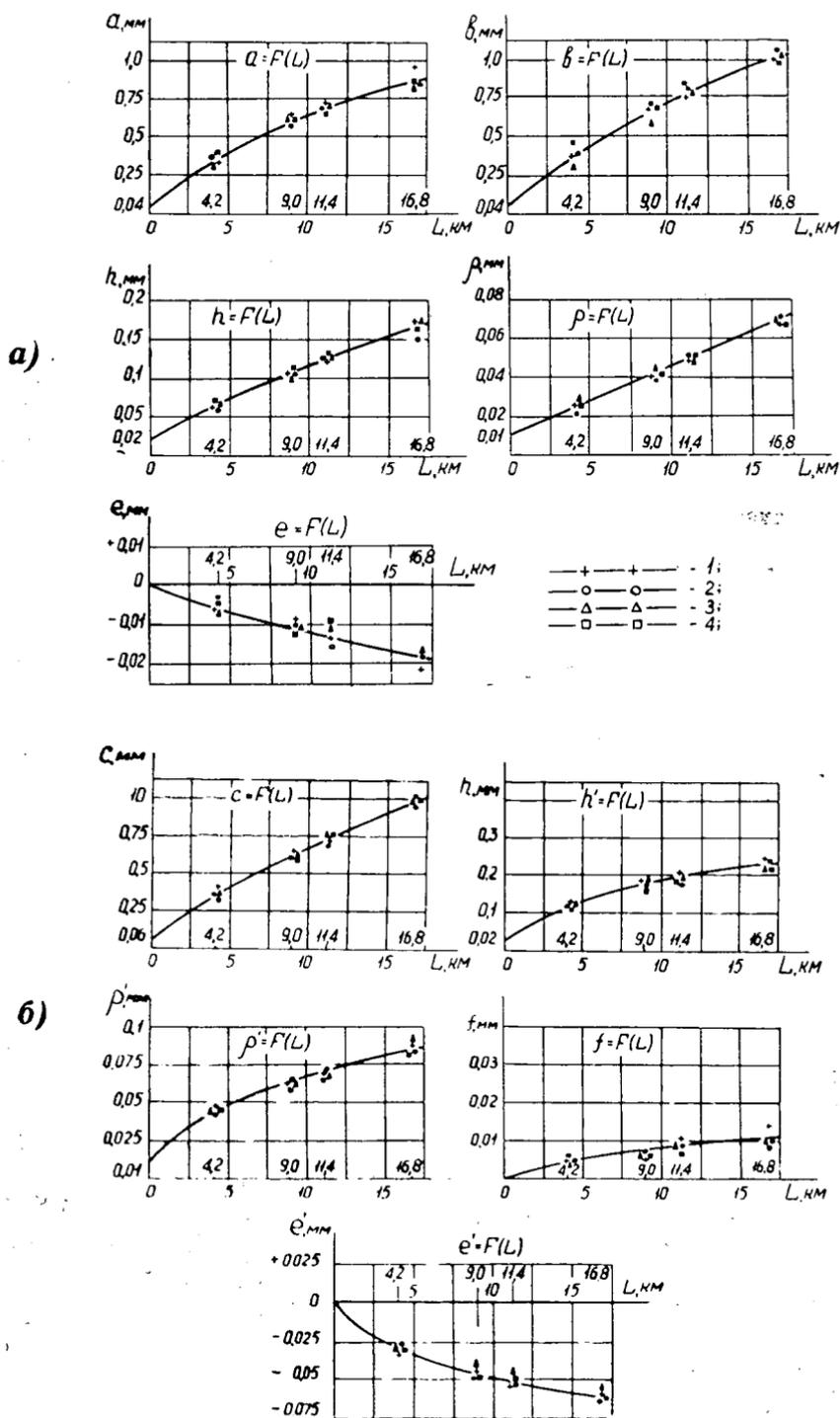


Рис. 2.

1 — пилы с твердостью  $38H_{RC}$ ; 2 —  $40H_{RC}$ ; 3 —  $42H_{RC}$ ; 4 —  $44H_{RC}$ .

упряга. Износ и затупление зубьев измеряли после каждого упряга работы пил по всем принятым критериям.

Таким образом, были получены данные об износе и затуплении зубьев рамных пил с исходной твердостью 38, 40, 42 и 44  $H_{Rc}$  после первого, второго, третьего и четвертого упрягов. Результаты приведены в виде графиков. Рабочий путь зубьев в древесине определяли по формуле А. Э. Грубе [5].

Изменение геометрических критериев износа и затупления зубьев опытных пил в зависимости от рабочего пути зубьев в древесине приведено на рис. 2: а — в главной секущей плоскости; б — со стороны передней грани зубьев. Кривые изменения указанных величин на графиках проведены через точки, соответствующие средним значениям из четырех значений критериев износа и затупления отдельных пил. Динамика изменения отдельных критериев износа и затупления плущеных зубьев в зависимости от разной продолжительности работы пил здесь не рассматривается.

Из рис. 2 видно, что абсолютные значения отдельных геометрических критериев износа и затупления зубьев опытных пил с разной исходной твердостью после каждого упряга работы примерно равны. Из положения отдельных точек на графиках нельзя сделать вывод о том, что какая-либо опытная пила по износостойкости отличается от других. Имейущий место на графиках разброс точек не имеет определенной закономерности и вызван, по всей вероятности, ошибками измерения.

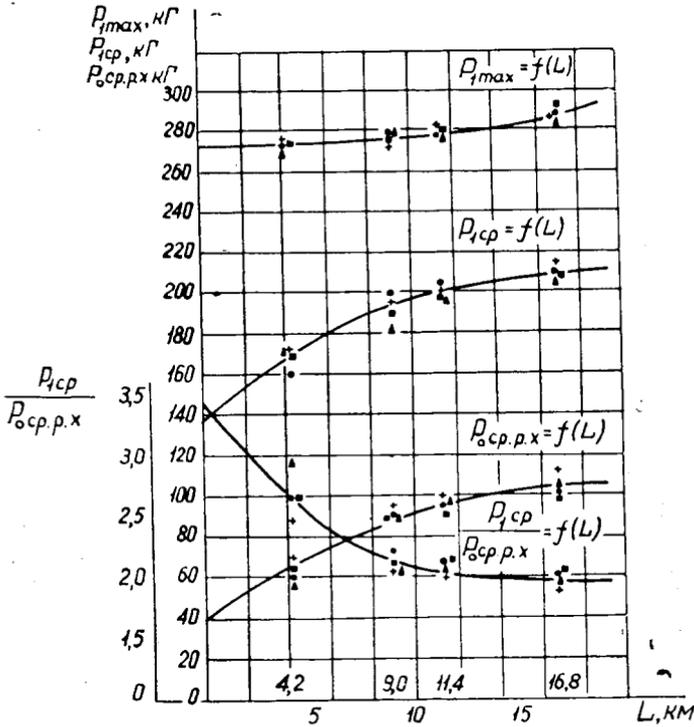


Рис. 3. Изменение силовых параметров процесса рамного пиления за рабочий ход пильной рамки.

$P_{1\max}$  — максимальное значение усилия резания;  $P_{1cp}$  — среднее усилие резания;  
 $P_{0cp.p.x}$  — среднее усилие подачи. Обозначение твердости пил см. на рис. 2.

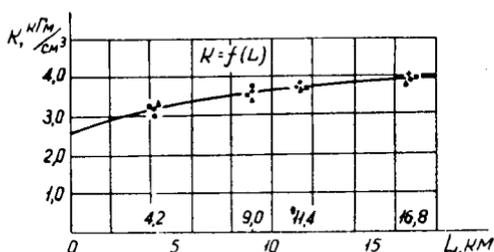


Рис. 4. Изменение удельной работы резания в зависимости от затупления зубьев. Обозначение твердости пил см. на рис. 2.

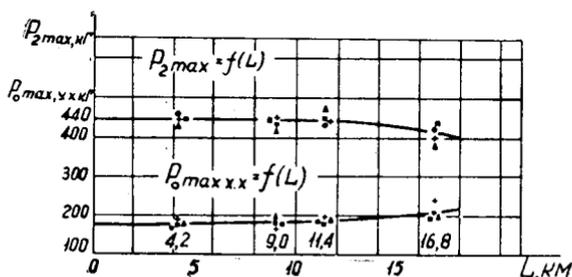


Рис. 5. Изменение максимальных значений усилия скобления  $P_{2max}$  и усилия подачи  $P_{0max}$  при затуплении зубьев рамных пил за холостой ход пыльной рамки. Обозначение твердости пил см. на рис. 2.

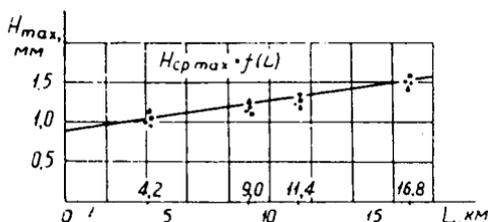


Рис. 6.

Обозначение твердости пил см. на рис. 2.

На рис. 3, 4 и 5 показано изменение силовых параметров процесса рамного пиления в зависимости от затупления зубьев пил, а на рис. 6 — изменение максимальной высоты неровностей поверхности распиленных образцов при пиления пилами с разным затуплением. Из графиков видно, что плющенные зубья имеют одинаковую износостойкость, несмотря на разную исходную твердость пил.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что изменение исходной твердости рамных пил в пределах от 38 до 44  $H_c$  не изменяет износостойкость плющенных зубьев пил. Это можно объяснить, на наш взгляд, тем, что эффект плющения, приводящий к изменению твердости вершин зубьев, как было показано нами ранее [1], локализует влияние разной исходной твердости пил на износостойкость зубьев и сообщает вершинам всех плющенных зубьев примерно равные механические свойства.

Результаты данной серии опытов позволяют сделать ряд практических предложений. Целесообразно, по-видимому, снизить пределы твердости рамных пил на  $2 H_{Rc}$ , так как плющимость зубьев при этом, согласно исследованиям В. Ф. Фонкина [6], значительно улучшится. Как показали наши исследования, это не вызовет снижения износостойкости зубьев пил. При твердости  $38-40 H_{Rc}$  обычные инструментальные стали без специальных добавок ванадия и никеля обладают значительной вязкостью и, очевидно, могут быть использованы для изготовления рамных пил с плечеными зубьями. При решении вопроса о пригодности сталей разных марок для изготовления рамных пил в первую очередь следует исходить не из механических свойств стали пилы, а из тех механических свойств, которыми будет обладать эта сталь в расплюсненном кончике зубьев рамных пил. Кроме того, установление того факта, что зубья рамных пил имеют одинаковую износостойкость при равном пройденном рабочем пути зубьев в древесине, позволяет использовать результаты данной серии опытов для установления уравнений связи между выбранными геометрическими критериями оценки износа и затупления зубьев и их рабочим путем в древесине. Анализ графиков, приведенных на рис. 2, а и б, позволяет предположить, что между указанными показателями существует корреляционная зависимость. Путем расчета (пользуясь методом вариационной статистики) такая зависимость была установлена и были получены эмпирические уравнения связи, выражающие функциональную зависимость изменения отдельных принятых геометрических критериев оценки износа и затупления зубьев пил от рабочего пути зубьев в древесине. Полученные уравнения связи приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование геометрического критерия износа или затупления зубьев рамных пил	Условное обозначение критерия	Уравнение связи	Максимальное отклонение экспериментальных данных от вычисленных, %
Износ по передней грани зубьев	$a$	$a = 108,2 \cdot L^{0,738} + 40 \text{ мк}$	4,15
Износ по задней грани зубьев	$b$	$b = 97,31 \cdot L^{0,84} + 40 \text{ мк}$	1,89
Износ по биссектрисе угла заострения	$h$	$h = 14,45 \cdot L^{0,817} + 20 \text{ мк}$	0,75
Радиус затупления главной режущей кромки зубьев	$\rho$	$\rho = 3,39 \cdot L + 10 \text{ мк}$	2,4
Расстояние от биссектрисы угла заострения до центра окружности, вписанной в кривую затупления	$e$	$e = 1,26 \cdot L^{0,953} \text{ мк}$	4,32
Износ по боковой грани зубьев	$c$	$c = 97,1 \cdot L^{0,795} + 60 \text{ мк}$	1,98
Износ по высоте верхнего бокового угла передней грани зубьев	$h'$	$h' = 46,34 \cdot L^{0,528} + 20 \text{ мк}$	2,48
Радиус закругления боковой вершины зубьев	$\rho'$	$\rho' = 16,34 \cdot L^{0,539} + 10 \text{ мк}$	2,16
Расстояние от биссектрисы верхнего бокового угла передней грани до центра окружности, вписанной в кривую износа	$e'$	$e' = 15,88 \cdot L^{0,458} \text{ мк}$	3,4
Изогнутость главной режущей кромки	$f$	$f = 1,354 \cdot L^{0,726} \text{ мк}$	7,9

Примечание.  $L$  — рабочий путь зубьев в древесине; свободный член в уравнениях численно равен первоначальной величине критерия непосредственно после заточки и подшлифовки зубьев.

Из данных табл. 1 можно заключить, что при весенне-летнем распиливания еловой древесины рамными пилами с плющеными зубьями изменение геометрических критериев износа и затупления зубьев описывается уравнением связи следующего вида:

$$Y = n \cdot L^m + N \text{ мк},$$

где  $Y$  — общее обозначение критерия износа или затупления;  
 $L$  — рабочий путь зубьев в древесине, *км*;  
 $N$  — первоначальное значение определяемого критерия, *мк*;  
 $n$  и  $m$  — числовые коэффициенты.

Исключение из общего правила составляет критерий  $\rho$  — радиус затупления главной режущей кромки зубьев. Этот критерий описывается линейным уравнением типа

$$\rho = n \cdot L + N \text{ мк}.$$

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. М. Боровиков. Влияние плющения и формования на изменение микротвердости, макроструктуры и распределение деформаций в зубьях рамных пил. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1963. [2]. Е. М. Боровиков. Опытная установка для исследования процесса рамного пиления. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963. [3]. Е. М. Боровиков. Измерение износа зубьев рамных пил на большом проекторе. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 8, 1963. [4]. Е. М. Боровиков. Влияние процесса пластического деформирования металла вершины зубьев при плющении на износ и затупление зубьев рамных пил. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1965. [5]. А. Э. Грубе. Дереворежущий инструмент с пластинками из твердых сплавов. Гослесбумиздат, 1963. [6]. В. Ф. Фонкин. Новый ГОСТ на рамные пилы. Журн. «Лесная промышленность» № 10, 1955.

Поступила в редакцию  
19 августа 1964 г.

УДК 674.025

## К ВОПРОСУ О ДИНАМИКЕ СВЕРЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

В. В. АНТОНОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

На правильность сверления влияют конструкция и форма инструмента, точность его начальной установки, скорость и направление движения инструмента относительно древесины и структура последней.

Изучение характера и степени влияния каждого из этих условий — основная задача теории резания и экспериментальных исследований.

Для проведения исследований необходима измерительная установка, регистрирующая изменения крутящего момента и осевого усилия в указанные периоды времени с большой точностью при высокой чувствительности в сочетании с высокой частотой собственных колебаний, сопровождающихся малыми величинами деформаций. Этим требованиям удовлетворяют датчики с мостами сопротивления, индукционные, пьезо и другие.

Мы поставили задачу, заключающуюся в разработке типовой универсальной измерительной установки для изучения динамики сверления и в проведении на этой установке исследований по определению оптимальных режимов работы спиральных сверл с пластинками из твердого сплава, включая и выявление влияния анизотропии древесины.

Автор под руководством Е. Г. Ивановского разработал экспериментальную установку для измерения усилий, возникающих при сверлении. Принципиальная ее схема представлена на рис. 1, где шпиндель 1, получая движение от двигателя мощностью 3,2 квт, вращается со скоростью 2850 об/мин. В шпинделе крепится инструмент 2. Образец 3 устанавливается в упругой части датчика 4 и надвигается вместе со столосуппортом на сверло. В комплект измерительной аппаратуры входят: чувствительный элемент — мост сопротивлений, наклеенный на упругую часть датчика; электронно-усилительная часть, представляющая собой усилитель переменного тока 6 и ламповый генератор 5 напряжения звуковой частоты; регистрирующий прибор — магнитоэлектрический переносный восьмишлейфный осциллограф 7 типа МПО-2.

В разработанной схеме для преобразования неэлектрической величины в электрическую использованы проволочные тензометры со следующими характеристиками: сопротивление 100 ом, база 20 мм, ширина 4 мм, материал проволоки — константан. При исследованиях применяли упругий элемент — держатель, сконструированный Е. Г. Ивановским. На основании предварительных расчетов была изготовлена серия упругих элементов (с толщиной стенки от 0,3 до 0,9 мм), испытания которых показали, что наиболее приемлемым (по чувствительности и

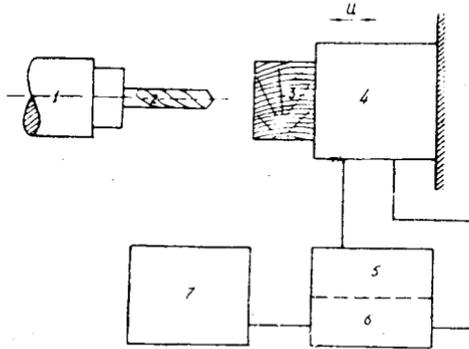


Рис. 1.

частотным характеристикам) является датчик с толщиной стенки 0,3 мм. Он позволяет регистрировать крутящий момент от 0,25 кгсм и осевую силу от 0,5 кг. Ввиду того, что при кручении возникают положительные и отрицательные касательные напряжения, при измерении малых крутящих моментов целесообразно делать все четыре сопротивления рабочими. В этом случае чувствительность схемы повышается в четыре раза. Поэтому для измерения крутящего момента была смонтирована мостовая схема с четырьмя рабочими тензотранзисторами, а для осевой силы — с двумя. Чтобы иметь возможность зафиксировать на пленке возникающие усилия, был поставлен электронный усилитель. Для измерений усилий была использована специальная трехканальная тензометрическая станция.

Для регистрации скорости осевой подачи стола с заготовкой необходимо знать время перемещения и путь, пройденный столом. Нами была смонтирована схема отметчика времени с частотой 50 гц. Источником питания являлась электроосветительная сеть с напряжением 220 в. При сверлении записывались на пленку одновременно четыре параметра: крутящий момент и осевое усилие (с помощью пары тензометрических мостов), время и перемещение.

Работоспособность установки проверяли путем сверления березы при следующих условиях: инструмент — спиральное сверло с пластинками твердого сплава диаметром 11,4 мм; заточка — двойной конус с углом при вершине  $2\varphi = 120^\circ$ , задний угол  $\alpha = 20^\circ$ ; древесина — береза (влажность 10—12%). Сверление производили в радиальном и тангентальном направлениях. Глубина сверления 50—60 мм, скорость подачи 0,7 м/мин. Измеряемые параметры — крутящий момент  $M_{кр}$  и осевое усилие  $P_{ос}$ . Зависимость их от глубины сверления березы вдоль волокон (со скоростью подачи  $U = 0,7$  м/мин) представлена на рис. 2. На графике видно изменение усилий при выводе сверла из отверстия ( $h_3$ ). При этом осевое усилие меняет свой знак, кривая лежит ниже оси абсцисс. Крутящий момент создается за счет сил трения стружки о стенки фрезда. Точки отсчета по глубине брали через  $1/5$  сек, то есть через 2,3 мм. Анализ полученных осциллограмм показывает, что в период врезания конуса сверла наблюдается некоторая неопределенность в результате неточности геометрической формы сверла и его движения. Для большей точности на этом отрезке осциллограмм точки отсчета брали через  $1/25$  сек. Осциллограммы показывают изменения усилий не только за весь период сверления, но и за время вывода сверла из отверстия.

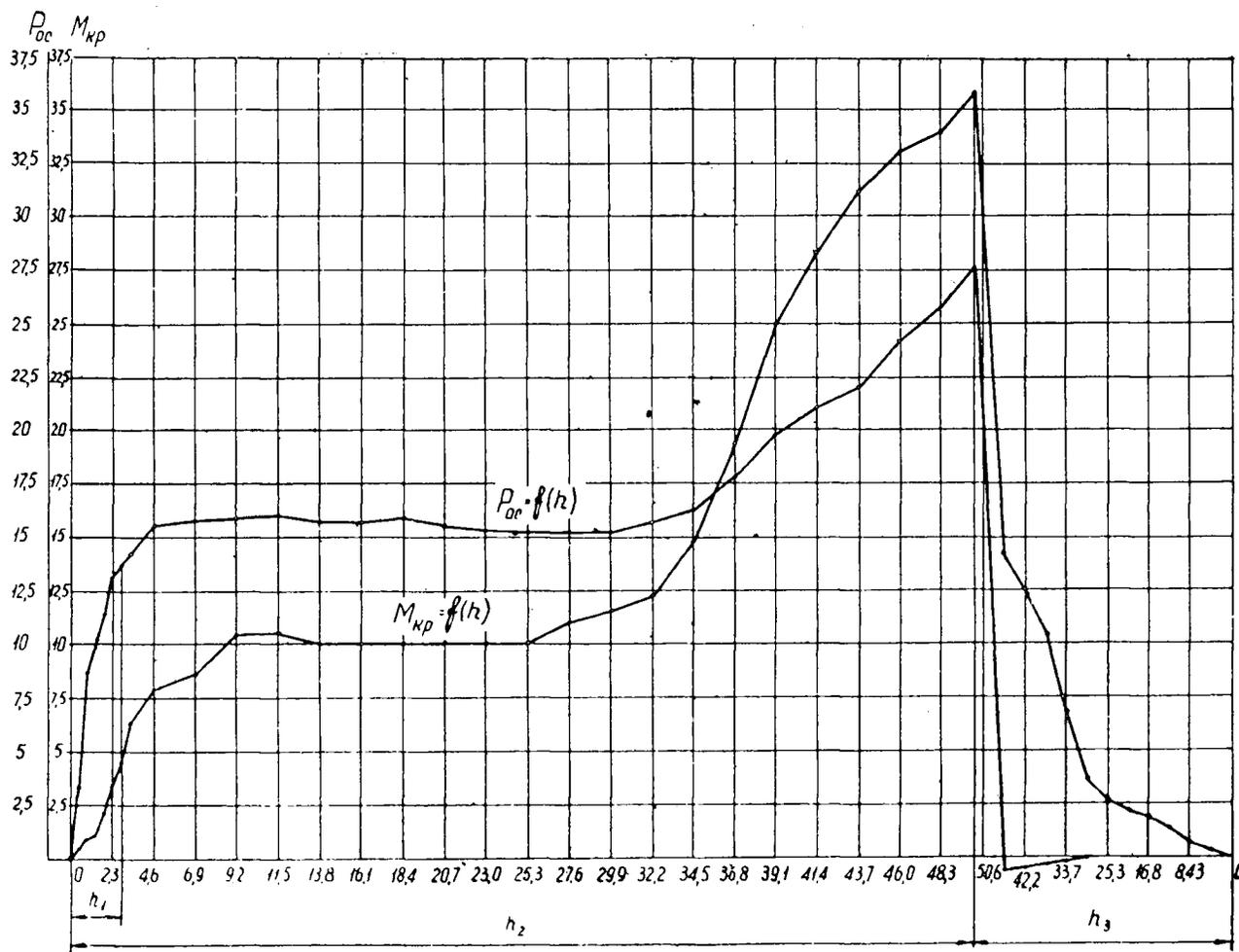


Рис. 2

$h_1$  — глубина врезания конуса сверла, мм;  
 $h_2$  — глубина сверления, мм;  $h_3$  — вывод сверла из отверстия, мм.

Порядок обработки осциллограмм следующий: сначала определяли масштаб записи сил. Тарировка датчика показала, что между отклонением луча на пленке и величиной усилий существует линейная зависимость. Поэтому для определения масштаба записи сил откладывали усилия для одной нагрузки ( $M_{кр} = 20 \text{ кгсм}$ ;  $P_{ос} = 8 \text{ кг}$ ). Скорость перемещения пленки при тарировке  $U_n = 10 \text{ мм/сек}$ , напряжение накала лампочки осциллографа  $V = 2,5 \text{ в}$ , диафрагма равнялась 0,1. Затем мост поднастраивали и производили сверление. Отклонение рабочего шлейфа от нулевой линии отсчитывали на проекторе типа П-10 при пятикратном увеличении. При сверлении скорость перемещения пленки лежала в пределах 100—250 мм/сек, напряжение накала 4,5 в, диафрагма 0,1, чувствительность пленки 1200 ед.

Результаты измерений при сверлении березы поперек волокон сведены в табл. 1.

Таблица 1

Характер сверления	Глубина сверления, мм	$M_{кр}$ , кгсм	$P_{ос}$ , кг
Врезание конуса сверла	0	0	0
	0,46	0,142	3,36
	0,92	0,284	6,46
	1,38	0,568	8,05
	1,84	1,99	9,5
	2,30	3,69	10,25
	2,76	3,69	10,85
Сверление	3,22	3,98	11,15
	3,68	5,11	11,5
	4,14	5,9	11,5
	4,60	5,82	11,15
	6,9	6,82	10,85
	9,2	6,82	11,3
	11,5	7,37	11,65
	13,8	7,66	12,0
	16,1	8,226	11,0
	18,4	9,078	10,5
	20,7	8,79	10,0
	23,0	9,22	10,2
	25,3	9,36	9,5
	27,6	10,21	10,35
	29,9	11,07	10,5
	32,2	12,2	10,7
	34,5	13,62	11,0
	36,8	17,03	11,15
	39,1	20,44	11,5
	41,4	26,4	12,5
42,00	28,68	12,8	
Вывод сверла	38,5	11,63	-0,49
	35,0	8,51	-0,49
	31,5	6,25	-0,41
	28,0	4,26	-0,41
	24,5	2,84	-0,164
	21,0	2,27	-0,164
	17,5	0,71	-0,164
	14,0	0,568	0
	10,5	0,284	0
	7,0	0	0
	3,5	0	0
	0	0	0

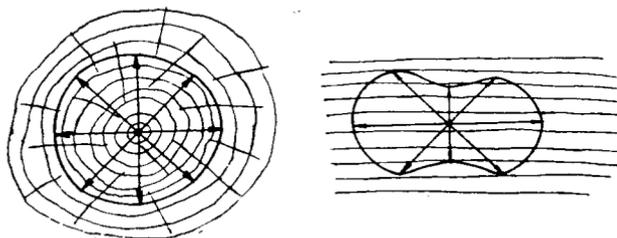


Рис. 3.

При обработке осциллограмм усилия измеряли и в пределах одного оборота. Для этой цели точки отсчета брали через  $45^\circ$ . На рис. 3 показана зависимость крутящего момента от направления сверления в пределах одного оборота сверла.

### *Выводы*

Используемый датчик прост по конструкции. При сверлении древесины с одинаковыми параметрами и режимами показания стабильны во времени.

Система позволяет регистрировать изменения усилий в пределах одного оборота сверла (влияние углов встречи режущей кромки с направлением волокон). Установка имеет большой коэффициент усиления и высокую чувствительность и способна фиксировать малые неточности формы и движения инструмента.

Имея в установке набор упругих элементов, можно исследовать сверление практически при разнообразных условиях, что позволяет сконструированную установку рекомендовать как типовую.

---

Поступила в редакцию  
25 июня 1965 г.

УДК 674.05

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА И ВЕЛИЧИНЫ УСИЛИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПИЛЫ НА ОБРЕЗНОМ СТАНКЕ С ГИДРОПРИВОДОМ

Г. М. ГЕРНЕТ

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

При проектировании и расчете гидравлического механизма перемещения пилы обрезающего станка важное значение имеет точное определение усилия, действующего на поршень. Трудность инженерного расчета гидросистем заключается в отсутствии исходных данных.

Чтобы определить исходные данные и выявить особенности эксплуатации механизма перемещения, мы исследовали работу гидрофицированного механизма перемещения пилы обрезающего станка на экспериментальной установке [2]\*. Для исключения влияния непараллельности и несоосности сопрягаемых деталей механизма перемещения на характер и величину усилий при установке подвижной пилы перед началом исследований выверяли установку на соответствие нормам точности.

При проведении исследований было определено влияние на характер и величину возникающих усилий скорости перемещения подвижной пилы и давления в напорной магистрали (давление настройки предохранительного клапана).

При определении влияния скорости был принят следующий ряд скоростей перемещения пилы: 100, 150, 200, 250, 300 мм/сек. Давление настройки предохранительного клапана поддерживали постоянным (20 кг/см<sup>2</sup>). Влияние давления определяли при его величинах 13, 20, 32 и 50 кг/см<sup>2</sup>. Эти величины взяты из нормального ряда давлений. Чтобы исключить влияние скорости на результаты исследования, скорость перемещения пилы при установившемся движении была принята постоянной (100 мм/сек).

В качестве измерительных устройств для определения характера переходного процесса были использованы датчик скорости [1]; тензометрический датчик усилия [2] (с помощью их определяли усилие на штоке); датчики давления (они были установлены в правой и левой полостях цилиндра для выяснения характера переходного процесса в самом гидроцилиндре привода перемещения пилы).

Датчик давления (рис. 1) представляет собой стальной стаканчик 1, на который плотно навинчена крышка 2. В верхней части имеется штепсельный разъем 3. Снаружи датчик защищен кожухом 4. Рабочим

\* Вес суппорта в сборе с подвижной частью пильного вала и круглой пилой экспериментальной установки составляет 86,2 кг.

элементом является тонкая стенка цилиндра, на которую наклеивается рабочий проволоочный датчик  $P$ . Проволоочный датчик  $K$  наклеивали на утолщенную часть цилиндра. Концы этих датчиков соединены в полумостовую схему. Внутренняя полость датчика через центральное отверстие, имеющееся в резьбовом штуцере, заполняется рабочей жидкостью. Для выпуска воздуха служит канал, просверленный в основании цилиндра стаканчика, выполненного из стали 65 Г и после изготовления закаленного до твердости  $H_{RC} 45$ . Принцип работы датчика давления основан на следующем.

Датчик  $P$  воспринимает все деформации тонкой стенки, создаваемые давлением жидкости. Датчик  $K$ , наклеенный на утолщенную часть стаканчика, является компенсационным, поскольку из-за значительной толщины стенки эта часть стаканчика, а следовательно, и датчик  $K$  не деформируются с изменением давления. Для питания проволоочных датчиков и усиления сигнала была использована универсальная тензометрическая установка УТ С1-ВТ-12. Переходный процесс изменения усилия регистрировали фотографированием на пленку с помощью осциллографа Н-102.

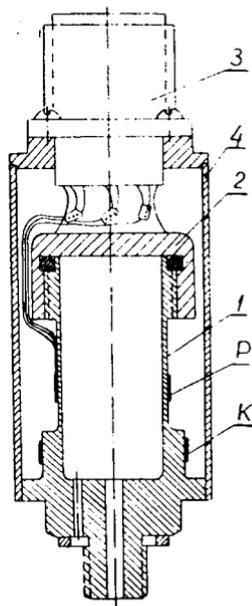


Рис. 1.

Проведение эксперимента

Насосную станцию экспериментальной установки [2] включали за 20—30 мин до начала опыта. За это время температура масла в гидросистеме поднималась до  $45^{\circ}\text{C}$ , после чего с помощью охлаждающей системы ее поддерживали постоянной. При вращающемся пильном вале несколько раз перемещали поршень гидроцилиндра, а вместе с ним и суппорт с подвижной пилой при циклах сближения и раздвижения. С помощью дросселя устанавливали скорость перемещения, которую контролировали датчиком скорости. Величину рабочего давления в гидросистеме настраивали с помощью предохранительного клапана с релейным золотником и контролировали с помощью образцового двухшкального манометра типа МКД. После установления необходимого режима производили осциллографирование при перемещении подвижной пилы в интервале от 6 до  $10''$ , что соответствовало среднему интервалу размерной шкалы обрезающего станка.

### Результаты исследований

При проведении опытов по определению фактического усилия, нужного для перемещения пилы, были получены осциллограммы изменения давления в рабочей полости гидроцилиндра (полученные при помощи датчика давления) и осциллограммы изменения усилия на штоке (полученные при помощи тензометрического датчика усилия).

Осциллограммы были подвергнуты обработке, в результате чего определены величины  $P_1$  — усилие в момент трогания с места и  $P_2$  —

усилие при установившемся движении (рис. 2, I). Давление, действующее в цилиндре, на усилие, развиваемое поршнем, пересчитывали по формуле

$$P_{п} = p \cdot F,$$

где  $P_{п}$  — усилие, развиваемое поршнем, кг;  
 $p$  — давление в рабочей полости гидроцилиндра, кг/см<sup>2</sup>;  
 $F$  — эффективная площадь цилиндра, см<sup>2</sup>.

Параллельно замерам усилий определяли время изменения скорости в момент пуска —  $\Delta t$ . Кроме этого, при обработке осциллограмм определяли характер кривой усилия.

Таблица 1

Давление настройки предохранительного клапана $p$ , кг/см <sup>2</sup>	Скорость перемещения пилы $V$ , мм/сек	Усилие на штоке, кг		Усилие, развиваемое поршнем гидроцилиндра, кг		Время ускорения $\Delta t$ , сек
		$P_1$	$P_2$	$P_1$	$P_2$	
20	100	66	40,8	107	78	0,049
	150	73	38	112,5	75	0,053
	200	78	36,6	116,5	72	0,057
	250	85	34	123	67,5	0,060
	300	90	30,6	126	65	0,064
13	100	63	41,4	103	74	0,050
20		66	40,8	101	73	0,049
32		81	40,2	118	78	0,048
50		97	40,8	136	77	0,051

В табл. 1 приведены значения величины усилия и времени его изменения при перемещении пилы на обрезающем станке с гидрофицированным механизмом перемещения.

### Анализ экспериментальных данных

Закономерность изменения усилия при перемещении пилы наиболее ясно видна на осциллограммах, полученных с помощью тензометрического датчика при определении усилия на штоке (рис. 2).

При рассмотрении осциллограммы (рис. 2, I) видно, что усилие перемещения в различные моменты процесса не является одинаковым. Отмечены момент пуска (участок  $a - b$ ); период установившегося движения ( $b - c$ ); момент остановки ( $c - d$ ). В момент пуска наблюдается всплеск усилия с постепенной стабилизацией его до определенной величины при установившейся скорости перемещения. Большая величина усилия может быть объяснена возникновением инерционных усилий в момент пуска, вызванных разгоном жидкости, и инерционных масс узла механизма перемещения. Период установившегося движения характеризуется относительно стабильной величиной усилия. Это объясняется тем, что при установившейся скорости усилие, необходимое для обеспечения перемещения, расходуется только на преодоление сил трения в цилиндро-поршневой группе, а также в направляющих суппорта подвижной пилы и в сопряжении основного пильного вала с подвижным. В момент остановки пилы при больших скоростях перемещения возникает выброс усилия, носящий такой же характер, что и при пуске, но только с противоположным знаком. Появление этого выброса может быть связано

с возникновением инерционных сил в момент остановки. Разница в величинах сил на осциллограммах, полученных с помощью датчика давления и тензометрического датчика усилия, может быть объяснена тем, что с помощью первого датчика определена суммарная величина действующего усилия на поршень, тогда как с помощью второго найдено усилие, действующее на шток без учета сил трения в цилиндропоршневой группе. Из табл. 1 видно, что с увеличением скорости усилие в момент пуска и остановки возрастает, что объясняется влиянием инерционных масс. В то же время величина усилия в период установившегося движения с увеличением скорости понижается. Это связано с изменением величины коэффициента трения на направляющих при увеличении скорости перемещения. Осциллограммы на рис. 2 — II а, б, в показывают изменение характера и величины усилия в зависимости от скорости перемещения. Обозначениям а, б, в соответствуют скорости перемещения 100, 200 и 300 мм/сек. Осциллографирование производили при постоянном рабочем давлении  $p = 20 \text{ кг/см}^2$ .

При работе привода с минимально возможным рабочим давлением, обеспечивающим преодоление сил сопротивления, препятствующих перемещению пилы, наблюдается переходный процесс изменения усилия, носящий обычный характер (усилие изменяется плавно). С увеличением давления при перемещении пилы в момент пуска наблюдается появление значительного усилия с последующим скачкообразным снижением его до величины, необходимой для преодоления сил трения в направляющих. Это может быть объяснено несоответствием давления настройки требуемому. В результате этого в момент трогания рабочая жидкость с большим запасом энергии ударяется о поршень. Работа привода при этих условиях сопровождается резкими сотрясениями всего механизма, что отрицательно сказывается на соединениях деталей и узлов станка. На осциллограммах на рис. 2 — III а, б, в, г отчетливо видно изменение характера и величины усилия в зависимости от величины рабочего давления. Обозначениям а, б, в, г соответствуют величины давления 22 и 50 кг/см<sup>2</sup>. Осциллографирование производили при постоянной величине скорости в период установившегося движения  $V = 100 \text{ мм/сек}$ .

Проведенные исследования позволили выявить характер переходного процесса и определить величину действующих сил и времени изменения скорости при перемещении пилы. Осциллографирование показало, что максимальная величина усилий возникает в период пуска, поэтому расчет усилия перемещения пилы необходимо производить из условия преодоления сил сопротивления, возникающих в этот момент. При расчете гидропривода механизма перемещения пилы обрезающего станка величина времени ускорения, необходимая для расчета усилия в момент пуска, может быть определена в зависимости от назначенной скорости перемещения (табл. 1); величина рабочего давления — из условия преодоления сил сопротивления. Назначение более высокого давления ведет к появлению сил, вызывающих сотрясение механизма перемещения и сопрягаемых с ним деталей обрезающего станка.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. М. Гернет. Применение магнитоэлектрического датчика скорости при исследовании гидропривода обрезающих станков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962.
- [2]. Г. М. Гернет. Экспериментальная установка для исследования работы гидропривода обрезающих станков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1962.

Поступила в редакцию  
27 февраля 1965 г.

УДК 621.935

## ВЛИЯНИЕ НИЗКОГО ПЛЮЩЕНИЯ ЗУБЬЕВ НА ТОЧНОСТЬ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН ЛЕНТОЧНЫМИ ПИЛАМИ

**С. П. ПОЧЕКУТОВ**

Старший преподаватель

(Сибирский технологический институт)

Около 40% запасов деловой древесины в лесах Сибири и Дальнего Востока относятся к категории толстомерного и фаутного сырья. Распиловка таких бревен на лесопильных рамах или сопряжена с большими простоями оборудования и снижением объемного выхода пиломатериалов или совершенно невозможна.

Мы провели исследования с целью выявить возможность повышения точности распиловки древесины широкими ленточными пилами путем создания оптимальных условий удаления опилок из пропила.

На поведение пильной ленты в пропиле (ее жесткость и устойчивость) наряду с другими факторами влияют температурные явления, возникающие в процессе пиления. При установившемся в практике способе уширения режущей кромки (плющение вершин зубьев) предполагают, что от трения пилы о стенки пропила нагрева не возникает (если величина плющения не занижена).

Исследованиями А. Е. Феоктистова установлено, что в процессе пиления делительными ленточными пилами температура полотна пилы достигает  $50^{\circ}\text{C}$ , а в отдельных случаях она бывает и значительно выше (до  $80^{\circ}\text{C}$ ) [2]. При этом сильнее нагреваются участки полотна, прилегающие к зубьям и задней кромке. Такой характер изменения температуры по ширине пилы указывает на то, что нагрев полотна происходит не только от стружкообразования, но и от трения пилы о стенки пропила. По результатам предварительных опытов, проведенных нами, нагрев полотна широких ленточных пил достигает температуры  $85\text{--}100^{\circ}\text{C}$ , а при неустановившемся процессе пиления может быть выше  $100^{\circ}\text{C}$ .

При существующем способе плющения зубьев образовавшиеся во впадинах спрессованные опилки и отдельные стружки полностью удаляются из пропила в процессе пиления. Часть их «просаривается» в зазоры между полотном и стенками пропила. В. Ф. Фонкин, например, указывает, что при определенных физико-механических свойствах срезаемых стружек и их толщинах в процессе рамного пиления возможно не только свободное просаривание отдельных частиц, но и интенсивное выдавливание крупных кусков стружек независимо от формы и объема междузубных впадин. При толщинах срезаемых стружек  $0,5\text{ мм}$  и величине уширения плющенных зубьев  $0,7\text{--}0,75\text{ мм}$  на одну сторону большая их

часть не задерживается в междузубных впадинах [4]. На такое явление указывают и другие исследователи [5].

Опилки, выдавливаемые в зазоры между полотном пилы и стенками пропила, свободно не выпадают из него, а оседают на стенках и образуют уплотнения. Последнее обстоятельство мы заметили при распиловке бревен ленточными пилами. После неоднократного вскрытия пропила обе его поверхности оказывались покрытыми спрессованным слоем опилок. Особенно много их оседает на стенках при пилении в зимнее время. Из-за малой эластичности мерзлой древесины срезаемые стружки легче превращаются в мелкие опилки и поэтому свободно проникают в зазор между пилой и стенками пропила. Искусственное уменьшение ширины пропила, которое получается из-за оседания опилок на стенках пропила, и является возможной причиной дополнительного нагрева пил от трения. При этом следует учитывать и то, что «сужение» пропила зависит от упругих свойств древесины [1]. Наиболее полный отвод опилок из пропила обеспечивается в том случае, когда уширение зубьев будет произведено по всей высоте зубьев (по их передним граням). Зазоры между полотном и стенками пропила при таком уширении будут перекрыты, и опилки в них не будут попадать.

Исследования В. Ф. Фонкина позволили установить рациональную форму зубьев для рамных пил — с плющением по передней грани, произведенном ниже их вершин; такое плющение автор назвал «низким» [4].

Предварительные результаты исследований, проведенных лесопромышленной фирмой «Вюстер и К°» (Австрия) на делительных ленточных пилах (шириной до 150 мм и толщиной до 1,4 мм), показали, что плющение, произведенное по всей высоте зубьев, позволяет полностью удалить опилки из пропила; точность распиловки при этом повышается [5].

В наших опытах дополнительное (низкое) плющение зубьев было исследовано на пилах больших размеров (шириной 220 мм и толщиной 1,6 мм). Пилы изготовляли из стали 85ХФ. Профиль зубьев — с выпуклой задней гранью (по ГОСТу 10670—63). Параметры зубьев следующие: шаг 50 мм; высота 16 мм; передний угол 22—25°; задний угол 10—12°; радиус закругления впадины 6—7 мм. Плющение вершин и прямолинейных участков граней зубьев опытных пил производили на полуавтомате ПХ-2. Для этих целей использовали обычные плющильные валики с рабочим участком, спрофилированным по архимедовой спирали (рекомендованы ЦНИИМОДом). Для развальцовки металла во впадинах был изготовлен валик с рабочим участком по дуге окружности со смещенным центром (рис. 1, а). Плющение производили, начиная с прямолинейного участка в направлении от вершины зуба к впадине. Поднастройку станка по высоте и на глубину плющения осуществляли путем изменения положения стола, поддерживающих роликов стэнда, наковаленки и регулирования механизма подачи. После расплющивания вершин и прямолинейных участков производили развальцовку металла во впадинах. Положение специального плющильного валика фиксировали в головке станка так, что в начальный момент его рабочий участок  $a - b$  был обращен вниз (рис. 1, б).

Последовательность уширения режущей кромки опытных пил с низким плющением приведена на рис. 1, в.

Формирование по всей высоте зубьев производили на станке ПХ-2 обжимом металла с помощью формирующих плашек, изготовленных в соответствии с формой лопаточек вершин зубьев, и последующим низким плющением. Выравнивание свесов целесообразно производить фуговкой с помощью бруска.

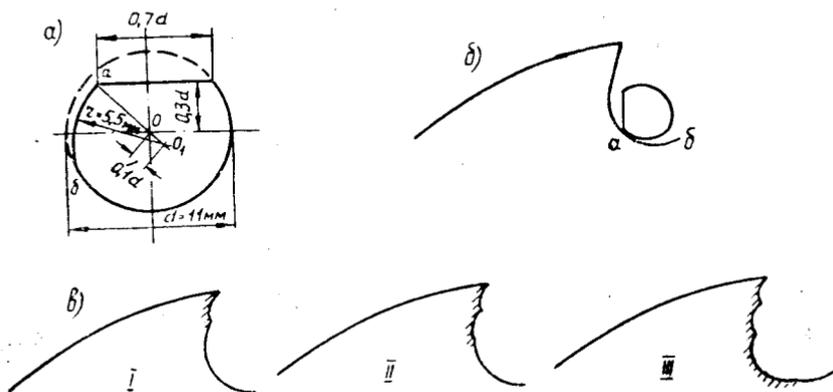


Рис. 1.

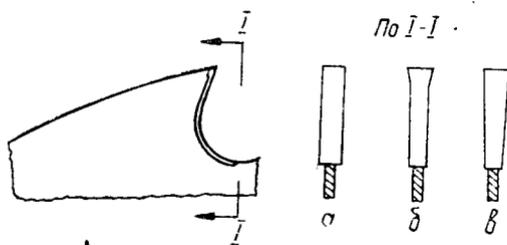


Рис. 2.

*а* — равномерное плоскение по высоте зуба; *б* — неравномерное плоскение по высоте (низкое плоскение 0,4 и 0,6 мм на одну сторону); *в* — равноубывающее плоскение от вершины зуба к дну впадины.

Величина плоскения вершин зубьев составляла 0,8 мм на одну сторону, величина уширения передней грани принималась равной 0; 0,4; 0,6 и 0,8 мм на одну сторону. В опытных распиловках были испытаны также пилы с неравномерным равноубывающим плоскением зубьев по их передним граням (с поднутрением от вершины зуба к дну впадины). Зубья опытных ленточных пил с низким плоскением показаны на рис. 2.

Подготовку пильных полотен опытных пил к распиловкам проводили с соблюдением всех технических требований, обеспечивающих их высокую работоспособность. Опытные распиловки были проведены на ленточнопильном станке английской фирмы «Stenner». Размеры шкивов станка следующие: диаметр 1520 мм; ширина ободов 230 мм.

Распиловки подготовленными пилами проводили в летнее время. Распиливали сосновые бревна с влажностью древесины 50—80% при скорости резания 47 м/сек и скоростях подачи 25 и 30,2 м/мин. Из бревен выпиливали брусья высотой 320 и 420 мм, после чего их раскраивали на доски толщиной 25 и 50 мм. В каждой группе выпиливаемых досок при распиловках вскрывали один — два пропила и осматривали их стенки. При пилении пилами с обычным плоскением, как отмечалось выше, на отдельных участках пласти бруса обнаружены значительные скопления спрессованных опилок (рис. 3, а). При пилении пилами с низким плоскением 0,4 и 0,6 мм на одну сторону на стенках пропила опилок обнаружено не было (рис. 3, б). Не обнаружено опилок и при пилении пилами с низким плоскением зубьев, равным 0,8 мм на одну сторону, и с

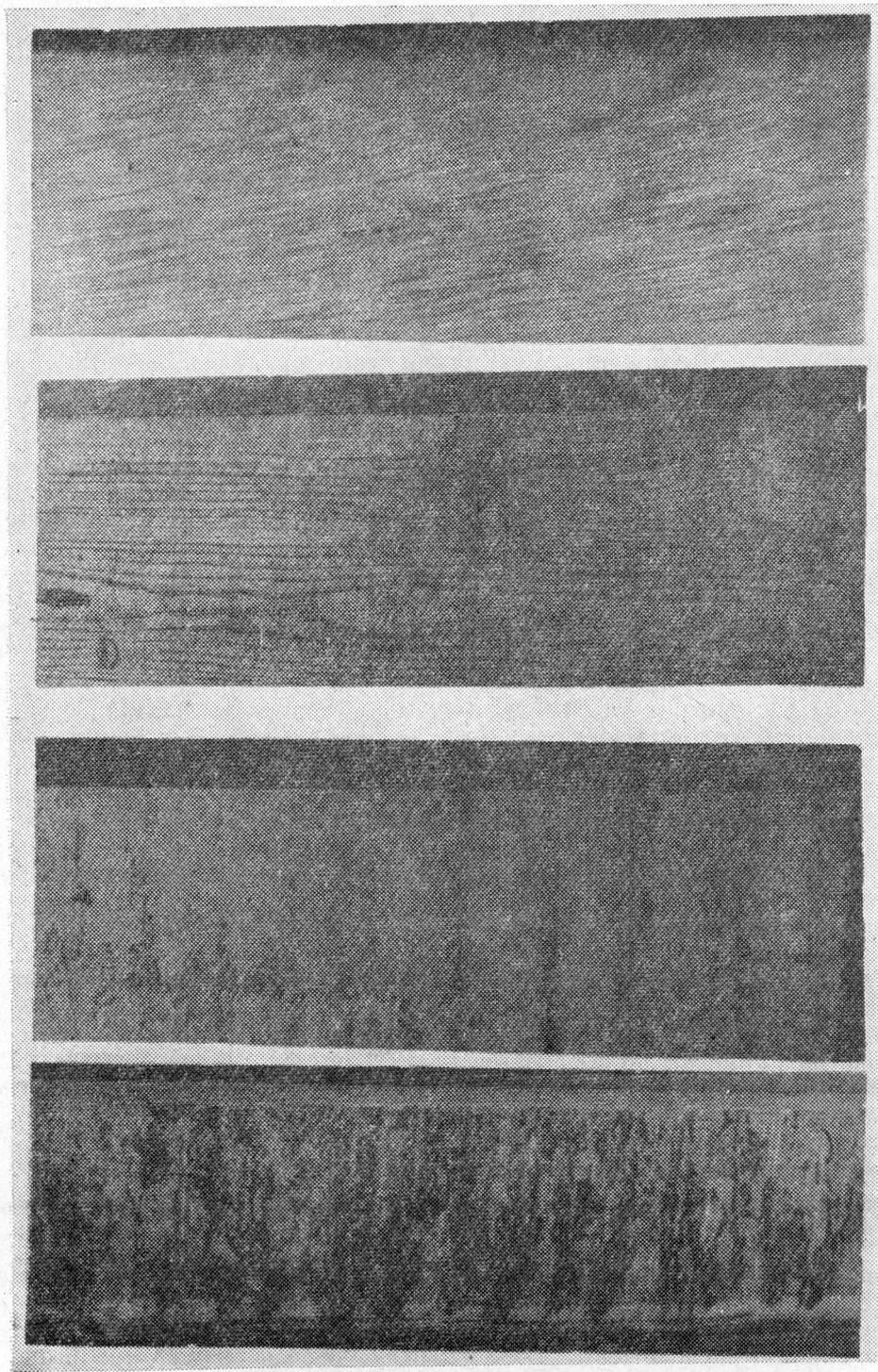


Рис. 3. Стенки пропилов при пилении ленточными пилами с различным плющением зубьев.

*a* — обычное (высокое) плющение; *b* — неравномерное плющение по высоте; *в* — равномерное и равноубывающее плющение по высоте зуба.

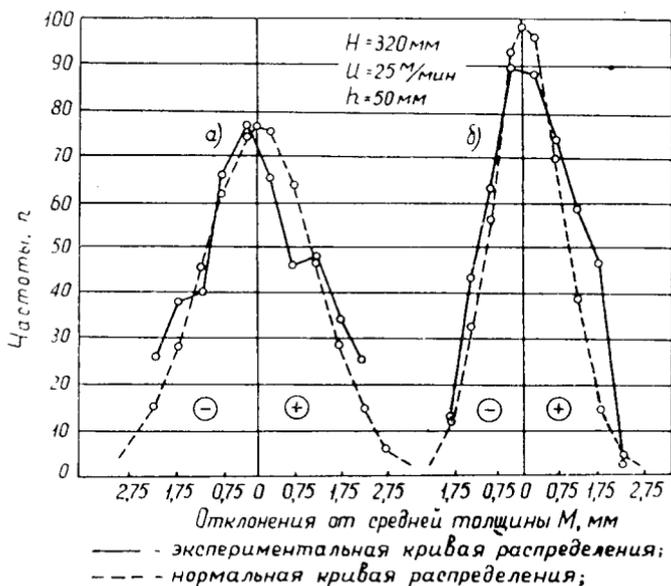


Рис. 4.

а — пиление с обычным (высоким) плющением; б — низкое плющение, равное 0,4 мм на одну сторону.

низким плющением с поднутрением. При этом было замечено, что чистота поверхности пропила в обоих случаях в начале пиления улучшается (класс чистоты в опытах специально не определяли). Очевидно, зубья, подготовленные двумя последними способами, оказывают скользящее действие на стенки пропила (рис. 3, в).

Толщину выпиливаемых досок измеряли штангенциркулем. Было измерено 310 досок. В шести сечениях доски через 0,8—1,0 м по длине делали двенадцать замеров. В каждом сечении замеры производили в двух точках, отступая от кромок на 25—30 мм. В каждой группе опытных досок делали 240 измерений, что обеспечило высокий показатель точности при их обработке. Результаты измерений, вызывавшие сомнения в их достоверности (например, неправильная установка толщины доски оператором), не обрабатывали. Результаты измерений рассеивания толщин досок обрабатывали как одномерную статистическую совокупность. На рис. 4 приведено графическое сравнение экспериментального распределения отклонений с нормальным (кривая Гаусса) для двух групп измерений при помощи полигонов частот.

При обычном (высоком) плющении зубьев (рис. 4, а) имеет место небольшая положительная асимметрия ( $A = +0,093$ ). Это свидетельствует о том, что чаще встречаются отклонения в меньшую сторону от средней толщины доски. При низком плющении зубьев, равном 0,4 мм на одну сторону (рис. 4, б), имеет место также положительная асимметрия, но меньшая по величине ( $A = +0,080$ ). Следовательно, большинство вариантов расположены ближе к центру, чем в первом случае. В обоих случаях показатель асимметрии имеет небольшие значения, что характеризует приближение практического рассеивания отклонений размеров к рассеиванию по закону кривой нормального распределения. Приведенные сравнительные графики полигонов частот и нормальной кривой

указывают на более плотное рассеивание отклонений к центру при низком плющении, что свидетельствует о более благоприятных условиях распиловки. Точность на ленточнопильных станках наиболее значительно снижается при выпилке тонких досок. Это, например, установлено исследованиями, проведенными на этом же станке А. Е. Феоктистовым. В результате был сделан вывод, что станки с диаметром шкивов до 1500 мм не могут быть использованы для высокопроизводительной распиловки бревен на доски толщиной менее 35 мм [3].

Выход досок толщиной 25 мм, удовлетворяющий требованиям ГОСТа и полученный нами при использовании низкого плющения зубьев, свидетельствует о возможности некоторого повышения точности при выпилке тонких пиломатериалов. Так, по шести группам измерений в наших условиях точность распиловки повысилась на 3,2—16,2%.

Сравнительный выход досок, удовлетворяющих требованиям ГОСТа 8486—57 по толщине, свидетельствует о повышении точности распиловки в среднем на 8—13% (по отношению к общему объему пиломатериалов) при величине низкого плющения 0,4 мм.

При величине низкого плющения 0,6 мм на одну сторону точность распиловки также повышается в среднем на 3—6%, а по отдельным группам измерений — до 10%. При низком плющении зубьев, равном 0,8 мм (рис. 2, а), получено снижение точности на 10,7% (при таком плющении обрабатывали одну группу измерений). На наш взгляд, здесь оказало влияние упругое (восстановительное) действие древесины. В результате искусственного «сужения» пропила из-за упругости древесины возникает сильное трение между зубьями и стенками пропила. Об этом же свидетельствует и некоторое повышение чистоты поверхности выпиливаемых досок. Положительных результатов по точности распиловки не было получено и при пилении пилами с плющением зубьев с поднутрением ко дну впадин (рис. 2, в). В начальном периоде пиления такими пилами чистота поверхности пропила также повышается, что указывает на скобление стенок пропила расплюснутыми участками зуба в его верхней части. В процессе проведения опытных распиловок мощность, расходуемую на резание, регистрировали самопишущим киловаттметром. При величине низкого плющения, равной 0,4 мм на одну сторону, расходуемая на пиление мощность близка к ее расходу при обычном (высоком) плющении. При дальнейшем увеличении низкого плющения (до 0,6 мм) мощность, расходуемая на резание, возрастает незначительно. При работе пилами с низким плющением, равным 0,8 мм, расход мощности резко возрастает (на 12—15% и более) по сравнению с обычным плющением. Это свидетельствует об упругом действии древесины (со стороны стенок пропила) на ковые кромки расплюснутых зубьев, трении спрессованных стружек (во впадинах) о стенки пропила, в результате чего режущая кромка пилы сильно нагревается и нарушается нормальный процесс пиления.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Бершадский. Резание древесины. Гослесбумиздат, М., 1956.
- [2]. А. Е. Феоктистов. Устойчивость пильной ленты на шкивах в зависимости от условий и режимов эксплуатации. Тезисы доклада на научно-техническом совещании НТО, М., 1960.
- [3]. А. Е. Феоктистов. Точность распиловки на ленточнопильных станках для бревен. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 3, 1962.
- [4]. В. Ф. Фонкин. Влияние способа уширения зубьев рамных пил на чистоту пропила. Труды СибНИИЛХЭ. Вып. 3, Красноярск, 1960.
- [5]. K. Auer von Welsbach. Der Grundstauch, «Allgemeine Holzrundschau», № 2, 1959.

УДК 674.048

## УСТОЙЧИВОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ФТОРО-ХРОМО-МЫШЬЯКОВЫХ ПРЕПАРАТОВ К ВЫМЫВАНИЮ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СООТНОШЕНИЯ

**Б. И. ТЕЛЯТНИКОВА**

Старший научный сотрудник

(ЦНИИМОД)

Несмотря на значительное количество работ [1], [2], [3], [4], [5], [6], посвященных проблеме фиксации в древесине компонентов фторо-хромо-мышьяковых препаратов, вопрос об оптимальных соотношениях фторида и арсената натрия не исследован. Решение его, однако, имеет большое практическое значение, особенно в связи с организацией в СССР производства препаратов этого типа и необходимостью получения препарата, наименее опасного для людей и животных. Важно ввести в препарат такие количества фторида и арсената натрия, чтобы при максимально возможной степени фиксации фтора обеспечить полную фиксацию мышьяка в древесине при оптимальном содержании хрома.

В этой статье мы приводим результаты исследования по определению оптимальных соотношений фторида и арсената натрия в препаратах типа ФХМ\*.

Исследования проведены по общей методике, разработанной в лаборатории консервирования древесины ЦНИИМОДа\*\*, на образцах из заболони сосны размером  $20 \times 20 \times 5$  мм. Последние пропитаны 1,7%-ными (по весу) растворами испытываемых препаратов под вакуумом и после 8-недельной выдержки на воздухе подвергнуты вымыванию

Таблица 1

№ препарата	Соотношения между фторидом и двузамещенным арсенатом натрия	Содержание в препарате, %		
		бихромата натрия	фторида натрия	двузамещенного арсената натрия
1	0,5:1	37	21	42
2	0,7:1	37	26	37
3	1:1	37	31,5	31,5
4	1,4:1	37	37	26
5	2:1	37	42	21
6	3:1	37	47	16
7	5:1	37	52	11

\* Исследование проведено под общим руководством С. Н. Горшина. Аналитические работы выполнены Е. М. Чащиной под руководством автора.

\*\* Изучение и разработка рецептур водорастворимых невымываемых антисептиков и режимов пропитки ими древесины. Отчет ЦНИИМОДа, 1960.

в течение 30 дней. Промывную воду сменяли после первых, на пятые и двенадцатые сутки. В слитых экстрактах было определено количество вымывшегося хрома (шести- и трехвалентного), фтора и мышьяка.

Испытано семь препаратов, отличающихся друг от друга количеством фторида и двухзамещенного арсената натрия при постоянном содержании бихромата натрия. Каждым препаратом пропитано по 50 образцов, вес которых в среднем составлял 50 г. Состав испытанных препаратов ФХМ и соотношения между фторидом и двухзамещенным арсенатом натрия приведены в табл. 1, из которой видно, что в каждом из испытанных препаратов суммарное содержание фторида и двухзамещенного арсената натрия одинаково (63%); соотношение же между ними меняется от 0,5 : 1 до 5 : 1. В табл. 2 приведены данные по вымыванию шестивалентного хрома из древесины в зависимости от соотношения в препарате фторида и двухзамещенного арсената натрия, в табл. 3 — данные по вымыванию трехвалентного хрома.

Таблица 2

№ препарата	Поглощение хрома, мг/25 г древесины	Соотношение между фторидом и арсенатом натрия	Количество оставшегося в древесине хрома (% от поглощенного) после вымывания* в течение суток			
			1	5	12	30
1	90	0,5:1	92	91	91	91
2	88	0,7:1	92	90	90	90
3	89	1:1	91	88	88	88
4	87	1,4:1	87	84	84	84
5	90	2:1	90	88	88	88
6	85	3:1	93	92	92	92
7	88	5:1	89,8	88	88	88

\* Определено как разность между поглощенным и вымытым количествами хрома.

Таблица 3

№ препарата	Исходное количество трехвалентного хрома*, мг/25 г древесины	Соотношение между фторидом и арсенатом натрия	Количество трехвалентного хрома (% от исходного), оставшегося в древесине после вымывания** в течение суток			
			1	5	12	30
1	81	0,5:1	88	83,5	83	82
2	80	0,7:1	89	86	85	84
3	79	1:1	90	86	85	84
4	74	1,4:1	89	86	85	84
5	79	2:1	87	84	83	82
6	78	3:1	84	79	78	78
7	78	5:1	84	78	78	78

\* Равно количеству зафиксированного шестивалентного хрома. \*\* Определено как разность между исходным и вымытым количествами трехвалентного хрома.

Из табл. 2 видно, что шестивалентный хром вымывается крайне незначительно. Количество оставшегося в древесине хрома не зависит от соотношения фторида и двухзамещенного арсената натрия.

Результаты исследований по вымыванию мышьяка представлены в табл. 4 и в виде графиков на рис. 1 и 2. Из графиков видно, что количество мышьяка, оставшееся в древесине, пропитанной препаратами 4—7, практически одинаково и составляет 95,6—97,5% от поглощенного. В древесине, пропитанной препаратами 1—3, количество оставшегося

Таблица 4

№ препарата	Соотношение между фторидом и двухзамещенным арсенатом натрия	Количество вымывшегося из древесины мышьяка (% от поглощенного) в виде		Количество мышьяка, прореагировавшего с хромом, % от поглощенного
		арсената хрома	арсената натрия	
1	0,5:1	3,0	21,5	78,5
2	0,7:1	3,0	12,6	87,5
3	1:1	3,0	5,0	95,0
4	1,4:1	4,0	—	100,0
5	2:1	2,5	—	100,0
6	3:1	3,5	—	100,0
7	5:1	3,0	—	100,0

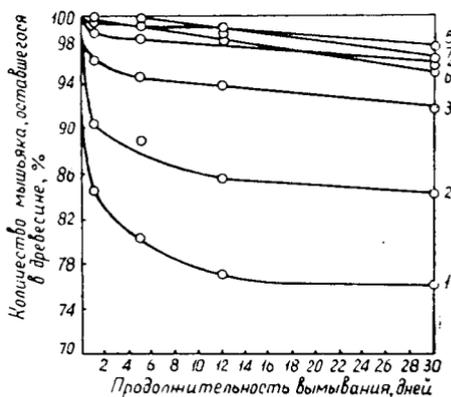


Рис. 1. Кривые вымывания мышьяка из древесины, пропитанной препаратами ФХМ с разным соотношением фторида и арсената натрия.

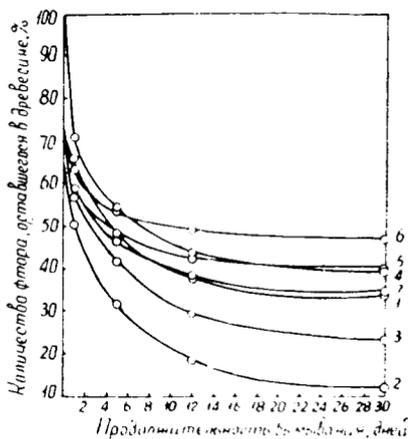


Рис. 3. Кривые вымывания фтора из древесины, пропитанной препаратами ФХМ с разным соотношением фторида и арсената натрия.

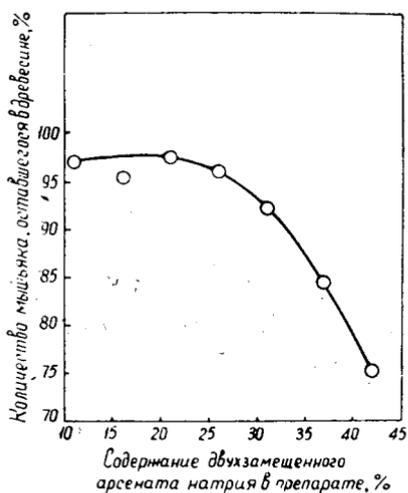


Рис. 2. Зависимость между содержанием в препарате арсената и количеством оставшегося в древесине мышьяка.

мышьяка составляет 92,2%, 84,4% и 75,3% от поглощенного, убывая с увеличением содержания в препарате арсената натрия.

Данные по вымыванию фтора представлены в виде графиков на рис. 3 и 4. Из рисунков видно, что фтор вымывается в значительно большей степени, чем мышьяк. Из графика на рис. 4 следует, что между количеством оставшегося в древесине фтора и содержанием фторида в препаратах существует прямая пропорциональность, которая, однако, нарушается при увеличении содержания фторида натрия свыше 45%.

Исследования показали, что вымывание шестивалентного хрома прекращается к началу пятых суток.

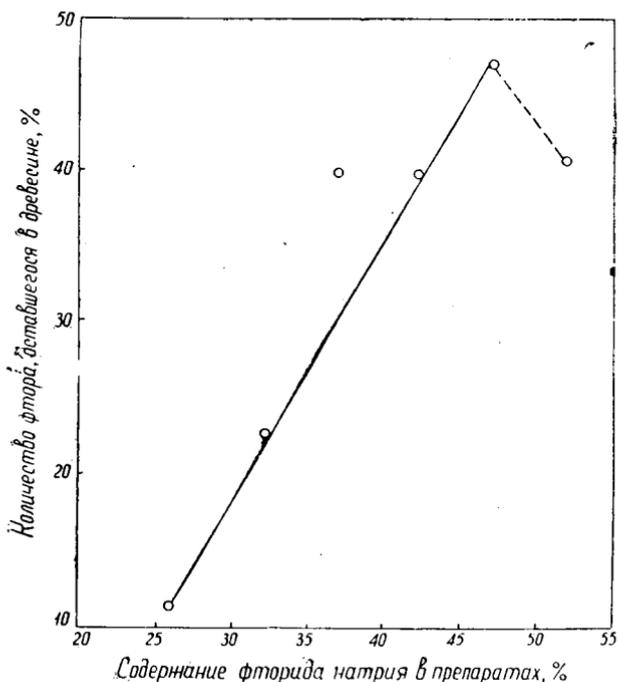


Рис. 4. Зависимость между содержанием в препарате фторида и количеством оставшегося в древесине фтора.

Это свидетельствует о том, что оставшийся в древесине хром находится в фиксированной форме, то есть восстановлен до трехвалентного. Трехвалентный хром в отличие от шестивалентного вымывается в течение всего цикла. Как видно из табл. 2, степень фиксации хрома не зависит от соотношений между фторидом и двухзамещенным арсенатом натрия. По-видимому, это объясняется тем, что кислотность среды, а также количества восстанавливаемого вещества, в основном обуславливающие полноту фиксации хрома, во всех испытанных вариантах одинаковы.

Мышьяк, как известно, может вымываться из древесины как в виде незафиксированного арсената натрия, так и в виде арсената хрома. Количество последнего, перешедшее в раствор, в силу весьма слабой растворимости очень незначительно. Анализируя кривые вымывания мышьяка (рис. 3), можно предположить, что в образцах, пропитанных препаратами 4—7, весь поглощенный мышьяк находится в фиксированной форме и вымывается лишь в виде арсената хрома в количествах, не превышающих 3—4% от поглощенных. Из образцов, пропитанных препаратами 1—3, часть мышьяка вымывается в виде арсената натрия, количество которого тем больше, чем выше его содержание в препарате. Поскольку вымывание арсената хрома обусловлено лишь его растворимостью, можно предположить, что во всех вариантах данного опыта его количество, перешедшее в раствор, будет одинаково. Исходя из этого, по разности между общим количеством вымытого мышьяка и количеством, вымытым в виде арсената хрома\*, можно примерно рассчитать, сколько мышьяка вымывается в виде арсената натрия из образцов, пропитанных препаратами 1—3.

\* Среднее значение принимаем равным 3%.

Полученные результаты показывают, что независимо от содержания мышьяка в древесине во взаимодействие с хромом (за промежуток времени, равный 8 неделям) может вступить строго установленное количество мышьяка, которое определяется скоростью реакции образования арсената хрома. Поэтому, во избежание неполноты фиксации мышьяка за технологически приемлемые сроки послепропиточной выдержки древесины, нецелесообразно вводить в препарат более 25% двухзамещенного арсената натрия.

Как мы уже отмечали, фтор вымывается из древесины в значительно большей степени, чем мышьяк. Это, во-первых, объясняется более высокой растворимостью хромкриолита по сравнению с арсенатом хрома и, во-вторых, трудностью образования этого соединения. Известно, что в древесине в первую очередь происходит взаимодействие хрома с мышьяком и лишь по окончании этой реакции начинается активное взаимодействие хрома со фтором. Естественно поэтому, что чем меньше арсената натрия в препарате, тем больше хрома остается для взаимодействия со фтором и тем полней, следовательно, будет фиксация последнего. Этим, очевидно, объясняется пропорциональность между содержанием фторида натрия в препарате и количеством оставшегося в древесине фтора. Эта зависимость, однако, нарушается при содержании фторида натрия свыше 47%. Можно предположить, что в данном случае вступает в действие фактор скорости протекания реакции образования хромкриолита.

Таким образом, вымывание фтора и мышьяка из древесины, пропитанной препаратами типа ФХМ с одинаковым суммарным содержанием фторида и арсената натрия, зависит от их соотношения. Оптимальным является препарат, в котором указанное соотношение составляет 3:1 при суммарном содержании фторида и двухзамещенного арсената натрия, равном 63%.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. G. Z. Jonas. Der Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reduktion von Kalium Bichromat im Holz. Holz als Roh und Werkstoff, 1956, H 10. [2]. G. Z. Jonas. Die Impregnierung von Holzern mit Chrom-arsenfluorhaltigen Salzgemischen unter besonderer Berücksichtigung der Fixierungs- und Diffusionsvorgänge. Elektrizitätswirtschaft, 1957, n. 21. [3]. G. Z. Jonas. Auslagbarkeit und Fixierung von U- und UA Salzen im Holz. Holz als Roh- und Werkstoff, 1957, H 10. [4]. A. Pacholik und H. Silbernagel. Das Problem der Fixierung von U- und UA Salzen. Holzforschung und Holzverwertung, 1957, H 2. [5]. W. Sander mann, G. Jonas und Stockmann. Chemismus der Fixierung von U- und UA Salzen. Holz als Roh und Werkstoff, 1954, H 8. [6]. W. O. Schulz und E. Sippel. Über die Beeinflussbarkeit der im Holz vor sich gehenden Fixierung U- und UA Salzen durch Säurezusätze. Holz als Roh- und Werkstoff, 1956, H 7.

Поступила в редакцию  
16 июня 1965 г.

УДК 674.093.26 : 003.13

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОРМАТИВНОЙ СТОИМОСТИ ОБРАБОТКИ (НСО) НА ФАНЕРНЫХ ЗАВОДАХ

**Н. К. СЕРБИНА**

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В качестве дифференцированных стоимостных показателей некоторые экономисты предложили использовать показатели чистой и условной продукции, нормативные стоимость обработки и трудоемкость. В настоящее время в этом направлении проводятся большие работы. Накоплен уже достаточный практический опыт, материалы и отчетность с проводимых экспериментах освещаются в печати.

Наибольшее распространение получил показатель нормативной стоимости обработки (НСО), который используется в нескольких отраслях промышленности. В деревообрабатывающей промышленности, например, нормативная стоимость обработки впервые применена на некоторых предприятиях бывшего Средне-Волжского совнархоза.

Влияние применения нового показателя в деревообрабатывающей промышленности можно рассмотреть на опыте двух фанерных заводов, на которых показатель НСО внедрен для планирования и отчетности в 1962 г. Мы исследовали его влияние за три года — 1962, 1963 и 1964. До 1962 г. основным показателем, оценивавшим производственную деятельность этих предприятий, был показатель валовой продукции. Валовой выпуск продукции в неизменных ценах (тыс. руб.) на 1 июля 1965 года за исследуемый период представлен в табл. 1.

Таблица 1

Завод	1962 г.	1963 г.	1964 г.
№ 1	9278,0	10947,0	11344,8
№ 2	5528,0	5855,0	6004,0

В стоимости продукции фанерного производства доля сырья и материалов по основной части выпускаемой продукции составляет 58—62%. Отдельные виды продукции — специальные сорта фанеры на экспорт — изготавливаются из высокосортного и дорогостоящего сырья; их доля в общем ассортименте доходит до 10%. Показатель нормативной стоимости обработки введен для того, чтобы устранить влияние использования дорогостоящего сырья и улучшить ритмичность производства.

Нормативная стоимость обработки по нормативам 1961 г. характеризует производственную деятельность предприятий (табл. 2).

Таблица 2

Завод	1962 г.		1963 г.		1964 г.	
	валовая продукция	НСО	валовая продукция	НСО	валовая продукция	НСО
№ 1	101,9	99,9	105,5	105,5	103,2	101,9
№ 2	102,6	97,1	106,4	104,6	102,5	103,4

НСО показывает невыполнение плана 1962 г. по обоим заводам, хотя по валовой продукции план перевыполнен. Разница в оценке производственной деятельности продолжает оставаться и в последующие годы. При рассмотрении данных о годовом темпе роста объема, а также о производительности труда видно, что валовая продукция и НСО показывают различные результаты (табл. 3).

Таблица 3

Завод	1963 г. к 1962 г.		1964 г. к 1963 г.	
	по валовой продукции	по НСО	по валовой продукции	по НСО
№ 1	17,0	19,5	3,6	1,0
№ 2	5,9	14,8	2,5	1,3

Из приведенных данных видно, что за 1963 г. по сравнению с 1962 г. объем производства резко вырос, причем по НСО гораздо больше, чем по валовой продукции, а в 1964 г. рост в НСО оказался гораздо ниже.

Увеличение объема производства по НСО говорит о том, что объем собственной производственной деятельности увеличивается, трудовые затраты возрастают, увеличивается выпуск более трудоемкой и сложной продукции. Невыполнение плана по НСО, а также значительно меньший процент выполнения по сравнению с валовой продукцией указывает на значительное невыполнение плана в ассортименте. Выполнение номенклатуры по количеству позиций приведено в табл. 4.

Таблица 4

Завод	1962 г.	1963 г.	1964 г.
№ 1	66	53,5	73
№ 2	38	75	91

При выполнении плана в номенклатуре объемы продукции в обоих измерениях близки друг к другу. После введения нового показателя выполнения плана в ассортименте возросло, особенно по второму заводу. Поэтому необходимо рассмотреть выполнение плана по изделиям. Возьмем завод № 1 (табл. 5).

Из данных видно, что по всем основным позициям номенклатуры выполнение плана по валовой продукции и по НСО имеет незначительные отклонения, а по удельному весу в составе валовой продукции и НСО различные виды продукции имеют довольно существенные расхождения. Это можно объяснить тем, что доля нормативов в стоимости изделий также различна, она колеблется в зависимости от доли материальных затрат основной из составляющих частей стоимости. Чем выше доля трудозатрат в стоимости продукции, то есть чем более трудоемка

Таблица 5

Продукция	Выполнение за 1964 г.		Удельный вес	
	по валовой продукции	по НСО	по валовой продукции	по НСО
Пиломатериалы . . . . .	125,8	120,0	3,0	2,7
Фанера: ФБ-рядовая . . . . .	114,1	114,1	8,3	6,1
ФК-рядовая . . . . .	92,1	92,1	13,3	12,4
ФК-экспортная . . . . .	96,3	96,2	8,6	9,1
венированная . . . . .	100,0	100,1	1,9	1,8
строганая . . . . .	103,9	104,0	6,4	8,5
авиа . . . . .	74,5	74,0	2,2	1,2
прочие виды . . . . .	99,9	100,2	12,1	19,2
Шпон лущеный . . . . .	138,5	138,9	2,4	1,8
Фанерные плиты . . . . .	62,5	70,4	0,3	0,2
Мебель . . . . .	89,4	89,7	21,5	10,7
Продукция спортцеха и прочая .	—	—	16,3	25,0
Смола . . . . .	107,2	107,3	3,7	0,9

продукция, тем выше будет выполнение плана по НСО. Удельный вес НСО в валовой продукции фанерных заводов (в процентах) приведен в табл. 6.

Таблица 6

Завод	1962 г.	1963 г.	1964 г.
№ 1	36,5	57,0	36,1
№ 2	33,8	36,6	35,3

Характерен пример второго завода в отношении зависимости трудоемкости продукции и выполнении плана по НСО в процентах (табл. 7).

Таблица 7

Показатели	1962 г.	1963 г.	1964 г.
Доля НСО в валовой продукции . . . . .	33,8	36,6	35,3
Выполнение плана по НСО . . . . .	97,1	106,6	103,4

С повышением доли НСО в объеме выполненной продукции возрастает и объем выполнения плана по НСО.

Из всех приведенных данных можно сделать вывод, что показатель НСО в большей мере достоверно характеризует объем трудовых затрат предприятия при изготовлении продукции, поэтому его необходимо иметь для оценки собственной деятельности предприятия наряду с показателем валовой продукции. При определении продукции отрасли и промышленности в целом при помощи НСО можно регулировать выполнение плана по номенклатуре. Но вместе с тем в дальнейшем необходимо изучать влияние НСО и его связь с другими показателями.

Поступила в редакцию  
3 августа 1965 г.

УДК 662.712

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

## ПИРОЛИЗ МЕЛКОЙ ДРЕВЕСИНЫ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ

**В. В. ФЕФИЛОВ**

Доцент, кандидат химических наук

(Московский лесотехнический институт)

Переработка измельченной древесины (опилок, мелкой щепы, дробленки, древесной крошки) в практике встречает специфические трудности, вследствие чего ценное сырье иногда остается неиспользованным.

Методом сухой перегонки до настоящего времени не перерабатывают мелкую древесину. Объясняется это отсутствием удовлетворительного аппаратного оформления процесса. Обещают быть высокопроизводительными процессы переработки мелкой древесины в кипящем слое (иногда его называют «вихревым», «флюидизированным процессом» и пр.).

Мы изучали пиролиз мелкой древесины этим способом. Кипящий слой или псевдооживление твердого материала во время его переработки достигается путем перевода массы в динамическое состояние в результате взаимодействия твердых частиц с газообразными веществами.

Преимущества протекания процесса в кипящем слое — возможность высокой интенсификации и непрерывности процесса, высокий тепловой эффект, сравнительно простая организация подачи твердой фазы и подвода тепла, простая регулировка и управление процессом. Недостатками являются унос некоторой части твердой фазы, эрозия аппаратуры подвижной твердой фазой.

Экспериментальные данные о сушке древесных опилок в кипящем слое [1] позволили определить условия, которые (при постоянном увеличении скорости газа, проходящего в реакторе снизу вначале через неподвижный слой древесных опилок, расположенных свободно на сетке) приводят к качественному изменению физических свойств сыпучего материала. Когда объем слоя достигает определенной величины, зависящей от формы и размеров зерен опилок, последние становятся подвижными. Качественное изменение физических свойств сыпучего слоя характеризуется тем, что он становится похожим на вязкую жидкость, то есть переходит в кипящее состояние. В таком случае слой свободно и легко перемещается и перетекает через края стенок реактора к выходу из него. Явление взвешенного слоя — сложный процесс, состоящий по крайней мере из следующих этапов: течение через трубку, заполненную в той или иной степени сыпучим материалом; увеличение высоты слоя за счет отдаления одной частицы от другой; удержание верхнего уровня поднимающегося слоя на достигнутой высоте. Пронсходящее в кипящем слое энергичное перемешивание материала при большом количестве тепла, переносимого самими частицами, способствует выравниванию температур в объеме, в котором происходит кипение, и обеспечивает высокий тепло- и массообмен.

Применение этого принципа для сушки высоковлажной древесины весьма перспективно. Особое значение имеет удаление излишней воды для хозяйственно-целесообразного использования лесопильных отходов при выработке из них древесных брикетов, строительных материалов, изоплит и формованных изделий, где требуются сухие древесные частицы. Опыты по сухой перегонке древесины во взвешенном слое с целью выяснения экономических и технических вопросов проведены фирмой Джоржиа Теш [2]. Морган и др. [3] исследовали сухую перегонку древесины красного дуба в псевдооживленном состоянии. Карбонизация древесных отходов и коры в кипящем слое с целью получения угля осуществлена в Канаде [4].

Мы проводили термолиз мелкой древесины в кипящем слое на камеральной полузаводской установке в ЦНИЛХИ. Теплоноситель получался в древесно-угольном газогенераторе прямого процесса в виде горючего газа. Его очищали в пылеуловителе, после чего сжигали в газовой топке, и разбавленный неконденсирующимися газами этой же установки теплоноситель при температуре 400—600°С подавался в реторту, аналогичную описанной при сушке измельченной древесины в кипящем слое [1]. Схема технологического процесса пиролиза мелкой древесины в кипящем слое приведена на рис. 1.

Мелкую древесину в виде опилок шнеком, приводимым в движение электромотором, непрерывно подавали из бункера в реторту, в которой и происходило пирогенетическое разложение. Образующаяся парогазовая смесь из реторты поступала в циклон, в нижней части соединенный с бункером для мелких твердых частиц, увлеченных потоком парогазовой смеси. Освобожденная от твердых частиц парогазовая смесь поступала в поверхностный конденсатор-холодильник, где происходила конденсация пара и охлаждение неконденсирующихся газов, направляемых в скруббер для дополнительного охлаждения и промывки водой. Уголь из реторты через специальный отвод переводили в приемник для угля, откуда после охлаждения его выгружали.

Устойчивый кипящий слой из опилок, которые задерживаются на сите № 1 и проходят через сито № 3, получен при относительной влажности материала 15%, высоте слоя 500 мм, плотности слоя 54 кг на 1 м<sup>3</sup> объема аппарата, при скорости воздуха 0,28 м/сек, считая на свободное сечение колонны. Унос твердых частиц из кипящего слоя составлял 11—13%, сопротивление слоя было 15—22 мм вод. ст., увеличение отношения высоты кипящего слоя к высоте этого материала в неподвижном состоянии от 100 до 250%. Производительность установки, в пересчете на 1 м<sup>3</sup> объема кипящего слоя, составила 308,4 кг/час воздушно сухих опилок. Ход процесса во времени представлен на рис. 2. Интегральные суммарные кривые распределения частиц, полученных ситовым анализом, для опыта № 11 по пиролизу опилок в кипящем слое представлены на рис. 3.

Интенсивность процесса термического разложения древесины определяется скоростью прогрева отдельного отрезка. Следствием малой теплопроводности древесины является то обстоятельство, что когда наружные слои отрезка начинают разлагаться, середина и внутренние слои еще не прогрелись, а когда наружные слои обуглились и раскалены, во внутренних начинается газообразование; газы проходят через раскаленный слой угля, крекируются и взаимодействуют с углеродом наружных слоев, образуя свободные радикалы; в целом реакция частично становится цепной, а процесс экзотермическим. Расчет времени, потребного для прогрева опилок в кипящем слое, выполнен с некоторыми допущениями, а именно — форма опилок принята за шар. Загруженные в ретор-

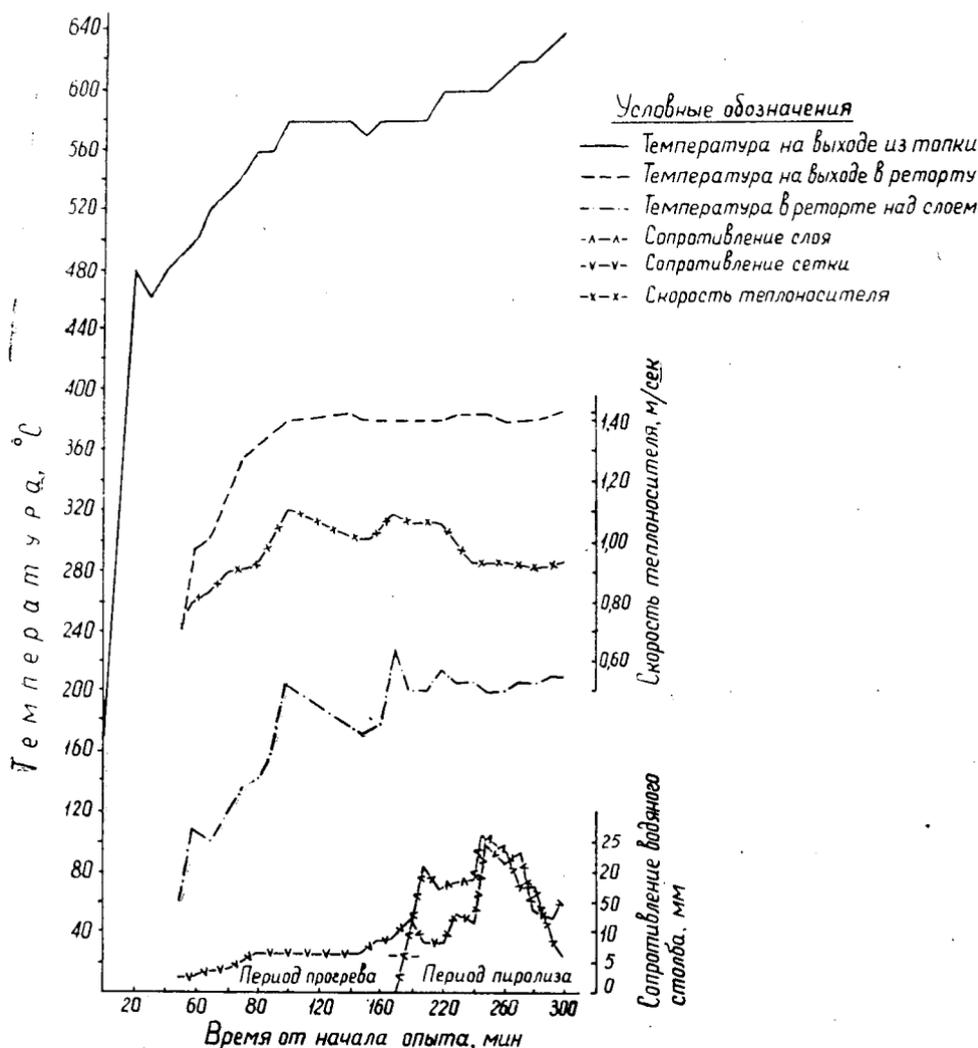


Рис. 2.

ту опилки сразу попадают в поток теплоносителя, нагретого до температуры  $400^{\circ}$ . Температуру экзомертической реакции принимаем  $270^{\circ}$ ; скорость газа в реторте, считая на свободное сечение, по экспериментальным данным принимаем равной  $0,32$  м/сек; при этом получается наиболее устойчивый кипящий слой для опилок размером от 1 до 15 мм. Используя предложенное Уолстоном [5] уравнение для определения коэффициента теплоотдачи от газа к твердым частицам в кипящем слое, получаем

$$\alpha = 0,00146 \cdot G^{1,7} \cdot D_p^{0,5},$$

где  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи от газа к твердым частицам,  $\text{ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{град}$ ;

$G$  — весовая скорость газа, равная  $1491 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{час}$ ;

$D_p$  — средний размер частиц (принят равным 5 мм в диаметре при шаровой форме).

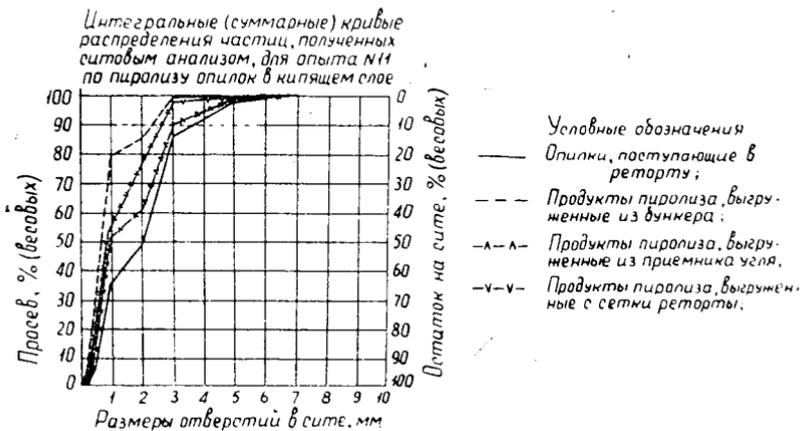


Рис. 3.

Теплопроводность ( $0,178 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{град}$ ) перпендикулярна волокну; теплоемкость, приведенная для древесины при относительной влажности 10%, равна  $0,42 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град}$ ; критерий  $F_0 = 1,414$ ; критерий  $Bi = 0,3600$ . Тогда, пользуясь графиком Гребера, при температуре частиц древесины после сушки около  $50^\circ \text{C}$  и температуре теплоносителя при пиролизе  $400^\circ \text{C}$  получаем время, потребное для разложения древесины, равное 1 мин. В наших опытах время прогрева и термоллиза материала в реторте было более 20 мин. Теплоноситель подавался в реторту с незначительным содержанием кислорода (менее 1%). Количество теплоносителя, проходившего через реторту, составляло  $40\text{--}60 \text{ м}^3 \text{ час}$ . Получены продукты трех видов: уголь, неконденсирующиеся газы и дистиллат. Выход в расчете на абс. сухую древесину смешанных пород (береза и ель) — угля до 40%; летучих кислот 2,4; растворимой смолы 8,8; эфиров около 1%. Полученные данные показывают, что при пиролизе измельченной древесины в кипящем слое получается приблизительно такой же выход, что и при пиролизе стволовой древесины обычными методами, не позволяющими использовать опилки. При этом достигается высокая скорость прогрева и весьма энергичное перемешивание материала, причем большое количество тепла переносится самими частицами, что способствует выравниванию температур во всем объеме, в котором происходит кипение.

Таким образом, мы разработали технологию и сняли показатели по выходам лесохимических продуктов на опытной установке при пиролизе древесных опилок в кипящем слое.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Фефилов, А. И. Соколова. Сушка мелкой древесины в кипящем слое. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 1958. Сборник трудов ЦНИЛХИ Вып. 13, 1959. [2]. Chem. Eng., 58, № 11, 343—348; 1951. [3]. Chem. Eng. Progr., 49, № 2, 96—101, 1953. [4]. Forest. Products Journal, XIII, № 10, 1963. [5]. Ind. Eng. Chem., 44, 6, 147, 1952.

Поступила в редакцию  
14 июля 1965 г.

УДК 634.0.865

**О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ  
НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ЛИГНОУГЛЕВОДНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ  
ИЗ СОСНОВЫХ ОПИЛОК  
С ДОБАВЛЕНИЕМ ЛИСТВЕННИЧНОЙ КАМЕДИ**

**А. С. АККЕРМАН**

Старший инженер

**В. Н. ПЕТРИ**

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

Принцип получения лигноуглеводных древесных пластиков основан на использовании реакционной способности компонентов древесины. Суть принципа заключается в том, что под влиянием достаточного количества воды, определенной температуры и давления в лигноуглеводном комплексе клеточных стенок древесины начинаются процессы гидролитического распада. При сравнительно мягком воздействии можно нарушить целостность комплексов, сохранив при этом реакционную способность лигнина и углеводов. Возможны также изменения в некоторых легко гидролизуемых углеводах, в частности, в арабогалактане. По данным некоторых авторов [4], арабогалактан представляет собой соединение, состоящее из 6 молекул ангидрогалактозы и 1 молекулы ангидроарабинозы, связанных кислородным мостиком. Можно предположить, что гидролитическое расщепление наиболее легко будет происходить по кислородной связи. При определенных условиях лигнин и углеводы, имея свободные связи, вновь вступают во взаимодействие и образуют новые лигноуглеводные комплексы, создающие монолитный пластик. В процессе хранения лигноуглеводные пластики способны увеличивать свою прочность, по-видимому, вследствие последующей поликонденсации и полимеризации.

Из лиственничных древесных частиц, содержащих большое количество арабогалактана, получены прочные и водостойкие пластики [2].

Мы провели исследования для установления возможности получить лигноуглеводные древесные пластики из сосновых опилок.

Исходным материалом служили опилки от круглопильных станков, освобожденные от крупных остатков древесины путем отсева через сито с диаметром отверстий в 5 мм. Для ускорения образования лигноуглеводного комплекса в процессе горячего прессования под давлением было решено использовать камедь (в основе своей — арабогалактан), извлеченную из лиственницы методом экстракции. Камедь играла роль своеобразного связующего [1]. После введения камеди в опилки и после

их сушки до заданной влажности формировали пакеты. Последние подвергали горячему прессованию в гидравлическом прессе П-474 мощностью 100 Т с электрическим обогревом и водяным охлаждением.

Технологический процесс изготовления пластиков и результаты исследования влияния влажности исходного материала подробно описаны в одной из наших статей [1].

Влияние количества камеди на физико-механические показатели плит исследовали путем ее введения в опилки в количестве 1,5; 3,0; 5,0 и 10% от веса абс. сухой древесины. Влажность исходного материала 19%. Режим прессования — давление 25 кг/см<sup>2</sup>; температура 165—170° С; продолжительность прессования 1 мин/мм; охлаждение до 20° без снятия давления.

Физико-механические показатели по ГОСТу 9381—60\* определяли через 5 и 30 суток после запрессовки. Плиты выдерживали в комнатных условиях. Зависимость физико-механических показателей пластиков от количества вводимой камеди приведена в табл. 1. Из табл. 1 видно, что при продолжительности выдержки готовых плит в комнатных условиях в течение 30 суток повышение содержания камеди от 1,5 до 10% приводит к некоторому улучшению физико-механических показателей. Однако увеличение содержания камеди от 3 до 5% не сказывается в скольконибудь заметной мере на прочности и водостойкости пластиков. Увеличение количества вводимой камеди до 10% не дает ожидаемого возрастания прочности. Следовательно, такое увеличение содержания камеди лишено смысла. За оптимальное количество вводимой камеди можно принять 3% от веса абс. сухой древесины. При других влажностях исходного материала закономерности остаются неизменными.

Таблица 1

Количество вводимой камеди, %	Показатели пластиков					
	объемный вес, г/см <sup>3</sup>	прочность при статическом изгибе, кг/см <sup>2</sup>	водопоглощение за 24 час, %	общее влаго-содержание за 24 час, %	разбухание за 24 час, %	влажность исходного материала, %
Через 5 суток после запрессовки						
1,5	1,28	144	7,3	19,8	7,7	16,3
3,0	1,28	131	6,6	18,8	6,5	15,5
5,0	1,28	137	5,5	18,1	5,2	15,6
10,0	1,30	120	5,8	18,1	7,2	16,6
Через 30 суток после запрессовки						
1,5	1,25	142	11,8	21,6	12,3	13,9
3,0	1,26	161	6,7	16,8	6,6	12,6
5,0	1,27	168	6,0	15,8	5,7	12,3
10,0	1,27	203	7,1	17,8	7,4	13,6

Для определения влияния условий кондиционирования были запрессованы по вышеуказанному режиму лигноуглеводные древесные пластики из сосновых опилок одной партии с добавлением 5% камеди. Влажность исходного материала 19%. Кондиционирование пластиков проводили в отапливаемом помещении и специальной камере. Температуру и относительную влажность воздуха в камере автоматически регулировали и брали первую в пределах 25—27°, вторую — в пределах

\* Образцы на определение водостойкости приняты размером 50 × 50 мм, и торцы образцов не обмазывались.

60—65%. Продолжительность кондиционирования после прессования 5 и 30 суток. Результаты опытов сведены в табл. 2.

Таблица 2

Условия кондиционирования	Продолжительность кондиционирования, суток	Показатели пластиков					
		объемный вес, г/см <sup>3</sup>	прочность при статическом изгибе, кг/см <sup>2</sup>	водопоглощение за 24 час, %	общее влагодержание за 24 час, %	разбухание за 24 час, %	влажность в момент испытания, %
В комнатных условиях	5	1,28	131	5,5	18,1	5,2	15,6
	30	1,27	168	6,0	15,8	5,7	12,3
В камере кондиционирован.	5	1,29	138	4,9	18,0	5,2	61,2
	30	1,28	204	6,7	16,3	6,8	12,0

Из табл. 2 видно, что в камере кондиционирования, где поддерживается постоянный температурно-влажностный режим и поверхность плит непрерывно омывается воздухом, они становятся более прочными по сравнению с аналогичными плитами, подвергавшимися кондиционированию в комнатных условиях. Можно не сомневаться в том, что нахождение оптимальных условий кондиционирования позволит еще повысить прочность пластиков.

Для определения влияния давления прессования на свойства пластиков использовали сосновые опилки от круглопильных станков, освобожденные от крупных древесных частиц путем их отсева через сито с диаметром отверстий 5 мм. Количество вводимой камеди 5%; давление прессования 15; 25 и 50 кг/см<sup>2</sup>; температура прессования 165—170° С; время выдержки 1 мин; охлаждение до 20° до снятия давления. Влажность исходного материала подбирали в зависимости от принятого давления прессования: для давления 50 кг/см<sup>2</sup> от 11 до 23%; для давления 25 кг/см<sup>2</sup> от 11 до 31%; для давления 15 кг/см<sup>2</sup> от 23 до 31%.

Плиты испытывали через 5 и 30 суток после их запрессовки. Кондиционирование плит проводили в комнатных условиях.

Результаты исследований показали, что для каждой ступени давления характерна своя оптимальная влажность: чем больше давление, тем ниже влажность.

В табл. 3 приведены физико-механические показатели пластиков из сосновых опилок с добавлением камеди при оптимальных влажностях исходного материала для каждой ступени давления.

Таблица 3

Давление прессования, кг/см <sup>2</sup>	Влажность исходного материала, %	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Прочность при статическом изгибе, кг/см <sup>2</sup>	Водопоглощение за 24 час, %	Общее влагодержание за 24 час, %	Разбухание по толщине за 24 час, %
50	13	1,34	250	6,9	15,3	10,3
25	19	1,27	173	6,0	16,0	5,7
15	25	1,19	149	9,0	17,9	8,0

Из табл. 3 видно, что с увеличением давления прессования объемный вес пластиков возрастает. Прочность при статическом изгибе также увеличивается. Водостойкость плит мало зависит от давления прессования. Приведенные результаты можно объяснить двойкой ролью воды, находящейся в прессуемом материале — она вызывает частичный гидролиз

компонентов древесины и придает древесным частицам надлежащую пластичность.

Пластическая деформация происходит тем совершеннее, чем больше плоскостей скольжения и полнее ориентировка элементарных частиц [3]. Увеличение давления создает лучшие условия для сближения древесных частиц и требует меньше воды для создания пластика.

Для определения влияния продолжительности горячего прессования была подготовлена партия сосновых опилок от круглопильных станков.

После отсева крупных частиц опилки тщательно перемешивали, затем в них вводили камедь в количестве 5% от веса абс. сухой древесины и подсушивали до влажности 19%. Прессовали при температуре плит пресса 165—170°С; давление прессования принято 25 кг/см<sup>2</sup>; продолжительность горячего прессования 0,3; 0,5; 0,8 и 1,0 мин на 1 мм толщины плиты. После окончания горячего прессования плиты пресса охлаждали до 20°С. По каждой серии опытов было запрессовано три плиты.

Физико-механические свойства определяли через 5 и 30 дней после запрессовки.

Кондиционирование плит производили в камере при постоянных условиях. Температура в камере 25—27°С; относительная влажность воздуха 60—65%.

Результаты испытаний приведены в табл. 4. Из табл. 4 видно, что основное влияние продолжительность горячего прессования оказывает на водостойкость плит.

При выдержке в горячем прессе 0,3 мин/мм плиты неводостойки; поверхность образцов после вымачивания рыхлая, легко разрушающаяся.

Таблица 4

Продолжительность горячего прессования, мин/мм	Показатели пластиков					
	объемный вес, г/см <sup>3</sup>	прочность при статическом изгибе, кг/см <sup>2</sup>	водопоглощение за 24 час, %	общее влаго-содержание за 24 час, %	разбухание по толщине за 24 час, %	влажность в момент испытания, %
Через 5 суток после запрессовки						
1,0	1,29	138	4,9	18,2	5,2	16,3
0,8	1,28	144	5,4	18,5	5,4	15,9
0,5	1,28	143	7,5	19,3	7,7	15,3
0,3	1,27	137	17,5	26,3	21,6	15,4
Через 30 суток после запрессовки						
1,0	1,28	204	6,8	16,3	6,7	12,0
0,8	1,28	202	7,3	16,2	6,7	11,0
0,5	1,27	200	9,2	17,9	9,4	11,4
0,3	1,27	202	16,2	22,5	20,0	11,1

Продолжительность горячего прессования 0,5 мин/мм дает также недостаточно водостойкие плиты; при 0,8 и 1 мин/мм водостойкость практически одинакова (не более 7%). Прочность плит при статическом изгибе не зависит от продолжительности (в определенном интервале) горячего прессования.

Процесс прогрева плит идет довольно быстро вследствие высокой влажности прессуемого материала. Охлаждение же идет с поверхности. Как показали исследования, температура в середине пакета в течение

2—3 мин после начала охлаждения продолжает повышаться. Этого времени оказывается достаточно для получения прочных плит при продолжительности прессования 0,3 мин/мм. Это подтверждается и постоянством объемного веса. Оптимальной можно считать продолжительность горячего прессования 0,8 мин на 1 мм толщины готовой плиты.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. С. Аккерман, В. Н. Петри. Лигноуглеводные древесные пластики из сосновых опилок с добавлением лиственничной камеди. Журн. «Механическая обработка древесины» № 32, 1964. [2]. И. А. Вахрушева, В. Н. Петри. Применение измельченной лиственничной древесины для изготовления пластиков без добавления связующих. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1963. [3]. Б. Т. Ив. О механизме и химизме процесса прессования древесины. Журн. «Механическая обработка древесины» № 8, 1964. [4]. Н. И. Никитин. Химия древесины и целлюлозы, 1962.

---

Поступила в редакцию  
30 апреля 1965 г.

УДК 668.7

## МЕХАНИЗМ РАЗГОНКИ ДРЕВЕСНОЙ ПИРОГЕННОЙ СМОЛЫ В ТРУБЧАТЫХ ПЕЧАХ

### Сообщение 1

**Н. Н. КАЛИНИН**

Аспирант

**А. И. КИПРИАНОВ**

Доцент, кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Как показано в одной из наших работ [1], разгонка смолы в трубчатой печи дала положительные результаты.

Значительное увеличение выхода масел, а следовательно, фенолов и нейтральных веществ при непрерывной разгонке показывает, что процесс маслообразования идет в новых условиях. Предполагают, что в древесной смоле масла не предсуществуют, значит при тепловой обработке смолы происходит их образование, а затем отгонка. В общем виде при тепловом воздействии на органические вещества возникают реакции деструкции и уплотнения, причем скорость процессов, ведущих к образованию продуктов глубокого уплотнения, с повышением температуры возрастает медленнее, чем скорость деструкции; таким образом, температурные условия разгонки влияют на ход образования масел. Процесс маслообразования — химический процесс, его протекание, несомненно, также обусловлено наличием кислот и воды в составе смолы [3]. Можно ожидать, что процесс отгонки образовавшихся масел идет по закону Рауля; таким образом, на их выход влияет величина парциальной упругости паров. Процесс разгонки смолы мы изучали в разработанной нами модели трубчатой печи. Аппарат предназначен для разделения смол и других смесей на две фракции (летучую и нелетучую) путем однократного испарения (ОИ). Смолу в расходном баке подогревали до 80° С, расход ее регулировали избыточным давлением. Нагревательная система помещена в ванны с легкоплавким металлом. Температурный уровень в ваннах поддерживали с отклонением  $\pm 3^\circ$ . Температуру разгонки определяли термометром, помещенным в пекоотбойник в непосредственной близости от места выхода масел из трубчатой системы. Температуру смеси в трубчатой системе определяли по температуре в ванне. В период проведения опытов оба термометра должны давать одинаковые показания. Остаточное давление в системе измеряют открытым ртутным манометром, присоединенным к пекоотбойнику.

Необходимое условие разгонки смолы ОИ — турбулизация потока в нагреваемой части трубчатой системы. Скорость подачи выбирается

такая, чтобы критерий Рейнольдса был не ниже  $10^4$ . Длину змеевика определяют по тепловому расчету процесса разгонки. Конденсационная система аппарата обеспечивает полное улавливание летучих продуктов разгонки. Сырьем для исследований служила газогенераторная смола, полученная при газификации 80% хвойных пород и 20% смешанных листовых пород. Характеристика смолы — плотность  $d_{20}^{20} = 1,115 \text{ г/см}^3$ ; влажность 17,4%; водорастворимые кислоты 4,08%; механические примеси 0,82%. Вязкость при 20°С — 173°Е; при 50°С — 7,6°Е; при 70°С — 2,6°Е. Содержание суммарных фенолов 43%; нейтральных веществ 34%; групп  $\text{ОСН}_3$  — 4,6%. Выход фракций при разгонке по Энглеру до 110°С — 18,0 вес. %; 180 — 20,7; 200 — 23,4; 220 — 20,8; 240 — 36,8; 260 — 51,1; 270°С — 57,4 вес. %; пек — 39,1 вес. %.

Изменение химического строения древесной пирогенной смолы при ее тепловой обработке приводит к образованию масел и пека. Количество образовавшихся масел различно при переработке одинакового сырья разными методами. При периодической разгонке предварительно обезвоженная и обескислородная смола подвергается длительному нагреву, при непрерывной разгонке в трубчатой печи тепловая обработка смолы идет непродолжительное время в присутствии воды и кислоты.

Результаты разгонки ОИ газогенераторной смолы помещены в табл. 1. Выход фракций масел, полученных разгонкой ОИ смолы (вес. % от веса абс. сухой смолы), представлен в табл. 2.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Температура разгонки ОИ, °С					
		180	200	220	240	260	280
Скорость подачи сырья . . . . .	кг/час	3,7	4,1	3,7	3,0	3,1	3,2
Значение критерия Re на выходе из трубчатой системы . . . . .	—	5000	8600	11500	10800	13000	16400
Остаточное давление в системе . . . . .	мм рт.ст.	176	191	181	199	203	292
Выход масел (абс. сухих) на абс. сухую смолу . . . . .		24,4	37,3	43,5	53,5	63,0	68,4
Плотность масел $d_{20}^{20}$ . . . . .	г/см <sup>3</sup>	1,065	1,088	1,084	1,088	1,093	1,099
Температура размягчения пека (по кольцу и шару) . . . . .	°С	32	38	44	52	68	98
Содержание в маслах:							
суммарных фенолов . . . . .	%	55,0	50,4	50,0	55,0	54,0	54,2
нейтральных веществ . . . . .	"	27,0	34,0	35,6	36,4	30,5	30,3
групп — $\text{ОСН}_3$ . . . . .	"	5,75	5,07	4,83	4,50	4,40	4,30

Таблица 2

Пределы кипения фракций, °С	Фракционный состав масел (вес. %) с температурой разгонки ОИ, °С					
	180	200	220	240	260	280
До 180 (без воды)	6,2	3,4	3,3	2,6	1,8	2,3
180—200 . . . . .	12,8	7,7	8,6	6,1	5,0	4,3
200—220 . . . . .	32,4	20,5	21,0	18,2	13,8	11,5
220—240 . . . . .	60,4	42,7	39,2	34,6	39,0	22,5
240—260 . . . . .	80,4	61,2	57,2	50,2	43,8	36,0
260—280 . . . . .	90,6	76,8	72,0	63,0	59,2	49,0
280—300 . . . . .	97,0	93,4	90,6	80,2	76,0	64,0
Выше 300 . . . . .	—	—	—	88,6	88,0	86,8
Пек . . . . .	3,0	6,6	9,4	(до 305°С) 11,4	(до 308°С) 12,0	(до 317°С) 13,2

Сравнительные показатели периодической разгонки газогенераторной смолы [2] и ее непрерывной разгонки помещены в табл. 3.

Таблица 3

Условия разгонки. ОИ	Выход продуктов разгонки (%)				
	креозотные масла (температура кипения 180—240 °С)	антиокислительная фракция (температура кипения 240—300 °С)	флотационные масла (температура кипения выше 300 °С)	пск	фенолы
Периодическая разгонка	7—9	18—19	—	52—60	—
Непрерывная разгонка ОИ при 180 °С	13,4	9,0	—	76,3	12,3
200	16,0	18,9	—	64,7	17,0
220	17,7	22,3	—	60,0	21,0
240	18,1	24,8	4,5	52,6	26,3
260	19,4	31,6	8,0	41,0	32,8
280	17,6	32,6	17,8	32,0	36,9

Таким образом, увеличение выхода масел при непрерывной разгонке идет за счет креозотной и, в основном, антиокислительной фракций.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. Я. Коротов, А. А. Ливеровский, А. И. Киприанов, К. Вяльяк. Опыт разгонки древесной пирогазированной смолы в трубчатых печах. Журн. «Лесохимическая и гидролизная промышленность» № 8, 1961. [2]. В. П. Сумароков. Химия и технология переработки древесных смол. Гослесбумиздат, 1948. [3]. Д. В. Тищенко, И. М. Силищенская, Н. В. Борисова. Непрерывная перегонка газогенераторной древесной смолы. ЖПХ, т. XXI, 5, 1948.

Поступила в редакцию  
20 июля 1965 г.

УДК 661.727 : 547.724.1

## КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ НА РАСПАД КСИЛОЗЫ И ВЫХОД ФУРФУРОЛА

**В. К. КОНОВАЛОВ**

Аспирант

**В. И. ШАРКОВ**

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для увеличения скорости образования и выхода фурфурола из пентозансодержащего сырья некоторые авторы рекомендуют использовать соли  $\text{NaCl}$  [4],  $\text{NaHSO}_4$  [1],  $\text{CaCl}_2$  [5],  $\text{ZnCl}_2$  [6], [11],  $\text{AlCl}_3$  [11],  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  [7], [12], растворимые соли хрома [7]. Однако систематически влияние чистых солей на кинетику реакции распада ксилозы и выход фурфурола не изучали. В. П. Леванова и В. И. Шарков [3] исследовали скорость этой реакции в присутствии смеси серной кислоты и солей  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{NaVO}_3$ . Было отмечено специфическое действие солей хрома и алюминия на распад ксилозы. Увеличение скорости реакции при добавлении этих солей к серной кислоте значительно превышало эффект, который можно было бы ожидать.

Методика исследований описана в другой нашей работе.

На рис. 1 приведены зависимости логарифма оставшейся ксилозы ( $\lg C$ ) от продолжительности нагревания ( $t$ ) для сернокислого, хлористого и уксуснокислого алюминия при температуре  $160^\circ\text{C}$ .

Из рис. 1 видно, что зависимости выражены прямыми линиями. Отсюда можно сделать вывод, что для этих солей скорость распада ксилозы подчиняется реакции первого порядка.

В табл. 1 представлены найденные константы скорости реакции распада ксилозы в присутствии солей при  $160^\circ\text{C}$ .

Концентрации  $\text{NaBr}$ ,  $\text{NaI}$  и  $\text{NaF}$  взяты эквивалентными по содержанию натрия, а концентрации  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$  эквивалентны по содержанию алюминия.

Из данных табл. 1 можно заключить, что для щелочных солей  $\text{NaF}$ ,  $\text{NaVO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$  и солей  $\text{TiCl}_4$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{SbCl}_3$ ,  $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ , подвергающихся разложению при гидролизе, скорость реакции во времени изменяется. Для остальных солей величины  $K_{\text{час}}$  при различной продолжительности нагревания остаются постоянными, то есть они подчиняются реакции первого порядка.

На рис. 2 представлена зависимость скорости распада ксилозы  $K_{\text{час}}$  при  $160^\circ\text{C}$  от pH исходных растворов хлористых солей различных металлов, причем pH определяли в исследуемом растворе при температуре  $20^\circ\text{C}$ .

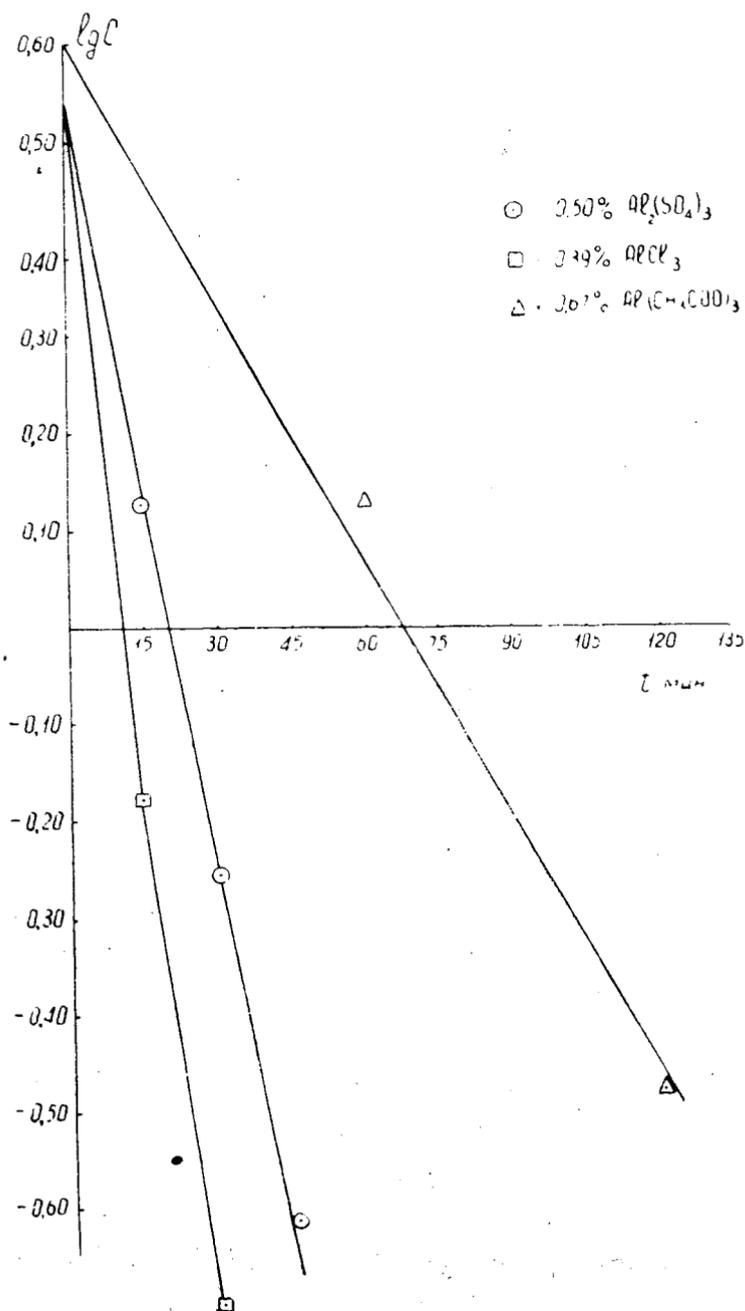


Рис. 1.

Из рис. 2 видно, что скорость реакции в зависимости от концентрации ионов водорода в зоне рН от 0,8 до 2,0 графически выражается прямой линией. Дальнейшее увеличение рН в меньшей степени влияет на  $K_{\text{час}}$ . Исключение представляют соли хрома и алюминия, которые, несмотря на невысокую кислотность раствора, разлагают ксилузу с большей скоростью.

Таблица 1

Катализатор	Концентрация катализатора, %	$K_{\text{час}}$ ксилозы	Катализатор	Концентрация катализатора, %	$K_{\text{час}}$ ксилозы
LiCl	1,00	0,109	TiCl <sub>4</sub>	1,00	5,44—3,09
NaCl	1,00	0,159	SnCl <sub>2</sub>	1,00	2,30—1,72
NaBr	1,76	0,144	PbCl <sub>2</sub>	1,00	1,43—0,89
NaJ	2,57	0,138	SbCl <sub>3</sub>	1,00	2,39—1,76
NaF	0,72	1,177—0,626	Bi <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1,00	1,14—0,52
NaVO <sub>3</sub>	1,00	7,69—1,14	Cr Cl <sub>3</sub>	0,60*	7,18
(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ·12MoO <sub>3</sub>	1,00	8,70—5,70	Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0,55*	5,70
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> SO <sub>3</sub> Na	1,00	0,130	Cr(CH <sub>3</sub> COO) <sub>3</sub>	1,00	1,71—4,81
MgCl <sub>2</sub>	0,64*	0,236—0,115	Mn Cl <sub>2</sub>	1,00	0,288
CaCl <sub>2</sub>	1,00	0,169	Fe Cl <sub>2</sub>	0,64*	0,464—0,383
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1,00	0,159	Fe Cl <sub>3</sub>	1,00	0,862—0,693
SrCl <sub>2</sub>	1,00	0,171	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1,00	0,291
BaCl <sub>2</sub>	1,00	0,138	CoCl <sub>2</sub>	1,00	0,580
CdCl <sub>2</sub>	1,00	0,310—0,240	NiCl <sub>2</sub>	0,55*	0,747
CuCl <sub>2</sub>	1,00	0,934	PdCl <sub>2</sub>	1,00	1,220
ZnCl <sub>2</sub>	1,00	0,909	PtCl <sub>4</sub>	1,00	2,290
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0,50*	3,520	Без катализатора	—	1,130
AlCl <sub>3</sub>	0,39	5,230			
Al(CH <sub>3</sub> COO) <sub>3</sub>	0,67	1,154			

\* Концентрации соответствуют 1%-ным растворам гидратов солей.

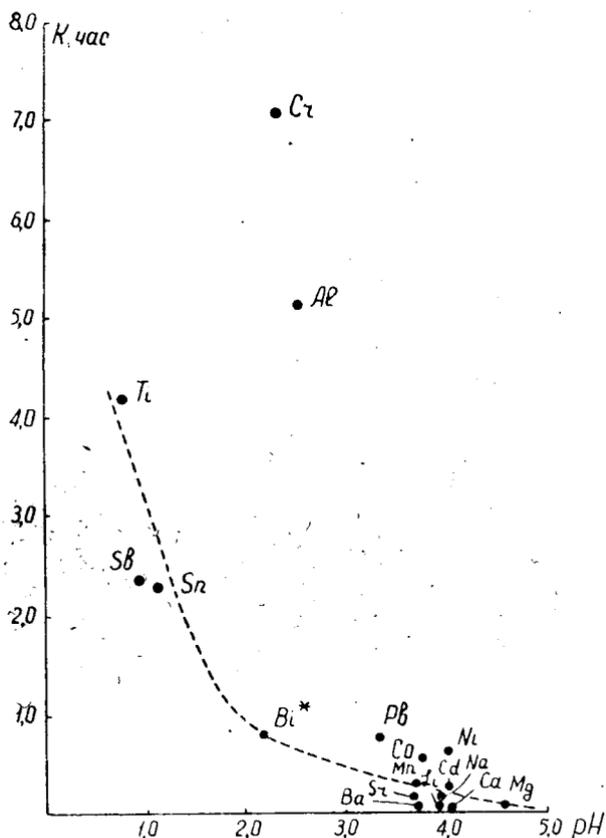


Рис. 2. \* Сернокислый висмут.

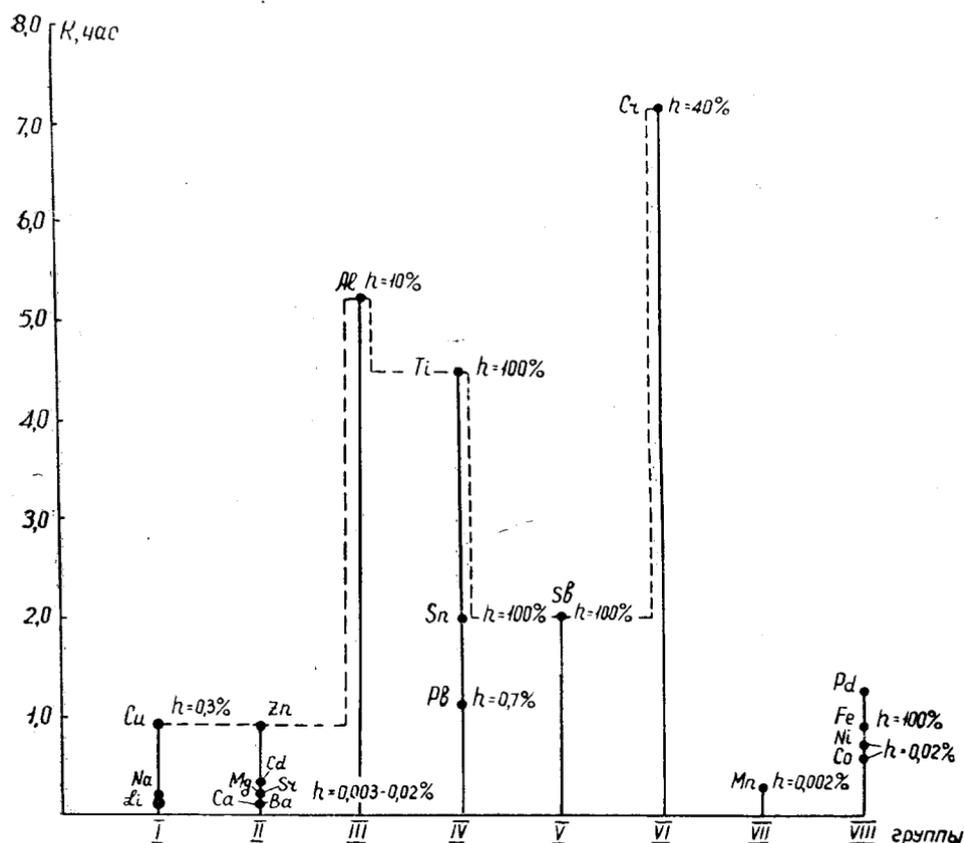


Рис. 3.

На рис. 3 представлено размещение металлов в группах по величинам  $K_{\text{час}}$ , и здесь же для наглядности приведены округленные значения степеней гидролиза хлористых солей, взятые из литературных источников [8], [9], [10]. Из рис. 3 видно, что самое низкое положение занимают металлы I, II и VII групп — Li, Na, Mg, Ca, Sr, Ba и Mn. Гидраты окислов этих металлов обладают основными свойствами и поэтому степень гидролиза их солей очень мала. У Cd, Ni и Co основные свойства выражены слабее, поэтому степень гидролиза их солей и соответственно величина  $K_{\text{час}}$  несколько выше, чем у ранее названных металлов. Гидраты окислов Cu и Zn обладают слабо выраженными амфотерными свойствами, поэтому их соли заметно гидролизуются и обеспечивают соответственно более высокую кислотность и скорость реакции дегидратации ксилозы. Соли амфотерных металлов Ti, Sn, Sb, Fe при нагревании их водных растворов гидролизуются полностью вследствие того, что при этом образуются нерастворимые основные соли (например, у солей титана — гидрат окисла). У четыреххлористого титана вся соляная кислота освобождается, поэтому обеспечена высокая скорость реакции. У солей олова, сурьмы и железа часть кислоты остается связанной в нерастворимой основной соли, поэтому каталитическая активность этих солей, несмотря на гидролиз, слабее, чем у титана.

Хром и алюминий обладают амфотерными свойствами, поэтому их соли также подвергаются значительному гидролизу. Так, при  $100^\circ\text{C}$

хлористый алюминий гидролизуеться на 10, а хлористый хром на 40%. Несмотря на более низкую степень гидролиза солей хрома и алюминия по сравнению с титаном, их каталитическая активность значительно выше, чем у последнего. Следовательно, на реакцию дегидратации ксилозы, кроме ионов водорода, влияют и другие катализаторы.

Известно, что в результате гидролиза хлористых солей хрома и алюминия образуются растворимые основные соли. В этом, возможно, состоит существенное отличие свойств солей хрома и алюминия от других металлов.

Для выяснения причины высокой каталитической активности солей алюминия и хрома мы изучили скорость распада ксилозы в присутствии гидратов окислов этих металлов и основных солей. Одно- и двухосновную соли алюминия и одноосновную соль хрома получали прибавлением соответствующего количества аммиака к хлористым солям. Полученные значения констант помещены в табл. 2.

Таблица 2

Катализатор	Концентрация, %	$K_{\text{час}}$ дегидратации ксилозы
Al Cl <sub>3</sub>	0,39	5,23
{ Al Cl <sub>3</sub>	0,39	5,04
{ NH <sub>4</sub> OH	0,10	
{ Al Cl <sub>3</sub>	0,39	0,44
{ NH <sub>4</sub> OH	0,20	
Al (OH) <sub>3</sub>	1,00	0,142
Cr Cl <sub>3</sub>	0,60	7,18
{ Cr Cl <sub>3</sub>	0,60	7,49
{ NH <sub>4</sub> OH	0,13	
Cr (OH) <sub>3</sub>	1,00	0,216

Из табл. 2 видно, что в присутствии смеси 0,39%-ного хлористого алюминия и 0,10%-ного аммиака, соответствующей образованию одноосновной соли хлористого алюминия, скорость реакции близка к скорости для чистого 0,39%-ного хлористого алюминия. Скорость реакции падает в присутствии того же количества хлористого алюминия и двойного количества аммиака. Гидрат окиси алюминия как катализатор инертен. Смесь 0,60%-ного хлористого хрома и 0,13%-ного аммиака, соответствующая образованию одноосновной соли хлористого хрома, обладает такой же каталитической активностью, как и чистый 0,60%-ный хлористый хром. Активность гидрата окиси хрома очень низка. Эти данные позволяют предполагать, что самостоятельными катализаторами реакций разложения ксилозы, кроме ионов водорода, являются растворимые одноосновные соли алюминия и хрома, образующиеся при гидролизе средних солей в воде при 160° С.

На рис. 4 приведена диаграмма максимальных выходов фурфурола из разложившейся ксилозы в присутствии хлористых солей различных металлов.

Из рис. 4 видно, что более высокие выходы фурфурола из ксилозы (66—65% от теоретически возможного) дают соли металлов, обладающих основными свойствами (Li, Na, Ba, Mg, Ca, Cd, Sr, Mn, Fe, Co и Ni); несколько ниже (51%) — соли металлов, проявляющих амфотерные свойства (Cu, Zn). Самые низкие выходы фурфурола (37—32%) получают при использовании солей типичных амфотерных металлов III, IV, V и VI групп (Al, Sn, Sb, Cr, Pb). Четыреххлористый титан дает такой же выход фурфурола, как и чистая соляная кислота.

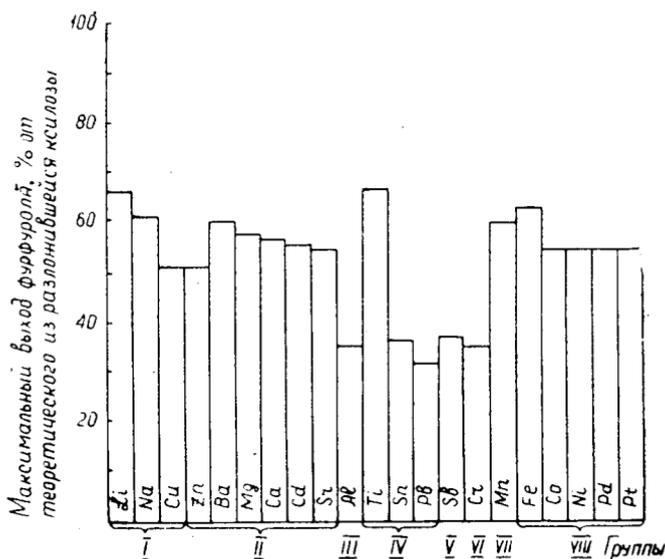


Рис. 4.

Известно [2], что окислительные свойства металлов возрастают с увеличением порядкового номера в периоде. Для оценки способности элементов к присоединению электронов введено понятие «электроотрицательности». Чем больше величина электроотрицательности элемента, тем сильнее его окислительные (неметаллические) свойства.

На рис. 5 приведена зависимость максимальных выходов фурфурола от электроотрицательности металлов (хлористых солей).

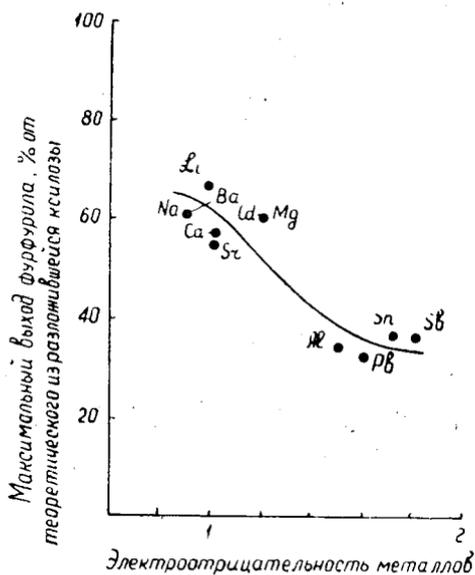


Рис. 5.

Из графика видно, что наименьший выход фурфурола дают металлы, обладающие большей электроотрицательностью (Al, Pb, Sn, Sb).

Щелочные соли ( $\text{NaF}$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$  и другие) дают очень низкие выходы фурфурола.

В табл. 3 приведены константы скорости распада ксилозы, полученные при  $160^\circ\text{C}$  в присутствии смешанных катализаторов — серной кислоты и солей.

Таблица 3

Катализатор	Концентрация соли, %	$K_{\text{час}}$ ксилозы
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ . . . . .	—	1,030
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$ . . . . .	4,000	1,827
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ . . . . .	0,593	0,701
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaHSO}_4$ . . . . .	1,000	1,151
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$ . . . . .	1,720	0,255
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KHSO}_4$ . . . . .	2,720	1,243
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . . . . .	0,051	1,360
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . . . . .	0,138	2,032
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . . . . .	0,256	2,482
0,2н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . . . . .	0,513	3,580
1н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ . . . . .	—	6,250
1н. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . . . . .	2,560	8,993

Из табл. 3 видно, что прибавление к 0,2 н. серной кислоте 4%-ного хлористого натрия несколько увеличивает скорость распада ксилозы. Добавление средних сернокислых солей натрия и калия уменьшает  $K_{\text{час}}$ , так как снижается концентрация ионов водорода. Кислые соли натрия и калия незначительно увеличивают скорость реакции. Прибавление к 0,2н. серной кислоте 0,138%-ного сернокислого алюминия увеличивает скорость распада ксилозы в 2 раза, а 0,256%-ного — в 2,48 раза, то есть с увеличением концентрации этой соли эффект ее действия уменьшается.

На рис. 6 и 7 помещены графики выходов фурфурола из разложившейся ксилозы в растворах чистой серной кислоты и смесей этой кислоты с хлористым натрием и сернокислым алюминием.

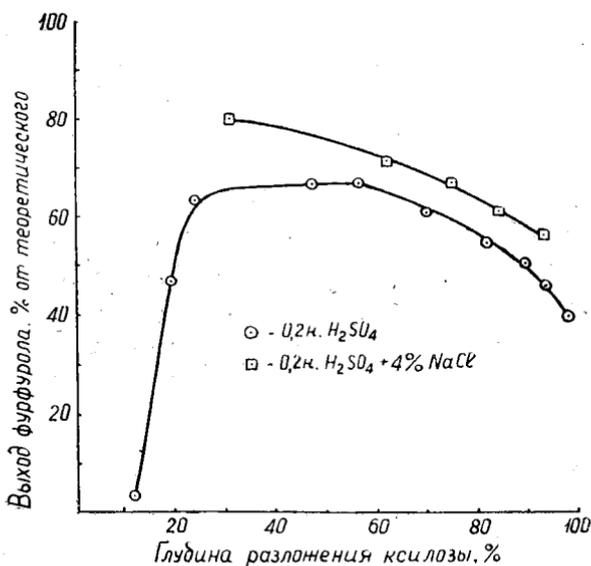


Рис. 6.

Из рис. 6 видно, что добавление 4 %-ного хлористого натрия увеличивает выход фурфурола из ксилозы по сравнению с чистой серной кислотой (в стационарных условиях) приблизительно на 10%.

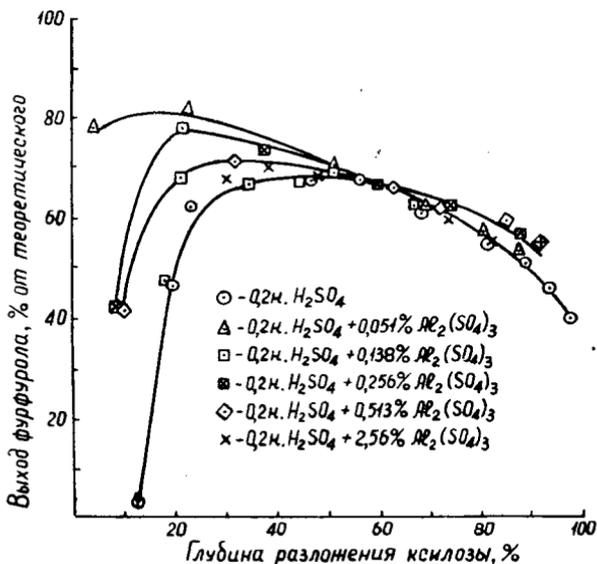


Рис. 7.

Из рис. 7 видно, что прибавление сернокислого алюминия от 0,051 до 2,56 % практически не изменяет выход фурфурола по сравнению с чистой серной кислотой. Выходы фурфурола, получаемые в присутствии смесей серной кислоты с сернокислыми солями натрия и калия, которые представлены в табл. 3, одинаковы с выходом, получаемым на чистой серной кислоте, то есть составляют 65—67 % от теоретически возможного.

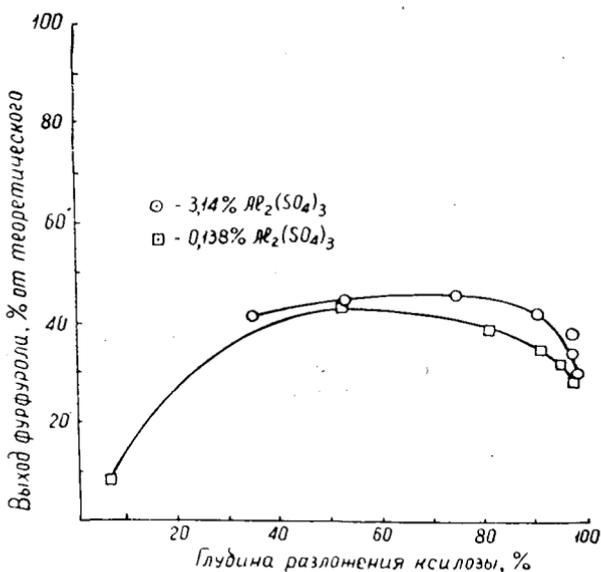


Рис. 8.

На рис. 8 представлены графики выходов фурфурола в присутствии 0,138% и 3,14%-ного серноокислого алюминия при 160°С.

Из рисунка видно, что максимальный выход фурфурола из разложившейся ксилозы практически не зависит от концентрации соли и составляет 43—44% от теоретически возможного.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Калниньш, Г. Э. Домбург, С. М. Левенделе. Труды Института лесохозяйственных проблем и химии древесины АН Латвийской ССР, т. 19, 213, 1960.
- [2]. А. А. Кудрявцев. Составление химических реакций. Государственное изд-во «Высшая школа», М., 1962. [3]. В. П. Леванова, В. И. Шарков. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 1956. [4]. Д. И. Мирлис, Л. М. Сергель. Авторское свидетельство на изобретение № 31433 от 8.VII-1931/31.VIII-1933.
- [5]. В. Г. Панасюк, Д. Г. Игнатенко, Л. В. Панасюк, В. П. Репка. Авторское свидетельство СССР № 145563 от 21.III-1962. [6]. В. Г. Панасюк, Л. В. Панасюк, В. П. Репка. Авторское свидетельство СССР № 146427 от 23.IV-1962. [7]. В. И. Шарков, И. И. Корольков, В. П. Леванова. Авторское свидетельство СССР № 123956 от 20.XI-1959. [8]. I. Ans, E. Lax. Taschenbuch für Chemiker und Physiker. Zweitere Auflage, Berlin, 1949. [9]. Landolt—Börnstein. Physikalisch Chemische Tabellen. Auflage II, Berlin, 1923. [10]. Landolt—Börnstein. Physikalisch Chemische Tabellen. Zweiter Teil, 1931. [11]. P. Rovesti. «Chemical Abstracts» 57, 8778, 1962. [12]. F. Zumstein. Deut. Pat. № 642246 от 31.VII-1931/27.II-1937.

Поступила в редакцию  
6 сентября 1965 г.

УДК 668.472

## ДИФфуЗИЯ КАНИФОЛИ В БЕНЗИНОВЫХ РАСТВОРАХ, НАХОДЯЩИХСЯ В КАПИЛЛЯРАХ ДРЕВЕСИНЫ

Сообщение 5

ВЛИЯНИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА ПРОЦЕСС ДИФфуЗИИ КАНИФОЛИ  
В РАСТВОРАХ, НАХОДЯЩИХСЯ В КАПИЛЛЯРАХ ДРЕВЕСИНЫ

*Л. В. МЕНЬШИКОВА**З. С. КАЛУГИНА**И. П. СИДОРОВСКАЯ*

Научные сотрудники

(Архангельский институт леса и лесохимии)

*С. Я. КОРОТОВ*

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

При изучении процесса диффузии смолистых веществ в бензиновых растворах, находящихся в капиллярах древесины, в основу математической обработки экспериментальных данных, как было указано в предыдущих сообщениях [1], [2], была положена гипотеза об аналогии процесса молекулярной диффузии с движением жидкости вообще.

Как известно, в общем виде движение жидкости описывается дифференциальным уравнением Навье-Стокса. Рассматривая движение в капиллярах, можно описать его этим уравнением для одной оси. Критериальный интеграл такого уравнения представляет

$$\Phi (No, Fr, Eu, Re) = 0,$$

где  $No$  — критерий гомохронности;

$Fr$  — критерий Фруда;

$Eu$  — критерий Эйлера;

$Re$  — критерий Рейнольдса.

Для молекулярной диффузии в капиллярах древесины по аналогии можно написать

$$\Phi (No', Fr', Eu', Re', Pe') = 0.$$

Штрих показывает, что критерий несколько преобразован применительно к молекулярной диффузии.

Из обычных диффузионных критериев учитывается только критерий Пекле ( $Pe'$ ), так как критерий Нуссельта ( $Nu'$ ) включает в себя коэффициент массопередачи, характерный для случая перехода (в наших

условиях отсутствующего) массы из одной фазы в другую. Критерии  $Re$  и  $Re'$  объединены в диффузионный критерий  $Pr'$  (Прандтля).

Если влияние диффузии в капиллярах описывать не только критериальным уравнением, но и обычной формулой Фика

$$dG = -D \cdot \frac{dC}{dl} \cdot F \cdot d\tau,$$

где  $G$  — количество диффундирующего вещества,  $\kappa\Gamma$ ;  
 $F$  — сечение работающих пор на единицу загрузки,  $m^2$ ;  
 $\tau$  — время,  $сек$ ;  
 $D$  — коэффициент диффузии,  $m^2/сек$ ;  
 $C$  — концентрация раствора в капиллярах,  $\kappa\Gamma/m^3$ ;  
 $l$  — длина капилляра,  $m$ ;

$$-\frac{dC}{dl} = \frac{\Delta C}{l},$$

то из критериальной формулы можно исключить  $Ho'$ .

Кроме того, было принято, что в отдельных опытах при постоянстве температуры и размеров щепы критерий Фруда не должен меняться и им можно пренебречь.

В результате этих соображений было предложено второе уравнение (после формулы Фика)

$$Pr' = f(Eu'),$$

описывающее процесс диффузии в капиллярах в каждом отдельном опыте, который проводили в стабильных температурных условиях [1]. Поскольку постоянство значений гравитационного критерия Фруда может быть принято только для отдельных опытов, то для обобщения результатов возникла необходимость экспериментальным путем проверить влияние силы тяжести на скорость диффузии. С этой целью проведена серия опытов.

Для опытов была использована щепка, полученная из пневого осмола, заготовленного в бору-черничнике (Ч) [2]. Размеры щепы  $10 \times 4 \times 4$  мм и  $15 \times 4 \times 4$  мм\*. Очевидно, если силы тяжести влияют на скорость диффузии в капиллярах, то поскольку диффузия в 8—9 раз быстрее идет через торец, чем через боковые поверхности [3], безразлично, как расположены щепочки во время диффузии — вертикально или горизонтально относительно оси волокон. Проекция торца на горизонтальную плоскость  $16$  мм<sup>2</sup>, проекция боковой поверхности  $40$  и  $60$  мм<sup>2</sup>, но торец работает в 8 раз лучше. Следовательно, диффузия в щепочках, расположенных вертикально, должна идти скорее, чем в расположенных горизонтально.

Опыты проводили по методике, использованной нами ранее [2]. Щепу, предварительно пропитанную до полного насыщения бензиновыми растворами канифоли, экстрагировали бензином. По ходу процесса экстракции отбирали пробы, в которых титрованием  $0,5$  н. спиртовым раствором КОН определяли содержание канифоли. Некоторые изменения мы внесли в методику загрузки пропитанной щепы. Из каждого образца пропитанной щепы отбирали две навески по  $60$  г, одну из которых загружали в реакционный сосуд в строго вертикальном положении (по направлению длины волокон), другую — в горизонтальном. Для загрузки были приспособлены определенной формы контейнеры, сделанные из тонкой металлической сетки. Заполненные щепой контейнеры помещали в сосуд цилиндрической формы, снабженный мешалкой и термометром, и

\*  $10$  и  $15$  — длина щепы по длине волокна.

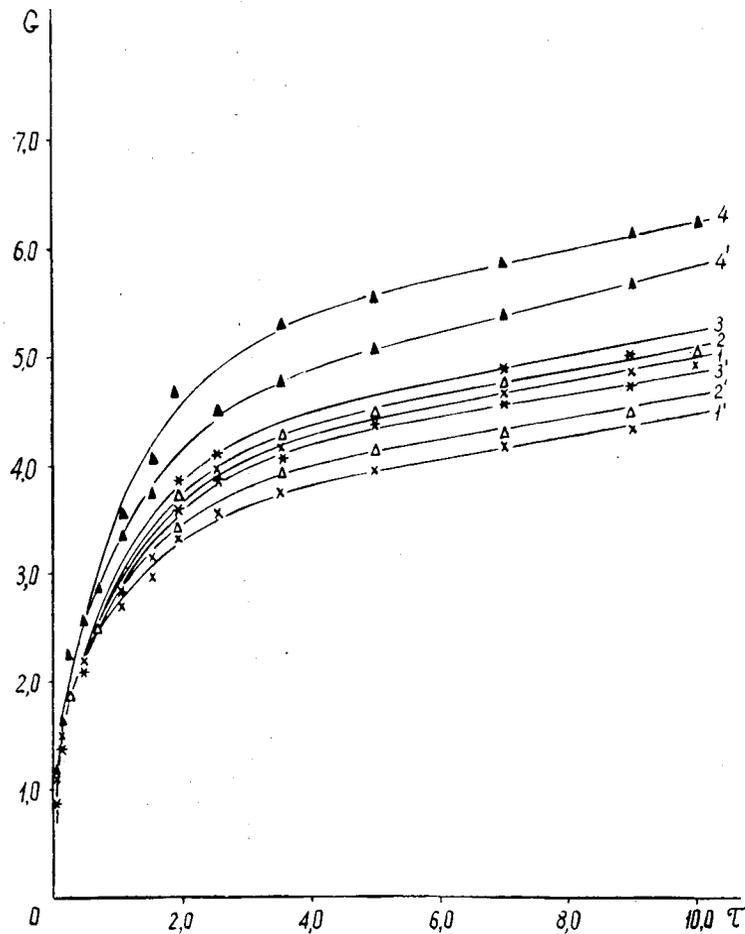


Рис. 1.

Кривые 1 и 2 —  $Ch=15$ ; 3 и 4 —  $Ch=10$  при вертикальном положении щепы;  
 1' и 2' —  $Ch=15$ ; 3' и 4' —  $Ch=10$  — при горизонтальном положении щепы.

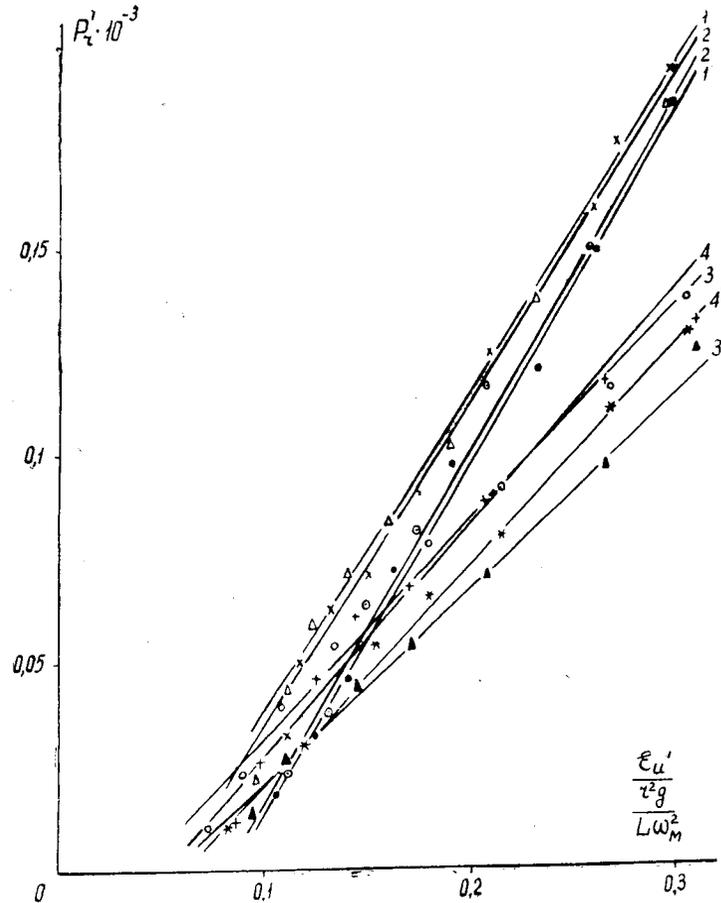


Рис. 2.

Обозначения см. под рис. 1.

заливали бензином. Время окончания заливки экстрагента считали за начало опыта. По истечении определенных промежутков времени от начала опыта отбирали пробы (по 10 мл каждая) следующим образом: первую — через 3 мин от начала опыта, последующие — через каждые 5 мин (в течение 30 мин), 10 мин (в течение 30 мин), 30 мин (в течение 4 час) и затем через 60 мин до окончания опыта. Всего в течение опыта отбирали 22—25 проб, что давало возможность проследить кинетику извлечения канифоли из капилляров древесины и изменение концентрации раствора во времени. Опыты проводили при температуре 20° С. Соотношение между весом щепы и заливаемым экстрагентом было постоянным (3, 43). Данные опытов обрабатывали и для каждого из них строили зависимость

$$G = f(\tau),$$

где  $G$  — количество канифоли, извлеченной из 100 г абс. сухой обессмоленной щепы, г;  
 $\tau$  — время, час.

Кривые извлечения канифоли представлены на рис. 1. Как видно из рис. 1, во всех опытах с горизонтальной загрузкой щепы кривые расположены ниже, чем с вертикальной загрузкой. Следовательно, степень извлечения канифоли при горизонтальной загрузке щепы во всех случаях меньше, чем при вертикальной загрузке.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали по ранее принятым формулам [2] и строили графическую зависимость  $Pr' = f(Eu')$ , представленную на рис. 2. На этом рисунке видно проявление той же закономерности, что и на рис. 1.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что сила тяжести оказывает заметное влияние на скорость процесса диффузии канифоли в бензиновых растворах, находящихся в капиллярах древесины. Это позволяет при обработке экспериментальных данных использовать критерий Фруда или его производные (критерий Галлилея и особенно Архимеда).

*Поправка.* В четвертом сообщении, помещенном в «Лесной журнал» № 4 за 1965 г., в головке последней графы табл. 2 напечатано «начало II периода», следует «конец II периода». На вклейке к той же статье клише, поставленное к рис. 2, является рисунком первым, а то, что помещено на месте рис. 1 — рисунком вторым.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962. [2]. С. Я. Коротов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962. [3]. В. А. Лямин и др. Журн. «Химстрой» № 7, 1930.

Поступила в редакцию  
18 сентября 1964 г.

УДК 678.4

## ВЛИЯНИЕ КОАГУЛИРУЮЩЕГО АГЕНТА НА СВОЙСТВА ЛИГНИНОПОЛНЕННЫХ РЕЗИН

**А. М. БУКАНОВ**

Аспирант

**Ф. Ф. КОШЕЛЕВ**

Профессор

**Ю. Г. КОРАБЛЕВ**

Доцент, кандидат технических наук

(Московский институт тонкой химической технологии)

**Б. Д. БОГОМОЛОВ**

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Щелочной сульфатный лигнин, введенный в виде щелочного раствора в каучук на стадии латекса, является его активным усилителем при их совместном осаждении [2], [5], [8].

В работах ряда авторов [5], [8], [9], посвященных исследованию усиления каучука лигнином, указывается, что условия соосаждения (температура, концентрация коагулирующего агента, интенсивность перемешивания, рН среды) оказывают существенное влияние на свойства лигнинонаполненных резин. В большинстве случаев для совместного осаждения каучука с лигнином использовали органические и минеральные кислоты, чтобы создать определенное значение рН среды. Однако известно [6], что из щелочного раствора лигнин может быть выделен не только кислотой, но и растворами солей, содержащими ионы многовалентных металлов  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Al}^{+++}$ , которые являются также коагулирующими агентами для латекса.

Осаждение лигнина можно объяснить, если представить, что в щелочном растворе лигнин находится в виде диссоциированной соли (Лиг)<sup>n-</sup>Na<sub>n</sub><sup>+</sup>, которая дает с катионами многовалентных металлов не растворимые в воде соли (Лиг)<sub>m</sub>Me<sub>n</sub>, а в кислой среде осаждается в виде «лигнокислоты» [1]. Можно предположить, что резины, приготовленные из лигнинового каучука (полученного при совместном осаждении лигнина и латекса коагулирующими агентами, содержащими различные катионы), имеют различные физико-механические показатели.

В качестве коагулирующих агентов мы исследовали 2%-ные растворы солей, содержащих катионы водорода (уксусная кислота), магния (хлористый магний), кальция (хлористый кальций), алюминия (хлористый алюминий). Каучуковый бутадиен — стирольный латекс (СКС-30

ПХП) смешивали со щелочным раствором лигнина и смесь выливали в раствор соответствующего коагулирующего агента при температуре 40° С. Полученный осадок фильтровали и промывали для удаления избытка ионов коагулирующего агента. Были получены лигнинокаучуковые смеси, содержащие 5, 10 и 30 весовых частей лигнина на 100 частей каучука. Резиновые смеси готовили по следующему рецепту: каучук — 100 весовых частей; лигнин — 0; 5; 10 или 30; тиурам (тетраметилтиурам-дисульфид) — 3; окись цинка — 5; стеариновая кислота — 2; масло ПН-6 — 10 весовых частей. Режим смешения для всех смесей был одинаков.

Для изучения брали образец лигнина ПВ-7-8-61 [3], имеющий следующую характеристику: влажность 17,32%; смолистых \* 0,47; водорастворимых \* 10,43; золы \* 2,55; лигнина \* 83,38%.

Результаты физико-механических испытаний резин (в оптимальном вулканизации), содержащих разные количества лигнина, осажденного с каучуком различными коагулирующими агентами, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание лигнина, вес. частей	Коагулирующий агент	Модуль 300%, кг/см <sup>2</sup>	Модуль 500%, кг/см <sup>2</sup>	Предел прочности при разрыве, кг/см <sup>2</sup>	Относительное удлинение, %	Остаточное удлинение, %	Сопротивление раздиру, кг/см	Эластичность по отскоку, %	Твердость по Шору, усл. ед.
0	H <sup>+</sup>	9	13	25	625	12	7	58	28
5		16	28	59	620	12	10	56	28
10		21	34	106	680	14	16	50	35
30		45	95	207	650	26	53	36	68
5	Ca <sup>++</sup>	17	29	65	700	16	16	54	32
10		26	37	143	675	16	20	48	50
30		62	120	227	700	30	76	32	73
5	Mg <sup>++</sup>	12	22	52	750	24	10	58	32
10		17	27	104	750	26	12	52	36
30		52	105	212	700	24	74	36	71
30	Al <sup>+++</sup>	70	140	248	650	30	90	32	76

Из результатов, представленных в табл. 1, можно заключить, что свойства лигнинонаполненных резин в большой степени зависят от коагулирующего агента, примененного для осаждения лигнинокаучуковой смеси как при малых (5—10), так и больших (30 весовых частей) наполнениях. При переходе от катионов с меньшей валентностью (H<sup>+</sup>) к катионам с большей валентностью (Ca<sup>++</sup>, Al<sup>+++</sup>) соответственно возрастают предел прочности при разрыве, твердость и особенно модули и сопротивление раздиру. Такое изменение физико-механических показателей лигнинонаполненных резин, по-видимому, происходит из-за увеличения агломератов, образуемых молекулами лигнина, в результате связывания молекул катионами многовалентных металлов. Известно, что лигнины с более высоким молекулярным весом проявляют большую усиливающую способность [4]. Поэтому применяют конденсацию лигнинов с мочевиной, формальдегидом и др. [7].

\* Содержание в сухом лигнине.

Использование различных осадителей лигнинокаучуковых смесей приводит и к другим изменениям свойств лигнинонаполненных резин. В табл. 2 показаны потери веса вулканизатов резин, содержащих 30 весовых частей лигнина.

Таблица 2

Катион коагулирующего агента	Потеря веса (%) при экстрагировании	
	2%-ным раствором едкого натра в течение 2,5 час	5%-ным раствором аммиака в течение 24 час
$H^+$	14,6	1,68
$Mg^{++}$	20,2	0,126
$Ca^{++}$	5,8	0,081
$Al^{+++}$	22,6	8,7

Из результатов, представленных в табл. 2, можно сделать вывод, что лигнин, осажденный вместе с каучуком солью, содержащей катионы кальция, имеет меньшую растворимость в щелочи, чем лигнин, осажденный другими катионами. По-видимому, это связано с меньшей гидролизуемостью солей кальция.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1958. [2]. Б. Д. Богомолов, Э. Г. Лазарянц, Н. В. Щербакова, З. М. Румянцева, Д. П. Емельянов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1959. [3]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, 1962, стр. 97. [4]. Г. Л. Часовщиков, Ю. Г. Кораблев, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1963. [5]. Л. С. Ясенкова. Диссертация. МИТХТ, 1953. [6]. E. E. Harris. Forest Prod. J. № 5, 1955, 345. [7]. H. E. Nash, G. S. Mills. Патент США № 2890183, 9, 1959. [8]. J. J. Keilen, A. Pollak. Ind. Eng. Chem. 39. IV-1947 г. [9]. G. S. Mills. Патент США № 2854397, 29, VII-1958.

Поступила в редакцию  
11 мая 1964 г.

УДК 65.011.56 : 674.093.6.—412.85.

## КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ОСТАНОВКИ ХЛЫСТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ТРАНСПОРТЕРА

**Н. А. ГУЦЕЛЮК**

Аспирант

**П. В. ЛАСТОЧКИН**

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Автоматизация раскряжевочных работ на нижних лесных складах принимает все более широкий размах, однако существующие автоматизированные установки не обеспечивают выпилку кряжей требуемой точности по длине. Объясняется это, прежде всего, тем, что конструирование подобных установок не имеет еще своей теоретической базы. Недостаточно исследована, например, точность остановки хлыста в зависимости от таких факторов, как скорость движения и масса хлыста, коэффициенты сопротивления движению тягового устройства транспортера по направляющим и хлыста по тяговому устройству. Наиболее существенный из этих факторов — скорость подачи хлыста.

Основная цель нашей работы — повышение производительности автоматизированных раскряжевочных установок путем увеличения скорости подачи хлыстов и обеспечение точности длин отпиливаемых сортиментов в пределах требований ГОСТа. Для выполнения этой работы была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка. В целях более широкого исследования факторов, влияющих на точность остановки хлыста, в конструкции установки были предусмотрены следующие возможности: скорости движения транспортеров изменяются в пределах от 0,15 до 5,0 м/сек, что значительно больше, чем скорости движения существующих производственных образцов; установка работает на одно- и двухскоростном режимах; система отмера длин отпиливаемых сортиментов применяется с фиксирующим упором и без него.

Экспериментальная установка, общий вид которой изображен на рис. 1, а, состоит из подающего и приемного транспортеров, привода, системы полуавтоматического управления и датчиков. Тяговым устройством подающего транспортера 12 является пластинчатая втулочно-роликовая цепь 13 с укрепленными на ней гладкими траверсами. Натяжение цепи транспортера винтовое или грузовое (рис. 1, б). Приемный роликовый транспортер 10 расположен последовательно за подающим. Привод роликов осуществляется с помощью цилиндрических и конических шестерен, что обеспечивает жесткую связь роликов с цепным транспортером и общим приводом установки. Это уменьшает свободный ход

роликов и повышает точность остановки хлыста. На раме транспортера устроен передвигной съемный упор 15.

Привод установки представляет собой две кинематические цепи, одна из которых служит для рабочих, а другая — для пониженных скоростей движения транспортеров. Каждая цепь состоит из электродвигателя 2, коробок передач 4 и 6, электромагнитной муфты 7 и общего для обеих кинематических цепей редуктора 8. Наличие коробки передач обеспечивает большой диапазон изменения скоростей движения транспортеров (20 передач для рабочих и 20 — для пониженных скоростей).

Для создания необходимого тормозного момента во время остановки транспортеров, на быстроходном валу редуктора установлен колодочный электромагнитный тормоз 9 типа ТКТ-300Б.

Продолжительная работа экспериментальной установки и результаты исследования позволяют сделать вывод о целесообразности применения электромагнитных муфт и принципиальной схемы данного привода для автоматизированных раскрывочных установок, работающих с двухскоростным режимом.

Полуавтоматическое управление установкой осуществляется с помощью исполнительных механизмов и фотоэлектрической системы отмера длин опиливаемых сортиментов.

При двухскоростном режиме работы транспортеров хлысты подаются с высокой (рабочей) скоростью. При пересечении хлыстом луча первой подсветки 3 происходит автоматическое отключение электромагнитной муфты 7 от привода рабочей скорости и включение второй электромагнитной муфты 1, установленной на приводе пониженной скорости. Транспортер переходит на низкую скорость. При пересечении хлыстом луча второй подсветки 5 отключается электромагнитная муфта привода пониженной скорости и включается тормоз 9, транспортеры останавливаются. Окончательная фиксация хлыста на приемном транспортере может осуществляться жестким упором 15.

Для замера пути и скорости движения транспортера и хлыста, силы удара хлыста об упор, смещения хлыста относительно траверса транспортера и крутящего момента на валу ведущей звездочки были сконструированы и изготовлены специальные датчики. Датчик для замера пути и скорости движения транспортера (рис. 2, а) установлен на валу 2 ведущей звездочки транспортера. Основанием датчика является текстолитовый диск 1, на ободе которого укреплены два кольца 5 (двойной реохорд), изготовленные из нихромовой проволоки. Концы проволоки соединены с сопротивлениями  $R_1$  —  $R_4$ , размещенными на торцевой стороне диска и соединенными в мостовую схему. В одну из диагоналей моста через щетки 4 и контактные кольца 3 подводится питание от батареи, в другую — через реохорды и щетки 6 включен гальванометр осциллографа.

Принципиальная электрическая схема датчика изображена на рис. 2, б. Датчик допускает измерения пути в пределах от нуля и выше без ограничений, скорости — в пределах от 0 до 5,0 м/сек.

Кроме описанного датчика, для замера скорости движения транспортера на валу ролика приемного транспортера установлен тахогенератор (автосин), который имеет пределы измерения скорости от 0 до 5,0 м/сек и выше.

При трогании транспортера с места, переходе его с рабочей скорости на пониженную и при торможении наблюдается смещение хлыста относительно транспортера. В связи с этим на экспериментальной установке применен датчик, позволяющий определить путь и скорость движения хлыста.

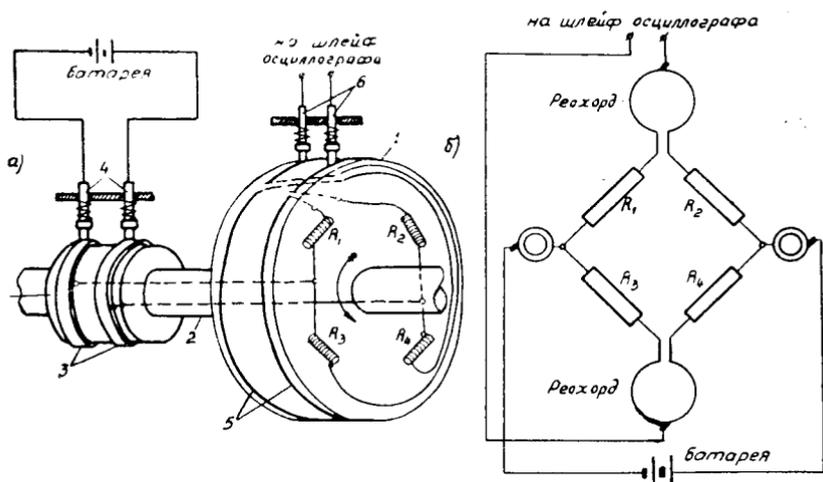


Рис. 2.

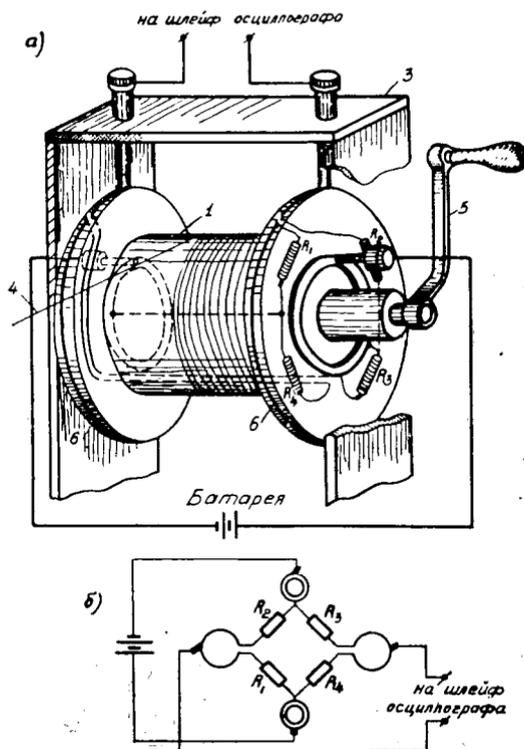


Рис. 3.

По устройству и принципу действия этот датчик аналогичен датчику реохорду. Установлен он в начале подающего транспортера на кронштейне 3 (рис. 3, а). Барабан 1 с двойным реохордом 6 приводится во вращение нитью 4, свободный конец которой соединен с задним торцом хлыста. Жесткость нити подобрана такой, чтобы исключить собственные низкочастотные колебания. Для уменьшения момента инерции вращаю-

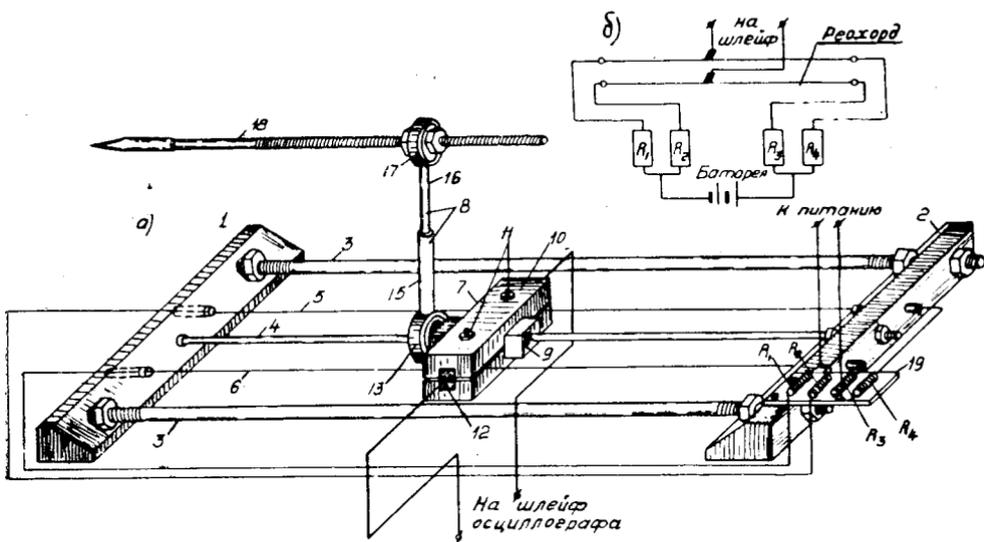


Рис. 4.

шихся деталей рукоятка 5, служащая для наматывания нити, при рабочем движении снимается. В целях устранения инерционных искажений барабан притормаживается.

Принципиальная электрическая схема датчика изображена на рис. 3, б. Пределы измерений те же, что и у датчика для замера пути и скорости движения транспортера. Значительные ускорения движения транспортера вызывают, как уже указывалось выше, смещения хлыста относительно транспортера. Для определения величины этого смещения применен специальный датчик, общий вид которого изображен на рис. 4, а.

Основанием датчика служат траверсы 1 и 2, связанные с цепью транспортера и перемещающиеся по его направляющим. Для жесткости последние соединены стяжными шпильками 3. Между траверсами натянуты направляющий стержень 4 и нихромовые проволоки 5 и 6 (двойной реохорд). По направляющему стержню свободно перемещается ползунок 7, состоящий из сердечника 9 и зажимных планок 10, стянутых подпружиненными болтами 11. Проволочки реохорда зажимаются между контактными пластинами 12, к которым присоединены провода, идущие на гальванометр осциллографа. Ползунок с помощью шарикоподшипников 13 и 17 и телескопического соединения 8 связан со стержнем 18, который своим заостренным концом вбивается в задний торец хлыста.

Возможные поперечные смещения и вращение хлыста при его движении по транспортеру не оказывают влияния на ползунок 7 и на точность замера. Это достигается конструкцией соединения между ползунком и стержнем 18, имеющей много степеней свободы.

На траверсе 2 укреплен кронштейн 19 с размещенными на нем сопротивлениями  $R_1 - R_4$ , включенными по мостовой схеме.

Принципиальная электрическая схема датчика изображена на рис. 4, б.

Датчик имеет пределы измерения перемещений от 0 до  $\pm 0,400$  м.

Для измерения крутящего момента на валу ведущей звездочки служит датчик, представляющий собой промежуточный вал, на котором наклеены проволочные датчики сопротивления. Этот датчик не имеет

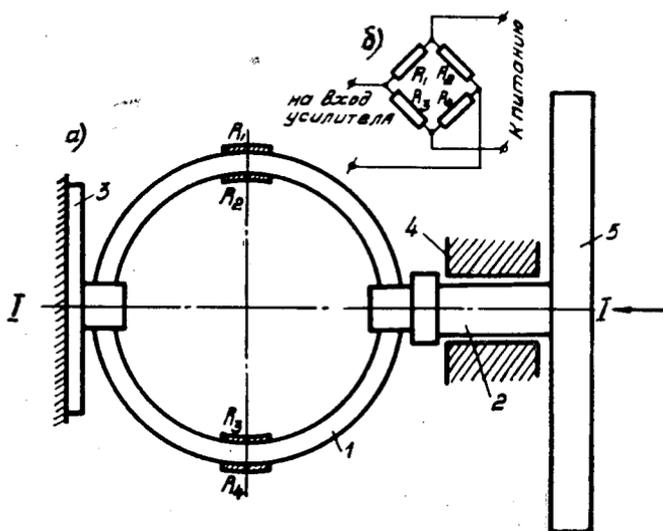


Рис. 5.

токосъема со скользящими контактами. Провода соединены непосредственно с проволочными датчиками сопротивления, и при движении транспортера они наматываются на вал. Датчик рассчитан на максимальный крутящий момент 200 кгМ.

Для замера силы удара хлыста об упор на раме приемного транспортера установлен датчик (рис. 5, а), состоящий из динамометрического стального кольца 1 с наклеенными на него в указанных на схеме местах проволочными датчиками сопротивления  $R_1 - R_4$ .

Динамометрическое кольцо с одной стороны жестко соединено с опорной стенкой 3, с другой — со стержнем 2. Последний проходит через направляющую втулку 4 и на конце имеет диск 5, который представляет собой упор, воспринимающий удар хлыста.

В целях большей точности замера силы удара при изменении диаметра хлыста, в конструкции датчика предусмотрена возможность его вертикального перемещения с тем, чтобы ось 1—1 датчика совпадала с осью хлыста. Принципиальная электрическая схема датчика приведена на рис. 5, б. Предел измерений силы удара — до 3000 кг. При установке динамометрических колец различного сечения пределы измерений могут быть значительно расширены.

Вся измерительная и регистрирующая аппаратура подобрана с расчетом возможности регистрации исследуемых процессов с погрешностью, не превышающей 3%.

Применение описанных выше датчиков, приспособлений и приборов (для замера коэффициентов сопротивления движению), а также электрических схем (для регистрации времени срабатывания элементов автоматического управления установкой) дало возможность экспериментально исследовать основные факторы, влияющие на точность остановки хлыста.

УДК 65.011.56 : 674.047

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР

**А. А. СМИРНОВ**

Доцент

**Г. П. КУЗЬМИНОВ**

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Статические характеристики технологических объектов регулирования — важный фактор, определяющий выбор средств автоматического регулирования и их настройку для получения переходных процессов лучшего качества. Они определяют зависимость между выходными и входными параметрами регулируемого объекта в установившихся состояниях, позволяют решить задачу, к какому классу — линейных или нелинейных — относится данный объект регулирования и какова его нелинейность, а также дают возможность найти величину коэффициента усиления объекта простыми методами.

Паровые лесосушильные камеры периодического действия представляют собой тепловые объекты регулирования с изменяющейся по мере высушивания пиломатериалов нагрузкой и обладают семейством статических характеристик, определяющих зависимости между различными координатами процесса сушки.

Вследствие большой инерционности лесосушильных камер и сложности достижения воспроизводимости результатов экспериментов в производственных условиях опытное определение статических характеристик камеры — крайне трудоемко. Оно требует длительной подготовки и оснащения камеры рядом контрольно-измерительных приборов и автоматических регуляторов, часть из которых необходима только для проведения исследования и не нужна при обычной работе камеры.

Предлагаемые аналитические методы определения статических характеристик паровых лесосушильных камер периодического действия позволяют не производить указанных экспериментальных исследований и основаны на закономерностях тепло- и массообмена между сушильным агентом и высушиваемой древесиной.

Для нахождения статических характеристик исходным является следующее уравнение баланса:

$$Q_{\text{кал}} = Q_{\text{исп}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{огр}} \text{ ккал/час}, \quad (1)$$

где  $Q_{\text{кал}}$  — поступление тепла от калориферов, ккал/час;

$Q_{\text{исп}}$  — расход тепла на испарение влаги из высушиваемой древесины и на нагрев свежего воздуха, ккал/час;

$Q_{\text{пр}}$  — расход тепла на прогрев древесины, *ккал/час*;

$Q_{\text{огр}}$  — потеря тепла через ограждения камеры в окружающую среду, *ккал/час*.

В уравнении (1) поступление тепла от калориферов определяют по равенству

$$Q_{\text{кал}} = F_{\text{кал}} \cdot k_{\text{кал}} \cdot (\vartheta_{\text{п}} - \vartheta_{\text{с}}) \text{ ккал/час}, \quad (2)$$

где  $F_{\text{кал}}$  — поверхность нагрева калориферов, *м<sup>2</sup>*;

$k_{\text{кал}}$  — коэффициент теплопередачи от калориферов к сушильному агенту, *ккал/м<sup>2</sup>·час·град*;

$\vartheta_{\text{п}}$  — температура греющего пара в калориферах, *°С*;

$\vartheta_{\text{с}}$  — температура сушильного агента в камере, *°С*.

Расход тепла на испарение содержащейся в пиломатериалах влаги

$$Q_{\text{исп}} = B_{\text{час}} \cdot q_{\text{исп}} \text{ ккал/час}, \quad (3)$$

где  $B_{\text{час}}$  — количество удаляемой из древесины влаги в единицу времени, *кг/час*;

$q_{\text{исп}}$  — удельная теплота испарения (*ккал/кг*), определяемая [2] по уравнению

$$q_{\text{исп}} = \frac{I_2 - I_0}{d_2 - d_0} \cdot 1000 - \vartheta_{\text{мат}} \text{ ккал/кг}, \quad (4)$$

где  $I_2$  и  $I_0$  — теплосодержание соответственно обработавшего воздуха (после прохождения через штабель) и свежего (наружного) воздуха, *ккал/кг*;

$d_2$  и  $d_0$  — влагосодержание соответственно обработавшего и свежего воздуха, *г/кг* сухого воздуха;

$\vartheta_{\text{мат}}$  — температура пиломатериалов в камере, принимаемая равной температуре влажного термометра психрометра, *°С*.

Количество удаляемой из древесины влаги

$$B_{\text{час}} = G_0 \cdot \frac{\Delta w_{\text{отн}}}{\Delta t} \text{ кг/час}, \quad (5)$$

где  $G_0$  — вес абс. сухой древесины, *кг*;

$w_{\text{отн}}$  — относительная влажность древесины;

$\frac{\Delta w_{\text{отн}}}{\Delta t}$  — скорость сушки для данного участка процесса, *1/час*.

Расход тепла на прогрев высушиваемой древесины

$$Q_{\text{пр}} = \frac{G \cdot c \cdot (\vartheta_{\text{мат}} - \vartheta_{\text{нар}})}{t_{\text{пр}}} = \frac{G_0 \cdot (c_0 + w_{\text{отн}}) \cdot (\vartheta_{\text{мат}} - \vartheta_{\text{нар}})}{t_{\text{пр}}} \text{ ккал/час}, \quad (6)$$

где  $G$  — общий вес влажной древесины, *кг*;

$c$  и  $c_0$  — теплоемкость соответственно влажной и абс. сухой древесины, *ккал/кг·град*;

$\vartheta_{\text{нар}}$  — температура наружного воздуха, зависящая от местных условий, *°С*;

$t_{\text{пр}}$  — продолжительность прогрева, *час*.

При проектировании камеры для нахождения необходимой поверхности нагрева калориферов расход тепла на прогрев древесины вычисляют по уравнению (6). В равновесных режимах  $\vartheta_{\text{мат}}$  — величина постоянная, а расход тепла на прогрев отсутствует, то есть  $Q_{\text{пр}} = 0$ . Под

влиянием возмущающих или регулирующих воздействий температура высушиваемой древесины изменяется крайне медленно и незначительно, поэтому на данном этапе сушки для упрощения расчетов расходом тепла на прорев пиломатериалов можно пренебречь [1], [5], [6], [7].

Расход тепла на потери через ограждения камеры

$$Q_{огр} = \sum_{i=1}^n F_i \cdot k_i \cdot (\vartheta_c - \vartheta_{нар}) \text{ ккал/час}, \quad (7)$$

где  $F_i$  — площадь поверхности отдельных элементов ограждений камеры,  $m^2$ ;

$k_i$  — коэффициенты теплопередачи для этих элементов ограждений,  $\text{ккал}/m^2 \cdot \text{час} \cdot \text{град}$ .

Коэффициенты теплопередачи зависят от температуры воздуха, омывающего ограждение, но так как температура сушильного агента  $\vartheta_c$  изменяется в сравнительно узких пределах, а температуру наружного воздуха  $\vartheta_{нар}$  можно с некоторым допущением считать постоянной, то коэффициенты  $k_i$  принимаем за постоянную величину.

Таким образом, расход тепла на сушку древесины в паровой лесосушильной камере периодического действия

$$Q_{суш} = G_0 \cdot \frac{\Delta w_{отн}}{\Delta t} \cdot \frac{I_2 - I_0}{d_2 - d_0} \cdot 1000 - \vartheta_{мат} + \sum_{i=1}^n F_i \cdot k_i \cdot (\vartheta_c - \vartheta_{нар}) \text{ ккал/час}. \quad (8)$$

По уравнению (8) рассчитано потребление тепла на сушку пиломатериалов (толщиной 25 мм) в лесосушильной четырехштабельной камере объемом 340  $m^3$ . Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Этап сушки от $\vartheta_1$ абс до $\vartheta_2$ абс, %	Продолжительность этапа $t_{эт}$ , час	$Q_{исп}'$ ккал/кг	$B_{час}'$ кг/час	$Q_{исп}'$ ккал/час	$\vartheta_c$ , °C	$Q_{огр}'$ ккал/час	$Q_{суш}'$ ккал/час
80—40	80	583	95	55500	80	12500	68000
40—30	30	587	63,5	37200	84	13100	50300
30—20	35	591	54,2	32000	87	13500	45500
20—15	30	592	31,7	18800	89	13900	32700
15—10	40	612	23,7	14500	91	14200	28700
10—6	45	622	16,9	10500	94	14600	25100

В расчетах были приняты следующие условия:

$$\sum_{i=1}^n F_i \cdot k_i = 156 \text{ ккал/час} \cdot \text{град} = \text{const}; \quad I_0 = 12 \text{ ккал/кг}; \quad d_0 = 15 \text{ г/кг};$$

$$\vartheta_{нар} = 5^\circ \text{C} = \text{const} \text{ (принято для зимних условий)}.$$

На основании данных табл. 1 можно построить две статические характеристики воздушно-паровой лесосушильной камеры периодического действия, из которых одна  $Q_{исп} = f(\vartheta_{абс})$  приведена на рис. 1, а вторая  $Q_{суш} = f(\vartheta_c)$  — на рис. 2. В общем случае подобного рода характеристики имеют явно нелинейный характер. Однако в данном частном случае для конкретных условий заданной сушильной камеры характеристика  $Q_{исп} = f(\vartheta_{абс})$  приближается к прямой.

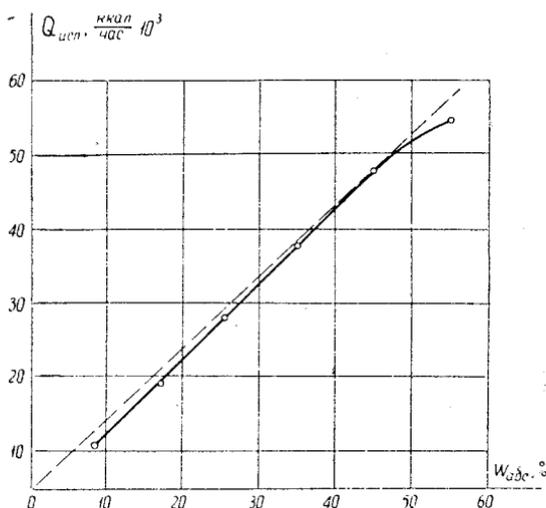


Рис. 1.

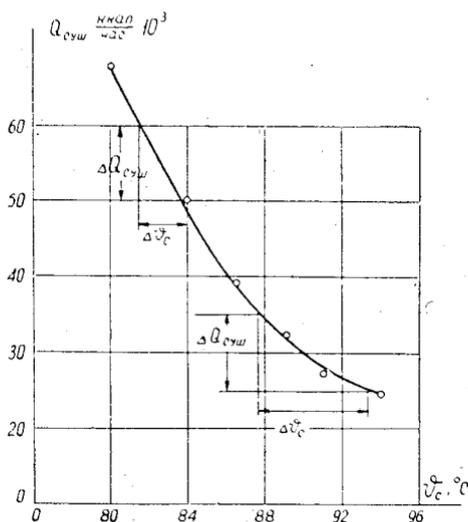


Рис. 2.

Как в данном, так и в общем случае для упрощения расчетов целесообразно заменить полученную реальную нелинейную статическую характеристику линейной, то есть осуществить так называемую линейризацию кривой графика.

Такая замена — линейризация основана на малости отклонений и широко используется в теории и практике автоматического регулирования параметров не только тепловых объектов.

В данном частном случае кривая характеристики  $Q_{\text{исп}} = f(w_{\text{абс}})$  заменяется прямой линией, проходящей через начало координат, уравнение которой имеет вид

$$Q_{\text{исп}} = 1080w_{\text{абс}} \text{ ккал/час}, \quad (9)$$

где  $w_{\text{абс}}$  — абсолютная влажность высушиваемой древесины, %.

Как видно из рис. 1, на конечном участке заметно наибольшее несоответствие действительной кривой и заменяющей ее прямой линии. Так, например, для влажности  $\omega_{абс} = 55\%$   $Q_{исп} = 55\,000$  ккал/час, а в результате вычисления по уравнению (9) получаем  $Q_{исп} = 59\,500$  ккал/час, то есть для этой точки относительная погрешность линеаризации составляет 8%, что допустимо.

Статическая характеристика, приведенная на рис. 2, имеет сильно выраженную нелинейность. В этом случае линеаризацию производят методом усреднения по способу наименьших квадратов или же в отдельных интервалах кривой проводят кусочную линеаризацию [4].

Полученные статические характеристики позволяют сделать важный вывод о том, что в паровых сушильных камерах периодического действия интенсивность испарения влаги  $V_{час}$  в процессе сушки постепенно уменьшается, вследствие чего при неизменном количестве подаваемого тепла температура сушильного агента повышается. Это свойство сушильной камеры приводит к тому, что для отдельных этапов сушильного процесса крутизна статической характеристики камеры меняется.

Эта крутизна характеризуется коэффициентом усиления объекта  $k_0$ , величину которого определяют по следующим уравнениям:

$$\left. \begin{aligned} k_0 &= \frac{\Delta Q_{исп}}{\Delta \omega_{абс}} \text{ ккал/час} \cdot \% \text{ влажности;} \\ k_0 &= \frac{\Delta Q_{суш}}{\Delta \vartheta_c} \text{ ккал/час} \cdot \text{град.} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Коэффициент усиления представляет собой размерное число, показывающее с какой степенью усиления входная величина объекта автоматического регулирования передается на выход данного объекта.

Для статической характеристики  $Q_{исп} = f(\omega_{абс})$   $k_0 \approx 1080$  ккал/час · % влажности, то есть для уменьшения влажности высушиваемых пиломатериалов на 1% при прочих постоянных параметрах требуется изменение (уменьшение) часового расхода тепла на испарение примерно на 1080 ккал/час. Нелинейность статической характеристики  $Q_{суш} = f(\vartheta_c)$ , зависящая от изменения тепловой нагрузки в процессе сушки, вызывает заметное изменение коэффициента усиления объекта по этапам сушки. Так, на верхнем и нижнем участках кривой статической характеристики (рис. 2) коэффициент усиления соответственно составляет 4170 и 1800 ккал/час · град.

Паровые лесосушильные камеры периодического действия обладают также статической характеристикой  $\Delta \vartheta_c = f(\omega_{абс})$ , где  $\Delta \vartheta_c$  — разность температур сушильного агента до штабеля и после него (°C). Для выявления указанной закономерности произведены теплотехнические расчеты, результаты которых приведены в табл. 2. При этих расчетах влажность сушильного агента (на основании [7]) принимали на первой стадии сушки равной 95%, на второй — 90%.

При рассмотрении данных табл. 2 видно, что по мере высушивания материалов температура сушильного агента после штабеля заметно падает, а разность температур  $\Delta \vartheta_c$  возрастает. Это объясняется резким снижением теплосодержания сушильного агента в процессе сушки, что видно из уравнения

$$I_2 = 0,24 \vartheta_{2c} + 0,001 d_2 \cdot (597 + 0,46 \vartheta_{2c}) \text{ ккал/кг.} \quad (11)$$

Подставляя в уравнение (11) значения  $I_2$  и  $d_2$  из табл. 2, получаем значения температуры сушильного агента после штабеля. Выполнив

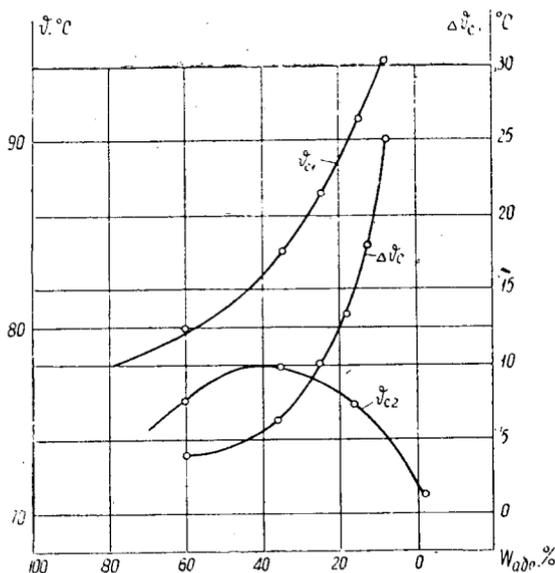


Рис. 3.

расчеты, легко убедиться, что они подтверждают вышеизложенное положение.

Таблица 2

Этап сушки от $w_1$ абс. до $w_2$ абс. $\omega_0$	Параметры до штабеля				Параметры после штабеля					$\Delta t_c =$ $t_{c1} - t_{c2}$ , °C	$\Delta \theta_{\text{мат}} =$ $\theta_{\text{мат}1} -$ $-\theta_{\text{мат}2}$
	$t_{c1}$ , °C	$\theta_{\text{мат}1}$ , °C	$\varphi$ , %	$I_1$ , ккал/кг	$t_{c2}$ , °C	$\theta_{\text{мат}2}$ , °C	$\varphi_2$ , %	$I_2$ , ккал/кг	$d_2$ , г/кг		
80—40	80	75	80	263	76	74,5	95	263	—	54	0,5
40—30	84	77	76	310	78	76,5	95	310	462	6	0,5
30—20	87	76	63	280	77	75,5	95	280	417	10	0,5
20—15	89	74	53	248	76	73,5	90	248	368	13	0,5
15—10	91	71	43	205	73	70,5	90	205	298	18	0,5
10—6	94	67	32	170	69	66,5	90	170	246	25	0,5

Статическая характеристика  $\Delta t_c = f(w_{\text{абс}})$ , построенная по данным табл. 2, приведена на рис. 3. Она представляет собой четко выраженную гиперболу.

Правая ветвь гиперболы, характеризующая конечный этап процесса сушки, стремится к некоторому пределу, числовое значение которого определяется ограничивающей эту ветвь асимптотой.

Следует заметить, что основная причина нелинейности статических характеристик лесосушильных камер объясняется сложными зависимостями тепло- и массообмена от состояния температуры и влажности сушильного агента в камере и влажности высушиваемых пиломатериалов. Как известно [3], многие физические параметры, характеризующие изменение влажности сушеной древесины и параметров сушильного агента, имеют криволинейную или более сложную зависимость от температуры и влажности воздуха в камере и влажности пиломатериалов.

## Выводы

1. Статические характеристики  $Q_{исп} = f(w_{абс})$ ;  $Q_{суш} = f(\vartheta_c)$  и  $\Delta\vartheta_c = f(w)$  паровых лесосушильных камер периодического действия могут быть определены аналитическим путем.

2. Статические характеристики рассматриваемых камер имеют нелинейный характер, вследствие чего коэффициент усиления объекта в продолжение всего процесса сушки постепенно значительно уменьшается.

3. В процессе сушки пиломатериалов рассматриваемые сушильные камеры работают в условиях постепенного снижения тепловой нагрузки и поэтому динамические характеристики необходимо экспериментально определять на двух — трех различных этапах режима сушки, например, при 60, 30 и 15% -ной влажности высушиваемой древесины.

4. Гиперболический характер статической характеристики  $\Delta\vartheta_c = f(w_{абс})$  позволяет оптимизировать процесс сушки по разности температур сушильного агента на входе и выходе его из штабеля.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. В. Кречетов. Сушка древесины. Гослесбумиздат, 1949. [2]. П. Д. Лебедев. Расчет и проектирование сушильных установок. Госэнергоиздат, 1963. [3]. А. В. Лыков. Тепло- и массообмен в процессах сушки. Госэнергоиздат, 1956. [4]. М. М. Майзель. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов. Изд-во «Высшая школа», 1964. [5]. Н. С. Селюгин. Сушка древесины. Гослесбумиздат, 1940. [6]. П. С. Серговский. Гидротермическая обработка древесины. Гослесбумиздат, 1958. [7]. П. В. Соколов. Сушка древесины. Гослесбумиздат, 1960.

Поступила в редакцию  
1 декабря 1965 г.

УДК 634.0.228.3

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЕЖВИДОВЫХ  
ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В СМЕШАННЫХ МОЛОДНЯКАХ**В. И. ТИХОНОВ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

Изучение характера межвидовых взаимоотношений древесных пород в смешанном древостое позволяет оценить их конкурентные свойства, вскрыть процессы вытеснения одной из них другой и предопределить дальнейшую возрастную динамику состава.

Для качественной оценки взаимоотношений древесных пород широко используют сопоставление высоты, диаметров, запасов, их приростов, коэффициентов формы, видовых чисел, а также показателей развития корневых систем, листовой массы кроны и т. п. Имеются также попытки поиска количественных показателей межвидовых отношений.

Для оценки характера роста лиственницы в сосново-лиственничных молодняках, анализа ее положения в древесном пологе относительно сосны в различных условиях местопроизрастания, в различные возрастные периоды мы использовали относительную высоту лиственницы. Она выражается отношением средней высоты лиственницы к средней высоте сосны.

При трех и большем числе древесных пород в древостое показатель относительной высоты породы уже недостаточен. Поэтому мы использовали показатель дифференциации породы, вычисляемый на основе соотношения таксационных коэффициентов состава для каждой породы. Таксационный состав на наших пробах определяли по трем признакам: площади сечения, запасу и числу стволов на 1 га. Для молодняков особенно важен последний. Там, где одна из пород (сосна или лиственница) находится в верхних ярусах древесного полога, таксационный коэффициент ее в составе по числу стволов значительно меньше, чем по площади сечения и запасу. Там, где порода угнетена, коэффициент участия ее в составе по числу стволов неоравненно больше, чем по запасу и площади сечения. Если эту разницу выразить в виде отношения коэффициента состава по запасу к коэффициенту по числу стволов той или иной породы в смешанном древостое, то получается относительная величина, по которой можно судить о положении данной породы в древостое. Этот показатель позволяет охарактеризовать положение породы относительно древостоя в целом, свидетельствует о степени участия данной породы в формировании общего полога смешанного древостоя, его вертикальной структуры. Иначе говоря, этот показатель характеризует дифференциацию пород относительно друг друга в смешанном древостое.

В таксационном смысле показатель дифференциации представляет собой отношение объема средней модели породы к объему средней модели смешанного древостоя в целом. Мера отклонения показателя дифференциации от единицы показывает степень выраженности явлений заглушения или господства той или иной породы в данном древостое.

Таким образом, предлагаемые показатели позволяют количественно сравнивать характер межвидовых взаимоотношений древесных пород не только в одном или в серии одновозрастных древостоев, но и сопоставлять эти взаимоотношения в различных по возрасту молодняках, к тому же многопородных по составу, что значительно облегчает анализ строения и формирования смешанных молодняков в различных лесорастительных зонах.

УДК 634.0.561

## О ТАБЛИЦАХ ТАКСАЦИИ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ОТДЕЛЬНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

**М. Л. ДВОРЕЦКИЙ**

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Поволжский лесотехнический институт)

Все вновь предложенные способы вычисления текущего прироста древесины и его процента можно разбить на две группы: 1) дающие абсолютную величину текущего прироста древесины (сложные и простые); 2) позволяющие получить величину процента текущего прироста, а через него и запас древостоя без коры — абсолютный прирост.

Среди способов первой группы выделяются две подгруппы: а) построенные на обмере ширины годовичных слоев у 20—30 пробных (стоящих) деревьев (способы Н. П. Анучина, П. В. Воропанова, В. Джурджу, М. Л. Дворецкого и др.) и потому учитывающие индивидуальные особенности роста отдельных древостоев; б) построенные на учете только породы, возраста, класса бонитета и относительной полноты древостоев, а потому и обезличивающие особенности роста конкретного древостоя (способ Б. К. Лосицкого, таблицы поправочных коэффициентов по запасу и относительной величине прироста, составленные И. М. Науменко, таблицы В. В. Загреева, способ приростных коэффициентов, предложенный П. В. Воропановым, и др.); все они, давая обобщенные средние значения прироста, по существу предназначены для таксации суммарного прироста совокупности древостоев, например, целого хозяйства или хозяйственной части. В указанных способах недоучитывается качественная разнородность полноты древостоев. Естественная относительная полнота — это одно качество влияния на прирост. Другое — искусственная относительная полнота, вызванная рубками ухода, выборочными и т. п., проведенными: а) 2—3 года тому назад — в этом случае деревья только приспосабливаются к новым условиям роста; б) более 5—10 лет назад — тогда деревья откладывают прирост уже в соответствии с новой полнотой. Не совсем ясно, однородно ли влияние одинаковых относительных полнот (естественной и искусственной, созданной рубками более чем 5—10-летней давности) на ход изменения текущего прироста. В таблицах же основных и приростных коэффициентов оно принято одинаковым.

Поэтому нельзя считать случайным, что, например, по исследованиям П. Якаса [2], на 104 пробных площадях для древостоев с пониженной полнотой величина текущего прироста определяется с повышенной ошибкой: по всеобщим таблицам хода роста основных насаждений I класса бонитета (А. В. Тюрина) с применением формулы Д. Гергардта — в среднем на +54%, а Ф. П. Моисеенко — до 120—140%; по методу приростных коэффициентов, предложенных П. В. Воропановым, в 70—80-летних древостоях — до 100—110%. Средняя ошибка таблиц И. М. Науменко составила +32%, а в 70—80-летних древостоях до 50%; таблицы В. В. Загреева — в среднем для всех полнот +16% (для отдельных древостоев 40% и выше).

Ко второй группе способов относятся общезвестные таблицы процента прироста стоящих деревьев М. Пресслера, вспомогательная таблица М. Л. Дворецкого [1] для определения процента прироста по запасу наличного древостоя через относительный диаметр, таблицы таксации текущего прироста отдельных насаждений, предложенные В. В. Антанайтисом, построенные по данным обмера ширины годовичных слоев у 25—30 пробных деревьев. Наиболее дифференцированными являются таблицы В. В. Антанайтиса. Входами в них служат: порода (сосна, ель, дуб, береза, черная ольха и осина; к сожалению, нет липы), класс бонитета, возраст по десятилетиям, а в пределах последнего средний диаметр древостоя без коры в см (по четырем четным значениям) и средняя ширина годовичного слоя в мм (по восьми четным значениям). При одинаковых средних диаметрах и средней ширине годовичного слоя средние проценты таблиц смежных

классов бонитета или полностью совпадают или близки. Это дает возможность пользоваться таблицами и в случаях, когда в данном классе бонитета нет величин среднего диаметра конкретного древостоя или средней ширины годичных слоев.

Таблицы В. В. Антанайтиса наиболее удачны по плану построения и по способу применения. Кроме того, влияние полноты древостоя в них учитывается через ширину годичных слоев.

Для выявления практической точности этих таблиц была произведена проверка их применения в древостоях разных возрастов. Всего заложено 29 пробных площадей (в сосняках — 15, в ельниках — 3, в дубравах — 3, в липняках — 5, в осинниках — 3), на девяти из них деревья были сплошь срублены и обмерены по коротким секциям. Для липовых древостоев были использованы данные о проценте прироста еловых древостоев. Результаты применения таблиц В. В. Антанайтиса приведены в табл. 1.

Таблица 1

Порода	Проценты ошибок			
	систематических	средних квадратических	наибольших	
			от	до
Сосна . . . .	—11,0	±7,5	—5,3	—20,5
Ель . . . . .	— 5,8	—	—0,7	—11,1
Липа . . . . .	— 5,4	—	—0,6	— 9,7
Дуб . . . . .	— 5,6	—	—5,3	— 6,1
Осина . . . .	— 0,4	—	+1,9	— 2,1

Систематические ошибки по всем породам составили — 5—6%, для сосны достигли — 11%. Индивидуальные ошибки значительной величины (около 20%) получились только для молодых и старых древостоев, например, для сосны 26-летней и 147-летней — 19,5%, а для 40-летней липы — 23% (в сводку по липе не включено).

Приведенные показатели точности и простота применения позволяют сделать вывод о пригодности таблиц В. В. Антанайтиса и предпочтительности их практического применения в широкой лесохозяйственной практике.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. Л. Дворецкий. Определение текущего прироста древостоя по запасу без срубки деревьев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1959. [2]. П. Якас. Расчет текущего прироста совокупности насаждений. Вопросы лесоустройства в условиях интенсивного лесного хозяйства. Каунас, 1965.

Поступила в редакцию  
4 декабря 1965 г.

УДК 631.874

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

### МОНОГРАФИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛЮПИНА В ЛЕСУ\*

Рецензируемая книга представляет собою сжатое изложение многих трудов по проблеме люпина в лесу, выполнявшихся Б. Д. Жилкиным на протяжении ряда лет и одобренных весьма авторитетными коллективами специалистов лесного хозяйства на научно-технических конференциях, совещаниях и семинарах. В постановлениях этих совещаний единодушно отмечены высокая научная ценность рассматриваемых трудов Б. Д. Жилкина и их большая производственная значимость в решении основной лесоводственной задачи — повышения продуктивности лесных насаждений.

В рассматриваемой монографии использованы материалы ранее опубликованных Б. Д. Жилкиным 24 работ с общим объемом более 30 печатных листов. Работы эти, проводимые в течение длительного времени (более 30 лет), отличаются большой целеустремленностью и разносторонним подходом к решению поставленной автором проблемы.

Чтобы показать это, достаточно дать краткое перечисление хотя бы некоторых вопросов, которые подробно разработаны Б. Д. Жилкиным. Сюда относятся: влияние люпина на обеспеченность почвы элементами питания древесных растений, на водный режим и газообмен почв, на живой напочвенный покров в лесу; интенсификация биологического круговорота в деревьях под воздействием культуры люпина; повышение продуктивности и плодородия древостоев; связанное с последним улучшение защитных свойств леса и улучшение его санитарного состояния; наконец, возможность большой выгоды от непосредственного использования люпина как кормового растения в животноводстве и охотничьем хозяйстве.

Развивая идеи Д. Н. Прянишникова о ценности многолетнего люпина для лесоводства на песчаных почвах и положительные взгляды на эту мелиоратив-

ную культуру, высказанные Г. Ф. Морозовым еще в 1902 г., Б. Д. Жилкин провел весьма широкие и глубокие исследования. В ряде случаев им даны конкретные разработки, проверенные в натуре и касающиеся выбора видов и сортов люпина, техники его введения в лесные насаждения и дальнейшего выращивания, норм высева и т. д. Все это позволяет в условиях Белорусской ССР и в соседних районах вводить люпин в производственных масштабах или ставить широкие опыты с ним.

Развитое Б. Д. Жилкиным и обобщенное в рецензируемой монографии учение об одном из важных путей улучшения и повышения продуктивности лесов непосредственно относится к западной части центральной полосы нашей страны. Прямой перенос его выводов в иные климатические условия был бы, конечно, неправильным. Однако намеченные Б. Д. Жилкиным пути дальнейшей разработки проблемы повышения продуктивности лесов культурой люпина могут быть использованы в различных районах нашей страны. Здесь, конечно, предстоит преодолеть много трудностей, нужны большие исследования; будут применены различные другие пути повышения продуктивности лесов.

Но ясно одно — в той или иной степени чуть ли не во всех районах нашей страны нужно серьезно проводить меры улучшения лесов. Это нужно делать и на севере европейской части страны, и на Урале, и в широкой полосе, примыкающей к транссибирской железнодорожной магистрали, и в других местах. И в этих стоящих на близкой очереди задачах лесного хозяйства большая и заслуженная роль принадлежит биологической мелиорации лесных почв культурой многолетнего люпина.

**П. И. Войчалъ.**

*Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук.*

(Архангельский лесотехнический институт)

\* Б. Д. Жилкин. Повышение продуктивности лесов культурой люпина. Изд-во «Высшая школа», Минск, 1965.

## ЮБИЛЕИ

## ЮБИЛЕИ профессора П. П. РОГОВОГО

В июне 1965 г. было отмечено 70-летие со дня рождения и 45-летие научной, педагогической и общественной деятельности зав. кафедрой почвоведения и геологии Белорусского технологического института, академика АН БССР, заслуженного деятеля науки БССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Павла Прокофьевича Рогового.

В Петровскую (Тимирязевскую) сельскохозяйственную академию он поступил в 1918 г. и уже в студенческие годы включился в исследовательскую работу по почвоведению.

В 1923 г., после окончания академии, П. П. Роговой начал работать лаборантом на кафедре почвоведения в Белорусском сельскохозяйственном институте, участвуя в изучении почвенно-грунтовых условий произрастания насаждений. В 1925 г. в должности ассистента Белорусской сельскохозяйственной академии принимает участие в почвенных исследованиях в Горечком опытном лесничестве.

В 1930 г. П. П. Роговой возглавил кафедру почвоведения и геологии во вновь созданном Белорусском лесотехническом институте и бесменно руководит ею до настоящего времени.

В 1937 г. П. П. Роговой организует и возглавляет почвенно-гидрологическую лабораторию в составе БелНИИЛХа, которая в контакте с ВНИИЛХом проводит крупные исследования на Жорновской и Горечкой лесных опытных станциях, а также на вновь организованном Щекотовском стационаре. За четыре года работы был получен большой фактический материал по характеристике водного и пищевого режимов сосновых, еловых и грабово-дубовых насаждений, произрастающих в Белоруссии на почвах различного механического состава. Кроме того, были обработаны материалы наблюдений климата и грунтовых вод на лесных станциях в Жорновке и Горках. Выявлена большая водорегулирующая, почвозащитная и водоохранная роль лесов. Материалы этих исследований П. П. Роговой использовал в докторской диссертации «Строение и водный режим почво-грунтов БССР и их роль в почвообразовании и плодородии почв».

В 1946 г. Лесотехнический институт переводится в Минск. Вся научно-исследовательская работа сконцентрировалась в Негорельском учебно-опытном лесхозе института, где с 1948 г. кафедры по ини-

циативе М. Е. Ткаченко начали проводить большую работу по общесоюзной теме «Изучение биологии леса методом стационарных наблюдений и опытов». Под руководством П. П. Рогового были проведены также работы по применению удобрений в лесном хозяйстве, по составлению почвенных карт отдельных лесничеств и лесхозов, по изучению динамики почвенных процессов на стационарах. Параллельно с исследованиями лесных почв П. П. Роговой занимался инвентаризацией сельскохозяйственных земель. На основании этих работ была опубликована (в соавторстве) первая сводная почвенная карта Белоруссии и связанная с ней монография «Почвы БССР».

В 1947 г. Павел Прокофьевич был избран членом-корреспондентом, а в 1953 г. академиком АН БССР. В течение четырех лет (1958—1962 гг.) он возглавлял вновь организованный институт почвоведения, в котором были выполнены большие работы по картированию почв колхозов и совхозов Белоруссии.

П. П. Роговой не только крупнейший исследователь, но и замечательный педагог, отдавший много сил и энергии воспитанию молодых специалистов лесохозяйственного производства. Большую работу он проводит по воспитанию молодых научных кадров.

За 45-летний период П. П. Роговым опубликовано по различным вопросам лесного почвоведения и гидрологии леса около 100 работ, имеющих большое научное и практическое значение и получивших широкую известность.

П. П. Роговой ведет большую общественную работу.

Плодотворная научно-педагогическая и общественная деятельность П. П. Рогового высоко оценена правительством: он награжден орденом Ленина, орденом Знак Почета и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.». Ему также присвоено почетное звание Заслуженного деятеля науки Белоруссии.

**И. К. Блинов.**

*Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук.*

(Белорусский технологический институт)

## СОДЕРЖАНИЕ

- Ф. И. Коперин. Комплексное и полное использование древесины — основное направление в повышении эффективности лесного и деревоперерабатывающего производства . . . . . 3

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- М. В. Давидов. Ход роста культур черной ольхи . . . . . 7  
Т. А. Терешина. К вопросу о связи морфологических признаков сосны с ее смолопродуктивностью . . . . . 13  
А. В. Красикова. О размерах сердцевинной гнили пихты в Красноярском крае . . . . . 15  
А. С. Головачев. Средняя форма стволов сосны и определение нормальных видовых чисел . . . . . 18  
В. Б. Волкович. О соотношении мужских и женских клонов и деревьев осины в лесах Ленинградской области . . . . . 22  
И. А. Коротков, Н. П. Телегин. Возобновление кедровников на гаях Горного Алтая . . . . . 25  
И. С. Коссинская. Ежегодный цикл развития фацидоза сосны в зависимости от климатических условий . . . . . 29  
А. В. Ершов. Таксационный метод определения плотности лесных полос . . . . . 34  
М. А. Лурье. Заселение еловых пней стволовыми вредителями в южной подзоне тайги европейской части СССР . . . . . 38  
В. И. Охотников. Влияние экологических факторов на зараженность майского хруща патогенными микроорганизмами . . . . . 42  
Л. В. Ляпченков. Исследование влияния повреждения златогузкой и непарным шелкопрядом на прирост дуба . . . . . 45  
Л. А. Мурыгина. Опыт размножения ели обыкновенной черенками в условиях Северо-Запада СССР . . . . . 48

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Ю. И. Вальков. Определение длины обвязки пучков . . . . . 51  
В. Г. Золотоголов. Экономические показатели использования тракторов на трелевке — погрузке леса . . . . . 60  
В. Г. Шнейдер. Экспериментальное определение динамических нагрузок механизма поворота стрелового гусеничного погрузчика для леса . . . . . 67  
Ш. М. Гохман, Ю. Л. Ковалев. К вопросу исследования условий работы силовой передачи трактора ТДТ-60 на трелевке леса . . . . . 73  
Ф. Н. Морозов. Сравнительная оценка стоимостных методов исчисления объемов производства в лесопромышленных предприятиях . . . . . 79  
В. С. Макаревич. Применение передвижных щитовых струенаправляющих устройств при молевом сплаве коротья . . . . . 84  
Н. П. Коваленко, Н. Ф. Бондаренко, С. В. Попов. Полевые исследования по ускорению стабилизации торфяных грунтов под насыпями при помощи постоянного электрического тока, химических добавок и вакуумирования . . . . . 90

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Д. А. Беленков. Метод оценки токсичности антисептиков по вероятности защиты древесины . . . . . 94

- Е. М. Боровиков. Исследование износа и затупления плюсовых зубьев при разной исходной твердости рамных пил . . . . .
- В. В. Антонов. К вопросу о динамике сверления древесины . . . . .
- Г. М. Гернет. Экспериментальное исследование характера и величины усилия перемещения пилы на обрезном станке с гидроприводом . . . . .
- С. П. Почекутов. Влияние низкого плюшения зубьев на точность распиловки бревен ленточными пилами . . . . .
- Б. И. Телятникова. Устойчивость компонентов фторо-хромо-мышьяковы препаратов к вымыванию из древесины в зависимости от их соотношении . . . . .
- Н. К. Сербина. Опыт применения показателей нормативной стоимости обрезки (НСО) на фанерных заводах . . . . .

### *ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ*

- В. В. Фефилов. Пиролиз мелкой древесины в кипящем слое . . . . .
- А. С. Аккерман, В. Н. Петри. О влиянии некоторых факторов на физико-механические показатели лигноуглеводных древесных пластиков из сосновых опилок с добавлением лиственничной камеди . . . . .
- Н. Н. Калинин, А. И. Киприанов. Механизм разгонки древесной пирогенной смолы в трубчатых печах. Сообщение 1 . . . . .
- В. К. Коновалов, В. И. Шарков. Каталитическое влияние солей на распад ксиллозы и выход фурфурола . . . . .
- Л. В. Меньшикова, З. С. Калугина, И. П. Сидоровская, С. Я. Коротов. Диффузия канифоли в бензиновых растворах, находящихся в капиллярах древесины. Сообщение 5. Влияние силы тяжести на процесс диффузии канифоли в растворах, находящихся в капиллярах древесины . . . . .
- А. М. Буканов, Ф. Ф. Кошелев, Ю. Г. Кораблев, Б. Д. Богомолот. Влияние коагулирующего агента на свойства лигнинонаполненных резин . . . . .

### *КОМПЛЕКСНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ*

- Н. А. Гуцелюк, П. В. Ласточкин. Экспериментальная установка для исследования точности останковки хлыстов при различных режимах работы транспортера . . . . .
- А. А. Смирнов, Г. П. Кузьминов. Аналитические методы определения статических характеристик лесосушильных камер . . . . .

### *КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ*

- В. И. Тихонов. Количественные показатели межвидовых взаимоотношений в смешанных молодняках . . . . .
- М. Л. Дворецкий. О таблицах таксации текущего прироста отдельных насаждений . . . . .

### *КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ*

- П. И. Войчалъ. Монография об использовании лупина в лесу . . . . .

### *ЮБИЛЕИ*

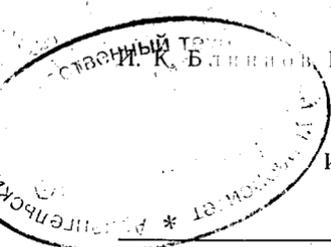
- И. К. Блинов. Юбилей профессора П. П. Рогового . . . . .

### *ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ*

«Лесной журнал» № 2.

Сдан в набор 17/II-66 г. Подписан к печати 29/IV-66 г. Форм. бум. 70 x 108/16. Физич. Печ. л. 15,4. Уч.-изд. л. 14,72. Тираж 1600. Сл 00630. Заказ 396.

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



## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендациям соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, не должны превышать 6-7 страниц машинописного текста. Статьи, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера не должны быть более 3 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное выписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *e* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, *l* и *j*, *z* и *z*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и математических величин. Названия учреждений,

предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страница).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полные имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректурa статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 30 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроника).

## ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

К каждой статье, присылаемой в редакцию, автор должен приложить 2 экземпляра автореферата, без них статьи не будут приниматься редакцией к рассмотрению.

### Требования, предъявляемые к реферату

1. В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике проведения исследования и его основных результатах.

2. Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: название статьи, фамилия и инициалы автора, название журнала, где помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения существа работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.

3. Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, их следует обобщить и систематизировать.

4. Средний объем реферата 1,5—2 страницы машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге обычного формата (30×21) в двух экземплярах с полем 4 см с левой стороны.

5. Таблицы, схемы, графики и пр. могут быть включены в том случае, если они отражают основное содержание работы или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, илл. 10.

6. Формулы приводятся только в том случае, если они необходимы для понимания статьи. Громоздкие математические выражения помещать не следует. Формулу следует вписывать четко, не изменяя принятых в оригинале обозначений величин. Формулы и буквенные обозначения вписываются чернилами черными во второй экземпляр. Вписывание формул и буквенных обозначений, а также исправление замеченных опечаток в первом экземпляре не делается.

7. В конце реферата в квадратных скобках указывается название учреждения или предприятия, в котором автор реферируемой работы (если эти данные приводятся в статье) провел работу. Подпись автора и дату написания реферата следует ставить в левом нижнем углу на обоих экземплярах реферата.

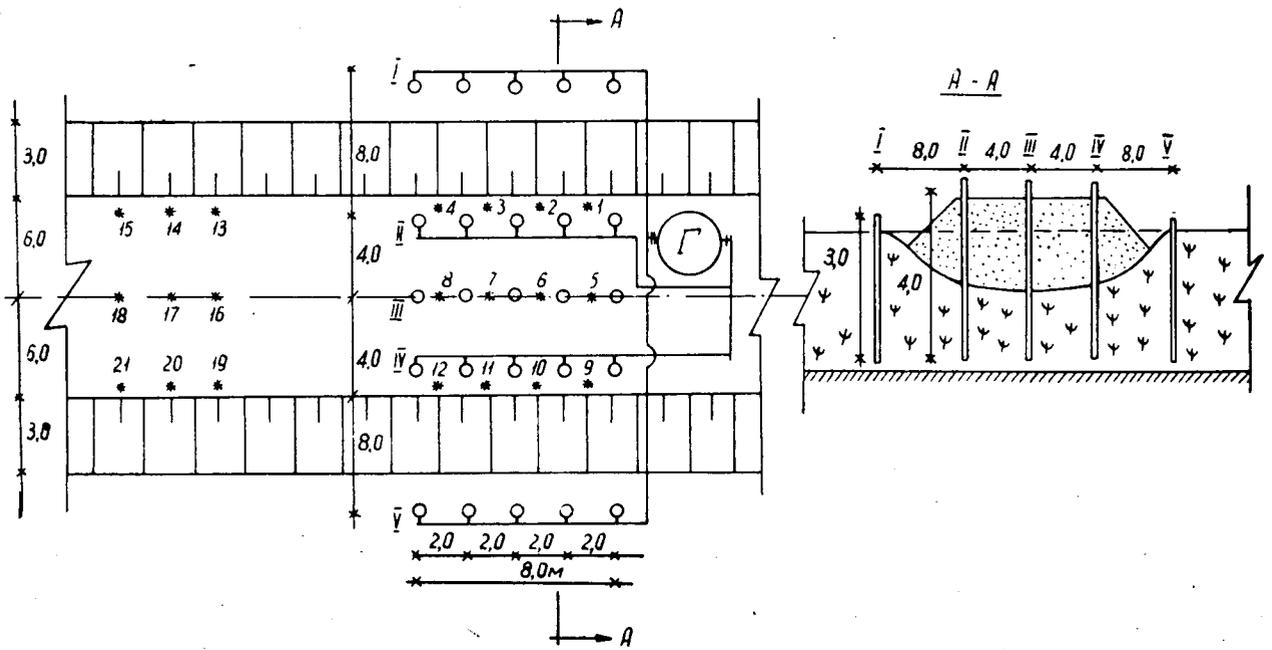


Рис. 1. План опытного участка № 1.

I-IV—ряды электродов; 1-21—инвализировочные марки; Г — генератор постоянного тока.

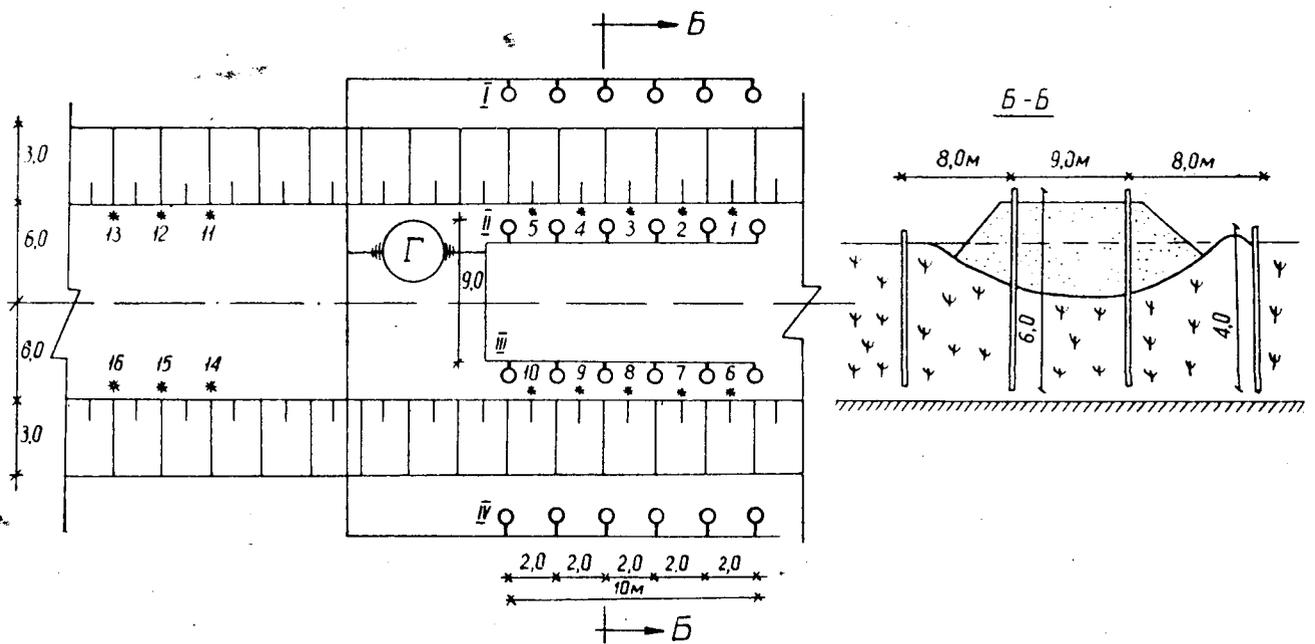


Рис. 2. План опытного участка № 2. Обозначения см. на рис. 1.

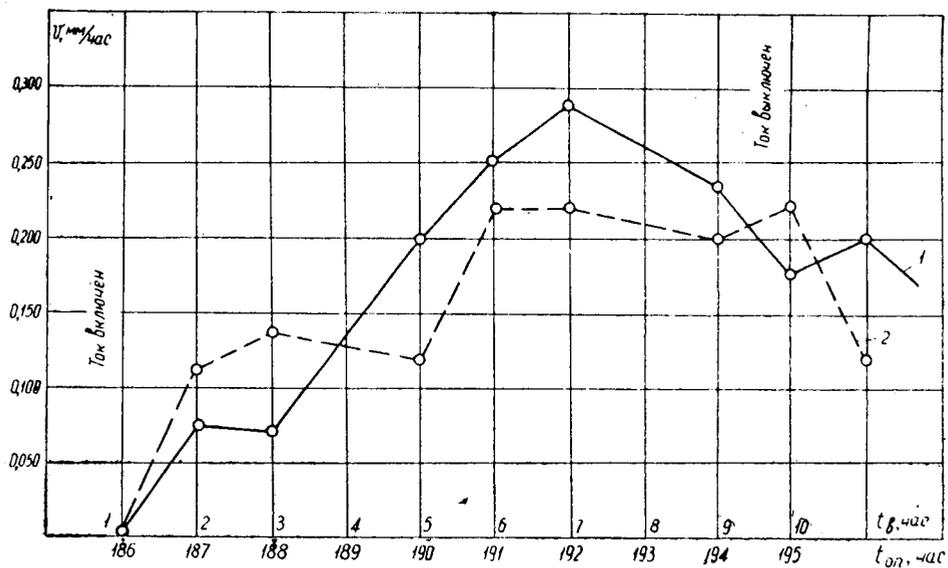


Рис. 3. Изменение скоростей осадки насыпи во времени под действием электроосмоса.

$t_{\text{в}}$  — время с начала включения тока;  $t_{\text{оп}}$  — время с начала опыта. 1— для марки 4 (участок № 1); 2— для марки 6 (участок № 2).

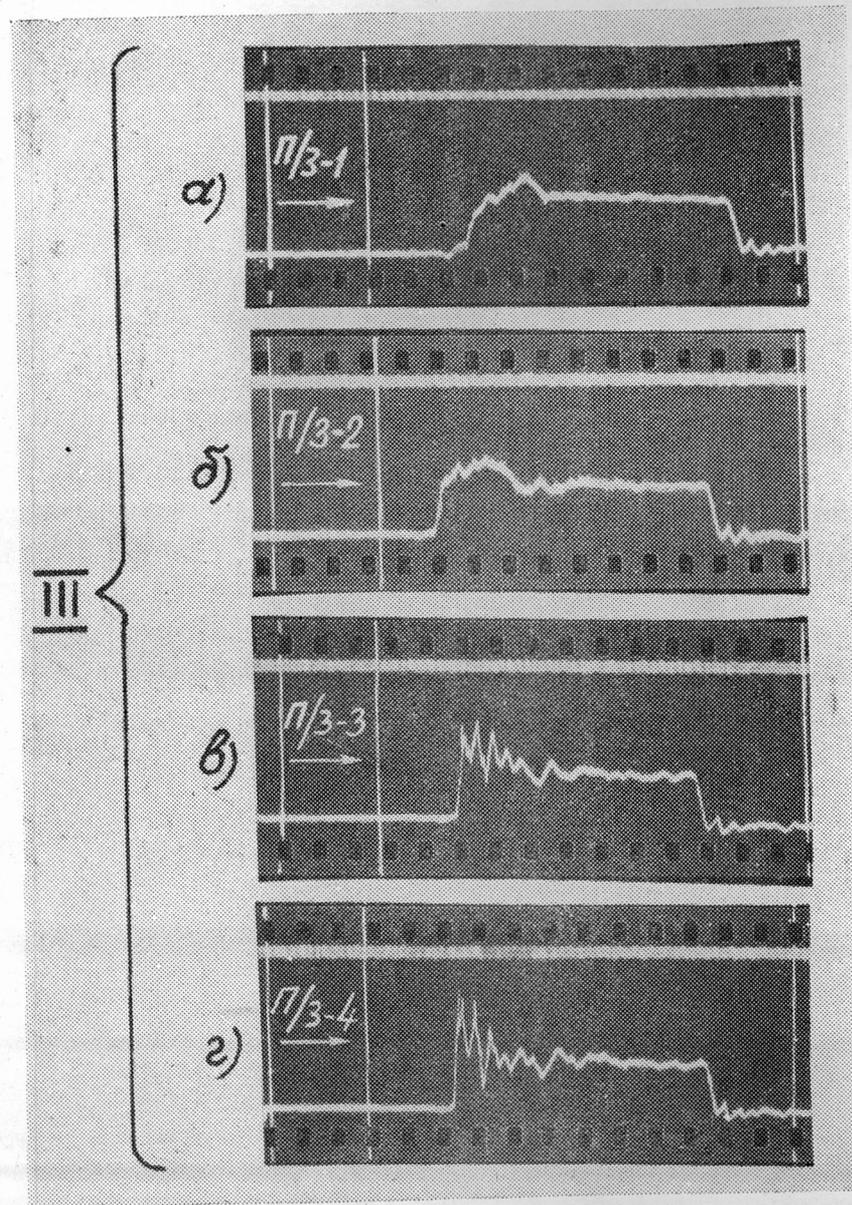
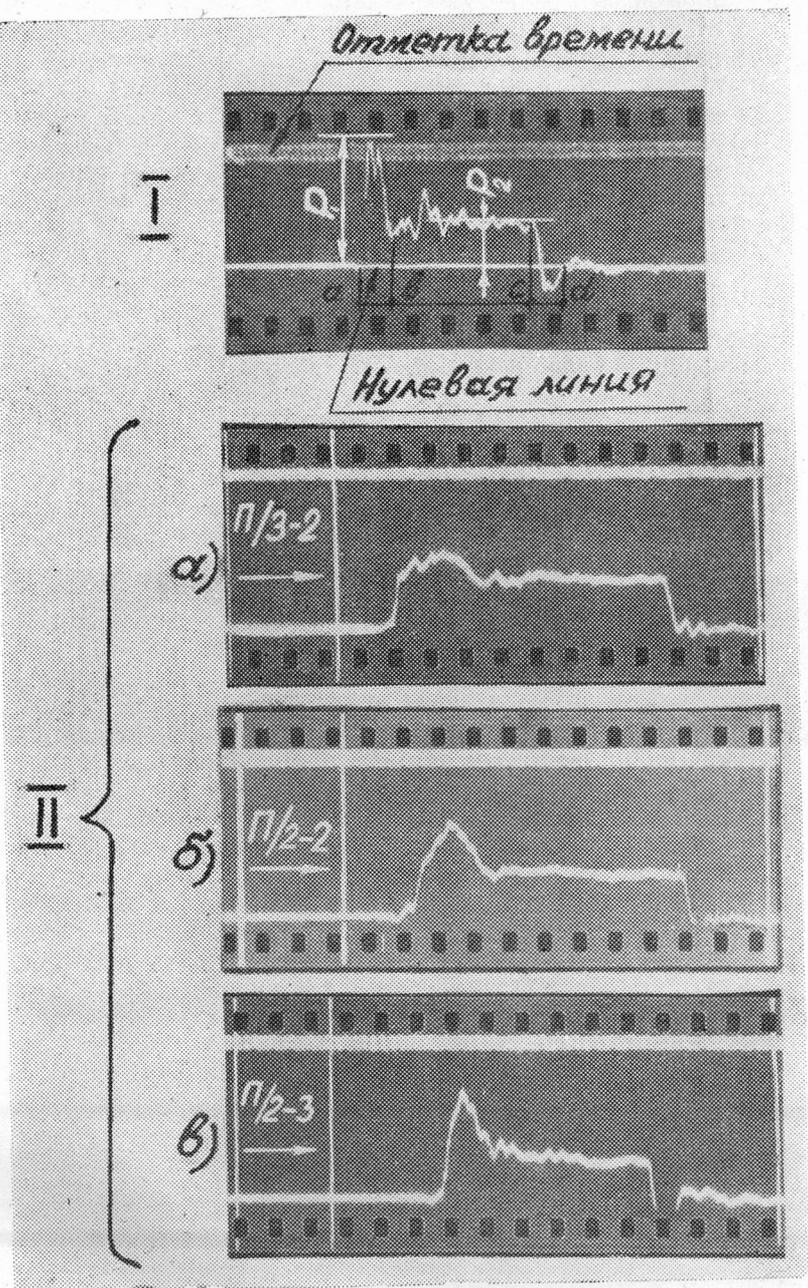


Рис. 2.

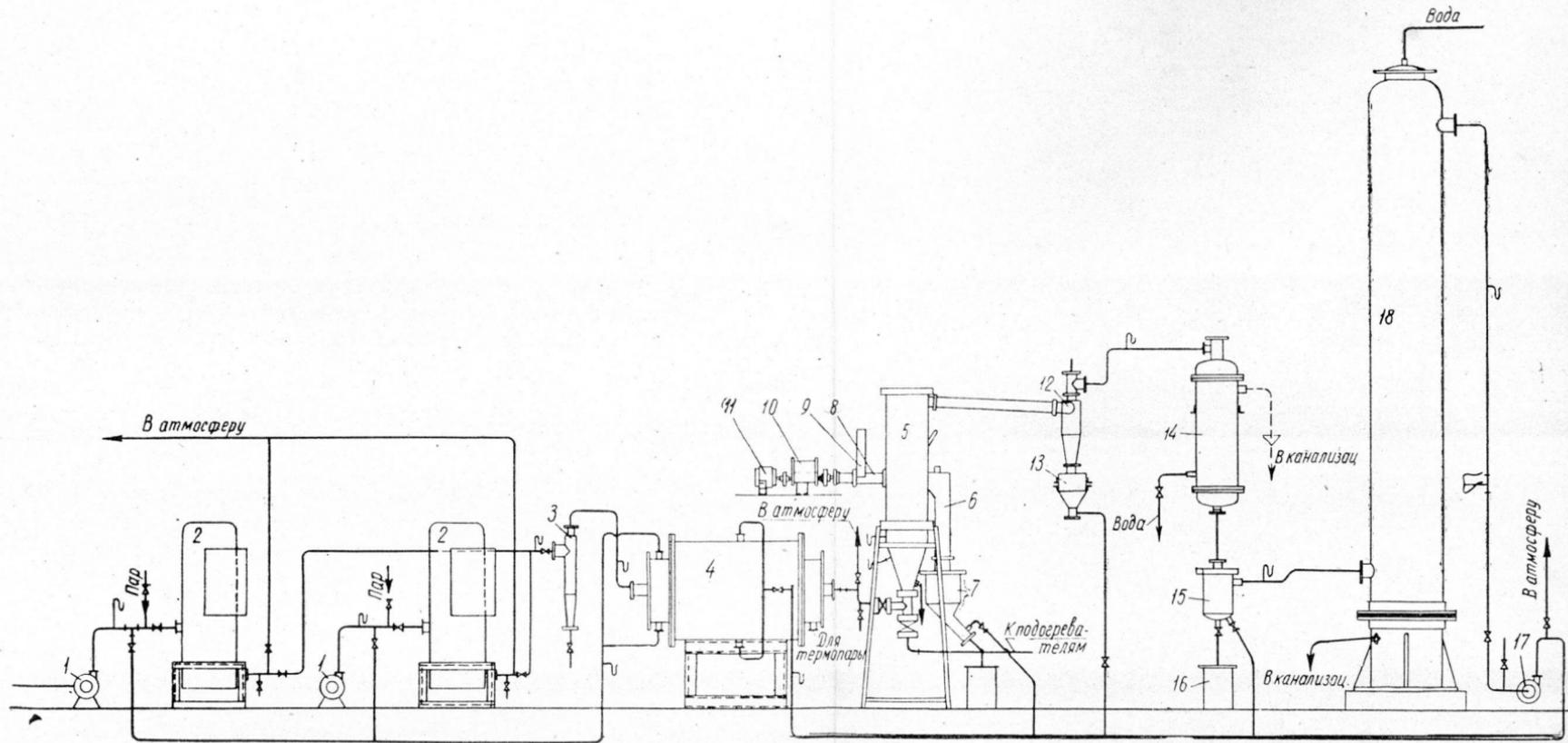


Рис. 1. Схема технологического процесса пиролиза опилок в кипящем слое.

1 — воздуходувка, 2 — газогенератор, 3 — пылеуловитель, 4 — газовая топка, 5 — реторта, 6 — отвод угля, 7 — приемник для угля, 8 — шнек, 9 — бункер, 10 — редуктор, 11 — электромотор, 12 — циклон, 13 — бункер, 14 — конденсатор, 15 — приемник жижки, 16 — сборник, 17 — воздуходувка, 18 — скруббер.

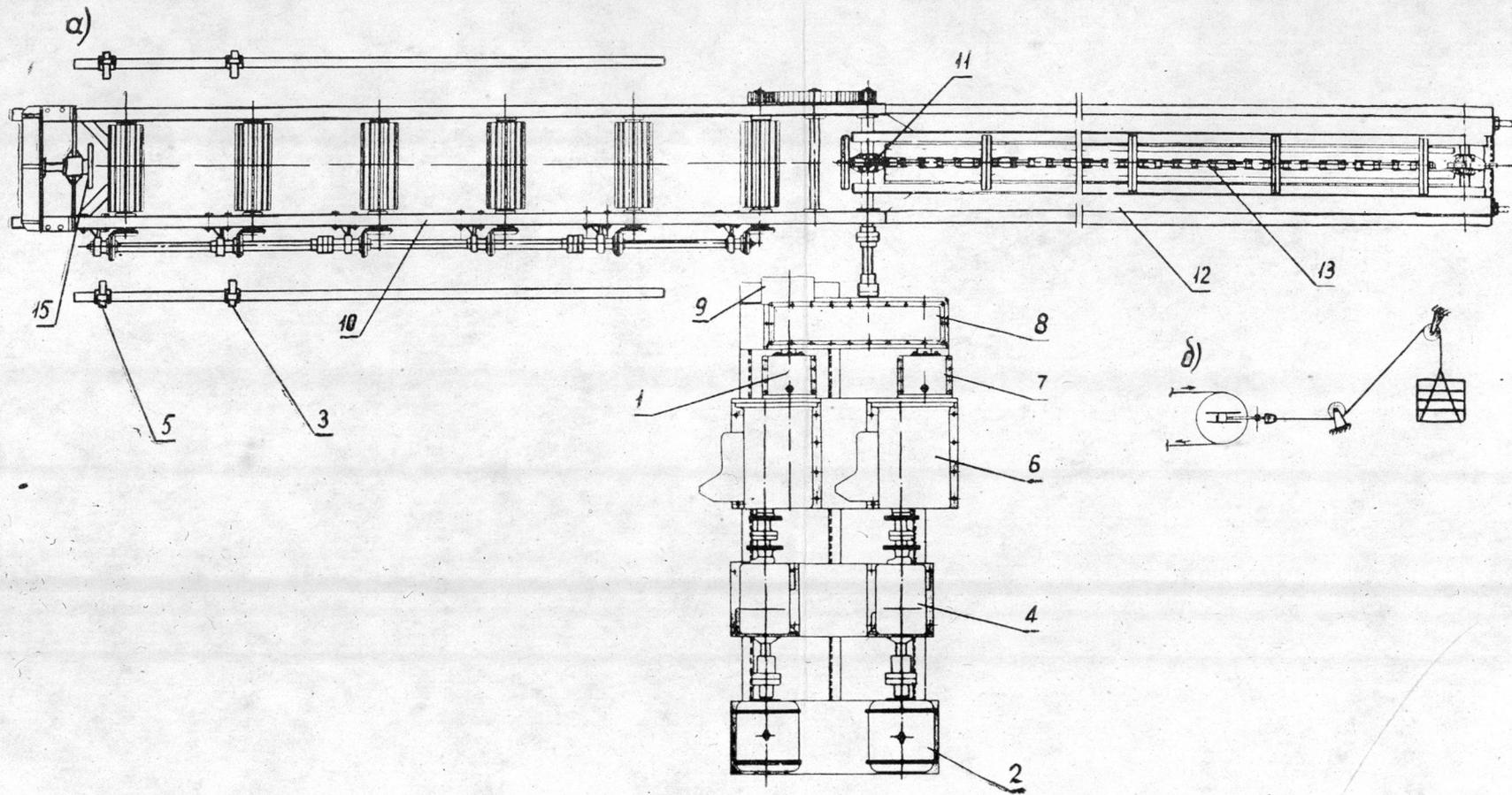


Рис. 1.

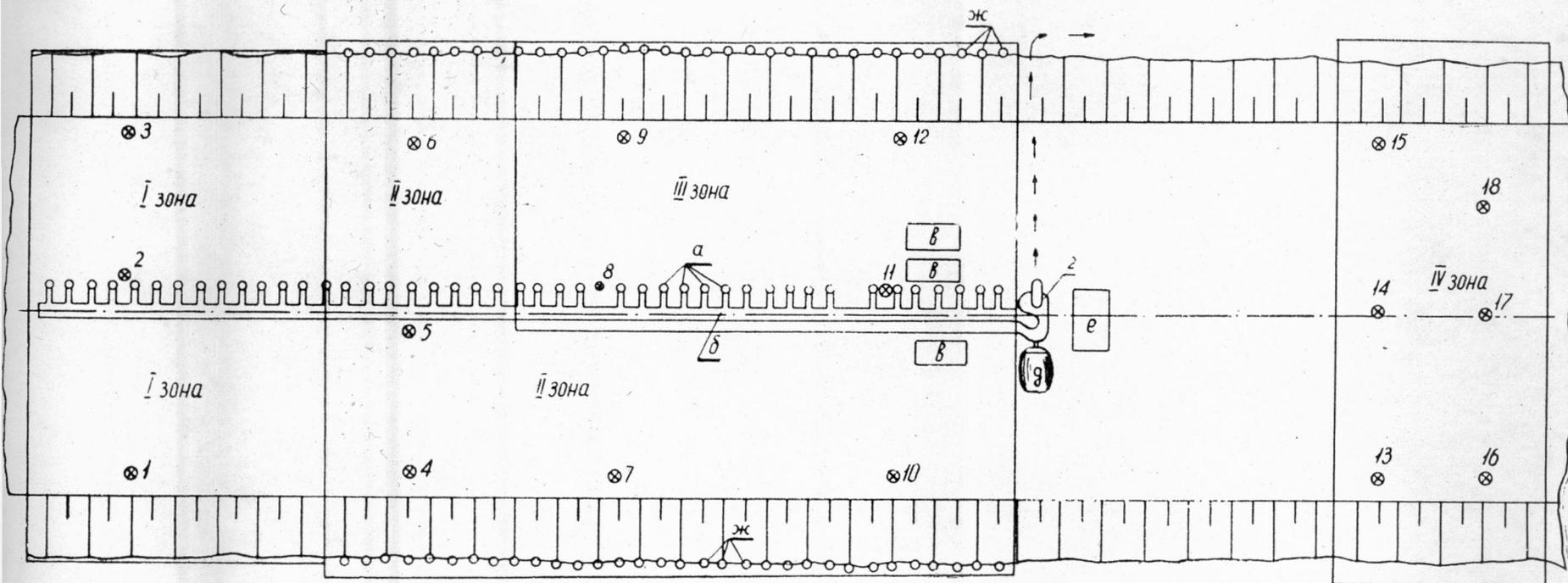


Рис. 5. План участка № 3.

1-18 — нивелировочные марки; а — иглофильтры; б — коллектор;  
 в — источники постоянного тока; 2 — вакуум-насос; д — электромотор;  
 е — ЖЭС-30; Жс — аноды.

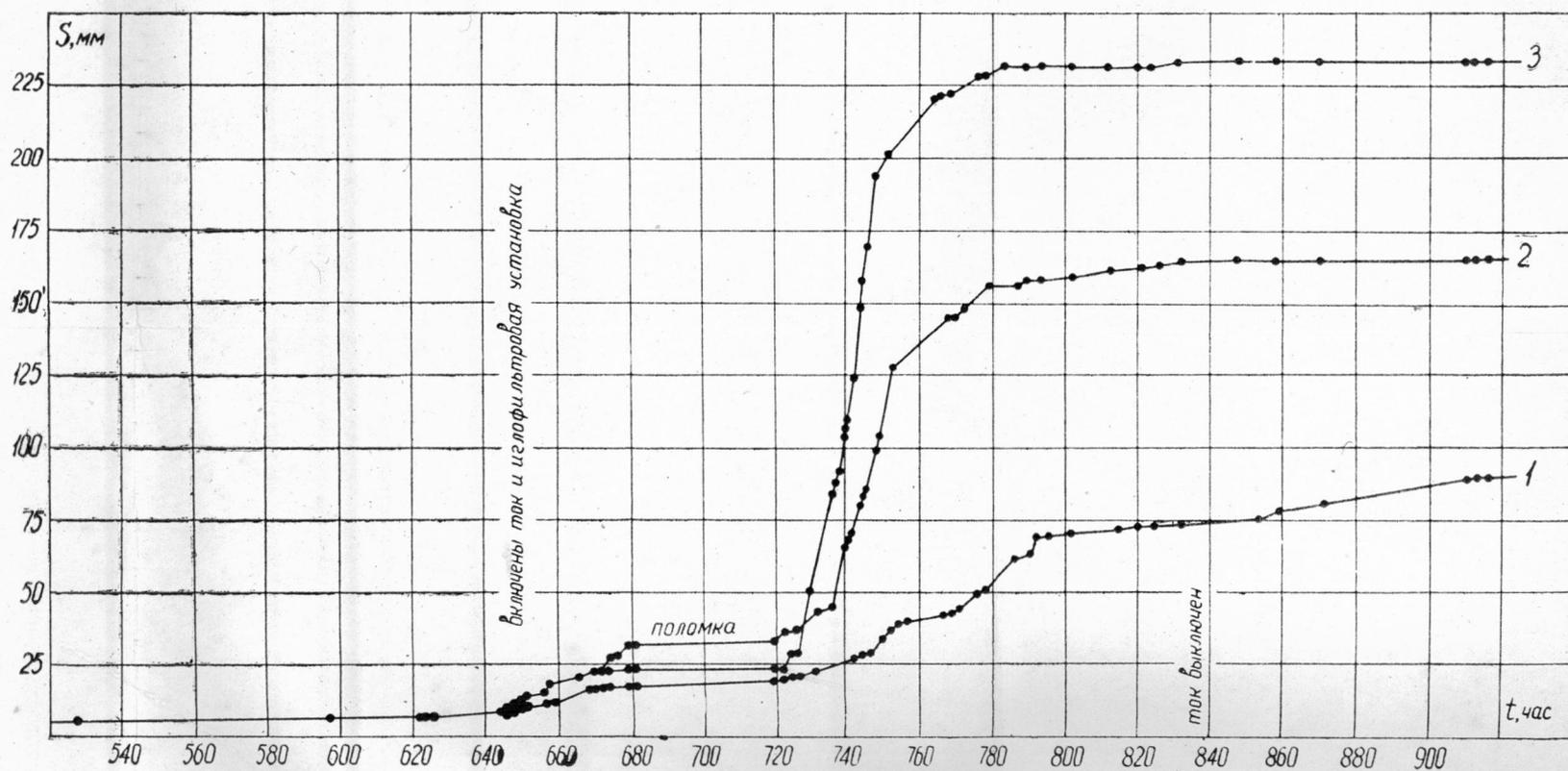
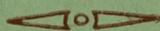


Рис. 6. Осадки марок.

1 — марка 1 в I зоне; 2 — марка 5 во II зоне; 3 — марка 9 в III зоне.

МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ  
ЖУРНАЛ



АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБИШЕВА