

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

ГОД ИЗДАНИЯ ТРЕТИЙ

4

1960

БИБЛИОТЕКА  
Архангельского  
Лес. технического  
института  
им. В. В. Куйбышева

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), председатель Архангельского совнархоза **И. Е. Воронов**, проф. **А. Е. Грубе** (зам. отв. редактора), проф. **М. Д. Данилов**, проф. **В. К. Захаров**, проф. **О. Г. Каппер**, проф. **С. Я. Коротов**, проф. **Ф. М. Манжос**, акад. ВАСХНИЛ проф. **И. С. Мелехов**, проф. **И. М. Науменко**, доц. **Н. В. Никитин**, доц. **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 и лесохозяйственных институтов.

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная имени Сталина, 17.  
Лесотехнический институт, тел. 3-63-27.

## О ПРОБЛЕМАТИКЕ «ЛЕСНОГО ЖУРНАЛА»

В первом номере «Лесного журнала», вышедшем в свет в феврале 1958 года, был определен профиль нашего издания. Освещая вопросы лесного хозяйства, лесозаготовки, механической обработки и химической переработки древесины и прочие вопросы, связанные с многообразными путями использования леса и его продуктов, журнал публиковал статьи о результатах научно-исследовательских работ, о передовом опыте советской лесной науки и промышленности, об опыте зарубежных стран, отдельные разделы диссертационных работ и т. д.

Организуя обмен научной информацией по различным вопросам лесной науки и практики между высшими учебными заведениями, производственными предприятиями, научно-исследовательскими и проектными учреждениями, «Лесной журнал» публиковал статьи работников вузов и, в некотором количестве, работников отраслевых институтов и производственников. В число этих статей вошли публикации, связанные с внедрением в производство результатов законченных научных исследований, материалы научных конференций и совещаний, статьи обзорного характера.

Выполняя решения XXI съезда КПСС, редакционная коллегия за два с половиной года поместила в журнале ряд статей по важнейшим вопросам лесного хозяйства и лесной промышленности. Наиболее полно были освещены вопросы лесоводства и лесоведения, лесной таксации, лесного семеноведения и селекции, лесных культур и мелиорации, лесного транспорта, лесозаготовительного оборудования, деревообработки, лесохимии.

Заслуживают упоминания факты опубликования в «Лесном журнале» статей о конференциях, проведенных в лесотехнических институтах и в других организациях: межвузовской научно-технической конференции по вопросам рационального использования древесины (Московский лесотехнический институт, октябрь 1957 года), научно-производственной конференции по вопросам комплексной механизации и автоматизации производственных процессов лесозаготовок и лесосплава (Ленинградская лесотехническая академия, январь 1958 года), совещании по подсочке леса (Институт биологии Уральского филиала Академии наук СССР, февраль 1958 года), научной конференции по рационализации лесного хозяйства и агролесомелиорации Казахстана (Казахский сельскохозяйственный институт, февраль 1958 года), совещании по типологии вырубок (Северное отделение института леса АН СССР, апрель 1958 года), конференции по восстановлению боров и облесению песчаных площадей в центральной лесостепи (Воронежский лесотехнический институт, июль 1958 года), Всесоюзном совещании, посвященном состоянию нашего лесного хозяйства (Московский Дом ученых, декабрь 1958 года), VIII Менделеевском съезде (АН СССР, март 1959 года),

Всесоюзной конференции по производству и применению древесно-стружечных и древесно-волоконистых материалов (Архангельский лесотехнический институт, ноябрь 1959 года), научно-производственной конференции по проблеме восстановления дубрав центральной лесостепи (Воронежский лесотехнический институт, июнь 1959 года). Был также показан полезный опыт Всесоюзной выставки достижений народного хозяйства СССР.

Значительно слабее были представлены в журнале проблемы экономики, механизации лесохозяйственного производства, технологии лесосечных работ, целлюлозно-бумажного и гидролизного производств и некоторых других отраслей лесного дела. В недостаточной степени освещались также вопросы охраны и защиты леса, повышения продуктивности лесов, лесосплава, лесопиления, пластификации и прессования древесины, автоматизации производственных процессов.

В передовых статьях «За ускорение технического прогресса в лесном деле» (№ 3 за 1959 г.), «Лес — неисчерпаемый источник сырья для химической промышленности» (№ 1 за 1960 г.) редакция журнала уточняла свою проблематику, приводя ее в соответствие с быстрым развитием техники, с колоссальными сдвигами в химической промышленности, с могучим движением советской науки вперед. Эти уточнения проблематики нашли свое отражение в том, что за последний год журнал печатает больше статей по автоматическим линиям в деревообработке, по промышленному использованию отходов древесины, по целлюлозно-бумажному производству и др.

Июльский Пленум ЦК КПСС обсудил вопрос «О ходе выполнения решений XXI съезда КПСС о развитии промышленности, транспорта и внедрении в производство новейших достижений науки и техники». В постановлении Пленума поставлена задача всемерного повышения темпов технического прогресса и на этой основе роста производительности труда. Должны быть приведены в действие все резервы и возможности, которыми располагает наша экономика, прежде всего — ускорение внедрения науки и техники во всех отраслях народного хозяйства, дальнейшая электрификация страны, проведение специализации и кооперирования предприятий, повсеместное применение рациональных методов организации труда и производства, повышение качества продукции, снижение ее себестоимости и увеличение накоплений. Эти задачи полностью относятся и к лесной отрасли народного хозяйства.

Все ускоряющееся развитие теории и практики лесного дела потребовало от редакционной коллегии «Лесного журнала» разработки подробного перечня проблем, которые необходимо освещать в журнале. В решении этой трудной задачи приняли участие как члены редколлегии, так и читатели журнала. Проблематика была обсуждена редакционной коллегией и теперь выносится на окончательный суд читателей.

Одной из центральных проблем, которые будут освещаться в журнале, является комплексное использование древесного сырья. Сюда входят такие первоочередные вопросы, как полное, комплексное и экономное использование древесины при ее заготовке, трелевке, вывозке и разделке на нижних складах, а также в процессах водного и железнодорожного транспорта и при выработке полуфабрикатов и готовых изделий на предприятиях механической обработки древесины. Важное место в нашей тематике должно занимать комплексное использование отходов лесозаготовок и деревообрабатывающих производств, в том числе химическая утилизация древесных отходов. Будет обращено внимание на рациональное использование древесины в целлюлозно-бумаж-

ном производстве. Редакция имеет в виду уделить больше места статьям по вопросам производства древесных пластиков, изыскания новых видов клеящих, отделочных и других материалов, необходимых для производства полуфабрикатов и изделий из древесины и ее модификаций. Заслуживает большого внимания изучение древесины как сырья для промышленности органического синтеза, а также разработка методов рационального использования мелкой древесины, получаемой при рубках ухода и зачастую не имеющей сбыта и применения в народном хозяйстве страны.

Второй, важнейшей в век современной техники, проблемой является автоматизация и комплексная механизация производства, которые в той или иной степени захватывают в настоящее время и будут завоевывать еще шире все звенья лесного дела: лесозаготовительное; производство, лесосплавные работы, лесопильную, деревообрабатывающую, лесохимическую и целлюлозно-бумажную отрасли промышленности, лесохозяйственные работы.

Третий раздел нашей проблематики — экономика, организация и планирование производства — до настоящего времени недостаточно разработан и слабо представлен на страницах «Лесного журнала». Здесь должны найти место статьи, освещающие такие общие вопросы, как генеральные планы развития лесного хозяйства и лесной промышленности (их значение и методика составления); роль и место отдельных отраслей деревообрабатывающей, лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства в развитии народного хозяйства СССР, экономическое обоснование размещения лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности и перспективы ее развития на 15 лет, развитие новых отраслей и производств и их экономическая эффективность, комбинирование в деревообрабатывающей промышленности и его экономическая эффективность, экономические вопросы специализации и кооперирования в деревообрабатывающей промышленности, производственные мощности отдельных отраслей и пути их расширения на основе внутренних резервов производства, теоретические обоснования роста производительности труда и заработной платы, цены и ценообразование в лесной промышленности, теоретические вопросы амортизации, баланс лесных материалов и теоретические основы его построения, вопросы теоретического обоснования нормативов в связи с техническим прогрессом, теоретическое обоснование и эффективность передовых технологических процессов, методы экономического обоснования проектирования предприятий в деревообрабатывающей промышленности, экономическое обоснование оборачиваемости оборотных средств, построение современных лесных такс, экономическая оценка естественного и искусственного лесовозобновления, возрасты и обороты рубки. Будут освещаться также, важные в настоящий момент, вопросы, как работа постоянно действующих лесозаготовительных предприятий, совершенствование лесоустроительных работ, методы увеличения выходов продукции, эффективность механизации и автоматизации производственных процессов, пути снижения стоимости капитального строительства в лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности, пути снижения себестоимости продукции и повышения уровня рентабельности, унификация ГОСТов, лесное хозяйство по участковому методу, обобщение опыта новаторов производства.

В журнале будет, как и прежде, освещаться основы таежного лесоводства, в том числе: естественное лесовозобновление на концентрированных вырубках и его организация, соотношение между естественным и искусственным лесовозобновлением, технология механизированных

лесокультурных работ на нераскорчеванных лесосеках, лесозащита и лесосохрана в лесах III группы.

Наконец, редакция намерена усилить внимание к проблеме повышения продуктивности лесов, которая в наши дни приобрела весьма большое значение. Имеется в виду освещать на страницах журнала следующие темы: теоретическое обоснование мероприятий по повышению продуктивности лесов, возобновление леса на вырубаемых площадях, осушение лесных земель, подбор пород для искусственного лесовозобновления и лесоразведения, селекция семян и сеянцев, уход за лесом, прирост лесов, его определение и использование в хозяйстве, применение новых методов повышения продуктивности лесов.

Доводя до сведения читателей намеченную проблематику журнала, редакция ожидает поступления статей на актуальные темы современности и по важнейшим вопросам дальнейшего развития лесной науки, техники и технологии.

Редакция просит читателей высказать свои соображения по объявляемой проблематике и будет благодарна читателям за все замечания, помогающие совершенствованию «Лесного журнала».

Письма читателей будут учтены редакцией при подготовке редакционной статьи, освещающей оценку журнала читателями и их предложения.

П. И. Войчаль.

*Заместитель ответственного редактора «Лесного журнала».*

## ХОД РОСТА КУЛЬТУР ЕЛИ В БССР

**В. К. ЗАХАРОВ**Заслуженный деятель науки,  
профессор, доктор сельскохозяйственных наук**А. Ф. КИСЕЛЕВ**

Аспирант

(Белорусский лесотехнический институт)

Из общей площади еловых насаждений республики 7,0% или более 29 тыс. га заняты культурами ели в возрасте от 1 до 60 лет. Несмотря на то, что эта площадь с каждым годом увеличивается, ход роста еловых культур изучен далеко недостаточно.

Нами на протяжении 1957—1959 гг. производились исследования хода роста культур ели обыкновенной на территории Белорусской ССР по типам леса и типам условий местопроизрастания.

Охваченные изучением культуры созданы рядовой посадкой при первоначальном количестве посадочных мест в 5 тыс. шт. на 1 га (размещение — в квадрат).

Были заложены 73 пробных площади, в том числе 61 в чистых еловых культурах, остальные — в смешанных (от 6 до 60 лет). Распределение проб по типам леса, бонитетам и возрастам приведено в табл. 1.

Таблица 1

Тип леса и бонитет	Количество пробных площадей по десятилетним периодам						Итого
	до 10 лет	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	
Ельник кислично-лещинный, Iб	1	2	2	2	5	4	16
Ельник кисличник, Ia	2	3	4	5	4	2	20
Ельник мшистый, I	2	2	9	5	5	2	25
Итого . . .	5	7	15	12	14	8	61

Пробные площади закладывались в насаждениях максимальной полноты с таким расчетом, чтобы они в совокупности (для определенного типа леса) представляли один естественный ряд.

Размер пробных площадей колебался от 0,1 до 0,25 га, в зависимости от возраста, с количеством стволов на пробе не менее 250 шт.

На каждой пробной площади производился пересчет деревьев по ступеням толщины (в возрасте до 20 лет — по односантиметровым

и старше 20 лет по двухсантиметровым ступеням) с подразделением деревьев на господствующую часть и отпад; учитывался живой напочвенный покров, его встречаемость, тип леса.

Для анализа хода роста древесного ствола было срублено 145 модельных деревьев.

Обработка собранного материала велась отдельно для господствующей части и отпада.

В лабораторных условиях был проведен механический и химический анализ почв.

Приводим краткую характеристику охваченных изучением типов леса.

1. Ельник кислично-лещинный ( $C_2$ ), класс бонитета Ib, характеризуется в подлеске обилием лещины, встречается липа. В покрове — кислица, майник, осока волосистая, сныть, сочевичник, звездчатка, зеленчук, редко мхи. Почвы свежие, дерново-подзолистые, сильно оподзоленные, развивающиеся на супесях или пылевато-песчаных легких суглинках.

2. Ельник-кисличник ( $C_3$ ), класс бонитета Ia. В подлеске редко встречаются рябина, лещина. В покрове преобладают кислица, майник, грушанка, копытень, мхи; встречаются ожика, седмичник. В густых древостоях I и II классов возраста покров мертвый. Почвы дерново-подзолистые, сильно оподзоленные, развивающиеся на супесчаных или пылевато-песчаных суглинках, со следами оглеения, подстилаемые мореной.

3. Ельник мшистый ( $B_2 - B_3$ ), класс бонитета I, характеризуется наличием в подлеске единичной рябины и крушины. В покрове преобладают зеленые мхи; встречаются брусника, костяника, черника. В древостоях I и II классов возраста чаще всего подлесок отсутствует, покров мертвый. Почвы дерново-подзолистые, средние и сильно оподзоленные, развивающиеся на песчаных супесях, подстилаемые иногда песком и мореной, в типе условий местопроизрастания  $B_3$  — со следами оглеения.

Собранный экспериментальный материал подвергся тщательной научной обработке с применением методов математической статистики. Полученные средние высоты и средние диаметры насаждений выравнивались с использованием уравнения Дракина — Вуевского [1], [2] следующего вида:

$$Y = a(1 - e^{-kA})^m, \quad (1)$$

где  $Y$  — таксационный признак в возрасте  $A$  лет;

$A$  — возраст насаждений;

$e$  — основание натуральных логарифмов — 2,71828...;

$a$  — верхняя граница роста;

$m$  — показатель вида кривой;

$k$  — некоторый коэффициент.

Характерным свойством этого уравнения является то, что оно (в зависимости от величины  $m$ ) может отобразить как S-образную, так и выпуклую кривую; при  $m > 1$  кривая имеет S-образную форму, при  $m < 1$  — выпуклую. S-образная форма кривой соответствует характеру роста по высоте, диаметру и площади сечений от начала жизни культур до предельного, охваченного исследованием, возраста.

По вычисленным параметрам уравнения (1) были установлены зависимости между возрастом и средними высотами и диаметрами древостоев различных типов леса.



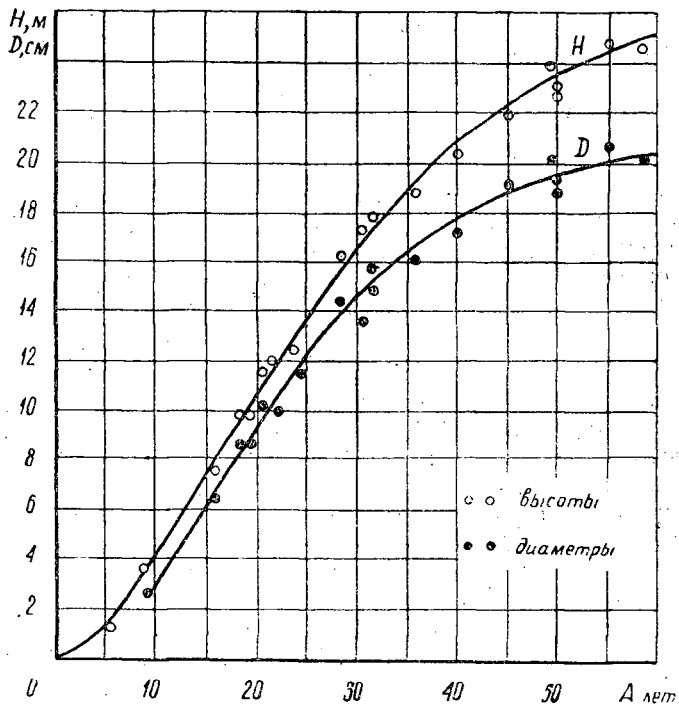


Рис. 1. Ход роста по диаметру и высоте типа леса ельник-кисличник I бонитета.

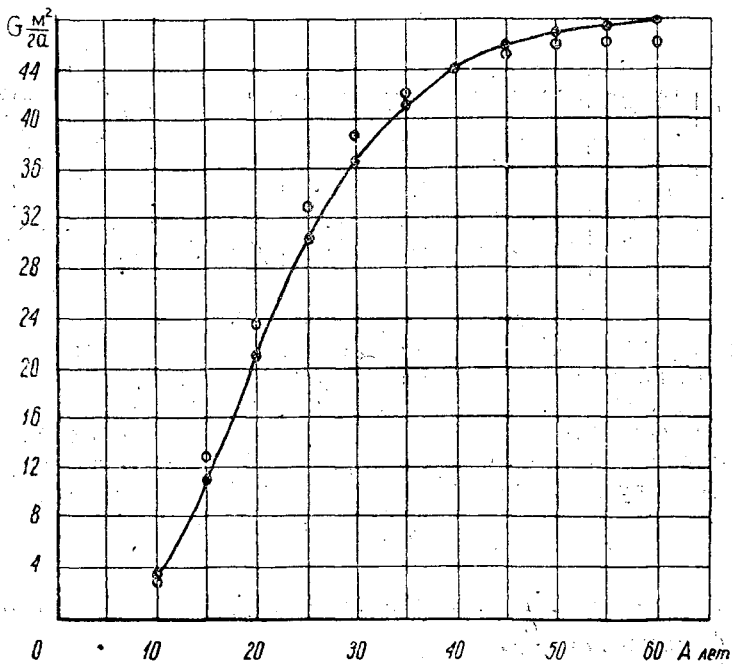


Рис. 2. Ход роста по площади сечения ( $\Sigma G$ ) типа леса ельник-кисличник Ia бонитета.

На рис. 1 для типа леса ельник-кисличник — С<sub>3</sub> (Ia бонитета) показано выравнивание высот и диаметров древостоев по уравнениям

$$H = 27,94(1 - e^{-0,0521A})^{2,2489} \quad (2)$$

$$D = 21,22(1 - e^{-0,0712A})^{2,9869} \quad (3)$$

С целью изучения изменения площадей сечений с возрастом полноты были сгруппированы по средним высотам пробных площадей, графически выравнены и приняты за единицу.

Полученные таким путем площади сечений древостоев были выравнены также и по возрастам аналитическим путем по уравнению

$$G = 48,77(1 - e^{-0,1056A})^{6,5069}$$

Степень сглаживания кривой по этому уравнению для ельника-кисличника можно видеть на рис. 2.

С целью определения запаса насаждений по формуле  $V = GHf$  были найдены значения видовых чисел  $f$  через  $q_2$ .

Коэффициенты формы  $q_2$  определены по материалам 297 модельных деревьев, в том числе на 152 стоящих моделях с помощью дендрометра Вимменауэра. Зависимость между средними высотами деревьев и коэффициентами  $q_2$  выразилась формулой

$$q_2 = 0,678 + \frac{0,717}{H}. \quad (5)$$

Полученные нами по формуле (5) значения  $q_2$  в сопоставлении с аналогичными данными проф. В. К. Захарова для ели СССР [3] и доц. О. А. Труллы для ели смешанных елово-березовых насаждений БССР [4] представлены в табл. 2.

Таблица 2

H	q <sub>2</sub>			H	q <sub>2</sub>			H	q <sub>2</sub>		
	по нашим данным	по Захарову	по Трулле		по нашим данным	по Захарову	по Трулле		по нашим данным	по Захарову	по Трулле
2	1,037	0,980	1,035	12	0,738	0,718	0,736	22	0,711	0,697	0,709
4	0,857	0,820	0,856	14	0,729	0,711	0,728	24	0,708	0,695	0,707
6	0,798	0,767	0,796	16	0,723	0,707	0,722	26	0,706	0,693	0,705
8	0,768	0,742	0,766	18	0,718	0,703	0,717	28	0,704	0,692	0,703
10	0,750	0,727	0,749	20	0,714	0,699	0,713	30	0,702	0,691	0,701

Из табл. 2 видно, что полнодревесность стволов ели в культурах и ели, произрастающей в составе смешанных елово-березовых насаждений БССР, почти одинакова; она в среднем на 2,2% выше полнодревесности стволов спелых ельников естественного происхождения СССР.

По сглаженным значениям  $q_2$  определялись видовые числа по формуле Шиффеля; связь их со средними высотами древостоев выразилась уравнением следующего вида:

$$f = 0,444 + \frac{1,105}{H}. \quad (6)$$

Запас насаждений вычислялся по формуле  $V = GHf$ , число стволов — по формуле  $N = \frac{G}{g}$ .

Средний и текущий приросты определялись обычными таксационными методами.

\* \* \*

Для выбираемой части таксационные показатели вычислены по соотношениям средних высот и диаметров отпада и господствующей части (табл. 3). Эти соотношения в исследуемых типах леса оказались в одном и том же возрасте практически одинаковыми, поэтому они были объединены и графически выравнены.

Таблица 3

Таксационные показатели	Возраст, лет											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Высота, соотношение в % . . . . .	54	61	65	69	73	75	77	78	79	80	81	
Диаметр, " . . . . .	43	50	54	57	59	61	62	63	64	65	66	

Из табл. 3 можно видеть, что по мере увеличения возраста в отпад входят деревья более крупные по диаметру и высоте.

Число стволов отпада определялось как разница в числе стволов двух смежных возрастов оставляемой части, а площадь сечения как произведение числа стволов выбираемой части и площади сечения среднего дерева отпада. Запас определялся умножением площади сечения отпада  $\Sigma g$  в данном возрасте на его высоту  $h$  и видовое число  $f$ , которое можно определить по формуле (6).

\* \* \*

Запасы насаждений для каждого возраста (по материалам изучения 297 модельных деревьев) были распределены на отрезки по десяти классам крупности сортиментов, что показано в табл. 4.

Таблица 4

Классы крупности	Диаметр в верхнем отрубе в см	Группы сортиментов
I	32,1 и более	Пиловочник, резонансовый кряж, спецсортимент
II	28,1—32,0	
III	24,1—28,0	
IV	20,1—24,0	
V	18,1—20,0	Пиловочник, баланс, стройлес, тарник
VI	16,1—18,0	
VII	14,1—16,0	
VIII	12,1—14,0	Подтоварник, жерди
IX	8,0—11,0	
X	3,0—7,0	

Результаты исследований хода роста культур ели в БССР приведены в табл. 5.

Полученные данные было необходимо сравнить с показателями таблиц хода роста еловых насаждений.

Такое сопоставление для насаждений Ia и I бонитетов было произведено с всеобщими таблицами хода роста, составленными проф. А. В. Тюриным [5].

Как и следовало ожидать, при этом были обнаружены значительные расхождения, в частности, в числе стволов на 1 га и в средних диаметрах в начальном периоде роста, что объясняется, в основном, различием в характере объектов исследования (культуры и насаждения

Воз- раст, лет	Оставляемая часть						распределение деловой древесины по класс					
	сред- няя высота, м	средний диа- метр, см	число стволов шт/га	сумма площа- дей сече- ний, м <sup>2</sup> /га	видовое число, 1/1000	запас ство- лой дре- веси, м <sup>3</sup> /га	II 28,1— 32,0	III 24,1— 28,0	IV 20,1— 24,0	V 18,1— 20,0	VI 16,1— 18,0	VII 14,1— 16,0

Ельник кислично-лещинный (С<sub>2</sub>).

10	4,7	3,5	5020	4,8	679	16						
15	8,9	7,3	3656	15,3	568	77						
20	13,1	10,9	2875	26,8	528	185						4,0
25	16,8	14,0	2333	35,9	510	308				1,0	6,0	11,5
30	20,0	16,4	1990	42,0	499	419			4,0	8,0	8,0	12,5
35	22,4	18,1	1780	45,8	493	506		3,0	7,0	11,0	8,5	13,0
40	24,4	19,3	1641	48,0	489	573		4,5	10,5	12,5	8,5	14,0
45	26,0	20,1	1560	49,5	487	627	1,0	5,5	12,0	13,5	9,0	14,0
50	27,3	20,7	1495	50,3	485	667	1,0	7,5	12,5	14,0	9,0	13,5
55	28,3	21,1	1447	50,6	484	693	1,5	8,5	13,0	14,5	8,5	13,0
60	29,0	21,4	1418	51,0	483	714	1,5	9,0	13,5	15,0	8,0	13,0

Ельник кисличник (С<sub>3</sub>).

10	3,7	2,8	5033	3,1	769	9						
15	7,2	6,1	3800	11,0	597	47						
20	10,6	9,4	3040	21,1	547	123						
25	13,8	12,3	2534	30,1	524	218						9,5
30	16,6	14,7	2174	35,9	511	313				4,0	6,5	11,5
35	18,9	16,5	1936	41,4	502	393			4,5	9,0	7,5	12,0
40	20,8	17,8	1781	44,3	497	457		2,0	7,0	11,0	8,0	12,5
45	22,4	18,8	1661	46,1	493	509		3,5	9,5	12,0	8,0	13,5
50	23,6	19,4	1597	47,2	491	547	0,5	4,5	11,0	13,0	8,0	14,0
55	24,5	19,9	1537	47,8	489	572	1,0	5,0	11,5	13,5	8,0	14,0
60	25,2	20,3	1489	48,2	488	592	1,5	6,0	12,5	14,0	8,0	13,5

Ельник мшистый (В<sub>2</sub>—В<sub>3</sub>).

10	2,6	2,3	5048	2,1	1000	6						
15	5,0	5,1	4112	8,4	665	28						
20	7,6	8,0	3442	17,3	589	78						
25	10,2	10,6	2935	25,9	552	146						3,0
30	12,7	12,9	2502	32,7	531	221					1,0	11,5
35	14,9	14,7	2216	37,6	518	290				4,0	6,5	12,0
40	16,9	16,1	2006	40,9	509	352			3,0	8,0	7,0	13,0
45	18,6	17,1	1872	43,0	503	402		1,0	5,5	9,5	7,5	13,0
50	19,8	17,9	1757	44,2	500	438		2,0	7,5	11,0	7,5	13,0
55	20,8	18,5	1674	45,0	496	462		3,0	9,0	11,5	8,0	13,5
60	21,4	19,0	1605	45,5	495	481		4,0	10,5	12,0	8,5	14,0

Таблица 5

насаждений				Выбираемая часть					Общая продук- тивность, м <sup>3</sup> /га		
сам крупности, %				дров, %	отхо- дов, %	прирост		число стволов шт./га		запас, м <sup>3</sup> /га	сумма проме- жуточно- го поль- зования, м <sup>3</sup> /га
VIII 12,1— 14,0	IX 8,0— 11,0	X 3,0— 7,0	итого дело- вой, %			сред- ний, м <sup>3</sup> /га	теку- щий, м <sup>3</sup> /га				

бонитет 1б

						1,6			1,5	1,5	18
	32,0	47,0	79,0	8,0	13,0	5,1	12,2	1364	4,9	6,4	83
19,5	35,0	26,0	84,5	5,5	10,0	9,3	21,6	781	10,5	16,9	202
25,0	27,5	15,0	86,0	5,0	9,0	12,3	24,6	542	17,0	33,9	342
22,5	22,0	9,0	86,0	5,0	9,0	13,9	22,2	343	19,2	53,1	472
21,0	17,5	5,5	86,5	4,5	9,0	14,5	17,4	210	17,1	70,2	576
18,0	14,0	4,5	86,5	4,5	9,0	14,3	13,4	139	14,9	85,1	658
16,0	12,0	4,0	86,5	4,5	9,0	13,9	10,8	81	10,3	95,4	722
15,5	10,5	3,5	87,0	4,5	8,5	13,3	8,0	65	9,4	104,8	772
15,0	9,5	3,5	87,0	4,5	8,5	12,6	5,2	48	7,8	112,6	806
15,0	9,0	3,0	87,0	4,5	8,5	11,9	4,2	29	6,2	118,8	833

бонитет 1а

						0,9			1,0	1,0	10
	19,0	55,0	74,0	11,5	14,5	3,1	7,6	1233	2,7	3,7	51
12,5	37,5	33,0	83,0	6,5	10,5	6,2	15,2	760	6,4	10,1	133
23,5	32,0	20,0	85,0	5,0	10,0	8,7	19,0	506	10,4	20,5	239
25,0	26,0	12,5	85,5	5,0	9,5	10,4	19,0	360	13,9	34,4	347
23,0	21,5	8,5	86,0	5,0	9,0	11,2	16,0	238	14,2	48,6	442
21,5	18,0	6,5	86,5	4,5	9,0	11,5	13,0	155	12,1	60,7	518
19,5	15,5	5,0	86,5	4,5	9,0	11,3	10,4	120	11,7	72,4	581
18,0	14,0	4,5	87,0	4,5	8,5	10,9	7,6	64	7,6	80,0	627
17,0	13,0	4,0	87,0	4,5	8,5	10,4	5,0	60	7,2	87,2	659
16,0	12,0	3,5	87,0	4,5	8,5	9,9	4,0	48	6,0	93,2	685

бонитет I

		68,5	68,5	13,5	18,0	1,9	4,4	936	1,1	1,6	7
1,0	38,0	42,0	81,0	7,0	12,0	3,9	10,0	670	3,2	4,8	83
18,0	36,0	27,0	84,0	6,0	10,0	5,9	13,6	507	6,0	10,8	157
24,5	30,0	18,0	85,0	5,0	10,0	7,4	15,0	433	10,3	21,1	242
25,0	26,0	12,0	85,5	5,0	9,5	8,3	13,8	286	11,1	32,2	322
23,5	22,5	9,0	86,0	5,0	9,0	8,8	12,4	210	11,3	43,5	396
22,5	20,5	6,5	86,0	5,0	9,0	8,9	10,0	134	9,3	52,8	455
21,5	17,5	6,0	86,0	5,0	9,0	8,8	7,2	115	9,4	62,2	500
20,0	15,0	5,0	86,0	5,0	9,0	8,4	4,8	83	8,1	70,3	532
19,0	14,0	4,5	86,5	5,0	8,5	8,0	3,8	69	7,0	77,3	559

естественного происхождения), а также коренным различием в методике составления таблиц хода роста. Основой в нашем исследовании был экспериментальный материал, собранный непосредственно в натуре; во всеобщих таблицах даны средние показатели из имеющихся таблиц хода роста, обработанные на основе закономерностей в строении насаждений.

Более близки данные наших таблиц (для 1б бонитета) к показателям хода роста сомкнутых Карпатских ельников по исследованиям Г. А. Ходота [6], что можно видеть в табл. 6.

Таблица 6

Данные	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов	Сумма площадей сечений	Запас, м <sup>3</sup> /га
1б бонитет						
Наши Ходога	20	13,1	10,9	2875	26,8	185
		12,1	10,6	3850	30,0	197
"	40	24,4	19,3	1641	48,0	573
		23,0	22,8	1254	51,2	581
"	60	29,0	21,4	1418	51,0	714
		30,4	32,7	702	59,0	859

Указанные частичные сопоставления подтверждают необходимость и целесообразность проведения специальных исследований хода роста насаждений искусственного происхождения.

Продолжая анализ составленных таблиц, необходимо отметить высокую продуктивность объектов исследования, что наглядно проявляется в показателях среднего прироста на 1 га, который в период кульминации составил в древостоях 1б бонитета — 14,5 м<sup>3</sup>; 1а бонитета — 11,5 м<sup>3</sup> и 1 бонитета — 8,9 м<sup>3</sup>.

В лесах БССР в данный период средний прирост составляет 2,4 м<sup>3</sup>, а для еловых насаждений 4,8 м<sup>3</sup>.

В возрасте 60 лет запасы на 1 га культур ели (по бонитетам) составили соответственно 714; 592; 481 м<sup>3</sup>.

Таким образом, ель в культурах при благоприятных лесорастительных условиях свободно конкурирует с другими быстрорастущими породами.

Возраст количественной спелости колеблется в пределах от 35 до 45 лет, равняясь в среднем 40 годам.

Производственный профиль древостоев характеризуется распределением деловой древесины по дифференцированным классам крупности.

Из табл. 5 видно, что в древостоях 1б и 1а бонитетов строительные бревна от 12 см в верхнем торце могут быть получены уже в возрасте 20 лет; а пиловочные бревна от 14 см и выше — начиная с 25-летнего возраста, крупная древесина (III—II класса) получается, начиная с 40-летнего возраста древостоя.

Выполненная работа подводит итоги изучения характера еловых культур в БССР в возрасте до 60 лет; она имеет как теоретическое, так и производственное значение и будет полезна при таксации еловых насаждений искусственного происхождения и при проведении лесоводственного ухода за ними.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Дракин, Д. И. Вуевский. Новая формула хода роста древостоев по высоте и диаметру и ее применение к исследованию соотношения между высотой и диаметром. Записки БЛТИ, вып. V, 1939. [2]. В. Н. Дракин, Д. И. Вуевский. Упрощенная схема вычисления параметров уравнения  $Y = a(1 - e^{-kt})^m$ , характеризующего ход роста насаждений по высоте. Сб. трудов БЛТИ, вып. VI, 1940. [3]. Проф. В. К. Захаров. Таблицы объема и сбег ствол ели по бонитетам. Сб. «Массовые таблицы для сосны и ели». Союзлеспром СССР, 1931. [4]. Проф. В. К. Захаров, О. А. Трулль. Ход роста смешанных елово-березовых насаждений БССР. Сб. научных работ БЛТИ, вып. IX, Минск, 1958. [5] А. В. Тюрин. Нормальная производительность лесонасаждений. Сельхозгиз, М.-Л., 1931. [6]. Г. А. Ходрт. Ход роста сомкнутых карпатских ельников. Сб. научных трудов. Львовский лесотехнический институт, т. IV, 1957.

Поступила в редакцию  
3 января 1960 г.

## СТРОЕНИЕ ПИХТОВЫХ ЛЕСОВ СИБИРИ

Э. Н. ФАЛАЛЕЕВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Сибирский технологический институт)

Пихтовые леса занимают в Сибири площадь около 150 млн. га, однако промышленная эксплуатация их далеко недостаточна. В связи со строительством новых железных дорог Ачинск—Абалаково и Абакан—Тайшет должны будут осваиваться все новые и новые массивы пихтовых лесов в бассейнах рек Чудьма, Кети, Кана, Кизира и др. Это вызовет резкое увеличение объема и потребует улучшения качества работ по инвентаризации леса и таксации лесосечного фонда, что невозможно без углубленного изучения природы сибирских лесов, в частности, выяснения особенностей их строения.

Анализ данных 176 пробных площадей, заложенных в пихтовых древостоях Западно-Сибирской низменности, Алтая, Саян, Средне-Сибирского плоскогорья и Енисейского края, и наблюдения ряда авторов свидетельствуют о том, что пихта сибирская образует разновозрастные древостои [2], [3], [4], [6].

Разновозрастность пихтовых древостоев является следствием их непрерывного, хотя и очень медленного, обновления. В пихтовых лесах почти всегда имеется то или иное количество подроста, который при ненарушенном древесном пологе находится в сильно угнетенном состоянии. Так, в предгорьях Восточных Саян (бассейн р. Бирюсы), на Западно-Сибирской низменности (долина р. Б. Кемчуга), на Енисейском крае (бассейн р. Вельмо) нами были встречены экземпляры вполне жизнеспособного пихтового подроста в возрасте 20—30 лет высотой всего лишь 15—20 см. При естественном изреживании древостоя в образующихся окнах и прогалинах условия освещенности изменяются, пихтовый подрост получает возможность нормально развиваться и постепенно возрастает в древесный полог. При непрерывном течении этого процесса образуются разновозрастные пихтарники, в которых можно встретить практически все переходы от самосева и подроста до самых старых перестойных деревьев, находящихся на грани гибели. Таким образом, разновозрастность пихтарников, а также ельников и кедровников, не является следствием внешних причин, как это свойственно, например, сосне и лиственнице. Последние под влиянием лесных пожаров или же в неблагоприятных условиях среды (на каменистых россыпях, сфагновых болотах и дюнах) образуют разновозрастные древостои [1], [4], [5].

Способность пихты формировать разновозрастные древостои является полезным свойством этого вида, обеспечивающим его процветание. Благодаря постоянной сомкнутости древесного полога, пихта вместе с



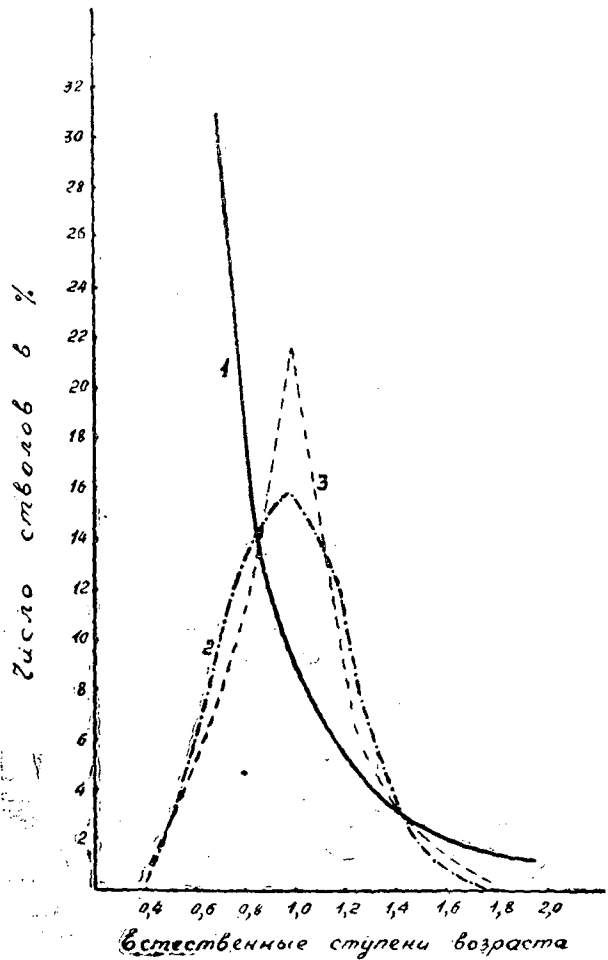


Рис. 1. Распределение числа стволов по естественным ступеням возраста в пихтовых древостоях Сибири (в %).

1 — средневозрастных; 2 — приспевающих; 3 — спелых и перестойных.

кедром и елью очень прочно удерживает ранее занятые площади и уступает их другим древесным породам лишь после сплошных рубок или пожаров. Нередко пихта сама внедряется под полог сосны, лиственницы, березы и осины и, вследствие своей теневыносливости, постепенно вытесняет их.

Разновозрастные пихтарники не представляют собой беспорядочного смешения деревьев различного возраста, а являются единством растительных организмов, взаимно влияющих друг на друга. Развитие разновозрастных древостоев подчинено определенным закономерностям, которые могут быть выражены с помощью числовых величин.

Характер кривых распределения стволов пихты по возрасту тесно связан со средним возрастом древостоя (рис. 1). Так, в средневозрастных насаждениях, когда идет очень интенсивный отпад самых молодых деревьев, больше всего стволов приходится на низшие ступени, далее, по мере увеличения возраста, число их резко уменьшается. Иной характер распределения наблюдается в приспевающих, спелых и перестойных древостоях. В низших ступенях имеется сравнительно небольшое количество деревьев. По мере увеличения возраста деревьев, число их возрастает и, доходя до максимума, постепенно уменьшается, то есть здесь имеет место распределение, близкое к нормальному. Последнее об-

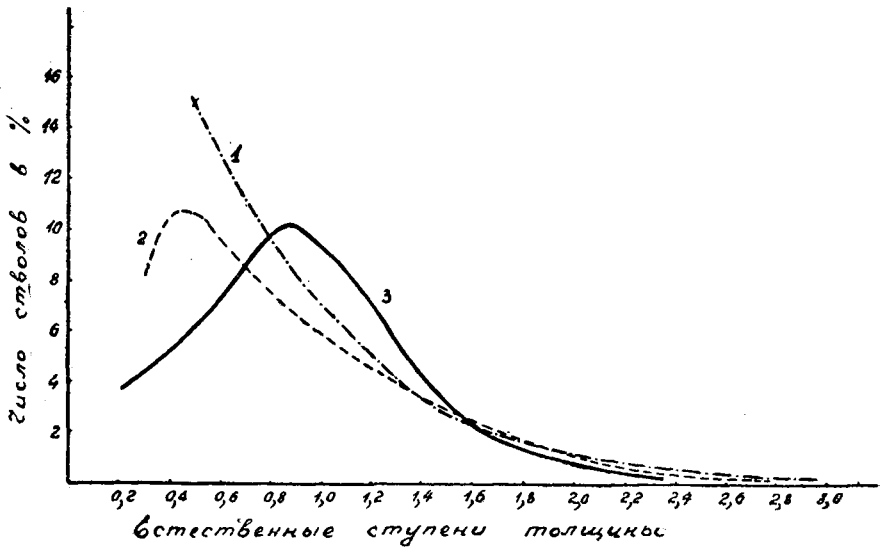


Рис. 2. Распределение числа стволов по естественным ступеням толщины в пихтовых древостоях Сибири (в %).

1 — средневозрастных; 2 — приспевающих; 3 — спелых и перестойных.

стоятельство важно тем, что пихта, начиная с определенного возраста, поражается напennыми гнилями, что оказывает решающее влияние на товарную структуру древостоев. Возраст деревьев в изученных пихтарниках колеблется в широких пределах (табл. 1). Для определения среднего возраста с заданной степенью точности в молодых насаждениях следует брать по методу случайной выборки большее число модельных деревьев.

Таблица 1

Показатели	Древостон		
	средневозрастные	приспевающие	спелые и перестойные
Коэффициент вариации, % . . . . .	33	25	24
Показатель точности, % . . . . .	3,3	2,5	2,4
Необходимое число наблюдений при погрешности . . . . .			
2% . . . . .	272	156	144
3% . . . . .	121	69	36
5% . . . . .	44	25	23

Разновозрастным пихтарникам свойственно также закономерное распределение числа стволов по ступеням толщины. Характер кривой тесно связан со средним диаметром древостоя, а следовательно и возрастом (рис. 2).

В средневозрастных древостоях больше всего деревьев приходится на самые тонкие ступени, затем число их постепенно уменьшается. С течением времени, в результате интенсивного отпада деревьев в самых тонких ступенях, уже в приспевающих древостоях по форме кривая распределения начинает приближаться к нормальной, а в спелых и перестойных она весьма близка к ней.

В табл. 2 показана значительная изменчивость толщины деревьев в разновозрастных пихтарниках. В нормальных древостоях коэффициент вариации диаметра значительно ниже — около 25%.

Таблица 2

Показатели	Древостой		
	средневозрастные	приспевающие	спелые и перестойные
Коэффициент вариации, %	45	48	41
Показатель точности, %	4,5	4,8	4,1
Необходимое число наблюдений при погрешности:			
2%	506	576	420
3%	229	256	197
5%	81	92	67

В разновозрастных пихтарниках наблюдается закономерное распределение числа стволов по высоте (рис. 3).

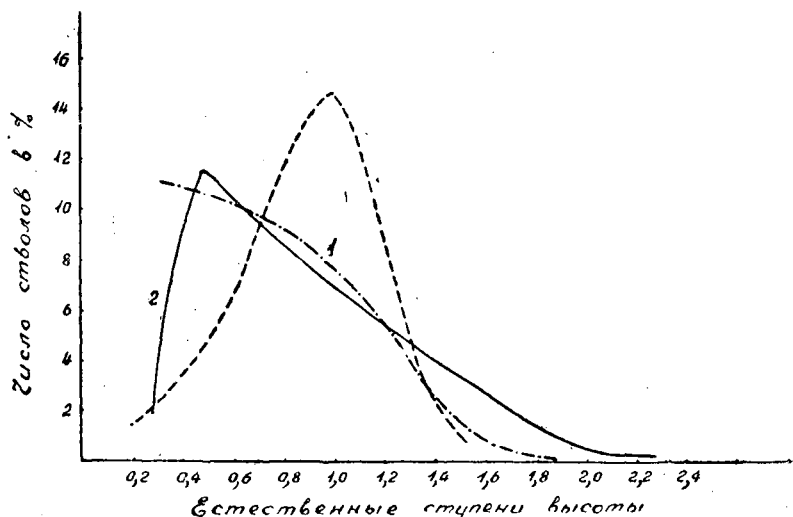


Рис. 3. Распределение числа стволов по естественным ступеням высоты в пихтовых древостоях Сибири (в %).

1 — средневозрастных; 2 — приспевающих; 3 — спелых и перестойных

Таблица 3

Показатели	Древостой		
	средневозрастные	приспевающие	спелые и перестойные
Коэффициент вариации, %	42	41	29
Показатель точности, %	4,2	4,1	2,9
Необходимое число наблюдений при погрешности:			
2%	441	420	210
3%	196	187	93
5%	71	67	34

Коэффициент вариации высоты отдельных деревьев в пихтовых древостоях закономерно уменьшается с возрастом (табл. 3); в нормальных древостоях он составляет в среднем 9,2%.

Многие специалисты лесного хозяйства считают, что разновозрастные древостои не могут быть охарактеризованы средними таксационными показателями. По их мнению, это не имеет ни теоретического, ни практического смысла. При таксационных работах в пихтовых лесах Сибири обычно выделяют более или менее однородные части древостоя (ярусы или поколения), которые рассматриваются в дальнейшем как элементы леса.

Приведенные выше закономерности показывают, что в разновозрастных пихтарниках выделение ярусов или поколений может носить лишь условный характер, поскольку границы между ними совершенно не выражены. Сказанное наглядно иллюстрирует табл. 4.

Таблица 4

Класс возраста	Число сруб- ленных моделей	Пределы колебания	
		высот, м	диаметров, см
III	24	11,2—15,7	12—16
IV	35	13,3—21,2	12—25
V	42	15,6—23,2	16—33
VI	45	17,7—25,2	18—36
VII	25	19,2—27,3	24—46
VIII	4	26,4—30,3	42—52

Таксация по ярусам или поколениям находится в противоречии со строением пихтовых лесов Сибири, носит искусственный характер и влечет за собой усложнение технической документации.

Разновозрастные пихтовые древостои следует рассматривать как единую совокупность деревьев, которая может быть охарактеризована основными средними таксационными показателями: возрастом, высотой или диаметром.

При необходимости, в конкретных разновозрастных пихтовых древостоях могут быть камеральным путем выделены более или менее однородные части, состоящие из деревьев определенного возраста, диаметра и высоты:

Для этой цели могут быть применены ряды распределения числа стволов по естественным ступеням толщины, возраста и высоты.

В специальной литературе встречаются высказывания о том, что сибирские леса гибнут от старости, что в них используется небольшая величина ежегодного прироста и что только немедленная рубка может спасти эти леса от естественного распада.

На примере пихтовых лесов легко убедиться, что на самом деле наблюдается иная картина. Действительно, в пихтовых лесах самые старые деревья обречены на естественное отмирание, однако их место готовы занять молодые. На отдельных этапах развития, в конкретных пихтовых насаждениях, ввиду отпада старых деревьев, могут сложиться такие условия, когда средний возраст и общий запас древесины с течением времени могут уменьшаться.

Совершенно очевидно, что здесь не может быть и речи о естественной гибели древостоев в целом и превращении ранее занятых ими площадей в пустыри.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Ю. Коропачинский. Влияние пожаров на возрастную структуру и особенности возобновления лиственничных лесов на юге Тувы. Известия высших учебных заведений, «Лесной журнал» № 5, 1958. [2]. В. А. Поварницын. Леса из сибирской пихты в СССР. Сборник акад. В. Н. Сукачева к 75-летию со дня рождения. Изд. АН СССР, 1956. [3]. Е. П. Смолоногов. Лесовосстановительные мероприятия в елово-пихтовых лесах запретной полосы реки Уфы. Сб. трудов по лесному хозяйству Уральского ЛТИ, вып. 3, 1956. [4]. Э. Н. Фалалеев. Возрастная структура лиственничных лесов Енисейского края. Труды СибЛТИ, сб. XVI, вып. IV, 1957. [5]. Э. Н. Фалалеев, С. С. Шанин. О возрастном строении сосняков в связи с пожарами. «Лесоинженерное дело» № 3, 1958. [6]. Ю. И. Чмиров. Типы лесов Западного Алтая и их возобновление. Труды по лесному хозяйству Западно-Сибирского отделения АН СССР, вып. 4, 1958.

Поступила в редакцию  
28 мая 1959 г.

## ПОЛНОДРЕВЕСНОСТЬ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. С. ЧУЕНКОВ**

Младший научный сотрудник

(Всесоюзный научно-исследовательский институт  
лесоводства и механизации лесного хозяйства)

В задачу наших исследований входило изучение формы, объемов и сбega стволов даурской лиственницы в Амурской области, которая занимает там 70—80% лесопокрытой площади.

В лесной таксации для характеристики формы стволов широко используется коэффициент формы  $q_2$ . Известно, что коэффициент формы изменяется в больших пределах и зависит от многих факторов. Проф. В. К. Захаровым, проф. Д. И. Товстолесом, проф. А. В. Тюриным доказана зависимость коэффициента формы от высоты и диаметра. Имеются указания [3], что коэффициент формы зависит от географического района произрастания древостоя. Поэтому при установлении разницы в форме тех или иных насаждений перед исследователем встают определенные трудности, так как для сравнения средних коэффициентов формы необходимо учитывать высоты, диаметры, типы леса и т. д. Число модельных деревьев при таких исследованиях исчисляется сотнями и даже тысячами.

Для таксационной практики необходим такой метод, который обеспечивал бы желаемый результат при минимальном количестве исходного материала.

В настоящее время широкое распространение за рубежом получил метод изучения формы стволов при помощи так называемых чисел сбega. Гоэнадлем [4], затем Кренном и Проданом [5] было разработано учение об истинных видовых числах. В СССР в этом направлении большая работа была проделана проф. В. К. Захаровым [1]. Его рекомендации легли в основу наших исследований.

Для детального исследования формы стволов лиственницы даурской в Амурской области нами определены числа сбega у 200 стволов, срубленных в Сквородинском и Джелтулакском районах. Вычислены средние значения чисел сбega на высоте от  $0,1H$  до  $0,9H$  и основные статистические показатели.

Для сравнения проделаны аналогичные вычисления для 100 модельных деревьев, срубленных в Козыревском районе Камчатской области. Полученные результаты приводятся в табл. 1. В этой же таблице приводятся данные проф. В. К. Захарова, полученные им для сосны [2]. Модельные деревья были срублены при инвентаризации Талданской лесосырьевой базы в 1956 г. в спелых насаждениях лиственницы даурской.

Таблица 1

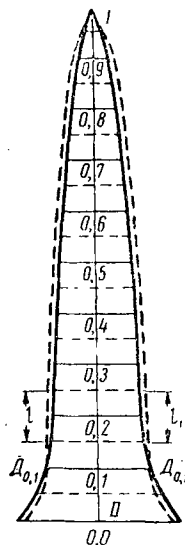
Порода	Относительные высоты								
	0,00	0,2H	0,3H	0,4H	0,5H	0,6H	0,7H	0,8H	0,9H
<b>Лиственница Амурской области</b>									
Числа сбega, $\eta$ . . . . .	151,0	89,8	83,3	76,3	70,0	60,9	50,6	37,7	20,9
Ошибка средней, $m$ . . . . .		0,22	0,30	0,32	0,42	0,46	0,49	0,56	0,56
Среднее квадратичное отклонение, $\sigma$ . . . . .		3,14	4,3	5,6	6,0	6,5	6,9	7,9	7,6
Коэффициент вариации, $v$ . . . . .		3,5	5,2	7,4	8,5	10,6	13,6	20,8	35,0
Точность исследования, $p$ . . . . .		0,25	0,36	0,42	0,60	0,76	0,97	1,5	2,6
<b>Лиственница Камчатской области</b>									
Числа сбega, $\eta$ . . . . .	146,7	92,1	85,5	79,4	72,3	66,4	53,8	40,7	22,8
Ошибка средней, $m$ . . . . .		0,27	0,37	0,39	0,41	0,47	0,47	0,56	0,74
Среднее квадратичное отклонение, $\sigma$ . . . . .		2,67	3,67	3,88	4,13	4,70	4,66	5,57	7,40
Коэффициент вариации, $v$ . . . . .		2,9	4,3	4,9	5,7	7,1	8,6	13,6	32,7
Точность исследования, $p$ . . . . .		0,30	0,40	0,50	0,57	0,70	0,87	1,37	3,2
<b>Сосна, по данным проф. В. К. Захарова</b>									
Числа сбega, $\eta$ . . . . .	156,1	92,2	85,3	79,1	72,9	65,4	55,5	40,7	22,7
Ошибка средней, $m$ . . . . .		0,27	0,26	0,30	0,31	0,36	0,41	0,44	0,44
Среднее квадратичное отклонение, $\sigma$ . . . . .		3,1	3,4	3,3	3,7	3,7	4,1	4,4	4,4
Коэффициент вариации, $v$ . . . . .		3,4	4,0	4,4	5,1	5,6	7,7	10,3	19,4
Точность исследования, $p$ . . . . .		0,19	0,22	0,28	0,35	0,37	0,47	0,67	1,24

состава (8—10) Л (2—0) С, полноты 0,5—0,7, IV—III бонитета, возраста 130—170 лет, тип леса — лиственничник рододендроновый.

В Козыревском районе Камчатской области модели были взяты также в спелых и перестойных насаждениях даурской лиственницы состава 10Л, полноты 0,5—0,8, III—IV бонитета, 130—170 лет, типа леса — листвяг брусничный.

Работа проведена в 1958 г. при инвентаризации лесосырьевой базы Козыревского ЛПХ.

Данные табл. 1 показывают, что лиственница даурская в Амурской области имеет меньшую полнодревесность ствола, чем камчатская лиственница и европейская сосна. Действительно, если для амурской и камчатской лиственницы коэффициент различия  $t$  по всем относительным высотам колеблется от 4 до 8 (за исключением  $\eta_{0,9}$ , где  $t = 2,5$ ), то между камчатской лиственницей и европейской сосной коэффициент различия лишь в одном случае (на 0,7 H) достигает 2,7. Коэффициенты вариации показывают, что у амурской лиственницы сбег, особенно в верхней части ствола, колеблется гораздо сильнее, чем у сосны.



— Амурская лиственница  
 --- Камчатская лиственница

Рис. 1. Формы ствола лиственницы.

Разницу в объемах одинаковых по диаметру и по высоте стволов лиственницы амурской и камчатской можно определить, приняв, что диаметры на  $0,1H$ ,  $0,2H$ ...,  $0,9H$  (рис. 1) будут срединными для девяти отрезков, сумма объемов которых даст приблизительный объем ствола.

Основная разница в объеме между амурской и камчатской лиственницей будет заключена в пределах этих девяти отрезков, так как разница между самой верхней частью I и самой нижней частью II (см. рис. 1) при одинаковых диаметрах и высотах амурской и камчатской лиственницы выразится в десятитысячных долях кубометра и ею можно пренебречь.

Объем ствола амурской лиственницы будет равен

$$v_{л.а} = \frac{\pi}{4} D_{0,1}^2 l + \frac{\pi}{4} D_{0,2}^2 l + \frac{\pi}{4} D_{0,3}^2 l + \dots + \frac{\pi}{4} D_{0,9}^2 l,$$

из определения чисел сбега следует

$$\eta_n = \frac{D_n}{D_{0,1}},$$

поэтому

$$v_{л.а} = \frac{\pi}{4} D_{0,1}^2 l + \frac{\pi}{4} D_{0,1}^2 \eta_{0,2}^2 l + \frac{\pi}{4} D_{0,1}^2 \eta_{0,3}^2 l + \dots + \frac{\pi}{4} D_{0,1}^2 \eta_{0,9}^2 l$$

или

$$v_{л.а} = \frac{\pi}{4} D_{0,1}^2 l (1 + \eta_{0,2}^2 + \eta_{0,3}^2 + \dots + \eta_{0,9}^2).$$

Аналогично для камчатской лиственницы

$$v_{л.к} = \frac{\pi}{4} (D_{0,1}')^2 l_1 [1 + (\eta'_{0,2})^2 + (\eta'_{0,3})^2 + \dots + (\eta'_{0,9})^2].$$

При условии  $l = l_1$  и  $D_{0,1} = D_{0,1}'$

будем иметь

$$\frac{v_{л.а}}{v_{л.к}} = \frac{1 + \eta_{0,2}^2 + \eta_{0,3}^2 + \dots + \eta_{0,9}^2}{1 + (\eta'_{0,2})^2 + (\eta'_{0,3})^2 + \dots + (\eta'_{0,9})^2} = \frac{\sum_{n=0,1}^{n=0,9} \eta_n^2}{\sum_{n=0,1}^{n=0,9} (\eta'_n)^2}.$$

Нас интересует относительная разница в объемах между амурской и камчатской лиственницей; в общем виде она может быть выражена так:

$$\frac{v_{л.а} - v_{л.к}}{v_{л.к}} = \frac{v_{л.а}}{v_{л.к}} - 1 = \frac{\sum_{n=0,1}^{n=0,9} \eta_n^2}{\sum_{n=0,1}^{n=0,9} (\eta'_n)^2} - 1$$



или в процентах:

$$P_{\Delta v} = 10.0 \left( \frac{\sum_{n=0,1}^{n-0,1} \eta_n^2}{\sum_{n=0,1}^{n-0,9} (\eta'_n)^2} - 1 \right).$$

Величина  $P_{\Delta v}$  — показатель разности полнодревесности между амурской и камчатской лиственницей, — составляет 7%. Показатель разности полнодревесности может иметь общеметодическое значение. С его помощью на небольшом исходном материале (150 модельных деревьев) можно судить о пригодности тех или иных таблиц к данному объекту путем сравнения полученных чисел сбega с вычисленными ранее. При величине показателя разности полнодревесности 7% и более можно говорить о непригодности тех или иных таблиц.

В этом нас убеждает сравнение объемов сосны Европейской части СССР с объемами лиственницы даурской, для которой нами по методу проф. В. К. Захарова были составлены таблицы объема и сбega.

При одинаковых диаметрах и высотах объем стволов сосны в среднем превысил объем лиственницы на 15%. Причину того, что лиственница даурская в условиях Амурской области оказалась наименее полнодревесной, по-видимому, надо искать в том, что здесь лиственница произрастает в зоне вечной мерзлоты.

Изложенное выше приводит к выводу, что при применении таблиц объемов хлыстов и сортиментных таблиц, составленных для других географических районов, мы можем систематически завышать запасы при таксации лесного фонда Амурской области.

В силу этого необходимо дальнейшее изучение вопроса о целесообразности составления специальных таблиц объемов хлыстов и сортиментных таблиц для Амурской области.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. К. Захаров. Новое в методике исследования формы древесных стволов и составления таблиц объема и сбega. Сб. научных работ по лесному хозяйству, вып. VI, АН БССР, труды института леса, 1955. [2] В. К. Захаров. Рационализация методов таксации леса на корню. «Лесное хозяйство» № 9, 1956. [3] К. Б. Лосицкий. Изменение полнодревесности ели в зависимости от условий произрастания. «Лесное хозяйство» № 5, 1953. [4] W. Hohenadl. Neue Grundlagen der Holzmessung Forstw. Centralblatt, 1922/23. [5] M. Prodan. Messung der Waldbeständen verl. Frankfurt, a. M., 1952.

Поступила в редакцию  
27 июня 1959 г.

## К ВОПРОСУ О ВОЗНИКНОВЕНИИ РАННЕГО И ПОЗДНЕГО РАСПУСКАНИЯ ЛИСТЬЕВ У ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО \*

**Е. П. ПРОКАЗИН**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства  
и механизации лесного хозяйства)

По-видимому, нет другого примера, когда бы открытие форм в пределах вида оказало столь большое влияние на теорию и практику лесоводства, как выделение рано и поздно распускающихся форм дуба черешчатого. Изучению этих форм посвящены многочисленные исследования; их биологические, экологические и лесоводственные свойства получили широкую известность. Однако, несмотря на почти столетний период исследований, лесоводы все еще не располагают исчерпывающими знаниями о природе ранней и поздней форм дуба. Остался нерешенным вопрос и о путях возникновения основного признака рассматриваемых форм раннего и позднего распускания листьев. В этой связи представляют интерес некоторые биологические особенности дуба, отмеченные при изучении плодоношения дуба в Тульских засеках.

В 1952 г. в урочище Редачи (квартал 30 Крапивенского лесхоза) было обнаружено резкое различие в состоянии одновозрастных 45-летних насаждений в зависимости от условий рельефа. Это был первый год массового распространения листовертки в Крапивенской засеке. Все насаждения дуба были в той или иной степени повреждены, нередко распускающиеся листья сплошь объедены. На протяжении нескольких десятков метров степень повреждения резко менялась. На плато и в самой верхней части склона насаждения дуба были почти оголены, за исключением отдельных деревьев (рис. 1). Вниз по склону степень повреждения быстро убывала, большинство деревьев имели густое облиствление. Данные по заложенным пробным площадям (0,25 га каждая) № 3 (склон) и № 4 (плато) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер пробной площади	Число деревьев (в %) с разной степенью повреждения						Средняя степень повреждения, баллы
	без повреждения (0)	очень слабой (1)	слабой (2)	умеренной (3)	сильной (4)	полной (5)	
3	76,2	11,1	5,6	6,3	0,8	—	0,45
4	7,9	7,9	9,9	18,8	20,8	34,7	3,40

\* Работа выполнена под руководством академика ВАСХНИЛ А. С. Яблокова.

Естественно было предположить, что степень повреждения деревьев дуба определяется принадлежностью их к разным фенотформам. Фенологические наблюдения весны 1953 г. подтвердили это.

По времени наступления фаз развития насаждения на плато и на склоне резко отличаются (рис. 2). В последнем случае облиствение начинается и заканчивается значительно позже. По наблюдениям 19.V на пробной площади № 3 покоящихся деревьев было 54%, а на пробной площади № 4 — всего 12%. Облиствение на пробной площади № 4 к 1.VI почти закончилось, в то время как на пробной площади № 3 35,7% деревьев проходили облиствение после первого июня и отдельные деревья цвели 10.VI. Для облиствения пробной площади № 3 характерны два максимума — 22.V и 28.V—1.VI, которые возникли благодаря значительному различию в сроках распускания листьев у совместно произрастающих деревьев ранней и поздней формы. На пробной площади № 4 наблюдается один максимум — 22.V.

Таким образом, результаты фенологических наблюдений показали ясно выраженную связь календарного хода развития деревьев с условиями рельефа. С целью выявления характера почвенно-грунтовых условий плато и склона на пробных площадях были проделаны некоторые почвенные исследования, а также произведено лесоводственно-таксационное обследование насаждений.

Резкое различие обследованных насаждений ясно выступает даже при беглом осмотре в лесу (рис. 3 и 4). Таксационная характеристика их дана в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Номер пробной площади	Средние для дуба		Полнота по дубу	Число деревьев по ярусам		Состав древостоя по ярусам	
	диаметр, см	высота, м		I	II	I	II
3	18,7	16,2	0,60	178	79	7Д1Ил1Яс 1Лп, ед.Кл, Б,Ос	8Ил1Яс1Кл. ед.Ос,ряб,ябл.
4	17,6	13,9	0,47	157	165	6Д2Яс1Кл Ил + Лп	5Яс4Ил1Кл ед. Лп, ряб. ива

Обращает на себя внимание значительное количество ясеня на пробной площади № 4, которая занимает более высокое и ровное местоположение. На склоне из сопутствующих пород на первое место выходит ильм. Он образует густой полог, препятствующий развитию травяного покрова и снижающий колебание температур.

На пробной площади № 4, при более редком стоянии деревьев, дуб имеет несколько меньший диаметр и значительно меньшую высоту. Деревья здесь сильно сбежисты, крона опускается низко, из-за коленчатого ветвления она нередко имеет корявый вид. Средняя высота древостоя дает основание отнести насаждение на склоне к II бонитету, на плато — к III бонитету.

Чрезвычайно характерно состояние ясеня. На пробной площади № 4 большинство деревьев ясеня находится во втором ярусе, но это не является следствием его меньшего возраста. Как показало обследование, почти все деревья ясеня в зиму 1939/40 г. сильно пострадали. Обмерзание вызвало отмирание ствола выше 1,5—3 м, а иногда от самой шейки корня. Образовавшаяся из спящих почек поросль едва достигла высоты, которую ясень имел в 1939 г. На пробной площади № 3 ясень обмерз очень слабо. Он в равной мере участвует в первом и втором



Рис. 1. Неповрежденная листоверткой крона поздно распускающегося дуба среди почти полностью объеденных крон рано распускающихся деревьев (снимок сделан снизу вверх).

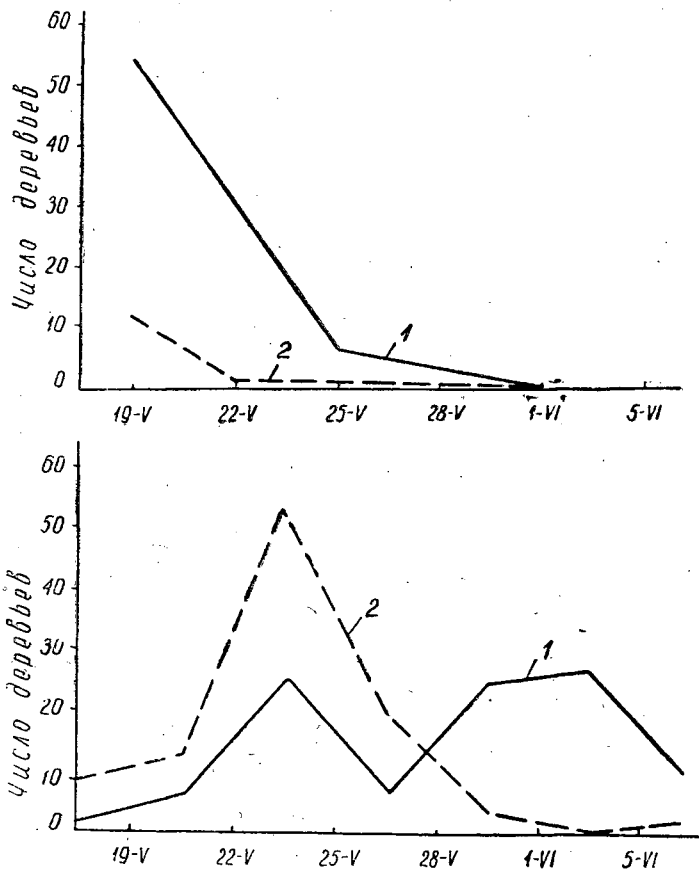


Рис. 2. Ход облиствения дуба на склоне (1) и плато (2).

ярусах. Отдельные деревья ясеня имеют здесь диаметр до 25 см, тогда как максимальная толщина деревьев ясеня на пробной площади № 4 не превышает 17 см. Если судить по составу древостоя, почвенно-грунтовые условия плато для ясеня лучше. Температурные условия более благоприятны для ясеня на склоне.

Различие лесорастительных условий подтверждается и состоянием травяного покрова. На пробной площади № 4 типичны осоки и папоротники, которые на склоне встречаются изредка. Ранней весной черемша образует сплошной ковер в обоих насаждениях, но на плато она имеет угнетенный вид. Разной оказалась и грибная флора.

С целью более глубокого изучения лесорастительных условий на пробных площадях были заложены две почвенные ямы и исследованы влажность, плотность и химический состав почвы. По морфологическим признакам почва на пробной площади № 3 определена как темно-серая, слабо оподзоленная суглинистая на безвалунном тяжелом суглинке, а на пробной площади № 4 как светло-серая, сильно оподзоленная суглинистая на тяжелом валунном суглинке. Эти почвы могут рассматриваться в качестве представителей основных групп почв Тульских засек.

В табл. 3 приведены результаты исследования влажности почв (средние из 73 определений) и их плотности по Н. А. Качинскому (средние из 316 определений).

Таблица 3

Глубина почвенных горизонтов, см	Пробная площадь № 3		Пробная площадь № 4	
	влажность, %	плотность в единицах плотномера	влажность, %	плотность в единицах плотномера
0—5	43,1	5,6	41,9	7,0
5—25	23,4	13,0	23,5	19,8
25—65	22,4	26,2	23,4	25,7
65—105	21,8	27,2	23,3	26,1
105—125	20,9	33,5	23,9	25,8

Таким образом, на плато почва оказалась более влажной и менее плотной, чем на склоне. В обоих случаях, чем глубже почвенный горизонт, тем он плотнее. Особенно заметные изменения наблюдаются на склоне, где верхние горизонты более рыхлы, чем на плато, а нижние значительно плотнее. Изменение плотности почвы по ее профилю связано не только с механическим составом, но и с влажностью почвы. На склоне влажность почвы с глубиной постепенно снижается, тогда как на плато она остается почти без изменения.

Данные табл. 3 характеризуют состояние почв на пробных площадях после продолжительного отсутствия дождей (осень 1953 г.). Не менее резко отмеченное различие должно проявляться во все времена года, так как в зависимости от рельефа местности всегда будет изменяться ход поступления и расход влаги (накопление и таяние снега, проникновение воды в почву, сток и т. д.).

Если влажность почв может быть отнесена к категории весьма изменчивых показателей, то этого нельзя сказать о химизме почв. Результаты анализов почв чрезвычайно показательны (табл. 4).

На пробной площади № 3 почва содержит больше органического вещества, отличается меньшей кислотностью и большей насыщенностью основаниями.

Процесс оподзоливания на пробной площади № 4 выражен значительно сильнее.



Рис. 3. Насаждения на пробной площади № 3.



Рис. 4. Насаждения на пробной площади № 4.

Все вышеописанное свидетельствует о бесспорном изменении лесорастительных условий по мере продвижения от плато вниз по склону. В целом условия произрастания на плато могут быть охарактеризованы как более холодные, влажные и менее плодородные, а на склоне — как более теплые, сухие (что вызывается, по-видимому, большим стоком и лучшей проницаемостью почвы) и плодородные\*. Поэтому плато занимает рано распускающаяся форма луба, склон — поздно распускающаяся.

\* Следует отметить, что описанный характер изменения лесорастительных условий в зависимости от рельефа местности типичен для Тульских засек в отличие от более южных дубравных массивов, где плато всегда суше, а понижения отличаются более холодным микроклиматом.

Таблица 4

Горизонты, см	Сумма поглощенных оснований, мг-экв на 100 г	Обменная кислотность		Гумус, %
		общая, мг-экв на 100 г	А1 мг на 100 г	
Пробная площадь № 3				
5—10	20,25	0,20	нет	5,71
20—30	10,49	0,13	0,24	1,34
50—60	16,39	3,12	0,52	0,58
90—100	17,85	3,05	0,52	0,16
140—150	22,12	2,99	0,48	0,36
Пробная площадь № 4				
5—10	16,23	0,20	нет	3,72
20—25	11,88	0,13	нет	1,08
40—45	12,04	4,02	0,57	0,26
80—90	17,16	5,68	0,99	0,26
140—150	23,35	4,31	0,69	0,31

Для того чтобы сделать такой вывод, казалось бы, нет необходимости столь подробно останавливаться на описании состояния насаждений и почвенно-грунтовых условий, если бы не следующее обстоятельство. Как свидетельствуют архивные данные, квартал 30, где заложены пробные площади № 3 и № 4, был сплошь вырублен в 1906—1907 гг. и закультивирован в 1908—1909 гг. Насаждения на пробных площадях представляют собой одновозрастные рядовые культуры дуба. Это подтверждается соответствующим расположением деревьев и совпадением возраста моделей, срубленных в сравниваемых насаждениях.

Может, однако, возникнуть сомнение, не заложены ли обследованные насаждения в разные годы и разным посадочным материалом. В этом случае имеющее место раннее и позднее распускание листьев у дуба может и не быть следствием изменения условий произрастания вдоль склона. Это сомнение отпадет, если будет показано, что наблюдается равномерный переход от раннего к позднему распусканию листьев у дуба при переходе от плато к нижним частям склона. Невозможно предполагать, что был проведен специальный отбор, и на плато посажена ранняя, в средней части склона — промежуточная и в нижней части — поздняя форма дуба.

С целью подтверждения вышесказанного вдоль склона была заложена ленточная пробная площадь шириной 10 м и длиной 150 м. Она располагалась по южной уширенной просеке квартала 30. На протяжении 150 м высота местности снижалась на 8,5—10 м. При наблюдении 26 мая 1953 г. на плато и в верхней части склона облиствение закончили 74%, в средней части склона 33,4—51,0% и в нижней части — 25,5% деревьев. Таким образом, наблюдается тесная зависимость между положением насаждения и сроком его облиствения.

Изложенный фактический материал позволяет сделать вывод, что под влиянием экологических условий раннее или позднее распускание листьев, по-видимому, может сформироваться в культурах, произошедших из однородных семян. В качестве ведущего фактора должен быть назван температурный режим воздуха и почвы, особенно в начальный период роста и развития надземной части и корневой системы растений.

Этот процесс может идти двумя путями: во-первых, путем изменения биологических свойств деревьев под непосредственным влиянием определенного комплекса внешних условий (подобно тому, как яровые

сорта хлебов перерождаются в озимые и наоборот) и, во-вторых, путем выживания феноформ, наследственные свойства которых наиболее соответствуют данным условиям произрастания.

Учет посадочных мест и числа растущих деревьев показал, что на обеих пробных площадях к 45-летнему возрасту сохранилось примерно 50% высаженных растений дуба. Мало вероятно, чтобы исходный материал был в равной степени представлен и ранней и поздней феноформами дуба. А только в этом случае отпад может привести к тому резкому различию насаждений на плато и на склоне, какое наблюдается в рассматриваемых 45-летних культурах дуба.

Независимо от того, в какой степени проявляются указанные два пути в развитии насаждения, экологические условия могут рассматриваться как главная, ведущая причина формирования раннего или позднего распускания листьев у дуба. Любое наследственное свойство растения не может возникнуть иначе, как приспособление к определенным внешним условиям. В любых условиях произрастания будут развиваться и доминировать признаки, наиболее соответствующие этим условиям.

В этой связи может быть объяснено не только закономерное расположение фенологических форм по элементам рельефа, но и различие в поведении фенологических форм в южных и северных частях ареала.

Быстрое нарастание положительных температур, характерное для северных и восточных областей, должно определять слабую дифференциацию деревьев с ранним и поздним листораспусканием. В условиях медленного нарастания положительных температур и растянутого периода поздних весенних заморозков фенологические формы будут хорошо выражены. Чем продолжительнее период листораспускания, тем многочисленнее деревья промежуточного положения.

Различие в сроках распускания листьев у деревьев в однородных условиях произрастания может также определяться различиями в среде обитания корневой системы отдельных деревьев. Насколько важно учитывать подземную ярусность, видно из табл. 5. Если принять, что начало активной деятельности корневой системы приурочено к температуре почвы выше  $+10^{\circ}\text{C}$ , то корневая система, расположенная на глубине 20 см, начнет функционировать в первой декаде мая, а расположенная на глубине 80 см лишь в третьей декаде мая. Действительно, деревья крайнего позднего срока листораспускания, встретившиеся на пробных площадях, как правило, располагались в микропонижениях или возле крупных сгнивших пней. Пустоты от перегнивших корней обеспечили, по-видимому, глубокое проникновение корней в почву, что обусловило запаздывание с началом вегетации.

Таблица 5

Место определения температуры	Среднесуточная температура по декадам мая в градусах			В среднем за месяц
	I	II	III	
Воздух . . . . .	13,6	12,9	15,0	13,8
Поверхность почвы . . . . .	21,4	20,1	20,4	23,6
Почва на глубине 5 см . . . . .	16,8	16,8	19,3	17,6
20 см . . . . .	10,1	10,7	11,9	10,9
40 „ . . . . .	10,0	10,7	11,0	10,6
80 „ . . . . .	8,7	9,8	10,3	9,6

Другой причиной варьирования в сроках листораспускания деревьев в однородных условиях следует признать разнокачественность потомства одного и того же дерева в связи с завязыванием и развитием



желудей в разных частях кроны, на побегах разных порядков ветвления, а также неоднородность потомства деревьев разного возраста. Известно, например, что разрыв в сроках распускания листьев в нижней и верхней частях кроны может достигать 7—8 и более дней. Передача потомству этого признака в ряде поколений приведет к формированию обособленных групп растений, значительно отличающихся по фенологии развития.

Поскольку раннее и позднее распускание листьев может быть следствием прямого влияния внешней среды и условий формирования исходных семян, понятно отсутствие ясных морфологических различий между рано и поздно распускающимися деревьями дуба. Они могут различаться так же, как отдельные ветки одного и того же дерева.

Возможность формирования в посадках дуба раннего или позднего срока распускания листьев под влиянием экологических условий не исключает необходимости разграничения фенологических форм дуба в лесокультурной практике. Феноформы, представленные в естественных древостоях, аккумулировали влияние внешних условий в большом ряду поколений и являются ярко выраженными носителями свойств почвенных экотипов. Они отличаются по ряду биологических и хозяйственных свойств и могут показать наивысшую производительность и жизнестойкость только при разведении в соответствующих лесорастительных условиях.

В настоящее время фенологические формы отмечены почти у всех древесных пород. Можно полагать, что изложенные представления о возникновении раннего и позднего распускания листьев дуба применимы и для других пород.

---

Поступила в редакцию  
10 декабря 1958 г.

## ИЗУЧЕНИЕ рН (КИСЛОТНОСТИ) ПЫЛЬЦЫ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД

*А. М. МАНЖОС*

Кандидат биологических наук

(Институт леса Академии наук СССР)

В статье изложены результаты изучения кислотности пыльцы различных древесных и кустарниковых пород в период ее формирования и последующего хранения.

При сравнительном физико-химическом изучении микроспорогенеза и других исследованиях многими учеными определялась рН [1], [5], [6], [8], [9], [11], [12], [13]. Автор настоящей работы сочла целесообразным применить данный метод при изучении пыльцы ряда древесных и кустарниковых пород. До этого у некоторых видов древесных пород была изучена зависимость жизнеспособности пыльцы от условий хранения [2]. При этом жизнеспособность пыльцы определялась трудоемким методом проращивания ее на искусственных питательных средах.

По нашему предположению рН пыльцы у различных древесных и кустарниковых растений может быть удобным и простым показателем для установления ее стерильности или фертильности, что очень важно для селекционной практики.

При проведении исследования были освещены следующие вопросы: кислотность пыльцы в период прохождения растениями главных постэмбриональных фаз (набухания и распускания почек и цветения) и изменение рН пыльцы в результате хранения.

Экспериментальная работа проводилась в 1956, 1957 и 1959 гг. в лаборатории лесной селекции Института леса АН СССР по следующей методике. Весной, в период прохождения растениями постэмбриональных фаз развития у 19 древесных пород со средней части кроны бралось по 30 почек с пыльниками. Деревья имели возраст от 30 до 80 лет и старше, а кустарники — от 10 до 25 лет. Почки препарировали, а затем из гнезд пыльников извлекалась пыльца, которая немедленно окрашивалась 0,005%-ным раствором нейтрального красного (нейтральрот) следующим образом. На предметное стекло стеклянной палочкой наносились 2—5 капель раствора нейтральрота, затем в жидкость помещалась пыльца. Приготовленная проба покрывалась покровным стеклом. На шлифованном конце предметного стекла записывался номер образца. Окрашивание пыльцы продолжалось от одного до двух часов. В фазе цветения взятую пыльцу окрашивали таким же образом. Зрелую пыльцу собирали в больших количествах в бюксы и хранили в эксикаторе над хлористым кальцием в холодильной установке при температуре 2°С от четырех до пяти и больше месяцев. Окрашивание пыльцы также производилось вышеуказанным способом.

Величина рН определялась под микроскопом путем сравнения оттенка окраски пыльцы с цветной шкалой. Буферные смеси для шкалы изготовлялись по таблице Мак-Ильвейна и окрашивались раствором нейтрального красного. Кислотность буферных смесей проверялась потенциометром. Различные категории окраски цветной шкалы соответствуют определенным показателям величины рН. Путем подсчета окрашенных пыльцевых зерен в поле зрения микроскопа определялся процент встречаемости пыльцы с той или иной кислотностью.

### *1. Кислотность пыльцы в период прохождения растениями постэмбриональных фаз*

Фазой набухания считался период увеличения в размерах генеративных почек. Дата наступления фазы распускания генеративных почек отмечалась тем днем, когда на растениях из почек начинали появляться мужские и женские цветки. Началом фазы цветения считался момент выпяпания пыльцы из раскрывшихся пыльников.

При выборе древесных и кустарниковых пород принимались во внимание следующие соображения. У одних растений пыльца более или менее однородна по величине — только крупная или только мелкая, что хорошо видно при окраске ее раствором нейтрального красного. Мы предполагали, что однородная по размерам пыльца имеет однородное физиологическое состояние. У других растений размеры пыльцы сильно варьируют: наряду с крупной пыльцой наблюдается средняя и мелкая; это в особенности наблюдается у гибридных и полиплоидных растений [6]. Наличие варьирующей по размерам пыльцы у многих видов и форм растений является следствием неправильного течения процессов мейозиса (редукционного деления). Это выражается в большей или меньшей степени ненормального соединения хромосом в пары в метафазе первого деления.

Наряду с бивалентами можно встретить как неспаренные унивалентные хромосомы, так и группы из трех хромосом (триваленты) и пр. Такое явление имеет место у отдаленных гибридов, содержащих в своих соматических клетках неодинаковые по числу и качеству хромосомомы двух родителей, различающихся в систематическом отношении, и у полиплоидов так называемого несбалансированного типа (триплоиды, пентаплоиды и т. д.). Ненормальное прохождение процессов мейозиса часто приводит к образованию гамет, содержащих в себе больше одного гаплоидного набора хромосом, то есть нередуцированных гамет, характеризующихся более крупными, по сравнению с нормой, размерами пыльцевых зерен. С другой стороны, в связи с нарушениями мейозиса, наряду с крупными гаметами, формируются гаметы с числом хромосом меньше одного набора. В последнем случае пыльца нежизнеспособна.

В табл. 1 указываются изученные нами породы, даты постэмбриональных фаз их развития по наблюдениям 1957 г. и приведены результаты изучения кислотности пыльцы.

Из этой таблицы видно, что в период набухания почек пыльца характеризовалась физиологически кислым состоянием.

Реакция пыльцы в фазе распускания почек также оказалась кислой, но при этом выявилась интересная особенность: если у одних пород окраска пыльцы была однородной, то у других она варьировала от малиновой до помидорно-красной. Следует отметить, что фаза распускания является не только периодом появления вполне сформированных женских и мужских цветков на растениях, но и началом дифферен-

циации пыльцы в пыльниках, что в какой-то степени связано с изменением ее кислотности.

Зрелая пыльца, собранная в фазе цветения, у одних пород была однородной по размерам, у других же сильно варьировала. Окраска пыльцы была также одинаковой у одних пород, и весьма различной у других (от малиновой до желто-бурой).

Для проверки были поставлены опыты проращивания пыльцы липы, собранной в период цветения. В одном опыте она проращивалась в 10%-ном растворе сахара с прибавлением 2—3 капель раствора нейтрального красного на десяти предметных стеклах. При учете проросшей пыльцы оказалось, что длинные пыльцевые трубки были у 43% пыльцы, средние у 36 и у 21% пыльца не проросла.

Параллельно был поставлен опыт по проращиванию пыльцы липы на чистом 10%-ном растворе сахара. Анализ показал, что длинные пыльцевые трубки образовались у 58% пыльцы, средние трубки у 10% и короткие у 30; не проросло 2% пыльцы.

По данным Поддубной — Арнольди [7] и других, известно, что зрелая пыльца полиплоидных и гибридных растений, образованная в процессе неправильного течения мейозиса, характеризуется пониженной жизнеспособностью, наличием того или иного процента нежизнеспособной пыльцы. Эта нежизнеспособная пыльца и окрашивалась в фазе цветения в желто-бурый цвет, тогда как в предыдущие фазы (набухания и распускания) такая окраска у пыльцевых зерен не встречалась.

Таким образом фазы распускания и цветения являются периодами, когда происходят процессы дифференциации пыльцевых зерен на фертильные и стерильные. Эти процессы созревания и дифференциации пыльцы и фиксируются раствором нейтрального красного.

## 2. Изменение рН пыльцы у древесных и кустарниковых пород в результате хранения

Определение рН пыльцы древесных и кустарниковых растений в процессе хранения проводилось примерно через каждые семь дней в течение 4—5 месяцев и больше. Полученные данные сведены в табл. 2. Из таблицы следует, что пыльца осины исполинской (полиплоид), лиственницы даурской из центральной Якутии (триплоид), ивы (*S. dasyclados* Wimm.  $\times$  *S. caprea* L.), тополя бальзамического, лиственницы Сукачева, можжевельника, ясеня, кедра сибирского, привитого на сосну, и сосны Веймутовой, взятая через три дня после периода цветения, имела по-прежнему разную окраску, а соответственно и разное значение рН. При хранении пыльцы указанных растений значение рН пыльцевых зерен сдвигалось постепенно в сторону показателей физиологически-щелочного состояния. Это выражалось в приобретении пыльцой желто-бурой окраски и увеличении значения рН до 7,4—8,0. Такая пыльца была нежизненной, так как при проращивании на искусственной среде (сахарозе и агар-агаре) пыльца лиственницы даурской из центральной Якутии (триплоид) после тринадцатидневного хранения не проросла.

Пыльца диплоидных растений, характеризующаяся вначале однородным физиологическим состоянием, также изменяла значение рН в результате хранения. В связи с этим при окрашивании пыльцы (у одних растений на четвертый день после хранения, у других на десятый) появлялась разная окраска, сначала было больше пыльцевых зерен с низким значением рН. В последующем, чем дольше хранилась пыльца, тем больше появлялось пыльцевых зерен со щелочной окраской и, на-

Таблица 1

## Определение pH (кислотности) пыльцы у различных древесных и кустарниковых пород в период постэмбрионального развития

Наименование растений	Фаза набухания			Фаза распускания			Фаза цветения				
	Дата опыта	% встречаемости pH пыльцы		дата опыта	% встречаемости pH пыльцы		Дата опыта	% встречаемости pH пыльцы			
		малиновая	помидорно-красная		малиновая	помидорно-красная		малиновая	помидорно-красная	желто-розовая	желто-бурая
1. <i>Populus tremula</i> L. f. <i>gygantea</i> *	15.IV		$\frac{5,8}{100}$	18.IV	$\frac{5,2}{50}$	$\frac{5,8}{50}$	20.IV	$\frac{5,2}{22}$	$\frac{5,8}{73}$	$\frac{6,4}{2}$	$\frac{7,4}{3}$
2. <i>Larix dahurica</i> Turcz**	25.IV	$\frac{<4,7}{100}$		30.IV	$\frac{<4,7}{38}$	$\frac{5,8}{62}$	4-9.V	$\frac{<4,7}{8}$	$\frac{5,8}{55}$	$\frac{6,4}{30}$	$\frac{7,4}{7}$
3. <i>Salix dasyclados</i> × <i>Salix caprea</i> L.	19.IV		$\frac{5,2}{100}$	21.IV	$\frac{5,2}{40}$	$\frac{5,8}{60}$	24-26.IV	$\frac{5,2}{39}$	$\frac{5,8}{48}$	$\frac{6,6}{10}$	$\frac{7,4}{3}$
4. <i>Populus balsamifera</i> L.***	18.IV		$\frac{5,2}{100}$	22.IV	$\frac{5,2}{48}$	$\frac{5,8}{52}$	24-26.IV	$\frac{5,2}{24}$	$\frac{5,8}{40}$	$\frac{6,4}{28}$	$\frac{7,4}{8}$
5. <i>Larix Sukaczewii</i> Djl. spec. nov.	18.IV	$\frac{<4,7}{100}$		20.IV	$\frac{<4,7}{22}$	$\frac{5,8}{78}$	24-26.IV	$\frac{<4,7}{9}$	$\frac{5,8}{76}$	$\frac{6,4}{12}$	$\frac{7,6}{3}$
6. <i>Juniperus communis</i>	17-20.V	$\frac{<4,7}{100}$		25.V	$\frac{<4,7}{30}$	$\frac{5,8}{70}$	8.VI	$\frac{<4,7}{22}$	$\frac{5,8}{43}$	$\frac{6,4}{20}$	$\frac{7,4}{15}$
7. <i>Fraxinus excelsior</i> L.	23.IV		$\frac{5,8}{100}$	28.IV	$\frac{5,2}{58}$	$\frac{5,8}{62}$	4-9.V	$\frac{5,2}{4}$	$\frac{5,8}{25}$	$\frac{6,4}{55}$	$\frac{7,6}{16}$
8. <i>Pinus sibirica</i> (Rupr.) Mayr. прививка на сосну****	17-20.V	$\frac{<4,7}{100}$		4.VI	$\frac{5,2}{38}$	$\frac{5,8}{62}$	10.VI	$\frac{5,2}{25}$	$\frac{5,8}{65}$	$\frac{6,4}{9}$	$\frac{7,4}{1}$
9. <i>Pinus monticola</i> Dougl.	17-20.V	$\frac{<4,7}{100}$		4.VI	$\frac{5,2}{50}$	$\frac{5,8}{50}$	8.VI	$\frac{5,2}{60}$	$\frac{5,8}{35}$	$\frac{7,0}{14}$	$\frac{7,6}{1}$
10. <i>Pinus silvestris</i> L.	17-20.V	$\frac{<4,7}{100}$		23.V	$\frac{5,2}{100}$		28.V			$\frac{6,2}{100}$	
11. <i>Larix dahurica</i> Turcz	18.IV	$\frac{<4,7}{100}$		21.IV		$\frac{5,8}{100}$	24-26.IV			$\frac{6,0}{100}$	
12. <i>Pinus sibirica</i> (Rupr.) Mayr.	17-20.V	$\frac{<4,7}{100}$		29.V	$\frac{5,2}{100}$		11.VI			$\frac{6,2}{100}$	
13. <i>Populus tremula</i> L.	17.IV		$\frac{5,8}{100}$	22.IV		$\frac{5,8}{100}$	24-26.IV			$\frac{6,0}{100}$	
14. <i>Pinus montana</i> Mill.	17-20.V	$\frac{<4,7}{100}$		21.V	$\frac{5,2}{100}$		28.V			$\frac{6,0}{100}$	
15. <i>Quercus robur</i>	26.IV	$\frac{<4,7}{100}$		8.V		$\frac{5,8}{100}$	13.V			$\frac{6,0}{100}$	
16. <i>Salix caprea</i> L.	18.IV		$\frac{5,2}{100}$	22.IV	$\frac{5,2}{100}$		28.IV			$\frac{6,0}{100}$	
17. <i>Syringa vulgaris</i> L.	3-6.V	$\frac{<4,7}{100}$		16.V	$\frac{5,2}{100}$		18.V			$\frac{6,0}{100}$	
18. <i>Padus racemosa</i> (Lam.) Gilib.	3-6.V		$\frac{5,8}{100}$	9.V		$\frac{5,8}{100}$	14.V			$\frac{6,0}{100}$	
19. <i>Tilia cordata</i> Mill.	12.VI	$\frac{<4,7}{100}$		13.VII		$\frac{5,8}{100}$	14.VII			$\frac{100}{5,8}$	

\* Полиплоид, обнаружен А. С. Яблоковым [10].

\*\* Триплоид, найден в центральной Якутии А. М. Манжос и Л. К. Поздняковым [4].

\*\*\* Предполагаемый гибрид по данным А. М. Манжос [3].

\*\*\*\* Пыльца бралась с опытных прививок кедра сибирского на сосну обыкновенную, произведенных А. С. Северовой.

## Определение рН пыли у различных древесных и кустарниковых пород в период хранения

Наименование растений	рН пыли (числи ель), % встречаемости (знаменатель)																																																										
	даты опыта																																																										
	26.IV	30.IV		13.V		17.V		20.V		23.V		28.V		29.V		4.VI		10.VI		11.VI	1.VII		2.VII	17.VII	21.VII		1.VIII	1.IX		7.X		9.X		11.X																									
1. <i>Populus tremula</i> L. f. <i>gygantea</i>	5,8 50	6,4 48	7,4 2	6,2 97	7,4 3	5,8 97	7,4 3	5,8 97	7,4 3		5,8 97	6,4 3		5,8 85	6,4 12	7,4 3	6,4 98	7,4 2	5,8 3	6,4 93	7,4 4											7,0 85	7,4 15	7,4 100																									
2. <i>Larix dahurica</i> Turcz triploid из цент- ральной Якутии						6,4 58	7,4 42	7,6 100																																																			
3. <i>Salix dasycelodoides</i> × <i>Salix caprea</i> L.			6,4 96	7,4 4	6,4 50	7,6 50		7,6 100																																																			
4. <i>Populus balsami- fera</i> L.			5,8 45	6,4 52	7,6 3	5,8 39	7,2 61		7,2 97	7,6 3		7,2 97	7,6 3		7,2 95	7,6 5														7,2 81	7,6 19		7,2 30	7,6 70																									
5. <i>Larix Sukaczewii</i> Djil. spec. nov.			5,8 87	6,4 12	7,6 1		5,8 82	7,6 18	5,8 82	7,6 18		7,6 18	5,8 82	7,6 18		6,8 81	7,6 19															7,4 100		7,4 100																									
6. <i>Juniperus com- munis</i>																																	7,0 86	7,6 14		7,0 12	7,6 88																						
7. <i>Fraxinus excel- sior</i> L.						6,8 84	7,6 16	6,8 84	7,6 16	6,8 84	7,6 16			6,8 84	7,6 16	6,8 74	7,6 26																	7,6 100																									
8. <i>Pinus sibirica</i> (Rupr.) Mayr прививка на сосну																																		6,4 88	7,4 12		7,0 43	7,4 57																					
9. <i>Pinus monticola</i> Dougl.																																		6,4 10	7,6 90		6,4 10	7,6 90																					
10. <i>Populus tremula</i> L.						6,0 100				6,0 99	6,4 1			6,0 88	6,4 12		6,0 98	7,0 2	6,4 96	7,0 4														7,0 100	7,0 12	7,4 88																							
11. <i>Larix dahurica</i> Turcz			5,8 100			6,0 100								6,4 95	7,6 5					6,4 8	7,6 92															7,6 100																							
12. <i>Pinus sibirica</i> (Rupr.) Mayr.																																			7,0 98	7,6 2		7,0 88	7,6 12																				
13. <i>Pinus silvestris</i> L.										6,0 100	6,0 100			6,0 70	6,4 30																					6,4 100		7,0 85	7,4 15																				
14. <i>Pinus montana</i> Mill.																																				6,2 100		7,0 97	7,6 3		7,0 82	7,6 18																	
15. <i>Quercus robur</i> L.						4,7 3	6,0 97	6,0 60		6,4 40	6,0 52	7,0 48		6,0 44	7,0 56	6,4 53	7,0 47				6,4 43	7,0 57	7,0 93	8,0 7														8,0 100																					
16. <i>Salix caprea</i> L.						6,2 100		6,2 5	7,0 95	7,0 100				7,0 100		7,4 100																																											
17. <i>Padus racemosa</i> (Lam.) Gilib.						6,0 100																																		6,4 100		7,4 100																	
18. <i>Syringa vulgaris</i> L.										6,0 100					6,0 10	6,4 90	6,0 3	6,4 87	7,0 10			6,4 84	7,6 16																	7,0 57	7,6 43	7,6 100																	
19. <i>Tilia cordata</i> Mill.																																									5,2 68	6,4 20	7,6 12	5,8 1	6,4 87	7,6 12				7,6 100									

конец, наступало однородное окрашивание при  $pH = 7,4 \div 8,0$ . Указанные в табл. 2 календарные сроки, соответствующие появлению у пыльцы значения  $pH$ , равных  $7,4 \div 8,0$ , и являлись датами перехода пыльцы из жизнеспособного состояния в нежизнеспособное.

Изложенные в настоящей работе данные позволяют сделать следующие выводы. Устанавливая значения  $pH$  пыльцы в различные периоды ее формирования и хранения, возможно относительно быстро определить ее качество, то есть жизнеспособность.

Определение значений  $pH$  пыльцы производится путем ее окраски 0,005% -ным раствором нейтрального красного и сравнением полученного оттенка с определенной заранее приготовленной цветной шкалой.

Установлено, что физиологически кислое состояние пыльцы, соответствующее малиновой, помидорно-красной и желто-розовой окраске и значениям  $pH$ , равным  $4,7 \div 7,0$ , является показателем жизнеспособности пыльцы, в то время как желто-бурая окраска и значение  $pH = 7,4 \div 8,0$  характеризуют нежизнеспособную пыльцу.

Апробация данного метода проводилась путем сравнения жизнеспособности пыльцы диплоидных растений (с заведомо жизнеспособной пыльцой) и гибридных и полиплоидных растений, формирующих в большей или меньшей степени нежизнеспособную пыльцу, что обусловлено спецификой их организации.

Одновременно установлено, что фазы распускания почек и цветения исследуемых растений характеризуются наличием процессов дифференциации пыльцы на фертильную (жизнеспособную) и стерильную (нежизнеспособную).

В результате хранения жизнеспособность пыльцы постепенно снижается, но с неодинаковой интенсивностью у разных растений.

Результаты настоящих исследований могут иметь применение в работах по гибридизации, а также при изучении естественного разнообразия растений.

Автор приносит глубокую благодарность Е. Г. Мининой и Л. Я. Полозовой-Петровой за руководство в работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Н. Н. Иванов. Методы физиологии и биохимии растений. Сельхозгиз, 1946. [2] А. М. Манжос. Жизнеспособность пыльцы сосны при разных способах хранения. Труды Института Леса АН СССР, т. XXXVII, 1958. [3] А. М. Манжос. Быстрорастущая форма *P. balsamifera* L., полученная от опыления женских цветков *P. balsamifera* L. фракционированной пыльцой этого вида. ДАН, т. 131, № 2, 1960. [4] А. М. Манжос, Л. К. Поздняков. Триплоидная форма лиственницы даурской в центральной Якутии. ДАН, т. 130, № 2, 1960. [5] Ж. Е. Медведев. Сравнительное физико-химическое изучение микроспорогенеза двудомных и гермафродитных растений. ДАН, т. LXVIII, № 5, 1949. [6] Е. Г. Минина, Л. Г. Тылкина. Физиологическое изучение действия газов на сексуализацию растений. ДАН, т. IV, № 2, 1947. [7] В. Поддубная, Н. Стешина и А. Сосновец. Развитие и жизнеспособность пыльцы *Scorzonera tau saghyz* Lipsch et Bosse. «Ботанический журнал СССР», т. 19, № 4, 1934. [8] Ю. Л. Цельникер. К вопросу о физиологических причинах ритмичности роста у деревьев. «Ботанический журнал», АН СССР, т. 35, № 5, 1950. [9] Я. Е. Эленгорн, В. А. Яблокова. Физиологический анализ пыльцевого зерна *Tulipa*. «Ботанический журнал», АН СССР, 33, 5, 1948. [10] А. С. Яблоков. Исполинская форма осины в лесах СССР. Труды Всесоюз. научн. исследов. института Лесного хозяйства ВНИИЛХ, вып. 23. [11] L. Michaelis. Der heutige Stand der allgemeinen Theorie der histologischen Färbung. Arch. micr. Anat., 1920. [12] W. Mollendorf. Untersuchungen zur Theorie der Färbung fixierten Präparate. Erg. Anat. u. Entwicklungsgesch. S. 1, 1924. [13] V. Ruzicka. Über tinctoriale Differenzen zwischen lebendem und abgestorbenen Protoplasma. Arch. f. d. gesam. Physiol. 107, 1905.

## СИЛОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕСНОГО НАВЕСНОГО ПЛУГА

**В. П. ЛИСЮТИН**

Старший научный сотрудник

(Научно-исследовательский институт садоводства имени И. В. Мичурина)

При современных масштабах лесовосстановительных работ широко применяется частичная плужная обработка почвы с оборотом пласта. Однако состояние поверхности почвы на вырубке нередко является причиной обратного падения пласта в борозду. Этому способствует наличие лесной подстилки, порубочных остатков, корней, пней и растительного покрова. Отсюда — необходимость силового воздействия на пласт в последней стадии оборота для прижатия его к поверхности почвы.

В настоящее время существуют различные способы воздействия на пласт: прижатие крылом отвала или подпруженным ползком, прикатывание катком или гусеницей трактора и др. Однако процесс образования пласта в связи с силовым воздействием на него остается малоизученным. Не определена оптимальная величина силового воздействия на пласт. Недостаточно исследовано тяговое сопротивление навесных плугов. Полностью отсутствуют в литературе сведения по динамометрированию лесных навесных плугов. Нет данных по величине усилий в звеньях навесок лесных почвообрабатывающих агрегатов, необходимых для расчета их на прочность.

Исследование этих величин и явилось задачей нашей работы, которая проводилась в 1957—1958 гг. на нераскорчеванных вырубках 68, 96 и 33 кварталов Хомяковского лесничества Загорского лесхоза Московского областного управления лесного хозяйства. Опытные участки характеризуются суглинистыми влажными слабо оподзоленными почвами, слабоволнистым рельефом и пониженным положением. Средняя влажность почвы в пахотном горизонте во время проведения опытов находилась в пределах 30—34%. Сведения об отдельных участках даны в табл. 1.

Для проведения экспериментальных исследований работы крыла отвала были изготовлены опытные установки, представляющие собой лесные плуги, оборудованные устройством для прижатия пласта: двухотвадный плуг ПКЛ-70А и одноотвадный ПКЛ (автор конструкций плугов — кандидат технических наук Ф. М. Курушин). Одноотвадный плуг был снабжен корпусом от плуга ПКБ-2-54. У двухотвадного плуга прижимающим устройством оборудовался один из отвалов, который был предварительно укорочен; другой переделке не подвергался и служил для контроля и сравнения.



Таблица 1

Пробная площадь	Квартал	Состав бывшего насаждения	Возраст вырубки, лет	Растительный покров и степень покрытия	Количество (шт.) Средние диаметр (см) и высота (см) пней	Захламленность участка
I	68	8Б1Е2Ос	1	Возобновление отсутствует. Из подлесочных: лещина, рябина, жимолость. Травяной покров: папоротник, злаки, сныть, кислица, малина, копытень, хвощ, черника. Степень покрытия 0,4	900 27 35	Средняя
II	96	5Б2Е2Ос1Ол	6	Возобновление отсутствует. Травяной покров: злаки. Степень покрытия — I	800 30 45	Слабая
III	33	9Б1Ос ед Е	4	Возобновление отсутствует. Травяной покров: злаки (вейник, щучка), кипрей, зверобой, манжетка, черника Степень покрытия — I	900 28 35	Средняя
IV	33	9Б1Ос ед. Е	4	Возобновление — поросль осины, березы и ольхи, до 100 тыс. шт. на 1 га, средняя высота поросли 1,5 м. Сомкнутость — 0,8. Травяной покров в непокрытых порослью местах — злаки, кипрей	900 28 35	Средняя
V	33	9Б1Ос ед. Е	4	Возобновление — поросль осины, березы и ольхи, до 150 тыс. шт. на 1 га, средняя высота поросли 2,1 м. Сомкнутость — I. Травяной покров отсутствует	900 28 35	Средняя

Схема одного из вариантов опытной установки приведена на рис. 1\*.

Принципиальные схемы прижимающего устройства двух- и одноотвального вариантов опытной установки одинаковы. Разница заключается в том, что в двухотвальном варианте прижимающее устройство крепится к отвалу *б* плуга (рис. 2), а в одноотвальном — к выносному кронштейну *1* рамы плуга (рис. 1).

Устройство (рис. 2) состоит из узла кронштейна *1*, неподвижного относительно корпуса плуга, и узла прижимающего пласт рабочего органа. Последний выполнялся в виде сменного регулируемого пера отвала — полоза *2* и сменного регулируемого цилиндрического катка *3* с горизонтальной осью, расположенной в поперечно-вертикальной плоскости.

Устройство позволяет осуществлять высотное и силовое замыкание прижимающего пласт рабочего органа. Высотное замыкание осуществляется с помощью винтовой пары *4* (рис. 2, *а*), силовое — с помощью

\* В. П. Лисютин. Приспособление к лесному плугу для отваливания пласта. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 120051 по классу 45а 20<sub>05</sub> за 1959 г.

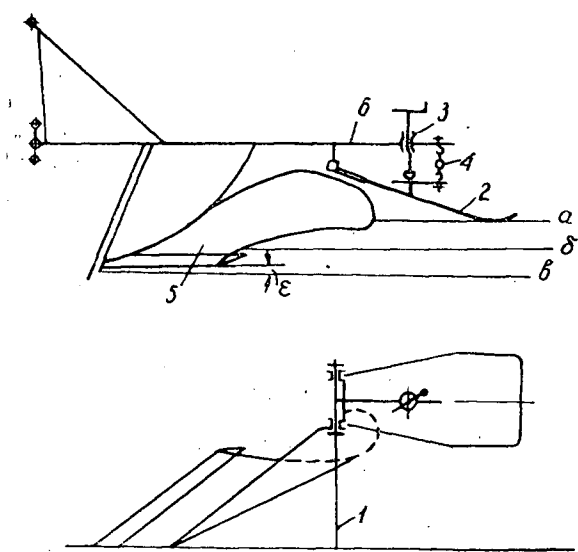


Рис. 1. Схема лесного плуга с регулируемым пером отвала.

1—выносной кронштейн; 2—регулируемое перо; 3—регулирующее устройство; 4—подвеска; 5—корпус плуга; 6—кронштейн регулирующего устройства.

груза 5 (рис. 2, б и в). В варианте устройства с высотным замыканием предусмотрена установка гидравлического динамографа 7 для замера усилия, оказываемого на пласт рабочим органом устройства (рис. 2, а и 3).

При силовом замыкании предусмотрена возможность регулирования усилия, оказываемого на пласт, за счет изменения длины грузового плеча рычага и применения сменных грузов.

Подвеска 8 служит для удержания в определенном положении рабочего органа устройства при транспортировке орудия. Длина подвески при силовом замыкании рабочего органа устройства выбиралась настолько большой, что не оказывала влияния на его работу и допускала самоустановку рабочего органа на неровностях продольного профиля пласта и при сходе с него.

При высотном замыкании рабочего органа устройства принималась минимальная длина подвески, при которой устранялся поворот рабочего органа вокруг его оси.

В кронштейне 1 предусмотрен ряд установочных отверстий 9 под ось рабочего органа устройства.

Для определения величины усилий в звеньях задней четырехзвенной навески пахотного агрегата нами были спроектированы и изготовлены динамометрические звенья навески (рис. 4), которые устанавливались вместо верхнего и нижнего звеньев двухточечной задней навески ВНИИЛМ\*.

Динамометрические звенья навески были выполнены в виде шарнирных ромбов, по одной из диагоналей которых ставились стяжки 1 и 2 с тяговым звеном 3 и 4 гидравлического динамографа ВИСХОМ. Длина стяжек регулировалась с помощью винтового регулирующего устройства 5 и 6 и установочных отверстий 7 и 8.

\* Е. М. Миндель, Г. А. Котомина. Лесохозяйственный трактор Т-47. «Лесное хозяйство» № 9, 1958.

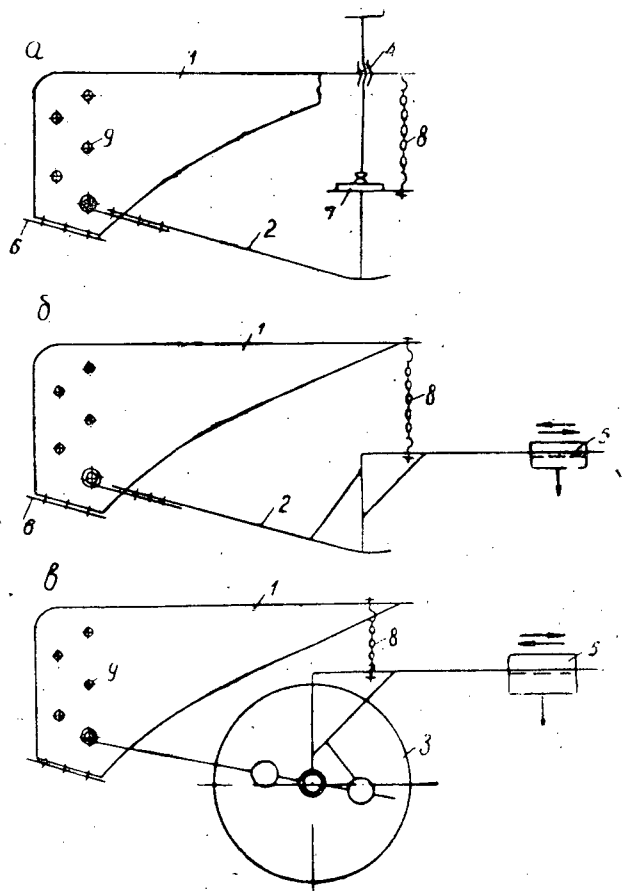


Рис. 2. Схема устройства для прижатия пласта.

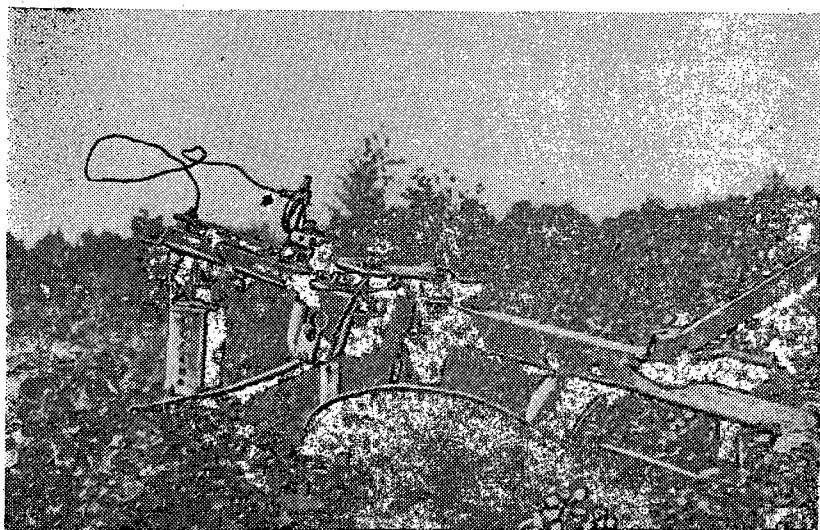


Рис. 3. Однокорпусный плуг с устройством для прижатия пласта.

Стяжка 1 верхнего звена (рис. 4, а), работающего на сжатие, устанавливалась по поперечной диагонали ромба, стяжка 2 нижнего звена (рис. 4, б), работающего на растяжении — по продольной диагонали.

В транспортном положении, когда направление сил в звеньях навески меняется на противоположное, плуг удерживается распорками 14, 15, 16 и 17. Каждая распорка имеет паз 18, который допускает изменение длины стяжки на величину удлинения тягового звена динамографа. К плугу звенья подсоединялись втулками 9 и 10, к трактору — втулкой 11 и цапфами 12 и 13.

Регистрирующий прибор гидравлического динамографа устанавливался на раме плуга и оборудовался для синхронной записи усилий в верхнем и нижнем звеньях.

В процессе исследований определялись следующие показатели:

1. Величина силового воздействия на пласт.

При выборе оптимальной величины силового воздействия учитывались обратное падение пласта в борозду, недовал, отброс от стенки борозды, сволакивание пласта, сдвиг его от стенки борозды, надвиг на борозду, разрывы пласта, заDIR пласта прижимающим его рабочим органом, плотность прилегания к поверхности почвы, продольный профиль пласта, устойчивость глубины обработки почвы.

2. Усилия  $Q_n$  и  $Q_v$ , действующие соответственно в верхнем и нижнем звеньях навески.

3. Тяговое сопротивление плуга.

4. Горизонтальная составляющая тягового сопротивления плуга.

Последние три показателя определялись в связи с силовым воздействием на пласт.

Тяговое сопротивление плуга определялось графически как результирующая  $R$  (рис. 5, а) усилий  $Q_v$  и  $Q_n$ , действующих соответственно в верхнем и нижнем звеньях навески. Определение тягового сопротивления и его горизонтальной составляющей  $R_x$  проводилось с помощью предлагаемой нами номограммы (рис. 5, б).

По осям А и Б номограммы, проведенным соответственно через нижнее и верхнее звенья навески, откладываются значения усилий  $Q_n$  и  $Q_v$ , действующих в этих звеньях. Радиус-вектор (на рис. 5, б —  $R_1$ ) точки пересечения координат, соответствующих усилиям в звеньях навески, относительно начала координат представит собой в масштабе номограммы тяговое сопротивление  $R$  плуга. Проектируя радиус — вектор  $R$  на горизонтальную ось В, получаем горизонтальную составляющую  $R_x$  (на рис. 5, б —  $R_{1x}$ ) тягового сопротивления  $R$ . Направление тягового сопротивления плуга определится углом  $\xi$  (угол  $\xi_1$  на рис. 5, б).

Были проведены следующие варианты опытов.

1. Определение величины силового воздействия на пласт пером отвала с высотным замыканием (рис. 2, а) в случае оптимального прижатия пласта при обработке почвы одно- и двухотвальными плугами.

2. Определение оптимальной величины силового воздействия на пласт при обработке почвы двух- и одноотвальными плугами с силовым замыканием пера отвала (рис. 2, б).

3. Выбор формы прижимающего пласт рабочего органа.

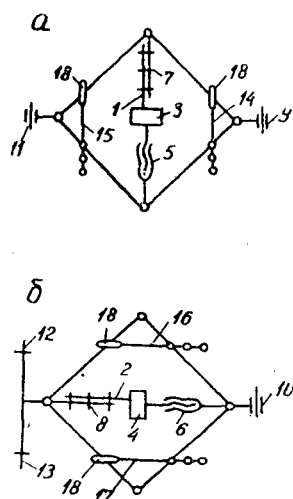


Рис. 4. Схема динамометрических звеньев навески.

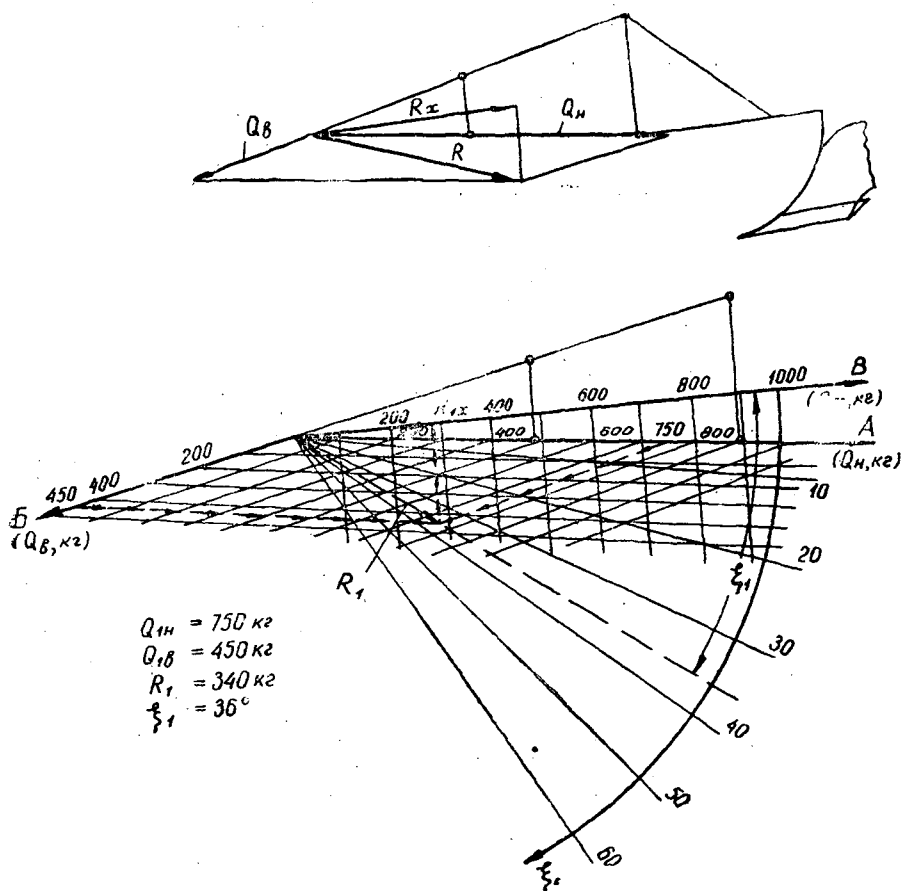


Рис. 5. Схема (а) и номограмма (б) для определения величины тягового сопротивления плуга.

4. Выявление влияния силового воздействия на пласт на усилия в звеньях навески, тяговое сопротивление плуга и его горизонтальную составляющую. Обработка почвы производилась на первой передаче трактора ТДТ-40.

Ниже применяются следующие условные обозначения:  $n$  — число наблюдений;  $M$  — арифметическая средняя;  $m$  — средняя ошибка арифметической средней;  $m\%$  — точность опыта;  $\sigma$  — основное отклонение;  $\epsilon\%$  — коэффициент вариации. Усилия, оказываемые на пласт пером отвала с высотным замыканием при оптимальном прижатии пласта, даны в табл. 2.

Таблица 2

Пробная площадь	Ширина, пласта, см	Глубина, обработки, см	$n$	$M$ , кг	$m$ , кг	$m\%$	$\sigma$ , кг	$\epsilon$ , %
III*	35	12	100	46	3,1	6,75	31	67,4
IV	35	12	100	79	3,75	4,75	37,5	47,5
	54	20	70	70	6,35	9,1	53	76
V	35	12	165	114	3,46	3,02	37	32,5

\* На пробной площади II получены те же результаты.

При исследовании работы прижимающего пласт устройства с силовым замыканием рабочего органа получены примерно те же величины усилия (табл. 3).

Таблица 3

Пробная площадь	Ширина пласта, см	Глубина обработки, см	Усилие, кг
I	35	12	40
II	35	12	50
III	35	12	50
IV	54	20	50
	35	12	80
V	54	20	70
	35	12	110
	54	20	90

Ниже приводятся данные по качеству обработки почвы лесными плугами с высотным замыканием пера отвала.

Таблица 4

Пробная площадь	Показатели	Силовое воздействие на пласт отсутствует; ширина пласта, см		Силовое воздействие на пласт оптимальное; ширина пласта, см	
		35	54	35	54
III	<i>M</i> , см	12,1	20,1	12,2	19,9
	<i>m</i> , "	0,025	0,029	0,032	0,031
	<i>m</i> %	0,21	0,143	0,26	0,156
	$\sigma$ , см	0,212	0,245	0,272	0,264
	<i>c</i> , %	1,75	1,22	2,22	1,33
IV	<i>M</i> , см	11,9	12,0	20,2	20,0
	<i>m</i> , "	0,027	0,032	0,0302	0,0345
	<i>m</i> %	0,23	0,27	0,149	0,172
	$\sigma$ , см	0,229	0,272	0,256	0,293
	<i>c</i> , %	1,92	2,27	1,27	1,46

Из табл. 4 видно, что влияние силового воздействия на стабильность глубины обработки почвы незначительно.

В табл. 5 даны показатели продольного профиля пласта в связи с силовым воздействием на него (пробная площадь III).

Таблица 5

Показатели	Глубина обработки 12 см. Силовое воздействие на пласт отсутствует; ширина пласта, см		Глубина обработки 20 см. Силовое воздействие на пласт оптимальное; ширина пласта, см	
	35	54	35	54
<i>M</i> , см	7,0	3,75	1,055	1,74
<i>m</i> , "	0,43	0,25	0,105	0,142
<i>m</i> %	6,15	6,6	9,95	8,15
$\sigma$ , см	3,7	2,15	0,90	1,2
<i>c</i> , %	53	52	85,5	69

Примечание: *M* — координаты точек продольного профиля относительно оси, проходящей через две нижние точки профиля учетной длины пласта.

Из таблицы видно, что силовое воздействие на пласт пером отвала с высотным замыканием приводит к выравниванию поверхности.

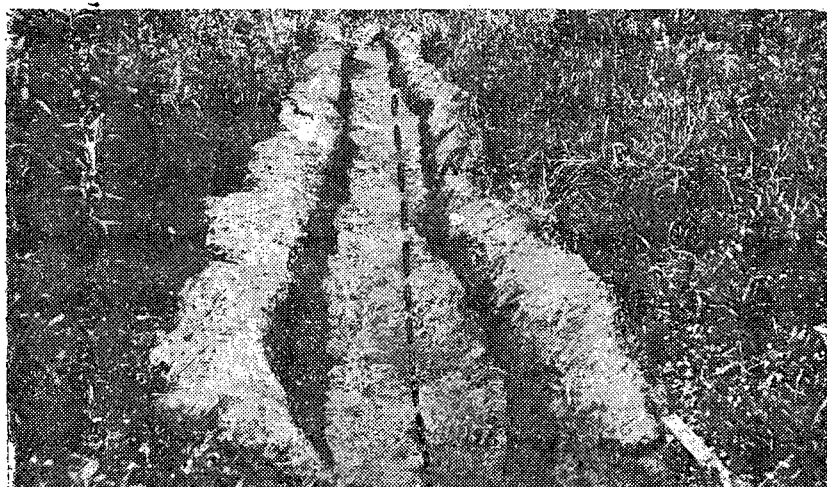


Рис. 6. Общий вид борозды, проведенной двухотвальной плугом (пунктиром показана средняя линия борозды — след дискового ножа). Пласт А, образованный отвалом, оборудованным прижимающим катком, подвинут на борозду.

В случае образования пласта при силовом воздействии, суммарная протяженность участков пласта, завалившихся в борозду, недоваленных, отброшенных от стенки борозды, сволоченных, сдвинутых от стенки и надвинутых на борозду, на пробных площадях I, II, III, IV и V не превышала соответственно 4; 6; 6; 8 и 10% от учетной длины пласта. В случае образования пласта без силового воздействия на него пером отвала величина дефектного пласта на указанных выше пробных площадях составила соответственно 40; 50; 50; 60 и 70% от учетной длины пласта.

Прижатие пласта катком с горизонтальной осью не дало положительных результатов. Пласт надвигался на борозду (рис. 6). Данные учета изменения ширины пласта при надвигании его на борозду катком приведены в табл. 6.

Таблица 6

Показатели	Изменение высоты нижней части катка*, мм				Усилие, оказываемое катком на пласт, кг			
	6	34	62	90	40	60	80	100
<i>M</i> , см	25,7	24,9	20,1	18,9	24,5	22,9	20,2	19,6
<i>m</i> , "	0,45	0,46	0,58	0,72	0,385	0,385	0,44	0,43
<i>m</i> %, "	1,74	1,82	2,9	3,84	1,57	1,68	2,25	2,2
<i>σ</i> , см	4,5	4,6	5,8	7,2	3,85	3,85	4,4	4,3
<i>σ</i> , %	17,4	18,2	29	38,4	15,7	16,8	22,5	22

\* Имеется в виду изменение высоты расположения нижней части рабочего органа, прижимающего пласт (в данном случае катка), над опорной поверхностью корпуса с момента, когда теоретический (недеформированный) пласт коснется поверхности почвы.

Динамометрированием пера отвала установлено, что за счет сил, действующих на лесной навесной плуг (вес плуга и тяговое усилие), можно создать усилие на пласт, превышающее усилие, необходимое для прижатия пласта к поверхности почвы. Избыток вертикального усилия передается обычно через опорные элементы рабочих органов плуга (на-

пример, через пятую и опорную поверхность лемеха) на почву, бесполезно теряясь и увеличивая тяговое сопротивление плуга. Нами это усилие использовалось для образования посадочной щели при производстве лесных культур в пласт. С этой целью было спроектировано и изготовлено приспособление к плугу ПКЛ для посадки сеянцев древесных пород в пласт, образуемый плугом\*. Посадка производится одновременно с вспашкой почвы.

На рис. 7 приведена схема плуга, оборудованного посадочным приспособлением, а на рис. 8 его общий вид.

Приспособление включает в себя рабочие органы, осуществляющие прижатие пласта к поверхности почвы, образование посадочной щели и заделку корневой системы сеянцев и является сменным оборудованием к лесному отвальному плугу.

Сошник представляет собой чечевицеобразное тело, свободно вращающееся при работе вокруг своей оси, что способствует его самоочищению, лучшему заземлению и разрезанию пласта. Сечение сошника плоскостью, проходящей через его ось, выбирается в зависимости от требуемого поперечного профиля щели. Диаметр сошника выбирается в зависимости от требуемой глубины образуемой им щели и конструкции посадочного устройства.

Исследования показали, что для заглабления сошника требуется усилие в 60—120 кг (в зависимости от почвы). Это усилие тратится не только на образование посадочной щели, но и на прижатие пласта к поверхности почвы (функция плуга).

Приспособление было опробовано на нераскорчеванных вырубках в Хомьяковском лесничестве Загорского лесхоза Московского областного управления лесного хозяйства как с заделывающим приспособлением (механизированная заделка сеянцев), так и без него (ручная заделка сеянцев). Опробование показало работоспособность сажалки.

Результаты обработки динамограмм, полученных при динамометрировании двухотвального плуга при обработке почвы на пробной площади IV на глубину 12 см, отражены в табл. 7 (плуг был оборудован регулируемым пером отвала с высотным замыканием, рис. 1).

Таблица 7

Показатели	Силовое воздействие на пласт отсутствует				Силовое воздействие на пласт оптимальное			
	$Q_B$ , кг	$Q_H$ , кг	$\xi^\circ$	$R_x$ , кг	$Q_B$ , кг	$Q_H$ , кг	$\xi^\circ$	$R_x$ , кг
<i>M</i> , см	350	885	10,5	410	330	980	10	430
<i>m</i> "	20,2	19,5	0,75	18,5	18,5	44	0,7	22,5
<i>m</i> %	5,8	2,2	7,1	4,5	5,6	4,5	7	5,2
$\sigma$ , см	202	195	7,5	185	185	440	7	22,5
<i>c</i> , %	58	22	71	45	56	45	70	52

Из табл. 7 видно, что силовое воздействие на пласт практически не меняет величины тягового сопротивления плуга в направлении движения агрегата ( $R_x$ ).

\* В. П. Лисютин. Приспособление к лесному плугу для посадки сеянцев лесных культур. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 120379 по классу 45 в, 26<sub>01</sub> за 1959 г.



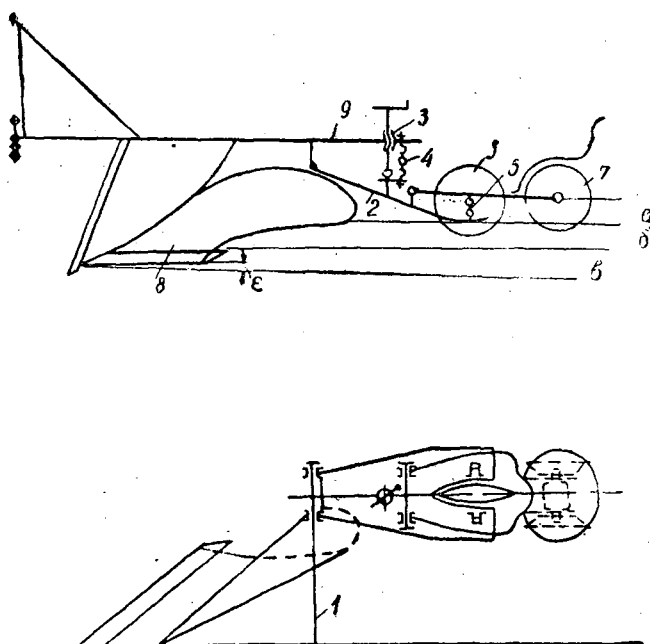


Рис. 7. Схема лесного отвального плуга с приспособлением для посадки семян в пласт.

1—выносной кронштейн; 2—регулируемое перо; 3—регулирующее устройство; 4—подвеска; 5—сошник; 6—установочные устройства сошника; 7—заделывающие приспособления; 8—корпус плуга; 9—кронштейны регулирующего устройства.

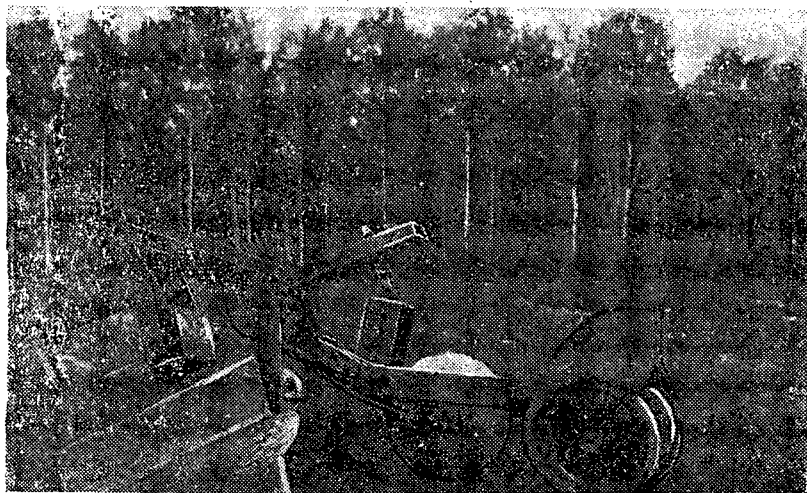


Рис. 8. Плуг ПКЛ, оборудованный устройством для посадки в пласт.

### Выводы

Силовое воздействие на пласт с целью прижатия его к поверхности почвы — необходимый элемент рабочего процесса лесного отвального плуга.

Прижатие пласта следует осуществлять за счет сил, действующих на плуг (вес плуга, сила тяги).

Этим путем можно создать усилие на пласт, превышающее усилие, необходимое для прижатия пласта. Избыток вертикального усилия можно использовать для осуществления сопутствующих вспашке операций в комбинированных лесокультурных агрегатах.

Силовое воздействие на пласт с целью прижатия его к поверхности почвы практически не влияет на тяговое сопротивление плуга.

Прижимающее устройство с рабочим органом в виде цилиндрического катка с горизонтальной осью, расположенной в поперечно-вертикальной плоскости, обеспечивает необходимое прижатие пласта, но не может выполнить функцию дооборота пласта.

Поступила в редакцию  
20 июля 1959 г.

## К ВОПРОСУ О ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ СТЕПЕНИ СОВЕРШЕНСТВА НАСАЖДЕНИЙ ЛЕСОВ ВТОРОЙ ГРУППЫ\*

А. И. КОТОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Украинская академия сельскохозяйственных наук)

Наши леса имеют различное народнохозяйственное значение. Они расположены в самых разнообразных природных и экономических условиях, в густо и слабо населенных районах страны, в условиях развитой транспортной сети и крайнего бездорожья.

Нетрудно понять, что было бы неправильно подходить к устройству этих различных лесов, к организации хозяйства в них одинаково, применяя одни и те же хозяйственные мероприятия. Это был бы шаблонный подход к делу, который, к сожалению, у нас еще встречается.

Теория советского лесоустройства требует дифференцированного подхода к устройству лесов с полным учетом их народнохозяйственного назначения, с глубоким анализом местных природных и экономических условий, с правильной оценкой прошлой хозяйственной деятельности.

Целеустремленная и дифференцированная хозяйственная деятельность лесовода должна быть направлена к достижению такого состава, структуры и состояния насаждений, которые считались бы наиболее совершенными и являлись бы эталонами.

Только зная желательный состав, структуру и полноту насаждения, лесовод может сознательно стремиться к тому, чтобы с помощью хозяйственных мероприятий приблизить действительное состояние насаждений к желательному. Бывший эталон — «нормальное насаждение» не может удовлетворять современным требованиям, предъявляемым к насаждениям лесов разного народнохозяйственного назначения.

Но, отвергнув теорию нормального леса, мы до настоящего времени еще не разработали теоретических основ для решения вопроса о том, какие насаждения должны быть признаны лучшими, совершенными, отвечающими требованиям советского лесного хозяйства. Необходимость разработки теории наиболее совершенных насаждений не может вызывать сомнений. Только руководствуясь ею, можно успешно решить проблему повышения продуктивности лесов и усилить их защитное значение. Это обязывает нас знать таксационные показатели и лесоводственные особенности наиболее совершенных насаждений.

Полная разработка намеченной теории не может быть осуществлена трудом одного исследователя. Это дело посильно крупному научно-

\* В порядке обсуждения.

исследовательскому учреждению, решающему комплексные проблемы, и потребует ряда лет работы. В настоящей статье намечается решение вопроса лишь в первом приближении.

Идея различия насаждений по степени их совершенства, с учетом качества и соответствия хозяйственным требованиям, возникла на заре лесоустройства. Позднее эта идея нашла свое выражение в понятии «добротность насаждений», которое было введено в практику лесоустроительной инструкцией 1908 г.

Класс добротности насаждения определялся по совокупности признаков, указывающих на степень его совершенства при данных условиях местопроизрастания, то есть по составу, полноте и качеству древесины (лесоустроительная инструкция 1911 г.), по полноте и ценности насаждения (инструкция 1914 г.), по фаутности насаждения (дополнение к инструкции 1914 г.), по приросту реального насаждения в сравнении с нормальным (инструкция 1926 г.). Обычно устанавливалось пять классов добротности. Во всех указанных случаях в лесоустроительных инструкциях давались довольно неопределенные указания относительно добротности насаждений. Вносились различные предложения, уточняющие решение вопроса (М. М. Орлов, В. Широков, А. И. Тарашкевич, Д. И. Морохин и др.), но они не получили широкого признания. Это явилось одной из причин того, что в 1930 г. класс добротности был заменен классом качества насаждений, который устанавливался по проценту фаутности, независимо от полноты, состава, прироста и других признаков. В 1938 г. классы качества были заменены классами товарности насаждений, определяемыми по проценту выхода деловой древесины. Как классы качества, так и классы товарности не могут всесторонне определять степень совершенства насаждений. Таким образом, правильный подход к выявлению и оценке степени совершенства насаждений в 1930 г. был потерян, забыт. В настоящее время, стремясь к выращиванию высокопродуктивных насаждений, мы в сущности, не знаем, какие насаждения следует считать лучшими, наиболее совершенными. Между тем, это имеет большое значение для правильного ведения лесного хозяйства. Идею различия насаждений по степени совершенства, в зависимости от их полноты, состава, товарности, санитарного состояния следует признать правильной. Исходя из этих соображений, для эксплуатационных лесов II группы, в которых выращивание высокопродуктивных насаждений является главной целью, предлагается следующая классификация насаждений по степени совершенства.

Наиболее совершенным мы называем такое лучшее по составу, полноте и санитарному состоянию насаждение, которое удовлетворяет хозяйственным требованиям в соответствии с народнохозяйственным назначением леса, успешно развивается при данных условиях местопроизрастания и наиболее полно использует наличное плодородие почвы.

Класс совершенства насаждения устанавливается в зависимости от его полноты по следующей шкале:

Класс совершенства	Полнота насаждения
1	1,0—0,8
2	0,7—0,6
3	0,5—0,3
4	0,2—0,1
5	0 (непокрытая лесом площадь)

Насаждения с полнотой 1,0 отнесены к первому классу совершенства, имея в виду, что такая высокая полнота временно может быть

достигнута насаждением даже при условии проведения в нем рубок ухода. Насаждения же, которые постоянно растут при полноте 1,0 и выше, не могут признаваться наиболее совершенными, так как сама природа, без участия человека, не может обеспечить отбор деревьев, лучших с хозяйственной точки зрения. Оптимальные условия для роста и развития лучших деревьев, как это показано рядом исследований, создаются при несколько изреженном пологе в результате рубок ухода (полнота 0,8—0,9), такие деревья дают древесину высшего качества и достигают скорее возраста технической спелости.

Класс совершенства определяется по полноте верхнего (основного) яруса. При наличии в насаждении двух или более ярусов, класс совершенства, определенный по основному ярусу, повышается на единицу, так как смешанные и сложные по форме насаждения являются более продуктивными, лучше используют условия среды и, следовательно, должны признаваться более совершенными. При этом второстепенный ярус в сложном насаждении должен быть отчетливо выражен, иметь запас не менее 30 м<sup>3</sup> на 1 га, полноту не менее 0,2 и средний диаметр деревьев не менее 8 см. Подрост и подлесок за ярусы не принимаются. Лесная непокрытая лесом площадь, находящаяся в стадии естественного или искусственного возобновления до момента смыкания молодняка, относится к пятому классу.

Класс совершенства должен повышаться на единицу, если в насаждении проведены такие хозяйственные мероприятия (осушение, удобрение), которые значительно повышают плодородие почвы и, следовательно, улучшают рост насаждения.

Далее класс совершенства уточняется в зависимости от состава и состояния насаждения следующим образом:

1) Класс совершенства понижается на единицу, если участие второстепенных пород в составе основного яруса насаждения будет: в спелом насаждении — более 1/10, в приспевающем насаждении — более 2/10, в средневозрастном насаждении — более 3/10, в молодняке — более 4/10.

Главная порода должна быть хозяйственно-ценной породой. Насаждения, возникшие в результате нежелательной смены пород, в составе которых в настоящее время преобладают менее ценные породы, оцениваются по степени совершенства на один класс ниже.

2) Класс совершенства понижается на единицу при плохом санитарном состоянии насаждения, при поврежденности пожаром, вредителями или болезнями, что ведет к увеличению фауности и снижению выхода деловой древесины. Класс совершенства приспевающих и спелых насаждений понижается на единицу, если они относятся ко второму или третьему классу товарности.

Таким образом, класс совершенства насаждения, определенный первоначально по его полноте, окончательно устанавливается с учетом действительного состава и санитарного состояния насаждения. Установленный первоначально по полноте класс совершенства насаждения может повышаться или понижаться на несколько баллов в зависимости от формы, состава и санитарного состояния насаждения с тем, однако, чтобы в конечном итоге он не был выше первого или ниже пятого класса.

Классифицировать насаждения по степени совершенства лучше всего в период полевых лесоустроительных работ при таксации лесного фонда. С известным основанием это можно сделать и в камеральный период, имея готовые таксационные описания.

Класс совершенства представляет собой подвижный лесоводственно-технический показатель, изменяющийся во времени для одного и того

же насаждения. В то же время это синтетический показатель, поскольку в нем отражается совместное влияние природных сил и результатов хозяйственной деятельности на полноту, состав и состояние насаждения.

Имея перед собой общую схему классификации насаждений по их совершенству, необходимо помнить, что понятие о степени совершенства должно носить не абстрактный, а конкретный характер. Оно должно создаваться для конкретных условий местопроизрастания. В этом смысле не может быть дано единой шкалы. То, что считается лучшим в одних лесорастительных условиях, может быть худшим в другой обстановке. Наиболее совершенные дубравы засушливой степной полосы, растущие в крайне жестких лесорастительных условиях, мало похожи на лучшие дубравы лесостепной зоны. Мерой сравнения степени совершенства насаждений должно являться различие в местных особенностях насаждений, обусловленных своеобразными местными условиями роста и развития. Один и тот же класс совершенства насаждений должен иметь таким образом, свой особый зональный и местный отпечаток.

Наиболее совершенными могут быть насаждения не только на богатых, но и на бедных почвах, если они по своему составу, структуре и состоянию соответствуют хозяйственным требованиям и условиям местопроизрастания, наиболее полно используют имеющиеся лесорастительные возможности, связанные с плодородием почвы и ее влажностью.

Наиболее совершенные насаждения должны отличаться возможно высокими: продуктивностью, определяемой величиной прироста древесины в данном возрасте; товарностью и качеством древесины; долговечностью, определяемой по возрасту естественной спелости; защитными свойствами.

Роль и значение каждого из этих признаков должны изменяться в зависимости от народнохозяйственного назначения лесов, зоны роста и типов условий местопроизрастания. Так, для эксплуатационных лесов III группы ведущее значение будет иметь первый и второй признаки. Для защитных же лесов первой группы большее значение приобретают два последние признака совершенства насаждений.

Степень совершенства насаждений должна устанавливаться для преобладающих в хозяйстве типов условий местопроизрастания. Местная классификация насаждений по их совершенству должна быть построена лесоустройством по каждому лесхозу, исходя из указанных выше общих положений. В таблице классификации наиболее совершенных насаждений лесхоза для каждого типа условий местопроизрастания должны быть указаны желательный состав и ярусность для молодых, средневозрастных, припевающих и спелых насаждений и основные таксационные показатели: полнота, запас, средняя высота и диаметр. Таблица наиболее совершенных насаждений будет являть собой местную шкалу типов леса и создаваться она должна на основе изучения роста и развития насаждений по типам условий местопроизрастания. С этой целью при устройстве лесов должны закладываться постоянные пробные площади в наиболее совершенных насаждениях, являющихся наглядными образцами или эталонами, к которым необходимо стремиться при выращивании леса в данных лесорастительных условиях. Постоянные пробные площади создадут объективное представление о совершенных насаждениях и позволят правильно подходить к оценке и сравнению степени их совершенства в будущем, в целях сопоставимости результатов хозяйственной деятельности. Наличие в хозяйстве таких постоянных эталонов является для лесовода одним из стимулов к достижению таких результатов, которых возможно добиться в данных условиях при современном уровне лесоводственной техники.

Проектирование и проведение хозяйственных мероприятий в каждом насаждении будет происходить, исходя из стремления достичь большей степени его совершенства, поскольку конечная цель, вытекающая из сравнения реального насаждения с наиболее совершенным, будет предельно ясна.

Изменение состава, полноты и санитарного состояния насаждения, происходящее в результате проведения тех или других лесохозяйственных мероприятий в нем, должно отражать изменение продуктивности насаждения. Следовательно, класс совершенства насаждения может быть показателем условной его продуктивности, которая складывается в результате совместного влияния двух сил: стихийных сил природы и сознательной деятельности человека. Наивысшую продуктивность в смысле прироста древесины могут дать насаждения первого класса совершенства, которую условно примем за 100%. Непокрытые лесом площади, относящиеся к пятому классу, являются непродуцирующими площадями, продуктивность которых равна нулю.

Математическая зависимость между классом совершенства и продуктивностью насаждения выражается уравнением вида:

$$y = a(b - x),$$

где  $y$  — условная продуктивность насаждения, %;  
 $x$  — номер класса совершенства;  
 $a$  и  $b$  — некоторые коэффициенты.

Установив класс совершенства для каждого таксационного выдела, можно определить средневзвешенный (по площади) класс совершенства для всех насаждений хозяйства, подобно тому, как определяется средний бонитет хозяйства.

Имея данные лесоустройства по таксации лесного фонда, проведенной в начале и в конце отчетного периода, можно определить средний класс совершенства и его изменение за отчетный период. На этой основе, по приведенному выше уравнению, определяется процент повышения условной продуктивности.

Для обеспечения непрерывности пользования лесом и достижения его наибольшей продуктивности, в условиях второй группы лесов было бы желательно иметь равномерное распределение площади насаждений по классам возраста, каждое из которых относилось бы к первому классу совершенства.

Мы ограничиваем применение классификации насаждений по степени совершенства лесами второй группы, так как здесь осуществляется целый комплекс хозяйственных мероприятий и роль хозяйственной деятельности лесовода в улучшении состава и состояния лесного фонда особенно велика. В лесах первой группы, учитывая их специфический характер, решать вопрос о степени совершенства насаждений надо по-иному. Что же касается лесов третьей группы, в которых лесоустройство ведется по низшим разрядам, а лесохозяйственная деятельность развита значительно слабее, введение в таксацию лесного фонда классификации насаждений по степени их совершенства было бы неоправданным усложнением лесоустроительных работ.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ  
ТРОСОРЕЛЬСОВЫХ ДОРОГ С ПОДВИЖНЫМ ТРОСОМ

А. Г. ПРОХОРЕНКО.

Ассистент

(Львовский лесотехнический институт).

Для снижения расходов на строительство тросорельсовых дорог и расширения области применения необходимо трассу и продольный профиль максимально приблизить к тем условиям рельефа, в которых предполагается строительство. Поэтому нужно регулировать направление действия тягового троса, что делается с помощью вращающихся опор-роликов, устанавливаемых на переломах профиля и плана. В зависимости от сложности трассы число роликов в некоторых случаях может достигать 60—100 шт. на 1 км пути.

Ролики применяются также на многоопорных установках типа ВИ, имеющих переломы в плане и профиле.

Если для дорог, трасса которых в плане представлена прямой, расчет тягового усилия для движения системы не вызывает затруднений [6], то для дорог со сложными условиями трассы определение этого усилия по имеющимся методам [2], [5] приводит к значительной погрешности расчета [7].

В одной из статей [4], посвященных этому вопросу, сопротивление перемещения троса по роликам принимается как произведение числа роликов на среднее сопротивление вращения одного ролика, хотя это последнее получено при недостаточном обоснованном допущении.

Проф. А. И. Дукельский [3] рассматривает сопротивление перемещения троса по роликовой батарее при условии, что ролики расположены на сравнительно малом расстоянии друг от друга. При этом величина потерь усилия пропорциональна суммарному давлению на цапфы всех роликов и общему коэффициенту жесткости троса.

Если число роликов невелико, то результат расчетов достаточно точен для практики. Однако этот метод требует уточнения, когда имеется значительное количество батарей, следующих одна за другой и состоящих из одного или нескольких роликов.

Поэтому строительство в основном базируется на опыте производственников, что нередко приводит к задержке ввода тросорельсовых дорог в эксплуатацию, вследствие неоднократного изменения как трассы, так и пунктов примыкания к магистральному пути.

Необходимость обоснованного выбора рабочих тросов, назначения минимальных запасов прочности, отвечающих безопасным условиям работы этих установок, а также улучшения проектирования определили задачи настоящего исследования.



Движение троса по направляющим роликам связано с преодолением сил сопротивления, которые вызываются жесткостью троса при изгибе на роликах и трением в цапфах. Величины этих сопротивлений, приведенных к окружности ролика, зависят от коэффициентов, учитывающих жесткость троса и потери на трение в цапфах. Зная угол охвата и натяжение троса, набегающего на каждый ролик, можно найти общее сопротивление, которое образуется на этом ролике. Так как натяжение троса различно и меняется непрерывно от ролика к ролику, то точное определение этого вида сопротивления приводит к весьма громоздким вычислениям и усложняет их практическое применение.

С учетом этого при исследовании приняты следующие допущения:

1. Угол охвата ролика тросом принят равным среднему углу охвата для всех роликов на дороге. Это допущение может быть обосновано тем, что поперечное перемещение троса ограничено шириной колеи дороги: увеличение угла поворота трассы вызывает необходимость установки дополнительного числа роликов, которые обеспечивают требуемое направление. При этом угол изменения на одном ролике приблизительно одинаков для всех дорог и составляет  $7-9^\circ$  [1], [4].

2. Каждая ветвь (сбегающая или набегающая) рассматривается отдельно, без учета взаимного влияния ветвей.

3. Сопротивление перемещения троса на роликах принято прямо пропорциональным приложенному усилию. Это допущение, как показывают эмпирические зависимости [3], может быть справедливым, что подтверждено также экспериментально.

Ниже рассматривается вопрос о том, как изменяется усилие, приложенное в виде составляющей веса платформы к нижнему концу троса, без учета влияния его собственного веса, при движении по  $n$  роликам (рис. 1).

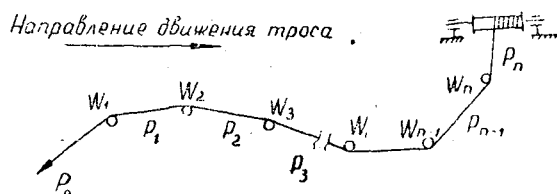


Рис. 1. Расчетная схема для определения усилия при движении троса по роликам.

Коэффициент сопротивления для одного ролика [3], равен

$$k = 1 + \zeta_{\text{ж}} + \zeta_{\text{ц}} = 1 + \zeta_{\text{общ}}, \quad (1)$$

где  $\zeta_{\text{ж}}$  — опытный коэффициент жесткости троса, который для углов охвата менее критического определяется выражением

$$\zeta_{\text{ж}} = \zeta \frac{\alpha}{\alpha_{\text{кр}}} K = \alpha_0 \zeta,$$

$K$  — поправочный коэффициент для углов охвата в  $7-9^\circ$ , равный 0,8;

$\zeta$  — коэффициент жесткости троса при  $\alpha > \alpha_{\text{кр}}$

$$\zeta \approx 0,1 \frac{d_{\text{кр}}^2 + 0,3}{D - 10},$$

где  $D$  — диаметр блока, см;

$d_{\text{кр}}$  — диаметр троса, см;

$\alpha_{кр}$  — критический угол обхвата [3];  
 $\zeta_{ц}$  — коэффициент трения в цапфе, приведенный к окружности ролика

$$\zeta_{ц} = 2f \frac{d_{ц}}{D} \sin \frac{\alpha}{2},$$

где  $d_{ц}$  — диаметр цапфы в см;  
 $f$  — коэффициент трения в цапфе ролика;  
 $\alpha$  — угол обхвата ролика тросом.

При движении платформы к приводу должно соблюдаться неравенство

$$P_0 < P_1 < P_2 < P_3 \dots < P_{n-1} < P_n,$$

где  $P_0$  — усилие, действующее в нижнем конце троса;  
 $P_n$  — усилие у привода;  
 $P_1; P_2; P_3 \dots P_{n-1}$  — усилия на отдельных участках дороги между роликами, считая снизу вверх.

Если взять какие-нибудь два смежных участка  $i$  и  $i+1$ , то разность усилий  $P_{i+1} - P_i$  будет равна сопротивлению перемещения троса на  $i$  ролик:  $P_{i+1} - P_i = w_i$ .

Тогда усилие конечного участка троса у привода при  $n$ -ном количестве роликов будет равно

$$P_n = P_0 + w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_{n-1} + w_n = P_0 + \sum_0^n w, \quad (2)$$

$$\text{но } w_1 = P_1 - P_0; \quad w_2 = P_2 - P_1; \quad w_3 = P_3 - P_2; \quad \dots \quad w_{n-1} = P_{n-1} - P_{n-2}; \\ w_n = P_n - P_{n-1},$$

где  $w_1; w_2; w_3 \dots w_{n-1}; w_n$  — сопротивления перемещения троса на 1, 2, 3...  $n-1$ ,  $n$ -ном роликах.

Усилие в тросе при переходе от первого ролика ко второму и т. д. будет:

$$P_1 = P_0 (1 + \zeta_{об}); \quad P_2 = P_1 (1 + \zeta_{об}); \\ P_3 = P_2 (1 + \zeta_{об}) \dots; \quad P_n = P_{n-1} (1 + \zeta_{об}); \quad P_1 = P_0 (1 + \zeta_{об}^2); \\ P_2 = P_0 (1 + \zeta_{об})^2; \quad P_3 = P_0 (1 + \zeta_{об})^3 \dots P_n = P_0 (1 + \zeta_{об})^n;$$

но  $(1 + \zeta_{об}) = k$ , тогда усилие сопротивления на передвижение троса на роликах

$$w_1 = P_1 - P_0 = P_0 (k - 1) \\ w_2 = P_2 - P_1 = P_0 (k^2 - k) \\ w_3 = P_3 - P_2 = P_0 (k^3 - k^2) \\ \dots \dots \dots$$

$$w_{n-1} = P_{n-1} - P_{n-2} = P_0 (k^{n-1} - k^{n-2}) \\ w_n = P_n - P_{n-1} = P_0 (k^n - k^{n-1}),$$

$$\text{откуда } \sum_0^n w = P_0 (k - 1) + P_0 (k^2 - k) + P_0 (k^3 + k^2) + \dots$$

$$\dots + P_0 (k^{n-1} - k^{n-2}) + P_0 (k^n - k^{n-1}) = P_0 (k^n - 1); \quad (3)$$

Подставив (3) в выражение (2), получим

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 + P_0(k^n - 1) = P_0 k^n \\ P_n &= P_0 k \\ k^n &= \frac{P_n}{P_0}. \end{aligned} \quad (4)$$

Сохраняя прежние обозначения, определим, при каких условиях усилие составляющей веса платформы, приложенное к концу тягового троса, полностью поглотится сопротивлением перемещения его по роликам, при условии, что платформа будет двигаться от привода (система тросов не замкнута).

В этом случае  $P_0$  расходуется на преодоление сопротивления вращения роликов. Поэтому усилие в тросе на отдельных участках должно быть

$$P_0 > P_1 > P_2 > P_3 > \dots > P_n = S_{сб}; P_n \neq 0,$$

где  $S_{сб}$  — минимальное усилие у привода, обеспечивающее зацепления тягового троса на ведущем шкиве при спуске платформы (для одноконцевых дорог  $S_{сб}$  составляет величину сопротивления вращения барабана при размотке троса);

$P_0$  — составляющая веса платформы, находящейся на уклоне, с учетом сопротивления движению.

Тогда

$$P_1 = \frac{P_0}{k} > P_2 = \frac{P_0}{k^2} > P_3 = \frac{P_0}{k^3} > \dots > P_n = S_{сб},$$

откуда

$$P_n = S_{сб} = \frac{P_0}{k^n},$$

при этом число роликов, по которым будет перемещаться трос,

$$n = \frac{\lg P_0 - \lg S_{сб}}{\lg k}. \quad (5)$$

Максимальным следует считать такой угол наклона тросорельсовых дорог, при котором будет исключена возможность произвольного скольжения погруженных бревен, то есть  $f_{ск} \geq \operatorname{tg} \alpha$ . Обычно коэффициент скольжения  $f_{ск}$  не превышает 0,25—0,35. Нарушение этого положения потребует переоборудования стандартного подвижного состава, обращающегося на магистральном пути. При этом максимальное значение составляющей веса платформы будет равно

$$P_0 = Q (\sin \alpha \mp w \cos \alpha). \quad (a)$$

В тех случаях, когда  $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = i$ , а  $\cos \alpha = 1$ , что соответствует малым углам наклона, может быть применена формула

$$P_0 = Q (i \pm w). \quad (b)$$

Значения усилия  $P_0$ , вычисленные по формулам (a) и (б), различаются на 4—5% (эта разница увеличивается при возрастании  $\operatorname{tg} \alpha$ ).

При изыскании и проектировании продольного профиля фактически измеряется величина гипотенузы, а не катета, вследствие этого получают значения  $\sin \alpha$ , принимаемые ввиду малой разницы за

tgz. В этом случае ошибка уменьшается и составляет весьма малую величину.

Поэтому при наличии профиля, уклоны которого выражены в тысячных, для расчета составляющей веса платформы с достаточной точностью можно пользоваться выражением

$$P_0 = Q(i \pm w).$$

#### Усилие от собственного веса троса

Направляющие вертикальные и поддерживающие горизонтальные ролики не только придают нужное направление тросу, но и предохраняют его от трения с другими элементами верхнего строения пути. Поэтому при определении усилия от веса троса можно рассматривать его как движущийся по роликам с углом наклона, равным среднему уклону дороги. Ошибка за счет принятия этого допущения не внесет существенной погрешности, так как усилие от веса троса составляет 15—25% общего усилия, необходимого для движения системы.

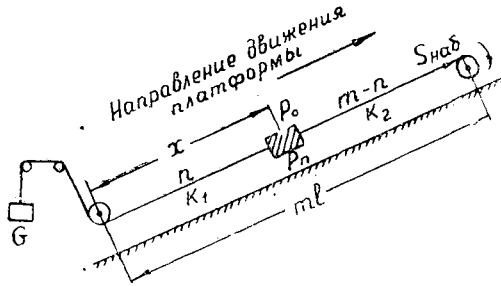


Рис. 2. Расчетная схема для определения усилия набегающей ветви.

При вертикальных роликах, опирающихся на ступицу, диаметр которой обычно равен удвоенному диаметру цапфы, коэффициент трения скольжения ступицы, приведенный к окружности ролика, приблизительно составит  $f_{ск} \frac{1,16d_{ц}}{D}$ , тогда усилие от собственного веса троса в сечении  $x$  (рис. 2) при подъеме платформы снизу вверх составит

$$S_x = \left( i_{ср} + f_{ск} \frac{1,16d_{ц}}{D} \right) \{ q(l-x) \} + f_{ск} \frac{1,16d_{ц}}{D} \sum_n^{m-n} P \quad (6)$$

и

$$S_{max} = \left( i_{ср} + f_{ск} \frac{1,16d_{ц}}{D} \right) ql + f_{ск} \frac{1,16d_{ц}}{D} \sum_0^m P.$$

Здесь  $S$  — усилие от собственного веса троса у привода, кг;

$i_{ср}$  — средний уклон дороги;

$q$  — вес пог. м троса, кг;

$P$  — вес блока, кг;

$m$  — число роликов на дороге;

$f_{ск}$  — коэффициент скольжения ступицы;

$m-n$  — число роликов направляющих и поддерживающих трос для рассматриваемого сечения.

Общее усилие при движении набегающей ветви незамкнутой системы тросов при любом положении платформы будет равно

$$S_{\text{наб}} = P_0 k_2^{m-n} + S. \quad (7)$$

Движение тросов при замкнутой схеме их расположения происходит по косым и горизонтальным роликам. Приняв, что цапфы всех роликов расположены горизонтально, получим результат, достаточно точный для практических расчетов.

$$\begin{aligned} S &= (l-x) q_1 i_{\text{ср}} + (l-x) q_1 f \frac{d_n}{D} + q_2 x (i_{\text{ср}} + f \frac{d_n}{D}) + f \frac{d_n}{D} \sum_0^n P = \\ &= \left( i_{\text{ср}} + f \frac{d_n}{D} \right) [q_1 (l-x) + q_2 x] + f \frac{d_n}{D} \sum_0^m P, \end{aligned} \quad (8)$$

где  $f$  — коэффициент трения в цапфе;

$q_1$  — вес пог. м тягового троса, кг;

$q_2$  — вес пог. м монтажного троса, кг.

При подъеме составляющая от собственного веса троса складывается с сопротивлением вращения роликов, приведенным к их окружности. Поэтому данной величиной при значительных протяжениях тросорельсовых дорог пренебрегать не следует.

Соответственно, при спуске платформы для системы незамкнутых тросов

$$S = \left( i_{\text{ср}} - f_{\text{ск}} \frac{1,16 d_n}{D} \right) [q (l-x)] - f_{\text{ск}} \frac{1,16 d_n}{D} \sum_n^{m-n} P \quad (9)$$

и замкнутых

$$S \left( i_{\text{ср}} - f \frac{d_n}{D} \right) [q_1 (l-x) + q_2 x] - f \frac{d_n}{D} \sum_0^m P. \quad (10)$$

При спуске платформы для дорог, у которых  $i_{\text{ср}} \geq f \frac{d_n}{D}$ , множитель собственного веса троса может быть равным нулю или иметь некоторое положительное значение. Поэтому в таких случаях возможно усилием собственного веса троса пренебречь, как не оказывающим существенного влияния на результат расчета.

#### Определение усилий набегающей ветви и веса груза для натяжения монтажного троса при замкнутой системе тросов

Пользуясь зависимостями, полученными выше, можно определить усилие набегающей ветви в том случае, когда кроме тягового троса к тележке прикреплен еще и монтажный, при замкнутой системе тросов (рис. 2).

Если для любого сечения  $x - P_n = Gk_1^n$ , тогда  $S'_{\text{наб}}$  без усилия от собственного веса троса будет равно  $S'_{\text{наб}} = (P_0 + Gk_1^n) k_2^{m-n}$ , а с учетом веса троса усилие набегающей ветви равно

$$S_{\text{наб}} = (P_0 + Gk_1^n) k_2^{m-n} + S, \quad (11)$$

где  $k_1$  — коэффициент сопротивления одного ролика для монтажного троса;

$k_2$  — такой же коэффициент для тягового троса;

- $m$  — общее количество роликов на дороге;  
 $m - n$  — количество роликов для рассматриваемого сечения, по которому перемещается тяговый трос;  
 $n$  — такое же количество для монтажного троса;  
 $G$  — усилие на конце монтажного троса, кг;  
 $P'_0$  — усилие на конце тягового троса (составляющая веса платформы и инвентарной тележки, находящихся на уклоне рассматриваемого сечения), кг;  
 $P_0$  — усилие в монтажном тросе в месте крепления его к инвентарной тележке, кг;  
 $S$  — усилие от веса троса, определяемое по выражению (8).

*Определение величины груза для натяжения монтажного троса, обеспечивающего безостановочное движение платформы по всей дороге*

Усилие сбегавшей ветви приводного органа, зависящее от конструкции тросоведущего шкива, является исходным условием для определения величины груза, прилагаемого к нижнему концу монтажного троса, при котором возможно движение всей системы (рис. 3).

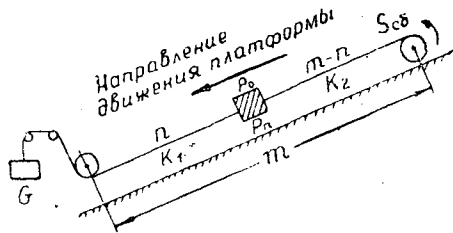


Рис. 3. Расчетная схема для определения величины груза, прилагаемого к нижнему концу монтажного троса.

Величина усилия сбегавшей ветви состоит из двух слагаемых: составляющей веса инвентарной тележки с платформой и усилия, действующего в монтажном тросе в месте крепления его к тележке, передаваемых к приводу через ролики, по которым движется тяговый трос.

Тогда  $S_{сб} = \frac{P_0}{k_2^{m-n}} + \frac{P_n}{k^{m-n}}$ , где  $P_0 = \frac{G}{k_1^n}$ , таким образом получим:

$$S_{сб} = \frac{P_0}{k_2^{m-n}} + \frac{G}{k_1 \cdot k_2^{m-n}}$$

или

$$S_{сб} = \frac{P_0}{k_2^{m-n}} = \frac{G}{k_1^n k_2^{m-n}}$$

Умножив на  $k_1^n \cdot k_2^{m-n}$ , после преобразования получим

$$G = S_{сб} k_1^n k_2^{m-n} - P_0 k_1^n$$

или

$$G = k_1^n (S_{сб} k_2^{m-n} - P_0). \quad (12)$$

При крайнем нижнем положении платформы  $n = 0$ ,  $m - n = m$ , тогда

$$G = S_{сб} k_2^m - P_0.$$

При нахождении платформы у привода, то есть когда  $n = m$ ;  $m - n = 0$ ,

$$G = k_1^m (S_{сб} - P_0).$$

Если принять во внимание, что усилие  $G$  к началу монтажного троса передается через блок, который охватывается этим тросом, то величина груза, приложенного к блоку, должна составлять  $2G$ .

*Условия работы тросорельсовой дороги без двигателя*

Рассмотрим, при каких условиях спуск грузовой платформы обеспечивает подъем порожней без применения двигателя (рис. 4).

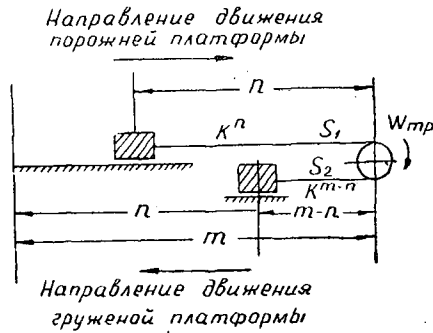


Рис. 4. Расчетная схема для определения условий работы тросорельсовой дороги без двигателя.

Из условий равновесия сил, приложенных к приводному шкиву, для движения необходимо условие:

$$\frac{P'_n}{k_2^{m-n_1}} - S_2 > P_0 k_1^n + S_1 + w_{np}$$

или

$$\frac{P'_0}{k_2^{m-n_1}} - P_0 k_1^n > S_1 + w_{np} + S_2, \tag{13}$$

где  $S_1$  — усилие на перемещение троса при подъеме порожней платформы, кг;

$S_2$  — усилие при спуске грузовой платформы, кг;

$w_{np}$  — суммарная величина сопротивления вращения привода, приведенная к окружности ведущего шкива с учетом жесткости троса, кг;

$$P'_0 = Q_{бр} (i_1 - w_1); P'_n = Q_{т} (i_2 + w_2), \tag{14a}$$

где  $i_1$  — уклон, на котором находится грузная платформа, ‰;

$i_2$  — уклон для порожней платформы, ‰;

$w_1$  — удельное сопротивление грузной платформы, кг/т;

$w_2$  — сопротивление порожней платформы, кг/т;

$Q_{бр}$  — вес платформы брутто, т;

$Q_{т}$  — тара платформы, т;

Если принять, что  $\alpha = \frac{Q_{т}}{Q_{бр}}$ , то  $Q_{бр} = \frac{Q_{т}}{\alpha}$ ; где  $\alpha$  — отношение веса тары платформы к брутто, тогда

$$P'_0 = \frac{Q_{т}}{\alpha} (i_1 - w_1). \tag{14б}$$

Подставив значения (14а) и (14б) в (13), получим

$$\frac{Q_T(i_1 - w_1)}{\alpha \cdot k_2^{m-n_1}} - Q_T(i_2 + w_2)k_1^n > S_1 + w_{np} + S_2$$

или после преобразования

$$Q_T \left( \frac{i_1}{\alpha \cdot k_2^{m-n_1}} - \frac{w_1}{\alpha \cdot k_2^{m-n_1}} - i_2 k_1^n - w_2 \cdot k_1^n \right) > S_1 + w_{np} + S_2. \quad (15)$$

Можно принять, что удельное сопротивление порожней платформы приблизительно равно удельному сопротивлению груженной и составляет 4 кг/т; подставив это значение в выражение (15), получим

$$Q_T \left( \frac{i_1}{\alpha \cdot k_2^{m-n_1}} - \frac{4}{\alpha \cdot k_2^{m-n_1}} - i_2 k_1^n - 4k_1^n \right) > S_1 + w_{np} + S_2. \quad (15а)$$

Величина коэффициентов  $k_2^{m-n_1}$  и  $k_1^n$  находится в пределах от 1 до 3, а величина коэффициента  $\alpha$  для узкоколейных платформ колеблется от 0,2 до 0,4.

Подставив численное значение коэффициента  $\alpha = 0,33$  (для платформ «Лесосудмашстроя») и максимальные значения  $k_2^{m-n_1} = 3$   $k_1^n = 3$  в члены неравенства (15а), содержащие  $w_1$  и  $w_2$ , получим:

$$Q_T \left( \frac{i_1}{0,33 k_2^{m-n_1}} - \frac{4}{0,33 \cdot 3} - i_2 k_1^n - 4 \cdot 3 \right) > S_1 + w_{np} + S_2.$$

После преобразований

$$\left( \frac{3i_1}{k_2^{m-n_1}} - i_2 k_1^n \right) > \frac{S_1 + w_{np} + S_2}{Q_T} + 16 \text{ ‰}. \quad (16)$$

Для частного случая, когда дорога имеет постоянный уклон

$$i \left( \frac{3}{k_2^{m-n_1}} - k_1^n \right) > \frac{S_1 + w_{np} + S_2}{Q_T} + 16 \text{ ‰}.$$

Наибольшее усилие сопротивления передвижению троса будет в том случае, когда порожняя платформа находится в самом нижнем положении и число роликов является наибольшим; при этом  $k_2^{m-n_1}$  будет равным 1, а  $S_2$  равно 0. Отсюда

$$i(3 - k_1^n) > \frac{S_1 + w_{np}}{Q_T} + 16 \text{ ‰}. \quad (16а)$$

Для простоты расчета, исходя из формулы (4) и принимая, что усилие на передвижение троса по роликам равно составляющей веса платформы ( $P_n = 2P_0$ ), получим

$$k^n = 2. \quad (17)$$

Подставив (17) в (16а), найдем значение уклона в тысячных

$$i > \frac{S_1 + w_{np}}{Q_T} + 16 \text{ ‰} \quad (16б)$$

При этом количество роликов должно быть

$$n \leq \frac{1g^2}{1gk}. \quad (16в)$$

Возможность работы тросорельсовой дороги с постоянным уклоном без двигателя определяется соблюдением условий (16б) и (16в).



### Выводы

Удовлетворительная сходимость величин усилий, вычисленных аналитически, с полученными автором экспериментальными данными позволяет рекомендовать вышеизложенную методику при расчете тросорельсовых дорог с подвижным тросом, а также установок, в которых для придания тросу необходимого направления применяются ролики.

### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. М. Белая, А. Г. Прохоренко. Исследование прочности тросов на горных тросовых дорогах. Научные доклады высшей школы, «Лесоинженерное дело» № 3, 1959. [2]. В. И. Гарузов, Е. Ф. Миненков, Е. И. Овсянников. Лесоспуски Закарпатья. Гослесбумиздат, 1953. [3]. А. И. Дукельский. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. Машгиз, 1951. [4]. Е. И. Катаев. Применение рельсовых дорог с тросовой тягой для подвозки древесины в горах. Новое в технологии деревообработки и горных лесозаготовок. Сборник, вып. III, изд. Академии архитектуры УССР. Киев, 1954. [5]. Новое в технологии деревообработки. Сборник, вып. 2, изд. Академии архитектуры УССР, 1952. [6]. В. Н. Образцов, Е. Н. Ратнер. Специальные наземные дороги с непрерывной тягой. Госстройиздат, ОНТИ, 1934. [7]. А. Г. Прохоренко. Измерение усилий в канатах лесотранспортных установок. Научные доклады высшей школы, «Лесоинженерное дело» № 3, 1958.

Поступила в редакцию  
24 апреля 1959 г.

## К ВОПРОСУ ТЕОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУНТА ОТВАЛОМ ДОРОЖНЫХ МАШИН \*

**Б. Е. ЕПИФАНОВ**

Доцент, кандидат технических наук

(Московский лесотехнический институт)

При строительстве земляного полотна для подсыпки небольших насыпей, а также при профилировании дорог или очистки их от снега, применяются дорожные машины с рабочим органом (отвалом), поставленным под углом к продольной оси перемещения машины. Этот угол называется углом захвата и срезаемый грунт при этом перемещается по отвалу в сторону.

В зависимости от породы грунта и его влажности можно подобрать угол захвата отвала таким, чтобы расход мощности был наименьшим, а коэффициент полезного действия наибольшим.

Под коэффициентом полезного действия подразумевается отношение работы, необходимой для перемещения грунта на сторону по кратчайшему направлению, к затрате работы отвалом машин, установленным под углом захвата.

Нужно сказать, что этот коэффициент полезного действия очень мал ( $\approx 8\%$ ).

Большой объем работ при косом перемещении грунта или снега требует правильной теории для составления практических рекомендаций.

Теория перемещения грунта косо поставленным ножом разработана и освещена в литературе проф. Н. В. Орнатским [3], [4], а также проф. А. И. Анохиным совместно с Н. М. Эвентовым [1], [2], [6].

Однако их выводы и рекомендуемые формулы не согласуются между собою, так как обе теории, на наш взгляд, построены на некоторых предположениях, вызывающих сомнение.

Это обстоятельство заставило нас сделать попытку внести соответствующие коррективы в теорию работы отвала.

Названными выше авторами были сделаны следующие предположения (см. рис. 1).

Перемещение ножа за время  $\Delta t$  из положения *I* в положение *II*, как сложное движение, может быть разложено на отдельные составляющие части: 1) на перемещение ножа параллельно самому себе по направлению, перпендикулярному к ножу (положение *I'*); 2) перемещение по направлению ножа из положения *I—I'* в положение *II*.

При этом частица грунта, находящаяся в точке *O*, первоначально переместится в точку *A*, а при втором движении ножа будет переме-

\* В порядке обсуждения.

щаться вместе с ним к точке *B*. Если бы не было трения между частицами грунта, она пришла бы в точку *B*. В действительности же частица остается в промежуточном положении и доходит только до точки *C*.

При движении возникают следующие силы: при перемещении частицы грунта из точки *O* в точку *A* — на нож действует сила

$$N = q f_2,$$

где  $q$  — вес частицы;

$f_2$  — коэффициент трения грунта по грунту.

К сожалению, эту силу оба автора (проф. Орнатский и проф. Анохин) в своих выводах не учитывают.

При втором перемещении ножа и перемещении частицы от *A* и *C* возникает сила трения грунта по грунту  $F_2 = q f_2$  (проф. Орнатский эту силу направляет против движения). В отличие от мнения проф. Орнатского проф. Анохин считает, что сила трения грунта по грунту будет зависеть не от веса частицы грунта  $q$ , а от ее бокового прижима и приравнивает эту силу  $F'_2 = N f_2$ , направляя ее также против движения.

Кроме того, в системе существует сила трения грунта по металлу  $F_1 = N f_1$ , где  $N$  — нормальная сила давления частицы грунта на нож,  $f_1$  — коэффициент трения грунта о сталь. Так как  $N = q f_2$ , то  $F_1 = q f_2 f_1$ .

Направление этой силы будет обратное по сравнению с относительным перемещением или скоростью движения частиц по ножу (от *B* к *C*), то есть в сторону движения ножа (доказательство проф. Орнатского).

После этих обоснований авторы расходятся в своих заключениях и по-разному составляют уравнение суммы работы сил.

Проф. Н. В. Орнатский полагает, что перемещение частицы по отвалу происходит под действием активных сил, соответствующих силам сопротивления, причем сила  $F_2$  действует на плече  $AC$ , а силы  $F_1$  на плече  $BC$ . Приравнивая сумму работ этих сил нулю (?!), он получил уравнение

$$F_2 AC - F_1 BC = 0 \tag{1}$$

или

$$F_2 AC = F_1 BC.$$

Произведя замену плеч (по рис. 1)

$$AC = OA \operatorname{tg} \psi = S \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \psi,$$

$$BC = AB - AC = S \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \psi;$$

где  $\psi$  — угол перемещения частицы грунта от нормали;  
 $S$  — перемещение отвала,

и подставляя значения  $F_2$  и  $F_1$ , автор получил уравнение, определяющее отклонение перемещения грунта от нормали к ножу

$$q f_2 S \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \psi - q f_2 f_1 S (\cos \alpha - \sin \alpha \operatorname{tg} \psi) = 0,$$

откуда

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{f_1}{f_1 + 1} \operatorname{ctg} \alpha. \tag{2}$$

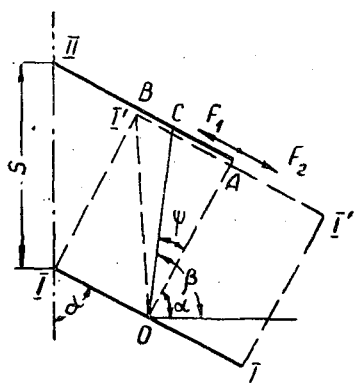


Рис. 1.

Таким образом, оказывается, что величина угла  $\psi$  зависит только от коэффициента трения грунта по стали  $f_1$  и от угла установки ножа к направлению движения  $\alpha$ , но совершенно не зависит от коэффициента трения грунта по грунту  $f_2$  (что, конечно, вызывает сомнение).

Проф. А. И. Анохин и канд. техн. наук И. М. Эвентов делают следующие предположения.

Если бы не было силы трения грунта о грунт, то грунт из точки А переместился бы вместе с ножом в точку В, и силы трения о нож никакой бы работы не совершили, а если бы не было силы трения о сталь, а силы  $F_2$  не равнялись нулю, то при этом частицы остались бы в точке А и силы  $F_2$  не совершили бы никакой работы.

При перемещении частицы грунта в промежуточное положение С силы  $F_1$  совершают, якобы, положительную работу на расстоянии АС, а силы  $F_2$  совершают отрицательную работу на расстоянии ВС; приравняв сумму работ этих сил нулю (?), авторы получили уравнение

$$F_1 \cdot AC - F_2 \cdot BC = 0. \quad (3)$$

После соответствующей замены значений сил и плеч это уравнение будет иметь вид:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{f_2}{f_1 + f_2} \operatorname{ctg} \alpha. \quad (4)$$

Отсюда вытекает, что отклонение частиц грунта от нормали зависит не только от коэффициента трения грунта о сталь  $f_1$  и угла захвата ножа  $\alpha$ , но и от коэффициента трения грунта по грунту  $f_2$ .

Однако, оба рассмотренных вывода требуют исправления. Они отличаются друг от друга тем, что плечи действия реактивных сил взяты обратными, то есть если один автор взял прилегающее, то вторые — отдаленное плечо. Но оба вывода исходят из неправильного предположения, что сумма реактивных работ на определенных плечах равна нулю.

По законам механики необходимо взять сумму работ всех сил активных и реактивных на данном перемещении и приравнять их.

На этом основании мы составили новую схему действия сил на ноже, приложив в точку О действующую силу Р и на соответствующих плечах — силы реакции.

Силу Р, приложенную в точке О и необходимую для перемещения отвала и грунта, можно разложить на силы  $P_1$  и  $P_2$ , действующие по перпендикулярному направлению к ножу и по направлению ножа.

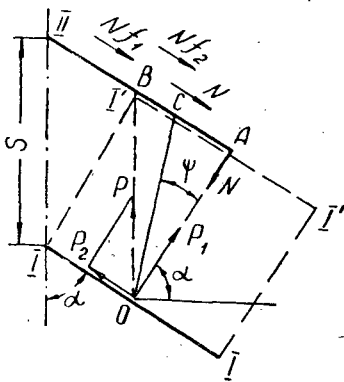


Рис. 2.

Спротивление частицы грунта по направлению ОА при движении будет  $N = q f_2$ , следовательно, для преодоления этой реакции потребуется сила  $P_1 = N$ .

При перемещении частицы грунта из точки А в точку С возникнет сопротивление трения грунта по грунту. В отличие от мнения проф. Н. В. Орнатского, проф. А. И. Анохина и Н. М. Эвентова, мы считаем, что эта сила будет действовать, как по плоскости основания ( $N = q f_2$ ), так и по боковой плоскости отвала вследствие прижима частицы к грунту силой  $N'$  ( $N' = N f_2$ ).

Таким образом, общее сопротивление трения грунта по грунту будет равно  $N + N f_2 = N (1 + f_2)$ .

Эти силы направлены против движения (см. силы у точки С, рис. 2).

При рассмотрении движения отвала от точки *C* до *B* при остановившемся грунте приходится учитывать силы трения грунта по отвалу  $Nf_1$  с плечом *BC*, которые будут направлены навстречу движению. Как видно по схеме, ни одна сила трения не может быть положительной, и в этом отношении проф. Орнатский и проф. Анохин делают ошибку.

Рассмотрение работы всех сил на перемещение *AB* дает уравнение

$$P_2 AB = N(1 + f_2) AC + Nf_1 CB. \quad (5)$$

Заменяя величину плеч по чертежу

$$\begin{aligned} AB &= S \cdot \cos \alpha \\ AC &= OA \operatorname{tg} \psi = S \sin \alpha \operatorname{tg} \psi \\ CB &= AB - AC = S \cos \alpha - S \sin \alpha \operatorname{tg} \psi \\ P_2 &= P_1 \operatorname{ctg} \alpha = N \operatorname{ctg} \alpha \end{aligned}$$

и делая подстановку этих значений, получим зависимость

$$N \operatorname{ctg} \alpha \cdot S \cos \alpha = N(1 + f_2) S \sin \alpha \operatorname{tg} \psi + Nf_1 S (\cos \alpha - \sin \alpha \operatorname{tg} \psi),$$

а после преобразований

$$\sin \alpha \operatorname{tg} \psi [(1 + f_2) - f_1] = \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha - f_1 \cos \alpha$$

и

$$\operatorname{tg} \psi = \operatorname{ctg} \alpha \frac{\operatorname{ctg} \alpha - f_1}{1 + f_2 - f_1}. \quad (6)$$

Таким образом, отклонение частиц грунта от нормали к кромке ножа при косом перемещении зависит от угла установки ножа  $\alpha$  и от коэффициентов трения грунта по грунту  $f_2$  и грунта по стали  $f_1$ .

Сравнение результатов по приведенным формулам трех авторов в пределах наиболее рациональных углов захвата  $\alpha = 40$  и  $60^\circ$  (принимая  $f_1 = 0,5$ ;  $f_2 = 0,8$ , что рекомендует ЦНИИМЭ [5]) дано в табл. 1.

Таблица 1

Авторы формулы	Значение угла $\psi$	
	при $\alpha = 40^\circ$	при $\alpha = 60^\circ$
Н. В. Орнатский	15°30	10°50
А. И. Анохин и И. М. Эвентов . . . . .	27°20	19°30
Б. Е. Епифанов . . . . .	15°50	2°

Следует также остановиться на вопросе о величине угла захвата отвала.

По проф. Орнатскому наивыгоднейший угол захвата определяется формулой  $\cos \alpha_0 = \sqrt{\frac{f_1 + 1}{2f_1 + 1}}$ , что при принятых значениях коэффициентов  $f_1$  и  $f_2$  дает  $\alpha_0 = 41^\circ$ . Проф. Анохин и Эвентов выводят зависимость

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \sqrt{\frac{f_2}{f_2 + f_1}},$$

что при тех же значениях определяет  $\alpha_0 = 31^\circ 40'$ .

В дальнейшем, как ни странно, оба автора приходят к одному и тому же выводу, что при невыгоднейшем угле захвата, угол отклонения грунта от нормали к ножу равен углу захвата (?!).

Авторы говорят: «При работе на невыгоднейшем угле захвата угол между направлением перемещения грунта и нормалью к направлению движения струга равен двойному углу захвата», то есть  $\beta_0 = 2\alpha_0$ , где  $\beta_0$  — угол между горизонталью (кратчайшим направлением бокового перемещения грунта) и фактическим направлением движения (см. рис. 1).

По нашей формуле невыгоднейший угол захвата определится при  $\psi = 0$ , то есть когда перемещение грунта будет происходить по нормали к ножу.

$$\operatorname{tg} \psi = \operatorname{ctg} \alpha \frac{\operatorname{ctg} \alpha - f_1}{1 + f_2 - f_1} = 0.$$

Очевидно  $\operatorname{ctg}^2 \alpha - \operatorname{ctg} \alpha f_1 = 0$  или  $\operatorname{ctg} \alpha = f_1$ , что при  $f = 0,5$  дает  $\alpha_0 = 63^\circ$  и при  $f_1 = 0,56$   $\alpha_0 = 60^\circ 40'$  (это подтверждается практической работой дорожных машин и рекомендацией ДорНИИ).

По формулам же проф. Орнатского и проф. Анохина и Эвентова при  $\psi = 0$  угол установки  $\alpha_0 = 90^\circ$ , что, конечно, нас удовлетворить не может, так как при этом не учитываются коэффициенты трения грунта по грунту и стали. В целях проверки нашей формулы были поставлены лабораторные испытания. По плоскому ящику, заполненному грунтом мог перемещаться плоский отвал под различным углом захвата. После установки ножа ящик покрывался шаблоном с узкой щелью, прорезанной по оси ящика. Через эту щель насыпался крашенный или белый грунт. После снятия шаблона и перемещения ножа можно было определить средний угол перемещения грунта. Предварительные результаты опытов достаточно хорошо согласуются с нашими предположениями. Было бы желательным произвести широкую экспериментальную проверку теоретических выводов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Анохин, И. М. Эвентов и др. Дорожные машины. Дориздат, 1950. [2]. А. И. Анохин, И. М. Эвентов. Испытание снегоочистителей. Журн. «Дорога и автомобиль» № 2, 1936. [3]. Н. В. Орнатский. Курс грунтовых дорог. Гострансиздат, 1933. [4]. Н. В. Орнатский. Теория перемещения грунта при машинном профилировании. Сб. № 9, МИИТ, 1928. [5]. И. В. Шатов. Экспериментальная проверка перемещения грунта при машинном профилировании дорог. Труды ЦНИИМЭ № XII, 1959. [6]. И. М. Эвентов. Анализ процесса резания и перемещения грунта ножом грейдера. Кандидатская диссертация. Л., 1946.

Поступила в редакцию  
7 декабря 1959 г.

## О ПОПЕРЕЧНОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ЗАГРУЗКИ КОЛЕС ПОДВИЖНОГО СОСТАВА УЖД

**Н. Ф. КОВАЛЕВ**

Старший преподаватель

(Белорусский лесотехнический институт)

Имеющую место на вывозке леса поперечную неравномерность давлений колес на рельсы можно оценить показателем неравномерности  $m$ , представляющим отношение сил давлений колес оси. Обозначив через  $P_2$  — большую силу давления колеса и через  $P_1$  — меньшую силу давления колеса той же оси, будем иметь

$$m = \frac{P_2}{P_1} > 1.$$

Величина  $m$  достигает значения 2,94 для платформ-сцепов «Лесосудмашстроя» и 2,52 для платформ ЭМ-51 (данные отчета по теме № 10 ЦНИИМЭ 1956 г. и материалы автора). Поэтому при расчетах прочности элементов верхнего строения пути, в том числе при построении эпюры давлений шпалы на балластный слой, эту величину необходимо учитывать. Эпюра давлений под нижней постелью шпалы, рассчитанная с учетом показателя  $m > 1$ , теряет симметрию и дает давления на единицу площади, отличающиеся от их значений, полученных при отсутствии неравномерности.

В настоящей статье излагаются метод учета неравномерности и результаты сравнения эпюр давлений под шпалой по ее длине, рассчитанных по гипотезе прямой пропорциональности, по таблицам М. И. Горбунова-Посадова [1] и по методу И. А. Симвулиди [2] с учетом  $m$  в сопоставлении с данными опытных давлений, полученными автором при экспериментальных исследованиях в Крестецком ЛПХ ЦНИИМЭ в 1955 г.

Расчетная формула давления под шпалой в сечении  $x$  с учетом показателя неравномерности  $m$  по гипотезе прямой пропорциональности (при ширине головки рельса 40 мм и длине шпалы 150 см) принимает вид

$$P_x = -c \left\{ \varphi_0 A_x + \frac{1}{K} \varphi_0 B_x - \frac{4K}{c} \left[ \frac{R}{1+m} D_{x-35,5} + \frac{mR}{1+m} D_{x-114,5} \right] \right\},$$

где  $P_x$  — среднее давление в сечении  $x$ ;

$\varphi_0$  — осадка шпалы в сечении  $x$ ;

$c$  — коэффициент постели шпалы;

$K = \sqrt[4]{\frac{cb}{4EI}}$  — коэффициент относительной жесткости шпалы и основания;

$EI$  — жесткость поперечного сечения шпалы;  
 $\omega_0$  — осадка в сечении, принятом за начальное;  
 $\varphi_0$  — угол наклона касательной к кривой прогибов оси шпалы в точке с осадкой  $\omega_0$ ;  
 $R$  — сумма нагрузок на шпалу  $R = P_1 + P_2 = P_1(1 + m)$ ;

$A_x; B_x; D_{x-35,5}; D_{x-114,5}$  — гипербола-тригонометрические функции, значения которых берутся из таблиц [2].

При расчете давлений под шпалой в условиях плоской задачи теории упругости по таблицам М. И. Горбунова-Посадова [1] с учетом показателя неравномерности  $m$  необходимо введение поправочных коэффициентов к безразмерным табличным коэффициентам. Тогда давления в равноудаленных сечениях получаются как сумма  $P'_i + P''_i = P_i$ , причем

$$P'_i = \bar{P}_i \frac{R}{(1+m)bl}; \quad P''_i = \bar{P}_i \frac{m}{1+m} \frac{R}{bl},$$

где  $P'_i$  — составляющая давления в сечении  $i$  от силы давления одного рельса;

$P''_i$  — составляющая давления в сечении  $i$  от силы давления второго рельса;

$R$  — суммарная нагрузка на шпалу;

$\bar{P}_i$  — табличный безразмерный коэффициент для сечения  $i$ ;

$b$  — ширина нижней постели шпалы;

$l$  — длина шпалы.

Расчет эпюры давлений по методу И. А. Симвулиди [3] требует значительной работы, так как соответствующих таблиц для вычислений нет. В целях упрощения решения при построении эпюры давлений под шпалами узкоколейных дорог, имеющими стандартную длину 150 см, с учетом показателя неравномерности нагрузки  $m$ , по этому методу нами разработаны таблицы, прилагаемые к статье. Порядок пользования таблицами следующий.

Определяется показатель гибкости  $\alpha$  по формуле

$$\alpha = \frac{1 - \mu^2}{1 - \mu_0^2} \frac{\pi E_0 b l^3}{EI},$$

где  $\mu$  — коэффициент Пуассона материала шпалы;

$\mu_0$  — коэффициент Пуассона материала балласта;

$E_0$  — модуль упругости материала основания, кг/см<sup>2</sup>;

$b$  — ширина нижней постели шпалы, см;

$l$  — длина шпалы, см;

$E$  — модуль упругости материала шпалы, кг/см<sup>2</sup>;

$I$  — момент инерции поперечного сечения шпалы, см<sup>4</sup>.

По прилагаемым таблицам для нужного  $\alpha$  при принятом показателе неравномерности  $m$  находится ряд давлений в девяти равноудаленных сечениях  $P_0; P_1; P_2; P_3; P_4; P_5; P_6; P_7; P_8$  в кг/см<sup>2</sup> при нагрузке на шпалу 1000 кг. Давления в тех же сечениях при нагрузке на шпалу  $R$  кг получаются умножением табличных значений на отношение  $\frac{R}{1000}$ .

При использовании таблиц применяется линейная интерполяция по  $\alpha$ . Таблицы составлены для ширины шпалы 19 см. Для получения давлений под шпалой при ширине шпалы в см табличные значения следует умножить на  $\frac{19}{b}$ ; табличные значения при  $m = 1$  соответствуют загрузке шпалы равными силами.



Значение ординат средних по сечению давлений под шпалой  
(метод И. А. Симвулиди)

$P_i$ \ $m$	1	1,3	1,4	1,5	2	3	1	1,3	1,4	1,5	2	3
	$\alpha = 0$						$\alpha = 100$					
$P_0$	0,622	0,531	0,506	0,483	0,391	0,275	0,567	0,461	0,457	0,435	0,347	0,238
$P_1$	0,444	0,391	0,376	0,363	0,309	0,241	0,425	0,372	0,357	0,343	0,289	0,221
$P_2$	0,272	0,238	0,228	0,219	0,184	0,146	0,324	0,294	0,285	0,277	0,247	0,208
$P_3$	0,247	0,229	0,225	0,222	0,210	0,195	0,263	0,249	0,246	0,242	0,228	0,211
$P_4$	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243
$P_5$	0,241	0,253	0,256	0,259	0,2715	0,287	0,263	0,276	0,280	0,284	0,297	0,315
$P_6$	0,272	0,306	0,315	0,324	0,359	0,403	0,324	0,354	0,362	0,370	0,401	0,439
$P_7$	0,444	0,497	0,512	0,525	0,579	0,647	0,425	0,478	0,493	0,507	0,561	0,629
$P_8$	0,622	0,712	0,737	0,760	0,853	0,968	0,567	0,653	0,677	0,699	0,787	0,897
Коэффиц. изгиба	0,564	0,493	0,476	0,461	0,411	0,362	0,619	0,537	0,518	0,502	0,446	0,391
$\frac{P_8}{P_0}$ в % при $m=1$	100	114,6	118,8	122,5	137,6	156,1	100	115,2	119,6	123,1	139	158,2
	$\alpha = 200$						$\alpha = 262$					
$P_0$	0,529	0,447	0,424	0,403	0,320	0,215	0,511	0,431	0,413	0,388	0,307	0,205
$P_1$	0,412	0,359	0,344	0,330	0,275	0,207	0,405	0,352	0,339	0,323	0,268	0,199
$P_2$	0,329	0,297	0,288	0,280	0,247	0,206	0,331	0,298	0,290	0,280	0,247	0,205
$P_3$	0,278	0,264	0,259	0,256	0,240	0,222	0,286	0,270	0,267	0,262	0,246	0,226
$P_4$	0,262	0,262	0,262	0,262	0,262	0,262	0,271	0,271	0,271	0,271	0,271	0,271
$P_5$	0,278	0,293	0,297	0,301	0,316	0,335	0,286	0,3015	0,305	0,310	0,326	0,346
$P_6$	0,329	0,360	0,369	0,378	0,410	0,451	0,331	0,364	0,371	0,381	0,415	0,457
$P_7$	0,412	0,466	0,480	0,494	0,549	0,617	0,405	0,459	0,471	0,488	0,543	0,611
$P_8$	0,529	0,611	0,634	0,655	0,738	0,843	0,511	0,590	0,608	0,633	0,714	0,816
Коэффиц. изгиба	0,663	0,574	0,554	0,536	0,475	0,416	0,687	0,594	0,577	0,554	0,491	0,430
$\frac{P_8}{P_0}$ в % при $m=1$	100	115,3	120	123,7	139,8	159,3	100	115,7	119,3	124	140	160
	$\alpha = 400$						$\alpha = 600$					
$P_0$	0,479	0,404	0,384	0,364	0,288	0,192	0,448	0,379	0,360	0,343	0,272	0,184
$P_1$	0,395	0,341	0,326	0,312	0,257	0,188	0,384	0,330	0,315	0,301	0,245	0,176
$P_2$	0,335	0,300	0,290	0,281	0,245	0,2005	0,339	0,301	0,291	0,281	0,242	0,194
$P_3$	0,299	0,281	0,277	0,272	0,255	0,233	0,311	0,292	0,287	0,282	0,262	0,238
$P_4$	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302
$P_5$	0,299	0,316	0,321	0,325	0,343	0,365	0,311	0,3305	0,336	0,341	0,360	0,385
$P_6$	0,335	0,370	0,380	0,388	0,424	0,469	0,339	0,376	0,387	0,396	0,435	0,483
$P_7$	0,395	0,449	0,464	0,478	0,533	0,602	0,384	0,439	0,454	0,468	0,524	0,593
$P_8$	0,479	0,554	0,575	0,594	0,671	0,766	0,448	0,517	0,536	0,554	0,624	0,712
Коэффиц. изгиба	0,732	0,633	0,610	0,590	0,523	0,458	0,783	0,678	0,654	0,633	0,562	0,492
$\frac{P_8}{P_0}$ в % при $m=1$	100	115,6	120	124	140	159,9	100	115,2	119,5	123,7	139,1	158,7
	$\alpha = 800$											
$P_0$	0,427	0,363	0,346	0,329	0,264	0,183						
$P_1$	0,377	0,322	0,307	0,293	0,237	0,167						
$P_2$	0,341	0,301	0,290	0,280	0,239	0,188						
$P_3$	0,320	0,299	0,293	0,288	0,266	0,2395						
$P_4$	0,313	0,313	0,313	0,313	0,313	0,313						
$P_5$	0,320	0,341	0,347	0,352	0,3735	0,398						
$P_6$	0,341	0,381	0,392	0,4025	0,443	0,494						
$P_7$	0,377	0,432	0,447	0,461	0,517	0,587						
$P_8$	0,427	0,491	0,5085	0,525	0,590	0,671						
Коэффиц. изгиба	0,82150	0,715	0,690	0,668	0,595	0,523						
$\frac{P_8}{P_0}$ в % при $m=1$	100	115	119,3	122,9	138,2	157,3						

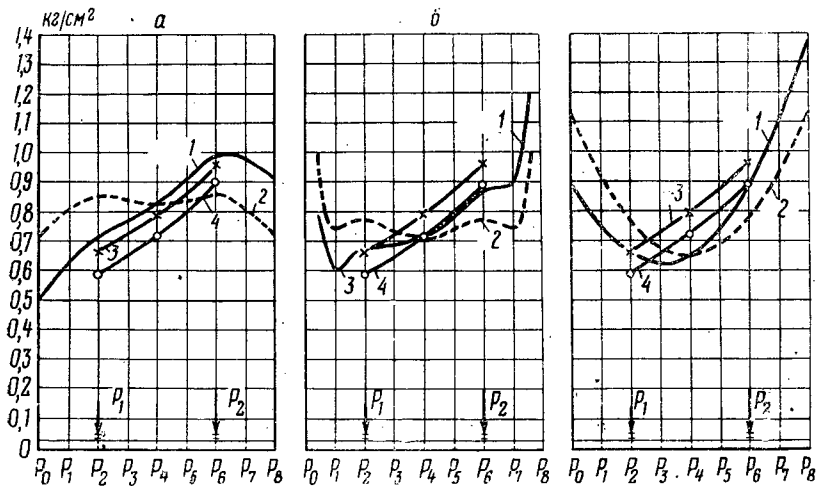


Рис. 1. Эпюры максимальных давлений вдоль нижней постели шпалы при  $R = P_1 + P_2 = 1255$  кг,  $m = 1,5$ ,  $E_0 = 363$  кг/см<sup>2</sup>, шпала III типа: а — расчет по методу прямой пропорциональности; б — по таблицам М. И. Горбунова-Посадова; в — по методу И. А. Симбулиди. Расчетные данные: 1 — при  $m = 1,5$  и 2 — при  $m = 1$ ; опытные данные: 3 — максимальные; 4 — средние.

При применении любого из рассматриваемых методов необходимо учитывать явление концентрации давлений по продольной оси шпалы. Расчеты, изложенные выше, дают средние давления в каждом сечении. Чтобы получить максимальные давления, средние значения надо умножить на коэффициент концентрации давлений  $m'$ , для определения которого М. Ф. Вериго рекомендует формулу:

$$m' = \frac{8,9}{4,35 + P_x}$$

Тогда максимальное давление в сечении  $x$  будет

$$P_{x \max} = m' P_x,$$

где  $P_x$  — среднее давление в сечении  $x$ .

На рис. 1 представлены эпюры давлений, рассчитанные по трем сравниваемым методам с учетом концентрации давлений у оси шпалы для одинаковых условий работы при имевшем место в эксперименте показателе неравномерности  $m_{\min} = 1,3$  и  $m_{\max} = 1,5$ .

На графике даны огибающие максимальных и средних арифметических опытных давлений. Пунктиром показаны расчетные эпюры давлений при  $m = 1$ .

Как видно из графиков, рост давлений под шпалой со стороны большей силы значителен. Давления в сечениях, находящихся со стороны большей силы, с ростом  $m$  увеличиваются практически в одинаковой относительной мере при использовании любого из сравниваемых методов.

Большее приближение расчетных и опытных давлений дает метод прямой пропорциональности. Учитывая точность наблюдений (ошибка  $\pm 12\%$ ), можно утверждать, что и остальные два метода дают хорошее приближение к опытным в границах между обоими подрельсовыми сечениями.

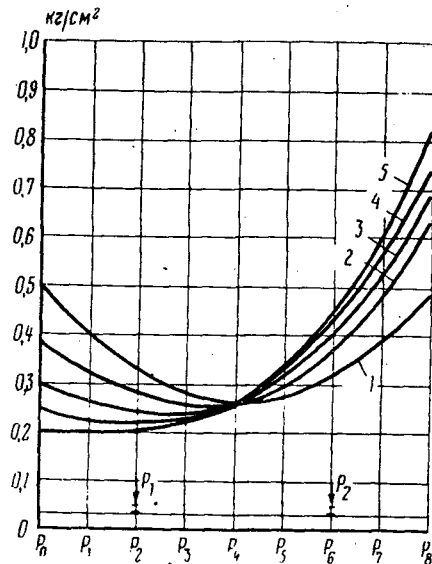


Рис. 2. Эпюры средних (в поперечных сечениях) давлений над шпалой, определенных по методу И. А. Симвулиди при  $R = 1000$  кг,  $E_0 = 363$  кг/см<sup>2</sup>,  $\alpha = 262$  и различных значениях  $m$  (1—1; 2—1,5; 3—2; 4—2,5; 5—3).

Опытные давления в подрельсовом сечении составили в % от расчетных (при  $R = 1255$  кг,  $E_0 = 363$  кг/см<sup>2</sup>,  $l = 150$  см,  $b = 19$  см и  $m = 1,5$ ):

	По максимальным значениям опытных	По средним арифметическим значениям опытных
По методу прямой пропорциональности	97,2	81,3
По таблицам Горбунова-Посадова	110,2	102,6
По методу Симвулиди	109	101,4

При расчетах по методу прямой пропорциональности и по таблицам Горбунова-Посадова величина  $m$  оказывает влияние на положение расчетного сечения. Расчетное сечение (с максимальным давлением) выходит за пределы подрельсовых в сторону большей силы тем дальше, чем больше величина  $m$ .

Важность учета показателя неравномерности нагрузки колес оси  $m$  при расчете прочности балласта становится понятной при сравнении эпюр давлений, установленных по методу И. А. Симвулиди, для  $m = 1; 1,5; 2; 2,5; 3$  (рис. 2).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. И. Горбунов-Посадов. Расчет конструкции на упругом основании, 1953. [2]. В. Н. Кузнецов. Упругое основание, 1952. [3]. И. А. Симвулиди. Расчет балок на сплошном упругом основании, 1955.

## О СООТНОШЕНИИ ТЕМПОВ СНИЖЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ И СЕБЕСТОИМОСТИ ЛЕСОПРОДУКЦИИ В ЛЕСПРОМХОЗАХ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. РОДИГИН

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Снижение себестоимости продукции лесозаготовок пропорционально экономии живого труда. Это соотношение неодинаково на разных этапах развития лесной промышленности. Представляет интерес изучить указанную пропорцию, сложившуюся в период крутого подъема производительности труда на лесозаготовках, который начался в 1957 г. По величине пропорции можно судить, в какой мере экономия труда направляется на снижение себестоимости, а также проверять задание по снижению себестоимости, если установлен план по увеличению выработки на списочного рабочего. Такая проверка полезна в связи с применением премирования за снижение себестоимости лесопродукции.

Для исследования нами была взята группа леспромхозов Свердловской области, состоящая из 16 предприятий, с общим объемом вывозки 5717,5 тыс. м<sup>3</sup> (в 1957 г.). Леспромхозы расположены в лесах III группы, где преобладают хвойные породы, главным образом сосна. Вывозка леса осуществляется в основном по автомобильным дорогам, с примыканием к сплавным рекам (Заводоуспенский, Висимо-Уткинский, Санкинский, Ново-Лялинский, Лобвинский леспромхозы) или к железной дороге (Камышловский, Тугулымский, Ертарский, Афанасьевский); некоторые леспромхозы имеют смешанное примыкание (Ирбитский, Красноуфимский, Шамарский). На базе ужд работают только Туринский, Скородумский, Отрадново-ский и Карпунинский леспромхозы, примыкающие к железной дороге широкой колеи.

По группе леспромхозов в целом достигнуто существенное снижение трудоемкости и себестоимости лесопродукции (см. табл. 1).

Характерно, что в Висимо-Уткинском леспромхозе себестоимость снизилась в большей мере, чем трудоемкость, а в Тугулымском леспромхозе себестоимость повысилась, несмотря на снижение трудозатрат. В среднем по группе имеет место отставание снижения себестоимости от снижения трудоемкости. На 1% снижения трудозатрат приходится  $\frac{5,8}{134} = 0,43\%$  снижения себестоимости.

Разумеется, эта величина соотношения имеет ограниченное, местное значение и является характерной для текущего отрезка времени, формирующие ее факторы представляют интерес, выходящий за пределы данного места и времени. Учитывая эти факторы, возможно полнее

Таблица 1

Отчетные данные о вывозке древесины, затратах труда и себестоимости лесопroduкции в леспромохозах Свердловской области (в числителе данные 1956 г., в знаменателе — 1957 г.)

Леспромохозы	Вывозка в тыс. м <sup>3</sup>	Затраты труда в чел.-днях на 1000 м <sup>3</sup> товарной продукции			Полная себестоимость 1 м <sup>3</sup> в руб. коп.		
		всего	в том числе		всего	в том числе	
			основные работы	вспомогательные работы		основная и дополнит. зарплата производственных рабочих	услуги обл. производств.
1. Туринский	115,0 <u>107,5</u>	919 <u>1093</u>	504 <u>476</u>	415 <u>617</u>	71-45 <u>73-19</u>	24-52 <u>23-88</u>	14-31 <u>13-77</u>
2. Ирбитский	194,6 <u>231,7</u>	1053 <u>956</u>	467 <u>359</u>	586 <u>597</u>	75-24 <u>70-98</u>	21-84 <u>20-10</u>	22-67 <u>20-76</u>
3. Скородумский	286,0 <u>320,8</u>	872 <u>755</u>	387 <u>385</u>	485 <u>370</u>	63-25 <u>60-12</u>	19-85 <u>19-84</u>	20-01 <u>18-18</u>
4. Камышловский	464,0 <u>424,0</u>	715 <u>665</u>	334 <u>368</u>	381 <u>297</u>	69-53 <u>69-17</u>	14-94 <u>18-41</u>	11-11 <u>12-14</u>
5. Тугулымский	439,0 <u>418,8</u>	702 <u>659</u>	435 <u>433</u>	267 <u>256</u>	62-18 <u>63-86</u>	18-67 <u>17-79</u>	11-24 <u>12-83</u>
6. Заводоуспенский	234,0 <u>269,0</u>	660 <u>551</u>	338 <u>314</u>	322 <u>237</u>	56-46 <u>54-87</u>	18-74 <u>17-79</u>	11-58 <u>10-53</u>
7. Ергарский	382,0 <u>475,8</u>	620 <u>660</u>	400 <u>353</u>	220 <u>307</u>	55-44 <u>57-39</u>	17-96 <u>17-13</u>	8-16 <u>11-15</u>
8. Красноуфимский	299,0 <u>179,5</u>	1314 <u>975</u>	622 <u>437</u>	692 <u>538</u>	90-38 <u>79-21</u>	28-83 <u>22-96</u>	21-97 <u>19-96</u>
9. Афанасьевский	159,0 <u>230,6</u>	1402 <u>912</u>	616 <u>463</u>	786 <u>449</u>	90-68 <u>78-37</u>	27-81 <u>26-10</u>	24-33 <u>19-29</u>
10. Шамарский	91,8 <u>330,0</u>	1768 <u>1327</u>	830 <u>661</u>	938 <u>666</u>	100-47 <u>82-60</u>	28-54 <u>23-36</u>	26-23 <u>21-76</u>
11. Висимо-Уткинский	156,9 <u>137,1</u>	985 <u>890</u>	470 <u>402</u>	515 <u>488</u>	75-68 <u>66-25</u>	28-04 <u>22-13</u>	16-70 <u>15-22</u>
12. Санкинский	177,7 <u>179,4</u>	927 <u>947</u>	437 <u>440</u>	490 <u>507</u>	66-07 <u>67-92</u>	17-72 <u>20-46</u>	19-99 <u>19-86</u>
13. Ново-Лялинский	656,7 <u>733,2</u>	650 <u>509</u>	330 <u>248</u>	320 <u>261</u>	50-11 <u>46-67</u>	17-09 <u>15-78</u>	15-68 <u>14-15</u>
14. Отрадновский	383,0 <u>551,0</u>	677 <u>454</u>	303 <u>281</u>	374 <u>173</u>	61-40 <u>49-61</u>	16-73 <u>13-71</u>	16-46 <u>13-26</u>
15. Карпунинский	382,0 <u>432,0</u>	734 <u>610</u>	367 <u>323</u>	367 <u>287</u>	67-91 <u>62-49</u>	20-47 <u>20-09</u>	18-46 <u>12-84</u>
16. Лобвинский	612,7 <u>697,1</u>	606 <u>480</u>	262 <u>210</u>	344 <u>270</u>	49-17 <u>47-24</u>	17-34 <u>16-19</u>	12-51 <u>12-01</u>
Итого по группе	5033,4 <u>5717,5</u>	799 <u>692</u>	394 <u>352</u>	405 <u>340</u>	63-70 <u>60-00</u>	19-47 <u>18-42</u>	15-50 <u>14-26</u>
Уровень себестоимости в % (1956 г. за 100%)	113,6	86,6	89,5	84,0	94,2	93,5	92,2
Структура себестоимости в %	—	100	49,3	50,7	100	30,6	24,4
		100	50,8	49,2	100	30,8	23,8

использовать экономию труда для снижения себестоимости и увеличения накоплений.

Ниже рассматривается формирование показателя соотношения темпов снижения трудоемкости и себестоимости по двум наиболее крупным статьям затрат:

1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих;

2. Услуги обслуживающих производств, то есть расходы по содержанию механизмов и лесовозных дорог, включая основную и дополнительную заработную плату вспомогательных рабочих.

### *1. Зависимость снижения себестоимости от экономии труда производственных рабочих*

В целом по группе экономия труда на основных работах достигнута в размере 10,5%, а себестоимость лесопroduкции по статье «Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих» снизилась на 6,5%. При этом дневная зарплата рабочих увеличилась с 49 р. 40 к. до 52р. 40 к., при уровне тарифных ставок в пределах 12—39 руб.

Средние показатели сложились в условиях применения премиально-прогрессивной сдельщины на лесозаготовках и заметного отрыва тарифных ставок и норм выработки от достигнутого уровня средней зарплаты и производительности труда. Обычно такой отрыв имеет место в тех случаях, когда при внедрении новых методов труда и высокопроизводительного оборудования применяются старые нормы выработки. Запоздывание с пересмотром норм не только удлиняет период освоения новой техники, но и уменьшает материальную заинтересованность рабочих, поскольку создаются ненормальные различия в зарплатах на работах, где внедряются улучшения, и на работах, где (по независящим от исполнителей причинам) изменения не предусматриваются.

Естественно, что при прогрессивной оплате и недостаточной обоснованности норм выработки факторы повышения зарплаты в некоторых леспромхозах оказываются сильнее факторов экономии труда. В двух леспромхозах из шестнадцати (в Камышловском и Санкинском) зарплатки повысились при снижении производительности труда.

С другой стороны, отсутствие надлежащих условий для выполнения и перевыполнения действующих норм выработки приводит к снижению зарплаток против достигнутого уровня, что препятствует внедрению новых норм, соответствующих более высокому уровню технического развития лесозаготовок. О значении улучшения условий для выполнения норм свидетельствует тот факт, что в трех леспромхозах из шестнадцати (в Тугулымском, Висимо-Уткинском и Отрадномском) зарплатки снизились при повышении производительности труда.

В остальных одиннадцати леспромхозах, с объемом вывозки 4007,2 тыс. м<sup>3</sup>, или 70% объема вывозки по всей группе, с ростом производительности труда повысилась средняя зарплата, при этом расход зарплаты на 1 м<sup>3</sup> снизился. В этих леспромхозах достигнута наиболее высокая степень экономии труда (13,8% вместо 10,5% по группе в целом) и снижения расхода зарплаты (6,6% вместо 6,5%). В результате на 1% снижения трудоемкости приходится 0,48% снижения себестоимости по зарплате. Или, иначе, при повышении средней зарплаты на 1% производительность труда выросла более, чем на 2%.

Среди факторов роста производительности труда, которые оказались сильнее причин, вызывающих повышение средней зарплаты, главное значение имели технические и организационные новшества.

В 1957 г. леспромхозы начали процесс замены маломощных автомашин, тракторов, лебедок более производительными и экономичными, а передвижные электростанции с электропилами стали вытесняться бензопилами. Улучшения в технике позволили усовершенствовать технологию. Трелевка с кронами стала быстро вытеснять подвозку леса в хлыстах, что дало возможность сократить затраты труда по обрубке и сбору сучьев. Появилась пакетная погрузка в лесу вместо поштучного укладывания хлыстов на подвижной состав. При этом в ряде случаев трелевка и погрузка совмещаются на базе одного механизма. Появление мощных автомобилей повышенной проходимости способствовало устранению технических препятствий для завершения перехода на вывозку леса в хлыстах.

На основе улучшения техники и усовершенствования технологии появилась возможность малой комплексной бригадой выполнить такой же объем работ, какой до 1957 г. выполнялся большой бригадой. Поэтому на смену большим бригадам в лесу, в которых «двойная» приемка работы от исполнителей и от бригады в целом вынуждала применять «двойное» стимулирование в форме прогрессивной оплаты за индивидуальную выработку и премирование за коллективную работу, — пришли малые бригады, с приемкой работы только по конечной операции и соответственно более простой и экономичной оплатой труда.

Даже неполный перечень мероприятий по внедрению высокопроизводительного оборудования и новых методов труда объясняет, почему достигнуто существенное повышение производительности труда на основных работах и соответствующее снижение себестоимости лесопroduкции по статье «зарплата».

Кроме получения экономии по зарплате, повышение производительности труда способствует снижению себестоимости лесопroduкции также и по статье «услуги» в той мере, в какой в условиях бригадной организации труда на лесозаготовках увеличение выработки на рабочего сопровождается повышением выработки на механизм.

При увеличении численного состава бригады по эксплуатации оборудования загрузка последнего возрастает, и процент выполнения нормы на механизм оказывается выше процента выполнения нормы на рабочего. Соответственно снижается себестоимость лесопroduкции по статье «услуги», но при излишке рабочей силы понижается техническая вооруженность и производительность труда. Подобное явление имеет место только в одном леспромхозе (Санкинский), то есть встречается редко, поскольку попытка увеличения загрузки средств производства путем увеличения численности рабочих противоречит необходимости повышения технической вооруженности и производительности труда.

Иное положение создается при недостатке рабочих для нормальной загрузки оборудования. В этом случае возникают внутрисменные простои механизмов, вследствие чего повышается себестоимость лесопroduкции по статье «услуги». О характере подобного явления свидетельствуют данные Тугульмского и Ертарского леспромхозов. Устранение такого нежелательного факта достигается правильным расчетом и подбором бригад по эксплуатации оборудования и премированием за высокую выработку бригады, а не за выработку одного рабочего.

В остальных тринадцати леспромхозах отмечался рост технической вооруженности и производительности труда, при снижении себестоимости услуг на 1 м<sup>3</sup>. Характерно, то указанное положение соответствует переходу на работу малыми комплексными бригадами. При внедрении малых бригад процент выполнения нормы на рабочего оказывается выше процента выполнения нормы на механизм, то есть повышается тех-

ническая вооруженность и производительность труда. Одновременно с увеличением выработки на рабочего в малой бригаде повышается выработка на механизм и соответственно снижается себестоимость лесопroduкции по статье «услуги». Таким образом, малые бригады способствуют экономии труда и средств производства.

Чем дешевле содержание системы машин, тем более эффективным является технически возможное сокращение штата по эксплуатации оборудования. При сокращении штата достигается рост технической вооруженности труда. Об этом можно судить по величине затрат обслуживающих производств на основного рабочего. В 1956 г. на один человеко-день производственных рабочих приходилось услуг в денежном выражении 39 р. 30 к., в 1957 г. имеем 40 р. 50 к. При этом стоимость услуг на 1 м<sup>3</sup> снизилась, то есть достигнуто опережение роста производительности труда по сравнению с увеличением затрат обслуживающих производств на одного рабочего.

Увеличение затрат обслуживающих производств на одного рабочего является показателем роста технической вооруженности лишь в той мере, в какой, во-первых, денежное выражение средств производства соответствует их вещественной форме, во-вторых, расходы по применению средств производства пропорциональны их мощности, в-третьих, не допускаются излишества в затратах труда и материальных ресурсов в процессе содержания механизмов и лесовозных дорог. Значение устранения излишества в себестоимости обслуживающих производств анализируется ниже.

## *2. Зависимость снижения себестоимости от экономии труда вспомогательных рабочих*

Сопоставляя затраты труда вспомогательных рабочих на единицу продукции и ее себестоимость по статье «услуги обслуживающих производств», можно характеризовать изменение расхода материальных ресурсов в производстве (при этом средняя зарплата вспомогательных рабочих считается условно-постоянной). Выявляются следующие случаи:

1. В четырех леспромхозах (Туринский, Ирбитский, Санкинский, Ертарский) в результате увеличения трудозатрат на вспомогательных работах и уменьшения расхода материальных ресурсов ухудшилась структура себестоимости обслуживающих производств. При этом в Ертарском леспромхозе наблюдается также и повышение себестоимости лесопroduкции по статье «услуги».

Ухудшение структуры себестоимости обслуживающих производств в значительной мере объясняется тем, что многие виды материальных ресурсов производятся в леспромхозах трудоемким хозяйственным способом.

2. В двух леспромхозах (Камышловский, Тугулымский) трудоемкость продукции по вспомогательным работам уменьшилась, но себестоимость услуг на 1 м<sup>3</sup> возросла. Подобное явление указывает на излишества в расходе материальных ресурсов, хотя и не ухудшает структуру себестоимости обслуживающих производств.

3. В двух леспромхозах (Висимо-Уткинский, Карпунинский) снижение себестоимости услуг на 1 м<sup>3</sup> достигнуто в большей мере, чем снижение трудоемкости продукции по вспомогательным работам. Подобное уменьшение потребности в материальных ресурсах, хотя и не улучшает структуру себестоимости услуг, свидетельствует об экономии средств производства, получаемой в результате снижения затрат последних и внедрения более экономичной техники.



4. В остальных восьми леспромхозах, с объемом вывозки 3311,2 тыс. м<sup>3</sup> (или 57,9%), снижение трудозатрат вспомогательных рабочих на единицу продукции составляет 26%; снижение себестоимости услуг на 1 м<sup>3</sup> — 14%. На 1% снижения трудоемкости приходится 0,54% снижения себестоимости. Такое отставание снижения себестоимости от снижения трудоемкости вызвано увеличением потребности в материальных ресурсах. Подобное увеличение соответствует наибольшему сокращению трудозатрат, улучшению структуры и снижению уровня себестоимости и является естественным следствием замены ручного труда машинами.

В целом по группе большее значение имеют факторы, улучшающие структуру и понижающие уровень себестоимости обслуживающих производств, однако не преодолены еще причины, ухудшающие структуру и повышающие себестоимость услуг.

Снижение себестоимости лесопродукции зависит не только от экономии труда по видам работ, но и от процента вспомогательных рабочих. Для наибольшего снижения себестоимости необходимо, чтобы сокращались затраты труда на основных и вспомогательных работах, при этом быстрее всего — на основных работах. Такое требование объясняется тем, что расходы по рабочей силе на основных работах являются наибольшими. Из 16 леспромхозов только в трех (Краснофимский, Висимо-Уткинский, Ново-Лялинский), с объемом вывозки 1049,8 тыс. м<sup>3</sup> (или 18,3%), имеет место снижение трудозатрат на основных работах (30%) в большей степени, чем на вспомогательных работах (24,3%). В этих леспромхозах на 1% снижения трудозатрат основных рабочих приходится 0,8% снижения трудозатрат вспомогательных рабочих. Или процент вспомогательных рабочих при таких темпах может быть равным  $44,4 \left(1 - \frac{1}{1 + 0,8}\right) \cdot 100$ .

Данные в целом по группе прямо противоположны. Количество вспомогательных рабочих составляет 49,2%; при этом сокращение трудозатрат на основных работах (10,5%) отстает от экономии труда на вспомогательных работах (16%). Таким образом, для большинства леспромхозов характерны, с одной стороны, излишества в затратах труда на вспомогательных работах, влекущие за собой повышение процента вспомогательных рабочих, а с другой стороны, наблюдается недостаточное вытеснение ручного труда на основных работах, препятствующее достижению опережающего снижения трудоемкости последних. Для ускоренного уменьшения потребности в основных рабочих необходимо дальнейшее совершенствование основного производства, что имеет ведущее значение также и для снижения трудозатрат на вспомогательных работах. Обобщая анализ, можно определить улучшенную величину снижения себестоимости по «зарплате» и «услугам» на 1% снижения трудозатрат на всех работах. Эта величина равна  $(1 - 0,444) \cdot 0,48 + 0,444 \cdot 0,54 = 0,506\%$ .

В тех леспромхозах группы, в которых фактическая величина больше улучшенной, имеет место отставание снижения трудоемкости. Наоборот, фактор экономии труда недостаточно используется для снижения себестоимости в тех леспромхозах, где фактическая величина меньше улучшенной. С учетом этой общей оценки, возможна более целесообразная разработка соответствующих мероприятий по снижению трудоемкости и себестоимости лесопродукции.

## МЕТОД СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ КОЛЕСНЫХ МАШИН ПО ПРОХОДИМОСТИ

Л. М. КОПЕЛЕВИЧ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В существующей специальной литературе по теории тяговых машин и автомобилей проходимость колесных машин предлагается оценивать различными показателями и критериями. Большое количество таких показателей [2], [3], [5] усложняет анализ условий, повышающих проходимость, и не дает единого способа ее оценки. В этой статье предлагается общий метод оценки проходимости колесных лесотранспортных машин.

Как известно, сопротивление качению колеса обусловлено деформацией опорной поверхности и деформацией шины. Поэтому общий коэффициент сопротивления качению  $f_0$  может быть представлен формулой

$$f_0 = f_{ш} + f_r, \quad (1)$$

где  $f_r$  — составляющая коэффициента сопротивления качению, зависящая от деформации опорной поверхности;  
 $f_{ш}$  — составляющая коэффициента сопротивления качению, зависящая от деформации шины.

Известно, что при качении колеса на преодоление составляющей от деформации шины не требуется сцепления колеса с дорогой. Момент, затрачиваемый на разгон ведущих вращающихся масс, также не зависит от сцепления колес с грунтом. Для разгона ведомых колес необходима сила тяги, передаваемая от ведущих, то есть здесь расходуется сила тяги по сцеплению.

Оценку проходимости целесообразно проводить по удельной величине запаса момента сцепления  $K$ . При этом чем большим запасом момента сцепления будет обладать тяговая машина, тем с большим ускорением или с большей нагрузкой она может двигаться в данных условиях.

Величина максимального момента, реализуемого на ведущих колесах машины, определяется выражением:

$$M_k^{max} = M_\varphi + M_{f_{ш}}. \quad (2)$$

где  $M_\varphi$  — момент сцепления колеса с опорной поверхностью;  
 $M_{f_{ш}}$  — момент, необходимый для преодоления составляющей сопротивления качению, зависящей от деформации шины.

Тогда, согласно определению,  $K$  выразится формулой

$$K = \frac{M_{\kappa}^{max} - M_c}{G_0}, \quad (3)$$

где  $M_c$  — крутящий момент, необходимый для преодоления всех сил сопротивления движению;

$G_0$  — общая вертикальная нагрузка всей транспортной системы.

Подстановка соответствующих значений в уравнение (3) дает в окончательном виде предлагаемый критерий проходимости

$$K = r_d \left[ \mu \varphi - f_0 (\cos \alpha + \mu \lambda - \mu) - \sin \alpha - \delta' \frac{j}{g} \right], \quad (4)$$

где  $r_d$  — динамический (силовой) радиус колеса;

$\mu$  — коэффициент сцепного веса транспортной системы;

$\lambda = \frac{f_2}{f_0}$  — коэффициент распределения сопротивления качению (грунтовая составляющая сопротивления движению);

$\alpha$  — угол подъема;

$\delta'$  — коэффициент ведомых вращающихся масс;

$\varphi$  — коэффициент сцепления;

$j$  — ускорение автомашины.

Уравнение (4) позволяет проводить сравнительный анализ проходимости машин.

Существует мнение, что применение многоприводных колесных машин повышает их проходимость пропорционально увеличивающемуся сцепному весу. В действительности же оказывается, что проходимость возрастает быстрее. При увеличении числа ведущих осей машины или всего поезда запас сцепления увеличивается не только за счет возрастания сцепления веса, но еще и за счет частичного снижения сопротивления качению, на преодоление которого расходуется сила сцепления колес с опорной поверхностью. Для сравнительной оценки необходимо рассмотреть частные случаи:

1. Автомобиль  $4 \times 4$  с жесткими или сравнительно жесткими ободьями колес (шины высокого давления на переувлажненной грунтовой дороге, лесосеке и так далее). Для этого случая  $\lambda = 1$  и

$$K = r_d [\mu \varphi - (f_0 \cos \alpha + \sin \alpha + \delta' B)], \quad (5)$$

где  $B = \frac{j}{g}$

2. Автомобиль  $4 \times 4$  с жесткими ободьями колес и блокированным (бездифференциальным) распределением момента по ведущим мостам. Для этого случая  $\lambda = 1$ ,  $\mu = 1$  и

$$K = r_d [\varphi - (f_0 \cos \alpha + \sin \alpha + \delta' B)]. \quad (6)$$

3. Автомобиль  $4 \times 2$  с эластичными ободьями (шины сверхнизкого давления). Как показывает ряд исследований [1],  $f_0$  для деформируемой опорной поверхности получается минимальным, если  $\lambda \approx 0,5$ . В этом случае уменьшение  $f_0$  весьма заметно (примерно в два раза). Поэтому, для тех же условий работы, выражение (4) примет вид

$$K = r_d [\mu \varphi - (f_0' \cos \alpha - 0,5 \mu f_0' + \sin \alpha + \delta' B)], \quad (7)$$

где  $f_0' = 0,5 f_0$  — общий коэффициент сопротивления качению колес, получающийся после снижения давления в шинах до оптимального.

4. Для машины  $4 \times 4$  на шинах сверхнизкого давления при  $\lambda = 0,5$  и  $\mu = 1$  уравнение (4) примет вид:

$$K = r_d [\varphi - (f'_0 \cos \alpha - 0,5f'_0 + \sin \alpha + \delta'B)]. \quad (8)$$

Если принять запас проходимости машины первого типа в данных условиях за единицу, то увеличение запаса проходимости  $\varepsilon$  в каждом отдельном случае выразится отношением соответствующего критерия к выражению (5). В этом случае наибольшая разница будет получаться на режиме разгона машины по прямолинейному горизонтальному участку пути ( $\alpha = 0$ ). Ниже сравнение проходимости различных машин приводится именно для этого случая:

1. Машина  $4 \times 4$  с жесткими колесами

$$\varepsilon_1 = \frac{\varphi - (f_0 + B)}{\mu\varphi - (f_0 + \delta'B)}. \quad (9)$$

2. Машина  $4 \times 2$  на шинах сверхнизкого давления

$$\varepsilon_2 = \frac{\varphi\mu - [f'_0(1 - 0,5\mu) + \delta'B]}{\mu\varphi - (f_0 + \delta'B)}. \quad (10)$$

3. Машина  $4 \times 4$  на шинах сверхнизкого давления

$$\varepsilon_3 = \frac{\varphi - (0,5f'_0 + \delta'B)}{\mu\varphi - (f_0 + \delta'B)}. \quad (11)$$

Рост запаса проходимости будет способствовать возможности преодоления больших продольных подъемов местности, а также улучшению приемистости машины на режиме разгона.

Результат сравнения может оказаться еще более ощутимым, если учесть, что для шин сверхнизкого давления коэффициент сцепления оказывается заметно большим, чем для обычных шин. Следует заметить, что до настоящего времени не существует определенных зависимостей, связывающих между собой величину деформаций шины с одной стороны и коэффициент  $\varphi$  и  $f_{ш}$  с другой стороны. Допущение о равенстве коэффициентов сцепления для шин сверхнизкого давления и обычных в первом приближении, нами принято по тем соображениям, что, во-первых, этим самым исключается переоценка положительных свойств шин низкого давления, во-вторых, поставленная задача решается более простым путем с выяснением всех принципиальных вопросов.

На рис. 1 представлен график зависимости коэффициента увеличения проходимости от коэффициента сцепного веса, построенный по уравнению (9) для случая установившегося движения.

Из графика видно, что с увеличением сцепного веса лесотранспортного поезда до полного, запас проходимости его по сравнению с поездом, имеющим разные соотношения между ведущими и ведомыми весами, особенно резко возрастает при малых величинах коэффициента сцепного веса и малых коэффициен-

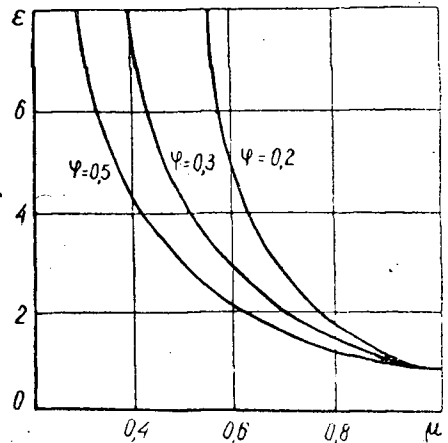


Рис. 1. Зависимость запаса проходимости от коэффициента сцепления и общего сопротивления качению, равном 0,1.

тах сцепления. Это позволяет сделать вывод о целесообразности использования активных поездов, как весьма эффективного средства повышения проходимости.

Для полной сравнительной оценки проходимости машин разного типа необходимо рассмотреть их предельные условия движения. Возможность движения машины на тяжелых дорожных участках с установленной скоростью определяется уравнением (4), если  $K \geq 0$  или

$$r_a [\mu\varphi - f_0(1 + \lambda\mu - \mu)] \geq 0$$

при  $\alpha = 0$ , то есть

$$\mu\varphi \geq f_0(1 + \lambda\mu - \mu). \quad (12)$$

В специальных литературных источниках это условие записывается как  $\varphi > f_0$ . В таком виде эта зависимость может характеризовать условие качения только жесткого ведущего колеса. В применении к эластичным ведущим колесам, особенно шинам сверхнизкого давления, эта зависимость неправильно отражает действительную картину, а главное, не позволяет вскрыть и оценить некоторые условия, повышающие проходимость.

Согласно уравнению (12)

$$\varphi \geq f_0 \frac{1 + \lambda\mu - \mu}{\mu}$$

или

$$\varphi \geq f_0 \frac{1 + \mu(\lambda - 1)}{\mu}, \quad (13)$$

то есть движение машины, имеющей пневматические шины, возможно даже, если  $\varphi < f_0$ .

Очевидно это возможно согласно неравенству (13), если

$$\mu \geq 1 + \lambda\mu - \mu.$$

Переносим члены с  $\mu$  в левую часть, получим:

$$\mu(2 - \lambda) \geq 1,$$

отсюда  $\mu \geq \frac{1}{2 - \lambda}$ .

(14)

Таким образом, при  $\varphi < f_0$  движение возможно, если

$$\mu \geq \frac{1}{2 - \lambda}.$$

При  $\lambda = 0$ , что соответствует движению машины по весьма твердой поверхности, возможность движения определится соотношением

$$\mu > \frac{1}{2}.$$

При этом ведомые колеса машины будут катиться без проскальзывания, если  $\varphi > f_{ш}$ . В противном случае движение происходит с юзом ведомых колес. Ведущее колесо будет катиться нормально без пробуксовывания, если

$$\varphi > \lambda f_0,$$

и в частном случае при  $\lambda = 0$ ,

$$\varphi > 0,$$

где  $f_0$  — коэффициент сопротивления движению, получаемый экспериментально методом буксировки или выбега на прямолинейном участке пути;

$\varphi$  — коэффициент сцепления, определяемый при передвижении машины юзом с заторможенными колесами по данной опорной поверхности.

По уравнению (13) построен график (рис. 2), показывающий зависимость необходимого для движения коэффициента сцепления от коэффициента сцепного веса. На рис. 2 видно, что коэффициент сцепления снижается не пропорционально увеличению сцепного веса, а несколько интенсивнее.

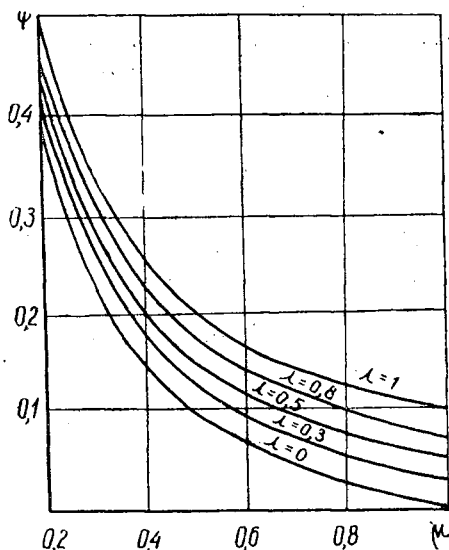


Рис. 2. Зависимость необходимого для движения коэффициента сцепления от коэффициента сцепного веса при различных значениях коэффициента распределения сопротивления качению, равном 0,1.

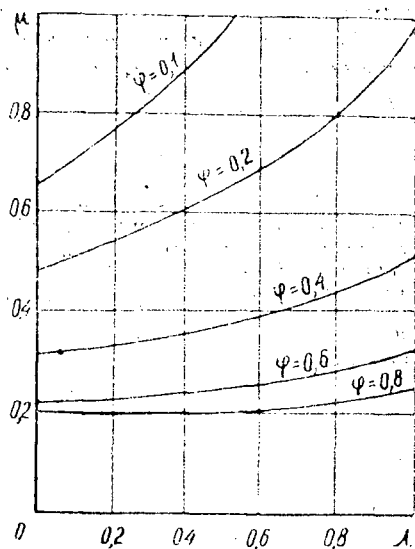


Рис. 3. Зависимость необходимого для движения коэффициента сцепного веса от коэффициента распределения сопротивления движению при различных значениях коэффициента сцепления и общем сопротивлении качению, равном 0,2.

На рис. 3 представлена зависимость коэффициента сцепного веса (обеспечивающего возможность движения) от коэффициента распределения сопротивления качению на дорогах с различными коэффициентами сцепления. Как видно из рисунка, по мере увеличения  $\lambda$  (то есть грунтовой составляющей сопротивления движению) величина необходимого для движения сцепного веса прогрессивно возрастает, особенно при малых коэффициентах сцепления. Отсюда следует, что для повышения проходимости необходимо стремиться уменьшить, наряду с общим коэффициентом сопротивления движению, грунтовую составляющую за счет снижения давления воздуха в шинах. Потери при качении колеса учитывались выше двумя составляющими. Потери, вызываемые тангенциальной эластичностью шин, проскальзыванием, а также потери в подшипниках колес нами во внимание не принимались, так как эти составляющие малы и существенно влиять на проходимость не могут.

### Выводы

1. Эффективным средством повышения проходимости является увеличение сцепного веса за счет привода на оси машины и прицепа. Это увеличение вызывает прогрессивный рост предела проходимости.

2. Проходимость может быть существенно повышена за счет применения шин сверхнизкого давления. Это позволит уменьшить общее сопротивление качению (в соответствующих условиях) и одновременно уменьшить долю его грунтовой составляющей, а также повысить коэффициент сцепления.

3. При оборудовании машины 4×2 шинами сверхнизкого давления ее проходимость может заметно повыситься и оказаться соизмеримой с проходимостью обычной многоприводной машины.

4. Предлагаемый выше критерий проходимости позволяет оценивать качественно и количественно некоторые способы повышения проходимости.

5. На основе данного способа может быть разработана методика определения пределов и оптимальных режимов использования существующих и перспективных машин.

### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Я. С. Агеев. Влияние параметров шин на проходимость армейских колесных машин по деформирующимся грунтам. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата техн. наук. [2]. Я. И. Бронштейн. Проходимость автомобиля. ВТА (учебное пособие), 1951. [3]. В. А. Горбачевский. Автомобили и автотягачи высокой проходимости для вывозки леса. Труды совещания, октябрь, 1957. [4]. Н. Я. Кальтер. Исследование проходимости лесовозных автомобилей в лесах ЭССР. Автореферат канд. диссерт., 1953. [5]. НАМИ. Отчет № 6108. Исследование влияния размера шин и давления воздуха в них на проходимость специальных автомобилей.

Поступила в редакцию  
27 июля 1959 г.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТОРФЯНОГО ФУРФУРОЛА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Т. Д. СУСЛОВА

Инженер

(Московский лесотехнический институт)

В настоящее время в качестве добавок для стабилизации грунтов используется большое количество минеральных и органических вяжущих веществ.

Особую ценность имеют вещества, являющиеся побочными продуктами химической переработки древесины, соломы, шелухи хлопковых семян, кукурузных початков, торфа и т. п. Одним из таких продуктов является фурфурол ( $C_5H_4O_2$ ).

Мы поставили себе целью определить, пригоден ли для стабилизации грунтов при строительстве лесовозных дорог торфяной фурфурол\*, являющийся продуктом бескислотного гидролиза гемицеллюлоз торфа в атмосфере водяного пара при повышенном давлении и состоящий из фурфурола и его гомологов с примесью воды и других веществ.

В нашей лаборатории было намечено провести следующие работы:

- а) установить влияние гранулометрического состава на эффективность стабилизации;
- б) определить минимальный срок смолообразования;
- в) установить зависимость эффективности стабилизации от сроков смолообразования. (При этом были приняты следующие сроки выдерживания образцов на воздухе: 1; 3; 7; 15 суток);
- г) определить оптимальную процентную дозировку фурфурол-анилиновой смолы (сокращенно — ФАС);
- д) выяснить влияние температурных и гидрологических факторов на прочность образцов.

Для приближения условий лабораторных к условиям естественным методика опытов была несколько изменена по сравнению с общепринятой.

Опыты проводились с супесчаным, суглинистым и глинистым грунтами, гранулометрический состав и оптимальная влажность которых указаны в табл. 1.

\* При использовании фурфурола в качестве вяжущего материала его смешивают с анилином в соотношении 1 : 2 (одна часть фурфурола и две части анилина); образуется искусственная смола, постепенно загустевающая.



Образцы изготовлялись следующим образом. В подготовленный (по общепринятой методике) и увлажненный до оптимальной влажности грунт вводили анилин, перемешивали и добавляли фурфурол, затем вновь тщательно перемешивали и из полученной смеси делали образцы (по 6 шт. одновременно).

Таблица 1

Наименование грунта	Количество частиц, %			Оптимальная влажность, %
	глинистых (0,005— 0,001 мм)	песчаных (2,0—0,25 мм)	пылеватых (0,25— 0,005 мм)	
Супесчаный . . . . .	8,0	72,55	19,45	10,0
Суглинистый . . . . .	12,0	56,4	31,6	10,5
Глинистый . . . . .	35,0	4,0	61,0	15,0

Из каждого грунта было сделано по 84 пробы; всего из трех грунтов изготовлено 252 образца, но так как все испытания проводились трижды, то в общей сложности испытано 756 образцов.

Все образцы сразу же после изготовления (формования) высушивались\* в течение установленного срока, затем обязательно погружались на сутки в воду; влажность образцов после этого была оптимальной или немного ниже.

После суточного водонасыщения образцы подвергались испытаниям на сопротивление сжатию, морозоустойчивость и водонасыщение — высушивание.

После испытаний на сжатие определялась влажность образцов (см. табл. 2).

Таблица 2

Наименование грунта	Оптимальная влажность, %	Содержание ФАС, %	Влажность грунта (%) при различных сроках высушивания (сутки)			
			1	3	7	15
Супесчаный . . . . .	10	1	8	6	4	4
		2	7	5	3	3
		3	8	8	8	6
Суглинистый . . . . .	10,5	1	10	8	7	7
		2	9	6	4	4
		3	11	6	7	5
Глинистый . . . . .	15	1	17	17	17	18
		2	17	13	9	10
		3	18	12	10	10

Из таблицы видно, что хорошей водостойкостью обладают супесчаный и суглинистый грунты, у которых влажность после одних суток высушивания становится меньше оптимальной (исключение составляет суглинок, содержащий 3% ФАС). При этом наибольшей водостойкостью обладают супесчаный и суглинистый грунты, укрепленные ФАСом в количестве 2%. Глинистый же грунт первоначально обладает большим водопоглощением, и влажность его превышает оптимальную.

\* Учитывая, что при строительстве лесовозных дорог, вследствие безусловного гидрологического влияния леса, высыхание грунта невелико, образцы, изготовленные из укрепленного грунта, высушивались в комнатных условиях.

С увеличением срока выдерживания образцов на воздухе их влажность уменьшается и достигает 0,5 оптимальной и даже ниже, что является хорошим показателем водоустойчивости грунта.

В табл. 3 представлены результаты испытаний образцов на сжатие.

Таблица 3

Наименование грунта	Содержание ФАС, %	Предел прочности при сжатии кг/см <sup>2</sup> при различных сроках высушивания (сутки)			
		1	3	7	15
Супесчаный . . . . .	1	4	7	7,5	7,5
	2	4	9	15	9
	3	4	8	8	8
Суглинистый . . . . .	1	7,5	11	13	11
	2	9	21	39	24
	3	10	22	18	23
Глинистый . . . . .	1	5	6	6,5	6,5
	2	6,5	8	16	12
	3	10	15	12	25

Как видно из таблицы, после суток высухания образцы из всех трех грунтов имеют очень малую прочность. Позднее же она увеличивается и затем, видимо, стабилизируется, что будет проверено в последующих работах. Наименьшую прочность показывает супесчаный грунт.

Для установления влияния смены температурных условий были проведены испытания на морозоустойчивость и водонасыщение — высушивание. При определении морозоустойчивости образцы подвергались пяти циклам испытаний. Каждый цикл состоял из замораживания в течение 8 час при температуре 23° С в электрохолодильнике и 16-часового оттаивания в воде. Образцы, которые выдерживали все пять циклов, подвергались испытаниям на сжатие. Как показали исследования, стабилизированный ФАСом грунт приобретает достаточную морозоустойчивость после семи суток высухания.

На морозоустойчивость образцов влияют: срок высушивания, гранулометрический состав и добавляемое количество ФАС.

Испытания на водонасыщение — высушивание показали, что грунт, стабилизированный ФАСом, обладает гидрофобностью. Было проведено пять циклов испытаний, каждый из которых заключался в том, что взвешенные образцы погружались на 6 час в воду, а затем высушивались в течение 18 час в термостате при температуре 30°; после прохождения всех пяти циклов образцы взвешивались.

По мнению М. Т. Кострико \* образцы, потерявшие в весе менее 4%, обладают хорошей водоустойчивостью. Все испытанные нами образцы потеряли в весе значительно меньше — 1—2%. Образцы всех грунтов после суточного и трехсуточного высушивания не выдерживают пяти циклов замораживания — оттаивания. Наихудшие результаты показал глинистый грунт, образцы из которого имели трещины и боковые разрушения.

На основании проведенных работ можно сделать следующие выводы. Торфяной фурфурол вполне может применяться в качестве компо-

\* Временные технические правила по укреплению фурфурол-анилиновыми смолами при строительстве лесовозных дорог, составленные канд. техн. наук М. Г. Кострико, канд. техн. наук И. А. Лебедевым и др.

нента при стабилизации грунтов; лучше результаты получаются при стабилизации суглинистого грунта; достаточная дозировка вяжущего — 2%; минимальный срок, после которого стабилизированный грунт начинает обладать достаточной прочностью и водоустойчивостью — три дня.

Результаты проведенных лабораторных работ необходимо проверить в полевых условиях, после чего можно будет вынести более определенное суждение о целесообразности применения торфяного фурфуrolа при строительстве лесовозных дорог.

---

Поступила в редакцию  
27 июля 1959 г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ИЗГИБЕ В ЛЕЖНЯХ ДЕРЕВЯННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Г. Ф. ГРЕХОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Кафедрой сухопутного транспорта леса Ленинградской лесотехнической академии проведены исследования различных типов автомобильных деревянных покрытий. В частности, испытания имели своей целью:

- а) установление величины напряжений при изгибе в лежнях различных типов покрытий как показателя степени их надежности;
- б) определение сечений лежней у разных типов покрытий, рекомендуемых к применению.

Исследования напряжений при изгибе в лежнях и установления их надежности в работе были произведены для следующих четырех типов деревянных покрытий, применяемых при строительстве на недренированных грунтах (рис. 1): лежневых покрытий I\* и II типов; лежневых покрытий, рекомендованных Гипролестрансом (в теме № 268); деревянно-грунтовых покрытий ЛТА с толщиной слоя засыпки  $h_{\text{зас}} = 8-10$  см [2].

Лежневые покрытия II типа испытывались в двух вариантах, определяемых толщиной продольных лаг: в первом варианте продольные лаги были взяты  $d = 21$  см, во втором — 11 см.

Испытания проводились на полигоне, расположенном на территории Лесотехнической академии. Подстилающим грунтом покрытий опытных участков являлся мелкий супесчаный грунт (гранулометрический состав: частиц песка — 84%, пыли — 11% и глины — 5%). Глубина залегания грунтовых вод — 0,8 м. Влажность грунта во время испытаний колебалась в пределах 25—35%. Модуль деформации грунта 35—50 кг/см<sup>2</sup>. Здесь важно отметить, что величина модуля деформации данного грунта находится в пределах модулей деформации для недренированных грунтов.

В качестве нагрузки был использован специально оборудованный автомобиль ЗИЛ-151, имевший нагрузку на передние колеса, значительно превышающую нагрузку на задние и приближающуюся к нагрузке на задние колеса автомобилей МАЗ-200 и МАЗ-501 (рис. 1). Использова-

\* Лежневые покрытия I типа сравнительно редко применяются на недренированных грунтах. В данном случае этот тип взят для испытаний с целью уточнения целесообразности применения его на этих грунтах и сравнения с другими типами покрытий.

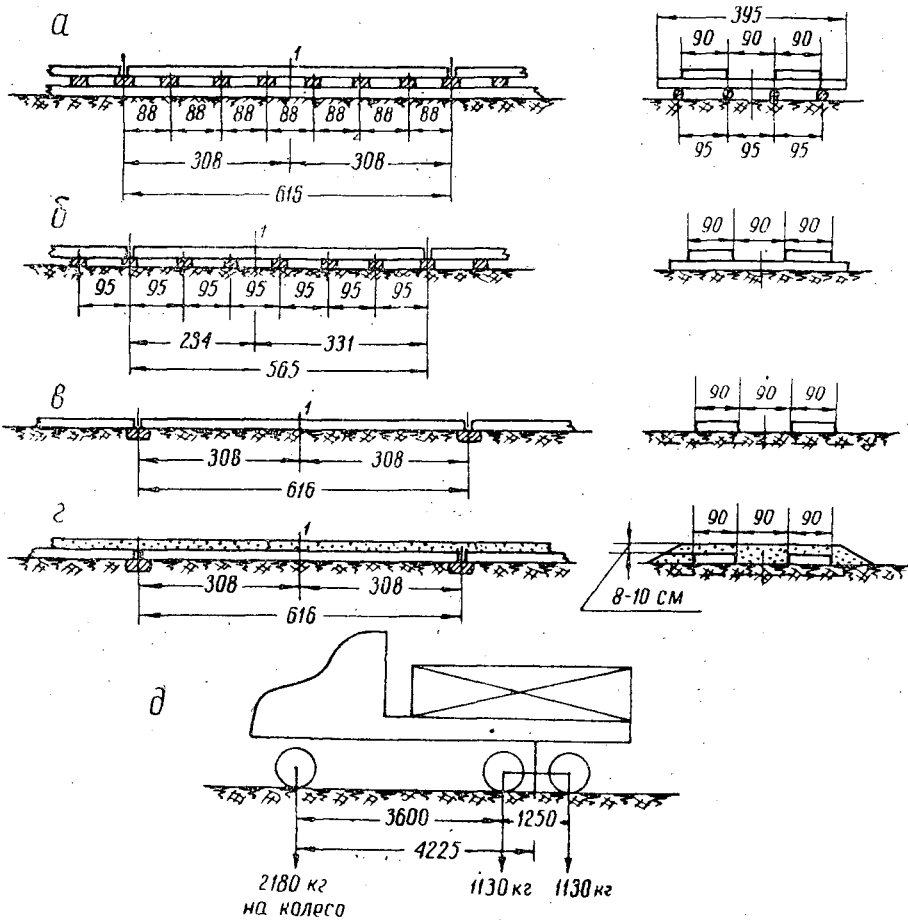


Рис. 1. Схемы исследуемых типов деревянных покрытий.

а — II тип лежневого покрытия; б — I тип лежневого покрытия; в — покрытие Гиндролестранса; г — деревянно-грунтовое покрытие ЛТА; д — схема автомобиля, применяемого в качестве нагрузки.

ние нагрузки передних колес в качестве расчетной позволяет обеспечить более точную передачу ее на лежень.

Лежни для всех четырех типов покрытий были изготовлены из еловой древесины, одинакового сечения, в виде брусьев высотой 15 см, шириной 20 см и длиной в типе I — 5,65 м, в остальных типах — 6,16 м.

Измерение величины напряжений в лежнях проводилось путем осциллографирования с использованием проволочных тензометров-датчиков сопротивлением 295 ом, которые наклеивались на лежень целлюлозным клеем. Регистрирующим аппаратом являлся осциллограф марки МПО-2.

Применение микровибраторов с чувствительностью  $1,5 \times 10^{-6}$  мм/а позволило производить запись процессов без усилителя. Приведение рабочих мостов в равновесие производилось с помощью балансировочного моста.

Величина напряжений измерялась в диапазоне скоростей движения автомобиля от 1 до 8,5 км/час. Для каждого типа покрытия произведено не менее 40 записей, что обеспечивало точность исследований в пределах 5%.

В результате испытаний и обработки данных осциллографирования были получены величины напряжений для всех четырех типов покрытий. В данном случае максимальные напряжения возникали под передним колесом в момент, когда оно находилось над исследуемым сечением I—I (рис. 1).

Хотя наблюдения произведены при ограниченном диапазоне скоростей, все же полученные данные представляют известный интерес.

Таблица 1

Наименование покрытия	Величина динамических напряжений в $кг/см^2$ при скорости движения автомобиля	
	2 км/час	8 км/час
Деревянно-грунтовое покрытие ЛТА . . . . .	69	58
II тип лежневого покрытия, 1-й вариант . . . . .	79	76
Покрытие конструкции Гипролестранса . . . . .	102	78
I тип лежневого покрытия . . . . .	114	133
II тип лежневого покрытия, 2-й вариант . . . . .	126	131

Средние значения максимальных напряжений от динамических нагрузок приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что при одном и том же сечении лежня, при одной и той же нагрузке и прочих равных условиях величина напряжений у разных типов покрытий резко различна. Самые малые напряжения получились у деревянно-грунтового покрытия. У второго варианта II типа они значительно больше, что объясняется различной жесткостью основания.

В связи с небольшим диапазоном скоростей установить достаточно достоверную связь между напряжениями и скоростью не представилось возможным.

На основе проведенных опытов произведены проверочные расчеты размеров лежней для рассматриваемых типов покрытий под нагрузки от автомашин ЗИЛ-151 и МАЗ-501. При этом расчет сечения лежней произведен по максимальным напряжениям, которые возможны в пределах скоростей движения автомобиля до 15 км/час.

Размеры сечения лежней определялись по допускаемым напряжениям, равным  $100 кг/см^2$ . Полученные данные приведены в табл. 2, в которой, кроме того, даны размеры сечения лежней, рекомендуемые проектами Гипролестранса [1], [3].

Таблица 2


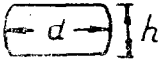
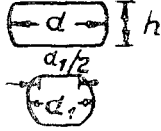
Наименование покрытия	Расход древесины в $м^3$ на строительство 1 км дороги для автомобилей	
	ЗИЛ-151	МАЗ-511
I тип лежневого покрытия . . . . .	530	690
II тип . . . . .	570	810
Покрытие конструкции Гипролестранса . . . . .	360	450
Деревянно-грунтовое покрытие ЛТА . . . . .	300	340

Анализируя табл. 2, можно сделать следующие выводы: полученные размеры сечения лежней в основном совпадают с размерами, рекомендуемыми Гипролестрансом. Исключение составляет главным образом I тип лежневого покрытия, у которого полученные и рекомендуемые размеры резко отличаются друг от друга. Это различие и вполне понят-

но, так как I тип предназначен для дренированных грунтов и, разумеется, он ни в коей мере не может конкурировать с типами покрытий, специально разработанными для других условий.

На основании полученных величин сечений лежней произведены расчеты расхода древесины на строительство 1 км дороги тех типов покрытий, которые были испытаны. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3

	Марка автомобиля	Размеры лежня	Размеры сечения лежней в см для различных покрытий				Сечение лежня
			деревянно-грунтовое ЛТА	Гидролес-транса	I тип** лежневого	II тип*** лежневого	
По рекомендации Гипролестранса	ЗИЛ-151	$d$		19	17	17	
		$h$		13	13	13	
	МАЗ-501	$d$		11	21	21	
		$h$		15	15	15	
По данным испытаний	ЗИЛ-151	$d$	16	19	22	17	
		$h$	12	13	16	13	
		$d_1$	15*	—	20	16	
	МАЗ-501	$d$	20	22	26	21	
		$h$	14	16	18	15	
		$d_1$	18*	—	23	19	

Примечания: \* Для деревянно-грунтовых покрытий диаметр бревна дан для круглого сечения, в соответствии с конструктивными особенностями этого типа покрытия; \*\* Грунтовые условия, принятые при производстве опытных проездов, неблагоприятны для строительства дорог по типу I, что вызвало значительное повышение размеров лежней. \*\*\* Предусматривается укладка продольных лаг не менее 20 см в верхнем отрубе.

В результате испытаний получены размеры сечения лежней всех четырех типов покрытий, которые подтверждают и уточняют рекомендации Гипролестранса и, в свою очередь, могут быть рекомендованы для промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Н. Ковнер и А. Ф. Гончаров. Строительство лесовозных автомобильных дорог с деревянными покрытиями. Гослесбумиздат, 1957. [2]. А. И. Козлов и Г. Ф. Грехов. Засыпка грунтом лежневого покрытия автомобильной дороги. Журн. «Лесная промышленность» № 7, 1957. [3]. А. И. Лещ-Борисовский. Организация строительства автолежневых лесовозных дорог. Гослесбумиздат, 1955.

Поступила в редакцию  
9 ноября 1959 г.

## РЕФРАКЦИЯ В ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ НИВЕЛИРОВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСА СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ СССР

**В. А. БОРОДИНА**

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Современные топографические планы и карты лесов составляются, как правило, на основе аэрофотосъемки. Более того, даже лесоустроительные задачи для больших лесных массивов решаются на материалах аэрофотосъемки. Но аэрофотосъемка, давая богатейшие топографические данные в отношении контурной внутренней ситуации лесных участков и их реальных границ, не обеспечивает в достаточной степени получения картины рельефа, даже при условии применения стереометодов.

Кроны деревьев, их верхний полог, искажают истинный рельеф местности.

В силу этого для съемки лесов используется, обычно, комбинированная аэрофотосъемка, то есть высотное обоснование для плановой аэрофотосъемки создается наземными методами — геометрическим, тригонометрическим (тахеометрическим) или барометрическим нивелированием.

Метод тригонометрического нивелирования особенно выгоден при съемке больших (по протяженности) лесных массивов, когда геодезическая основа для аэрофотосъемки и для наземных топографических съемок опирается на триангуляцию III—IV разрядов, с длиной сторон треугольников 3—5—10 км. Этот метод позволяет с одного пункта определять высоты точек, взаимно отстоящих на сравнительно большие расстояния, что особенно важно при работах в непроходимых местностях (лесные болота, озера). Главное же заключается в том, что при несложном оборудовании, быстроте выполнения полевых и камеральных работ тригонометрическое нивелирование может обеспечить достаточно точное определение разности высот, при соблюдении основных правил и условий геодезических наблюдений.

Суть этих условий заключается в том, что взаимные разности высот точек земной поверхности, полученные тригонометрическим нивелированием в утренние часы, отличаются от тех же превышений, измеренных в полдень; превышения, полученные в ночные часы (особенно над лесной и водной поверхностями), отличаются от превышений между теми же точками, полученных днем. Эти явления объясняются искривлением визирного луча в атмосфере — земной рефракцией.

Нередко при определении высот в разное время дня наблюдаются случаи расхождения, достигающие нескольких дециметров, вследствие



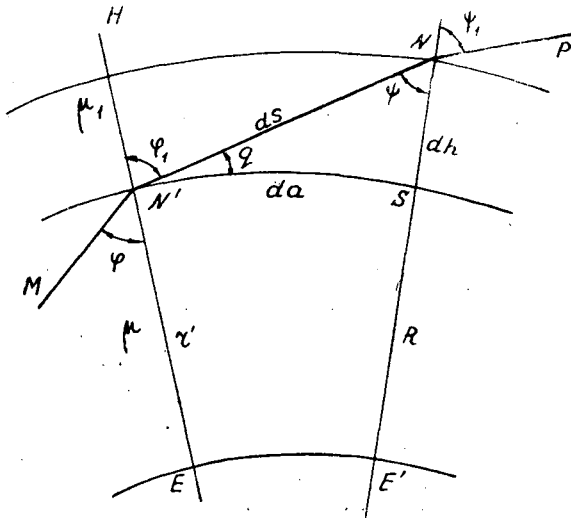


Рис. 1

того, что плотность воздуха, а вместе с ней и оптические свойства его, меняются с изменением температуры, давления, влажности, причем это изменение метеорологических факторов различно в слоях, непосредственно прилежащих к земной поверхности и в слоях, находящихся выше этого слоя над кронами деревьев.

Большая часть исследований явлений искривления визирного луча в атмосфере сводится к отождествлению законов земной рефракции с законами рефракции приземного слоя.

На рубеже XIX и XX столетий исследование точности геодезического нивелирования сводилось к определению коэффициента  $K$  земной рефракции эмпирическим путем. Степень преломления визирного луча не связывалась с оптической способностью воздушной среды, через которую проходит луч визирования. Выведенные однажды коэффициенты рефракции в одних метеорологических условиях затем применялись для вычислений поправок за рефракцию при определении результатов нивелирования, произведенных в совершенно иных метеорологических, а иногда и климатических условиях, то есть когда световой луч имеет совсем иную кривизну.

Постепенно в геодезической практике начинают применять иные формулы для выражения коэффициента земной рефракции, которые связывают величину  $K$  с физическими явлениями в природе.

Примером может служить формула Иордана (Германия)

$$K = 0,2325 \cdot \frac{B}{760} \cdot \frac{1}{(1 + \alpha t)^2} (1 - 29,39\tau), \quad (1)$$

где  $B$  — среднее давление воздуха между нивелируемыми точками;

$t$  — температура воздуха;

$\tau$  — температурный градиент;

$\alpha$  — кубический коэффициент расширения воздуха.

Слабой стороной подобного вида формул является необходимость предварительного определения температурного градиента  $\tau$ , величину которого предлагается исчислять механически, как разность температур на границах двух воздушных слоев, деленную на толщину этих слоев, выраженную в метрах.

Обычно принято вводить в превышение, полученное тригонометрическим путем, суммарную поправку  $f$  за кривизну Земли и рефракцию, вычисляемую по формуле

$$f = \frac{d^2(1-K)}{2R}, \quad (2)$$

где  $d$  — длина нивелируемой линии, м;  
 $K$  — коэффициент земного преломления;  
 $R$  — радиус Земли.

Имеется несколько методов вычисления коэффициента земной рефракции и соответствующих поправок к результатам нивелирования, но большая часть этих методов не связывает как характер, так и величину преломления светового луча с атмосферным давлением, температурой и температурным градиентом в приземных слоях воздуха, а также и с рельефом нивелируемой местности.

Пусть  $MN'NP$  — путь визирного луча из некоторой точки  $M$  (см. рис. 1);

$\mu_1, \mu$  — коэффициенты преломления воздушных сред;

$\varphi$  и  $\varphi_1, \psi$  и  $\psi_1$  — углы падения и углы преломления луча;

$dS$  — бесконечно малая длина светового луча;

$dh$  — бесконечно малая толщина воздушного слоя;

$EE'$  — уровенная поверхность;

$R$  — радиус Земли;

$q$  — угол между касательной и положительным направлением оси абсцисс;

$r'$  — радиус кривизны визирного луча;

$da$  — расстояние между точками  $N'$  и  $S$ .

Чтобы определить кривизну луча  $MN'NP$ , примем за оси координат отвесную линию в точке  $N'$  и границу воздушного слоя, параллельного земной поверхности.

Тогда кривизна дуги  $MN'NP$  в данной точке может быть выражена уравнением

$$\frac{dq}{dS} = \frac{\frac{d^2h}{da^3}}{\left[1 + \left(\frac{dh}{da}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad (3)$$

где  $\frac{dh}{da} = \operatorname{tg} q$  и  $\frac{dq}{dS} = \frac{1}{r'}$ .

Из формулы (3) очевидно, что для получения радиуса кривизны  $r'$  визирного луча надо знать его уравнение в координатах выбранной системы.

В общем виде это уравнение можно написать так:

$$\frac{dh}{da} = \operatorname{ctg} \varphi. \quad (4)$$

После подстановки второй производной уравнения (4) в уравнение (3) последнее будет выражать искомый радиус  $r'$

$$r' = \frac{(1 + \operatorname{ctg}^2 \varphi)^3}{-\operatorname{csc}^2 \varphi \frac{d\varphi}{da}} = \left| \frac{\operatorname{csc} \varphi}{\frac{d\varphi}{da}} \right| \quad (5)$$

Известно, что коэффициент земной рефракции определяется отношением радиуса  $R$  земного сфероида к радиусу  $r'$  кривой визирного луча.

Таким образом, значение коэффициента  $K$  в дифференциальной форме будет иметь вид:

$$K = \frac{R}{\csc \varphi} \cdot \frac{d\varphi}{da}. \quad (6)$$

Можно доказать, что

$$\frac{d\varphi}{da} = C_0 \frac{B}{760} \cdot \frac{1}{1 + \alpha t} \left( \frac{dB}{B} - \frac{\alpha}{1 + \alpha t} dt \right) \frac{1}{dh}, \quad (7)$$

где  $C_0$  — плотность воздуха,  $г/см^3$ ;  
 $\alpha$  — коэффициент объемного расширения воздуха;  
 $B$  — давление воздуха,  $мм$  ртутного столба;  
 $t$  — температура воздуха,  $^{\circ}C$ .

или

$$\frac{d\alpha}{da} = C_0 \left( \frac{dB}{dh} \cdot \frac{1}{760(1 + \alpha t)} - \frac{B}{760} \cdot \frac{\alpha}{(1 + \alpha t)^2} \cdot \frac{dt}{dh} \right). \quad (8)$$

Обозначая

$$\frac{dB}{dh} = B^b \text{ и } \frac{dt}{dh} = \tau$$

и подставляя значение  $\frac{d\varphi}{da}$  в уравнение коэффициента земной рефракции (6), получим

$$K = \frac{R}{\csc \varphi} \cdot \frac{C_0}{760(1 + \alpha t)} \left( b - \frac{B \cdot \alpha}{1 + \alpha t} \cdot \tau \right). \quad (9)$$

Опытами, проведенными в средних широтах Европейской части СССР, удалось установить, что наибольшее изменение величины коэффициента  $K$  земной рефракции происходит с изменением температурного градиента  $\tau$  воздуха.

Следующим по степени влияния на величину  $K$  фактором является изменение угла наклона визирного луча.

Меньшее влияние на величину  $K$  оказывает колебание температуры воздуха и, наконец, изменение атмосферного давления.

Опытные метеорологические наблюдения в летний период в пределах широт  $55-60^{\circ}$  (сев.), в Европейской части СССР, позволили, в частности, установить:

1) в течение дня (от 6 до 20 час.) температура на высоте 1,5 м от земли всегда выше, чем на высоте 4; 6 и 8 м;

2) суточная амплитуда колебаний температуры зависит от состояния погоды; например, в ясные жаркие дни колебания достигали  $16^{\circ}C$ , в пасмурные дни —  $7^{\circ}C$ ;

3) на высоте до 8 м температура воздуха в летние месяцы имеет свой максимум около 13—14 час. и минимум в так называемые «теплые сумерки» — перед восходом солнца.

Чтобы обеспечить определение превышений  $h$  с точностью порядка  $\pm 0,03$  м, можно пользоваться для коротких расстояний (до 5 км) формулой упрощенного вида, а именно:

$$K = -6,18\tau. \quad (10)$$

Минимальное влияние земной рефракции наблюдается в период от 11 до 13 час., а от 7 до 8 час. и от 17 до 18 час. поправки за кривизну Земли и рефракцию практически равны.

Коэффициент земной рефракции для каждого отдельного наблюдения обычно не определяется, а также не выводится и поправка за рефракцию путем вычисления. Как правило, указанные величины предвычисляются и могут быть выбраны из специальных таблиц, дающих суммарную поправку  $f$  за кривизну Земли и земную рефракцию, вычисляемую по формуле (2) через каждые 2 часа: в 7 час., 9 час., 11 час., 13 час., 15 час., 17 час., 19 час., для температуры 10°; 15°; 20°; 25°; 30° С.

В качестве примера приводится табл. 1, дающая поправку за кривизну Земли и рефракцию как функцию расстояния и температуры воздуха.

Таблица 1

Расстояние в м	Поправка в м за кривизну Земли и рефракцию при температуре С°				
	10	15	20	25	30
300	0	0	0	0	0
400	+0,02	+0,02	+0,02	+0,02	+0,01
500	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03
600	+0,05	+0,05	+0,05	+0,05	+0,04
700	+0,07	+0,06	+0,06	+0,05	+0,05
800	+0,09	+0,08	+0,08	+0,07	+0,07
1000	+0,18	+0,17	+0,17	+0,16	+0,18
1500	+0,31	+0,30	+0,29	+0,28	+0,25
2000	+0,53	+0,50	+0,47	+0,44	+0,42
2500	+0,76	+0,73	+0,71	+0,69	+0,67
3000	+1,20	+1,15	+1,10	+1,03	+0,96
3500	+1,82	+1,74	+1,65	+1,56	+1,46
4000	+2,33	+2,19	+2,06	+1,95	+1,85
4500	+2,90	+2,75	+2,60	+2,45	+2,57
5000	+3,35	+3,18	+3,00	+2,82	+2,67

Поступила в редакцию  
1 января 1959 г.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

**К ВОПРОСУ О СИНХРОНИЗАЦИИ И СВЯЗЯХ  
В АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ  
ДЛЯ МАШИННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МЕБЕЛИ****В. И. САНЕВ**

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

*1. Назначение синхронного связывания станков в линиях*

Современная техника выдвигает задачу управления и контроля производственных процессов без непосредственного участия человека, для выполнения которой необходимо всестороннее изучение производственных процессов с целью выявления возможности их автоматизации. Первоочередной задачей при создании автоматических линий следует считать изучение условий эффективного связывания отдельных процессов в общий производственно-технологический процесс.

В существующих условиях производства автоматизация может быть осуществлена в трех модификациях:

1. Автоматизация отдельных станков и агрегатов, связанных между собою независимыми транспортными средствами.

2. Автоматизация системы взаимосвязанных станков и агрегатов, предназначенных для выполнения части технологического процесса.

3. Комплексная автоматизация систем взаимосвязанных станков и агрегатов на всем протяжении производственного процесса.

В зависимости от метода автоматизации и преследуемых целей связывание станков и агрегатов может быть осуществлено с помощью самых различных приемов и средств.

В общем случае синхронное связывание отдельных процессов в автоматизированный процесс может преследовать следующие основные цели:

1. Установление порядковой и хронологической зависимости между моментами возникновения и прекращения процессов без управления режимами самих процессов (порядково-временное связывание).

2. Установление предельной зависимости между заданными значениями показателя режима одного процесса и возникновением (прекращением) или изменением направления другого процесса. Первый процесс называется распорядительным, второй — исполнительным (предельное связывание).

3. Установление функциональной зависимости между параметрами режимов в отдельных процессах.

В силу того, что два первых вида синхронного связывания сравнительно легко осуществимы, они находят широкое применение при авто-

матизации во всех отраслях промышленности. При автоматизации процессов машинной обработки до сих пор преимущественно применяется первый вид синхронного связывания. Функциональное связывание требует наличия довольно сложных исполнительных и следящих устройств, а также обратных связей. Поэтому в настоящее время этот вид находит применение лишь на электростанциях, в котельных агрегатах, химических установках и т. п.

В большинстве случаев под термином «синхронизм», понимается совпадение во времени двух или нескольких явлений. Применительно к автоматическим линиям и производствам это понятие следует расширить. В последнем случае под синхронизацией можно понимать мероприятия, направленные на обеспечение согласованной производительности транспортных, рабочих и других машин, а также постоянного или меняющегося по определенному закону ритма выпуска продукции в условиях стабильной и нестабильной работы участков или производства в целом.

Синхронизация направлена на обеспечение непрерывного, пропорционального, ритмичного и параллельного производства как по частям, так и в целом. При синхронизации автоматизированного производства должна быть обеспечена, кроме того, высокая надежность производства.

В зависимости от конкретных форм автоматизации синхронное связывание машин в линии может быть выполнено путем технологической или организационной синхронизации.

Технологическая синхронизация заключается в строгом согласовании производительности рабочих машин в линиях с заданием по основному выпуску, то есть в стремлении обеспечить условие в форме

$$\sum_{i=1}^n P_i = P_n \cdot n,$$

где  $n$  — число рабочих машин в линии;  
 $P_i$  — штучная производительность  $i$ -той машины;  
 $P_n$  — штучная производительность линии по основному выпуску.

Основой технологической синхронизации являются принципы дифференциации и концентрации операций. Для осуществления такой синхронизации в линиях требуется проводить работы по нивелированию производительности смежных участков. Очень важно при этом произвести правильный подбор оборудования не только по производительным возможностям, но и по степени автоматичности выполнения операций. Технологически синхронизированный поток широко применяется на сборочных работах, что объясняется возможностью укрупнения и разукрупнения операций. Значительно сложнее обеспечить технологическую синхронизацию в механических цехах при машинной обработке деталей, где продолжительность операции зависит в наибольшей степени от времени машинной обработки. Регулирование последней затруднено тем, что перераспределение операций и объемов работ между рабочими машинами ограничено специализацией самих машин и видов обработки.

Наличие технологической синхронизации в линиях означает достижение полной пропорциональности процесса. В этих условиях автоматическая линия получает возможность работать по принципу непрерывного потока.

Организационная синхронизация, в отличие от технологической, заключается в обеспечении на автоматической линии непрерывности про-

цесса выпуска деталей при наличии технологически несогласованных производительностей на участках. Этот случай является наиболее общим и распространенным в практике автоматизации.

Методы осуществления организационной синхронизации заключаются в регламентации процесса производства и в искусственном нивелировании производительностей по участкам путем создания запасов незавершенного производства.

При анализе вопросов связывания станков в линии главное заключается не в том, может ли быть достигнута технологическая синхронизация (на это должен быть дан вполне утвердительный ответ), а в том, насколько она необходима для автоматических линий, как долго может сохраняться и насколько целесообразна. Частые изменения заданий и переналадка переменного-поточных линий на выпуск технологически сходных деталей не обеспечивает стабильную синхронизацию. При изменении программы и при переходе на обработку другого изделия линия рассинхронизируется. Проведение новой синхронизации требует серьезной работы и больших затрат. Таким образом, многие производственные факторы не стимулируют стабильную синхронизацию, а зачастую сводят ее на нет там, где она есть.

В силу этих положений и с учетом закономерностей совершенствования производства можно сделать вывод о том, что в ряде случаев при создании линий нет надобности стремиться к осуществлению полной технологической синхронизации, ибо такая синхронизация окажется кратковременной и весьма неустойчивой.

Высокие технико-экономические показатели автоматических линий могут быть достигнуты при умелом осуществлении надежной организационной синхронизации. С целью уменьшения затрат на незавершенное производство рекомендуется снабжать отдельные станки и агрегаты механизмами для плавного регулирования скоростей подачи. В этом случае всегда имеется возможность обеспечить условие связи в форме примерного равенства производительностей смежных участков, а именно

$$P_1 \approx P_2 \approx P_3 \approx \dots \approx P_n.$$

При осуществлении автоматических линий следует различать синхронизацию в малом от синхронизации в большом. В первом случае приходится иметь дело с незначительными отклонениями от установленных производительностей, которые компенсируются оптимальным количеством заготовок на стыке участков. Уравнение настройки станков по производительности при синхронизации в малом имеет вид

$$P_1 \approx P_2 \approx P_3 \approx \dots \approx P_n \approx P_n.$$

При осуществлении синхронизации в большом приходится иметь дело с значительными диспропорциями в производительностях отдельных участков линий. В этом случае отклонения производительностей локализуются автоматическими складами заготовок или регламентированными простоями отдельных участков на период выработки запаса. Уравнение настройки станков при синхронизации в большом имеет вид

$$a \cdot P_1 \approx b \cdot P_2 \approx \dots \approx K \cdot P_n \approx P_n,$$

где  $a, b, \dots, K$  — коэффициенты перепада производительности по участкам автоматической линии.

При синхронизации в малом отклонения от ритмичного выпуска наблюдаются в короткие промежутки времени (5 ÷ 10 мин), а при синхронизации в большом — в целом по сменам.

## 2. Степень синхронизации автоматических линий и понятие о межстаночных связях

Автоматическая линия может характеризоваться меньшей или большей степенью синхронизации, которая определяется коэффициентом загрузки оборудования, показывающим, насколько продолжительность операции отличается от фактического ритма работы линии.

Степень синхронизации для каждого станка в линии можно определить из отношения

$$\varepsilon_0 = \frac{t_{шт.}}{R_l},$$

где  $t_{шт.}$  — штучное время на станке, мин;  
 $R_l$  — ритм работы линии, мин.

Аналогично для всей линии

$$\varepsilon_l = \frac{1}{nR_l} \sum_{i=1}^n t_{шт. (i)},$$

где  $n$  — число станков в автоматической линии, шт.;  
 $R_l$  — ритм работы линии, мин.;  
 $t_{шт. (i)}$  — штучное время на  $i$ -том станке, мин.

Коэффициент загрузки автоматической линии показывает среднюю загрузку машин, не давая представления об отклонениях от нее, и, следовательно, среднюю степень синхронизации. Поэтому можно характеризовать загрузку линии и степень синхронизации коэффициентом асинхронности и исчислять его методом средних отклонений. Коэффициент асинхронности в этом случае будет характеризовать непропорциональность процесса производства на линии.

Допустим, что имеется автоматическая линия, состоящая из шести участков. Сводные показатели по линии приведены в табл. 1.

Таблица 1

Участки линии	Загрузка участков, %	Отклонение от средней загрузки в период работы линии, %
1	55	+1,3
2	65	±8,7
3	48	±8,3
4	75	±18,7
5	50	±6,3
6	45	±11,3
	Средняя 56,3	Среднее ±9,1

На основе данных табл. 1 можно подсчитать коэффициент асинхронности  $K_a$  (через среднее отклонение) и определить величину максимального отклонения  $\Delta_{max}$

$$K_a = \frac{9,1 \cdot 100}{56,3} = 16,2\%;$$

$$\Delta_{max} = \frac{75 - 56,3 \cdot 100}{56,3} = 33\%.$$

В табл. 2 приведены результаты расчета коэффициента асинхронности для некоторых существующих линий.

Для автоматической линии ЛТА-2 при  $K_a = 34\%$  отклонение величины загрузки оборудования от среднего значения равно:



- а) верхний предел  
 $(0,72 \cdot 0,34 \cdot 100 = 24,48\%) \quad 72 + 24,48 = 96,48\%$
- б) нижний предел  
 $72 - 24,48 = 47,52\%$

При этом имеются операции с отклонением на 63% от среднего значения, то есть с коэффициентом загрузки 117,36%  
 $(0,72 \cdot 63 = 45,36\% \quad 72 + 45,36 = 117,36\%)$

Таблица 2

Автоматические линии для обработки деталей стула	Коэффициент загрузки (синхронность)	Коэффициент асинхронности (непропорциональность)	Максимальное отклонение от среднего значения
Задних ножек (1-я мебельная фабрика г. Ленинграда)	0,8	0,25	0,4
Передних ножек	0,8	0,12	0,2
Брусков	0,85	0,08	0,15
Брусков (ЛТА-1)	0,245	0,08	0,025
Передних ножек (ЛТА-2)	0,72	0,34	0,63
Задних ножек (ЛТА-3)	0,70	0,314	0,54

На основе анализа данных табл. 2 можно сделать вывод о крайне неравномерной загрузке оборудования и о слабой синхронности процессов. Последнее говорит о больших резервах неиспользуемой полезной мощности оборудования. Аналогичные же выводы можно сделать и для других автоматических линий в деревообработке. Значение  $K_a = 0$  соответствует полностью синхронизированному автоматическому потоку.

По характеру связывания станков все автоматические линии в деревообработке можно разделить на три вида:

1. Линии с жесткой межстаночной связью;
2. Линия с гибкой межстаночной связью.
3. Линии со смешанной межстаночной связью.

Под жесткой межстаночной связью понимается связь, которая осуществляется между смежными участками линии при помощи элементов, позволяющих производить непосредственную передачу заготовок от одного операционного участка к другому.

При наличии в линии  $(n + 1)$  участков, соединенных жесткой связью, перемещение заготовок на первом и последующих участках связано соотношением

$$l_1 = K_1 l_2 = K_2 l_3 = \dots = K_n l_{n+1}, \quad (1)$$

где  $l_1$  — перемещение заготовок на первом участке линии;  
 $l_2, \dots, l_n$  — перемещение заготовок на последующих участках линии;  
 $K_1, \dots, K_n$  — коэффициенты пропорциональности.

Выражение (1) указывает на необходимость синфазности в положении заготовок после соответствующих перемещений на участках. Продифференцировав выражение (1) по времени, получим:

$$\dot{l}_1 = K_1 \dot{l}_2 = K_2 \dot{l}_3 = \dots = K_n \dot{l}_{n+1}. \quad (2)$$

Это выражение требует наличия синхронности перемещения заготовок при соответствующих скоростях движения на участках линии.

Продифференцировав вторично выражение (1) по времени, получим

$$\ddot{l}_1 = K_1 \ddot{l}_2 = K_2 \ddot{l}_3 = \dots = K_n \ddot{l}_{n+1}. \quad (3)$$

Выражение (3) требует наличия синхронности перемещения заготовок при соответствующих ускорениях на операционных участках автоматической линии с жесткой межстаночной связью. Необходимым и достаточным условием для обеспечения непрерывной работы линии с жесткой связью является равенство (или в крайнем случае кратность) фактических значений производительностей участков. Данное условие имеет вид:

$$П_1 = K_1 П_2 = K_2 П_3 = \dots = K_n П_{n+1}. \quad (4)$$

Автоматические линии с жесткой связью между станками следует отнести к идеальным, для которых коэффициент асинхронности равен нулю. В силу ряда эксплуатационных обстоятельств, в основном из-за недостаточной культуры производства, автоматические линии с жесткой связью показали худшие результаты, чем линии с гибкой межстаночной связью. Выход из строя одного из участков линии с жесткой связью приводит к остановке всей линии в целом.

Общая вероятность поломки линии ( $P_{\text{пол}}$ ) с жесткой связью может быть подсчитана по выражению

$$P_{\text{пол}} = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2) \dots (1 - P_n) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i),$$

где  $P_1; P_2; \dots; P_n$  — вероятности поломки каждого входящего в линию станка, агрегата, участка;

$\Pi$  — знак произведения величин;

$i$  — принимает значения от первого до  $n$ -го включительно.

При  $P_1 = P_2 = P_3 = \dots = P_n$

$$P_{\text{пол}} = 1 - (1 - P_i)^n,$$

где  $n$  — число участков в автоматической линии.

Отсюда видно, что с увеличением числа участков в линии возрастает вероятность поломки всей линии в целом.

Под гибкой межстаночной связью понимается связь, которая осуществляется посредством промежуточных складов незавершенного производства, служащих для локализации асинхронности в работе смежных участков и обеспечивающих бесперебойную непрерывную работу автоматической линии в целом. В качестве гибких элементов на стыках участков можно применять бункерные и магазинные устройства, а также автоматические склады заготовок, имеющие вполне определенную емкость.

Для линий с гибкой связью между участками справедливы следующие соотношения:

$$l_1 \cong K_1 l_2 \cong K_2 l_3 \cong \dots \cong K_n l_{n+1}, \quad (5)$$

$$\dot{l}_1 \cong K_1 \dot{l}_2 \cong K_2 \dot{l}_3 \cong \dots \cong K_n \dot{l}_{n+1}, \quad (6)$$

$$\ddot{l}_1 \cong K_1 \ddot{l}_2 \cong K_2 \ddot{l}_3 \cong \dots \cong K_n \ddot{l}_{n+1}. \quad (7)$$

Приведенные выражения указывают на то, что для определенного промежутка времени (который устанавливается на основе практики) допустимый некоторый произвол в движении транспортных органов и заготовок. При синхронизации в малом время, в течение которого допустимы отклонения в движении заготовок, не должно превышать 5—10 мин; при синхронизации в большом это время может быть увеличено в 10—20 раз. Необходимым условием для обеспечения бесперебойной работы автоматической линии с гибкой межстаночной связью является равенство

(или в крайнем случае кратность) средних значений производительностей на участках. Данное условие может быть представлено в следующем виде:

$$P_{\text{ср}(1)} = K_1 \cdot P_{\text{ср}(2)} = \dots = K_n \cdot P_{\text{ср}(n+1)}. \quad (8)$$

Коэффициент асинхронности для автоматических линий с гибкой межстаночной связью в общем случае является переменной величиной из-за наличия отклонений производительности от установленного значения. Для таких линий следует различать расчетную асинхронность и фактическую в данный момент работы линии.

Автоматические линии с гибкой связью обладают большей надежностью в работе, чем линии с жесткой связью. Преимущество их в том, что при временной остановке одного или нескольких участков вся линия в целом продолжает выпуск продукции.

Общая вероятность поломки линии с гибкой связью может быть представлена зависимостью

$$P'_{\text{пол}} = (P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \dots P_n) (P_1^6 \cdot P_2^6 \dots P_{n-1}^6),$$

где  $P_1; P_2; \dots P_n$  — вероятности поломки отдельных операционных участков;

$P_1^6; P_2^6; \dots P_n^6$  — вероятности поломки отдельных промежуточных бункеров.

При  $(P_1 = P_2 = P_3 = \dots = P_n)$  и  $(P_1^6 = P_2^6 = \dots = P_{n-1}^6)$  получим

$$P'_{\text{пол}} = P_i^n \cdot P_k^{n-1},$$

Таким образом

$$K = \frac{1 - P_i^n \cdot P_k^{n-1}}{(1 - P_i)^n},$$

где  $n$  — число операционных участков;

$i$  — индекс участка в линии, принятого за норму;

$k$  — индекс бункера, принятого за норму.

Числитель этой формулы представляет надежность линии с гибкой связью, знаменатель — с жесткой связью.

Кроме указанных видов связей, в практике автоматизации могут встретиться и их комбинации. Автоматические линии, у которых часть участков имеет жесткие, а часть — гибкие связи, принято называть линиями со смешанной межстаночной связью. Для этих линий справедливы изложенные выше соображения.

Таким образом, правильная ориентация в вопросах синхронного связывания станков и агрегатов в автоматические линии во многом способствует развитию автоматизации — важнейшей предпосылки создания высокопроизводительных деревообрабатывающих производств с высокой технической культурой.

## ИСПЫТАНИЯ КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ НА ИЗГИБ В ПЛОСКОСТИ СЛОЕВ

**И. П. БОКСБЕРГ**

Доцент, кандидат технических наук

**З. Б. ДОМАНСКАЯ**

Кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

ГОСТом 1853—51 предусматривается испытание фанеры на изгиб только в плоскости, перпендикулярной слоям. Однако встречаются конструкции, где фанера работает на изгиб и в плоскости слоев. Поэтому в лаборатории кафедры строительной механики ЛТА им. С. М. Кирова была разработана методика и проведены некоторые исследования с целью определения предела прочности при изгибе фанеры в плоскости слоев. Испытывалась авиационная фанера БС-1 (березовая фанера, склеенная бакелитовой пленкой) толщиной 10 мм, состоящая из девяти слоев.

Целью работы являлась разработка методики испытаний фанеры на изгиб и выяснение влияния абсолютных размеров образцов на величину предела прочности при изгибе в различных направлениях. Для этого была проделана серия испытаний образцов различных размеров, вырезанных из одного листа фанеры толщиной 10 мм.

Исследованию подвергались образцы четырех типов (рис. 1).

Тип I\*. Расчетный пролет  $l_p = 120$  мм. Испытания проводились при приложении нагрузки посередине длины образца. Часть образцов испытывалась при изгибе в плоскости склейки и часть в плоскости, перпендикулярной слоям. При этом определялись пределы прочности:  $\sigma_a^{\parallel}$ ,  $\sigma_l^{\parallel}$ ,  $\sigma_a^{\perp}$ ,  $\sigma_l^{\perp}$  (рис. 2):

Тип II. Расчетный пролет  $l_p = 240$  мм (аналогично стандартному образцу для древесины по ГОСТу 6336—52). Испытание проводилось при загрузке образца в двух точках. Силы прикладывались на расстоянии одной трети длины пролета от опоры. Средняя часть балки находилась в условиях чистого изгиба. Часть образцов испытывалась на изгиб в плоскости склейки и часть в плоскости, ей перпендикулярной. Определялись пределы прочности  $\sigma_a^{\parallel}$ ,  $\sigma_l^{\parallel}$ ,  $\sigma_a^{\perp}$ ,  $\sigma_l^{\perp}$ .

Тип III. Расчетный пролет  $l_p = 240$  мм. Испытания проводились, как и для образцов типа II, в условиях чистого изгиба, но при изгибе только в плоскости склейки. Определялись пределы прочности  $\sigma_a^{\parallel}$ ,  $\sigma_l^{\parallel}$ .

\* Методика испытаний этого типа образцов принята в соответствии с ГОСТом 1953—51 (п. в.) на бакелизованную фанеру.

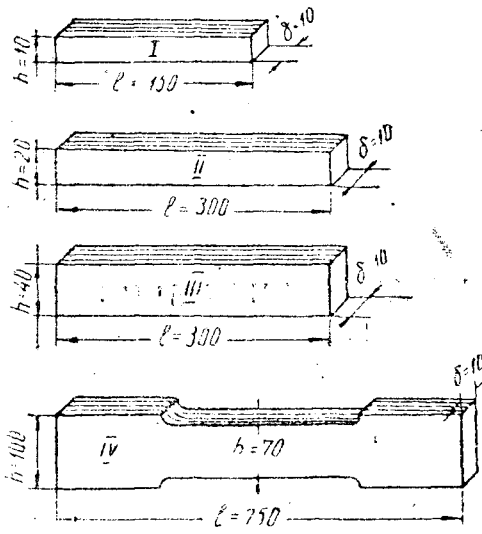


Рис. 1.

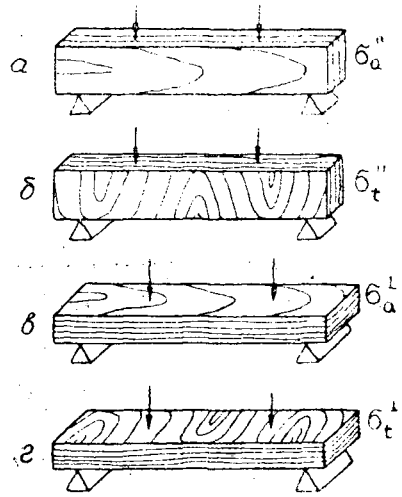


Рис. 2, а и б — изгиб в плоскости слоев; в и г — изгиб в плоскости, перпендикулярной слоям.

Тип IV. Расчетный пролет  $l_p = 740$  мм. Расчетная высота сечения в средней части  $h_p = 70$  мм. В средней части длины высота образца уменьшена, чтобы обеспечить разрушение в зоне чистого изгиба и вдали от мест приложения нагрузки. Испытания проводились только в плоскости склейки. Определялись пределы прочности  $\sigma_a''$  и  $\sigma_t''$ .

Для исключения потери устойчивости образца, сжатый пояс в зоне чистого изгиба закреплялся стальными планками с рифленой поверхностью, которые устанавливались с двух сторон и слегка зажимались на образце струбцинами.

Средние значения пределов прочности при изгибе приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Типы образцов	$\sigma_a''$ кг/см <sup>2</sup>	Количество образцов, шт.	Показатель точности, %	$\delta_T''$ кг/см <sup>2</sup>	Количество образцов, шт.	Показатель точности, %	$\perp \delta_a$ кг/см <sup>2</sup>	Количество образцов, шт.	Показатель точности, %	$\delta_t^\perp$ кг/см <sup>2</sup>	Количество образцов, шт.	Показатель точности, %
I	1200	10	1,3	905	10	1,0	1345	10	1,4	860	10	0,9
II	1160	4	1,0	825	5	1,2	1280	4	2,2	850	3	7,2
III	965	5	1,3	725	5	3,3	—	—	—	—	—	—
IV	1080	3	1,2	755	4	1,8	—	—	—	—	—	—

Пределы прочности определялись по элементарной формуле сопротивления материалов:

$$\sigma_{пч} = \frac{M_{max}}{W},$$

где  $W$  — момент сопротивления поперечного сечения без учета слоистости. При изгибе в плоскости слоев пределы прочности  $\sigma_a''$  и  $\sigma_t''$  этой формулой определяются точно, в случае же изгиба в плоскости, перпендикулярной слоям — приближенно. Однако, вследствие того, что для практических расчетов в большинстве случаев применяются также эле-

ментарные формулы, пределы прочности  $\sigma_a^\perp$  и  $\sigma_f^\perp$  имеют практическое значение.

Анализ полученных данных позволяет сделать некоторые заключения о прочности фанеры при изгибе.

Наиболее высоким оказался предел прочности при изгибе в плоскости, перпендикулярной плоскости склейки при расположении волокон рубашки вдоль оси образца (рис. 2, в). Как можно видеть из таблицы, предел прочности в этом случае оказался в полтора раза больше, чем при расположении волокон рубашки перпендикулярно оси образца (рис. 2, г). Такой высокий предел прочности при изгибе в плоскости, перпендикулярной слоям, объясняется, по-видимому, большим количеством слоев шпона с направлением волокон вдоль оси образца (пять слоев из девяти) и расположением этих слоев дальше от нейтральной оси. Если учесть также, что средний слой, имеющий расположение волокон, перпендикулярное оси образца, находится на нейтральной оси и почти не работает, то вполне объяснимо увеличение предела прочности  $\sigma_a^\perp$  в 1,5 раза по сравнению с пределом прочности  $\sigma_f^\perp$  при общем количестве слоев, равном девяти.

При изгибе в плоскости склейки предел прочности при расположении волокон рубашки вдоль оси образца (рис. 2, а) на 25% выше, чем при расположении волокон перпендикулярно оси образца (рис. 2, б), что, очевидно, объясняется большим количеством слоев с продольным расположением волокон.

Результаты испытаний для различных типов образцов позволяют сделать следующие выводы. Пределы прочности для одного и того же направления у образцов разных размеров представляют собой величины примерно одного порядка. Для первых двух типов образцов малых размеров с отношением высоты балки к длине пролета, равной 1/12, пределы прочности в одних и тех же направлениях почти одинаковы. Образцы типа III показали пониженную прочность по сравнению с образцами типа I и II. У образцов типа IV предел прочности  $\sigma_a^{\parallel}$  выше, чем у образцов типа III, но примерно на 10% ниже предела прочности для малых образцов типа II и III.

Приведенные данные дают основания предполагать, что влияние абсолютных размеров образцов при изгибе сравнительно невелико, а поэтому нет смысла проводить испытания на образцах больших размеров (например, IV типа), так как испытание их требует затраты большого количества материала и сравнительно сложных приспособлений. Наиболее целесообразным для испытаний на прочность фанеры при изгибе является применение в качестве основного второго типа образца с размерами, близкими к размерам стандартного образца для испытаний на изгиб древесины. Такой тип имеет то преимущество, что дает возможность использовать стандартные приспособления и стандартную методику испытаний, рекомендуемую ГОСТом 6336—52 для древесины.

Необходимо отметить, что проведенная экспериментальная работа ставила себе целью разработку методики испытаний и потому приведенные данные не могут претендовать на полноту. В дальнейшем предполагается поставить более обширные испытания фанеры на изгиб.

## ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦА НА УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ И ЧИСТОТУ ОБРАБОТКИ ПРИ ТАНГЕНЦИАЛЬНОМ ТОЧЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

А. А. ПИЖУРИН

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

В настоящей статье рассматриваются основные зависимости составляющих усилия, действующего на резец ( $P_k$ ,  $P_n$ ,  $P_x$ ) удельного сопротивления резанию  $K$  и величины микронеровностей  $H_{max}$  от геометрических параметров резца.  $P_k$  — является касательным,  $P_n$  — нормальным и  $P_x$  — осевым усилием резания.

*Влияние заднего установочного угла  $\alpha_0$ .* Опыты проводились для  $\angle \alpha_0 = 20'$ ;  $2^\circ$  и  $5^\circ$  при подаче  $U_n = 0,2$ ;  $0,4$  и  $0,8$  мм/об, скорости резания  $v = 10$  м/сек, влажности древесины  $W = 10\%$ , радиусе затупления резца  $r \cong 8$  мк, угле резания (установочном)  $\delta_0 = 40^\circ$ , угле скоса лезвия резца  $\varepsilon = 15^\circ$ .

Зависимости составляющих усилия, действующего на резец, от  $\angle \alpha_0$  представлены на рис. 1, из которого видно, что с увеличением  $\angle \alpha_0$  усилие резания  $P_k$  возрастает.

Наиболее интенсивный рост  $P_k$  наблюдается в пределах изменения  $\angle \alpha_0$  до  $2^\circ$ . Дальнейшее увеличение  $\angle \alpha_0$  приводит к незначительному возрастанию  $P_k$ . Возрастание  $P_k$  объясняется тем, что при малых значениях заднего угла резко возрастает нормальное усилие  $P_n$ . При работе тангенциальными резцами составляющая  $P_y$  (3) в основном направлена от древесины к резцу.

При малых значениях  $\angle \alpha_0$  резкое возрастание  $P_y$  приводит к увеличению  $t_n$ . Так, при  $\angle \alpha_0 = 20'$  и подаче  $U_n = 0,8$  мм/об  $P_n = 0,35$  кг/мм, а усилие резания  $P_k = 0,078$  кг/мм, то есть нормальное усилие превышает усилие резания примерно в четыре раза. Это вызывает беспокойное протекание процесса резания вследствие возрастания отжима и вибрации резца. Применение резцов с задними углами, равными  $0^\circ$ , нецелесообразно, так как за счет трения будет происходить быстрый износ режущего лезвия. Увеличение заднего установочного угла выше  $2^\circ$  не имеет смысла, так как расход электроэнергии на резание будет увеличиваться.

Анализируя изменение удельного сопротивления резанию (табл. 1), мы видим, что  $K$  наиболее интенсивно возрастает при изменении  $\angle \alpha_0$  от  $0,3$  до  $2^\circ$ . Наибольшее влияние  $\angle \alpha_0$  на  $K$  наблюдается при

\* Статья является продолжением работ [1], [2], [3], выполненных под руководством доктора технических наук проф. Ф. М. Манжоса.

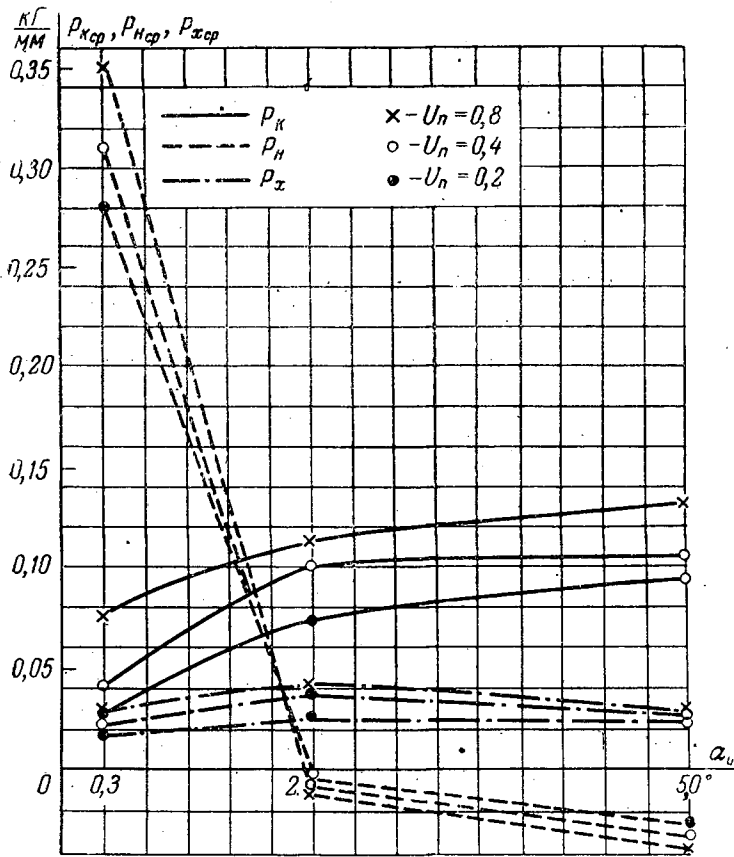


Рис. 1. Зависимости составляющих усилия, действующего на резец, от заднего установочного угла.

Таблица 1

$U_n$ мм/об	Значение удельного сопротивления резанию $K$ кг/мм <sup>2</sup> при $\alpha_0$		
	0,3	2,0	4,0
0,2	0,81	2,1	2,79
0,4	0,597	1,46	1,56
0,8	0,54	0,834	0,978

$U_n = 0,2$  мм/об; с увеличением  $U_n$  влияние  $\angle \alpha_0$  уменьшается. Это объясняется тем, что при небольших подачах доля силы трения оказывается значительной.

Задний угол  $\alpha_0$  оказывает незначительное влияние на величину  $H_{max}$ .

Таким образом, важнейшими показателями при выборе заднего установочного угла следует считать удельный расход энергии, точность формы обрабатываемого изделия и износоустойчивость резца.

**Влияние угла резания (установочного)  $\delta_0$ .** Тангенциальное точение, независимо от величины угла скоса режущего лезвия  $\epsilon$ , всегда происходит с преобладанием поперечного резания. Следовательно, тангенциальное точение с поперечной подачей имеет сходство с лушением.



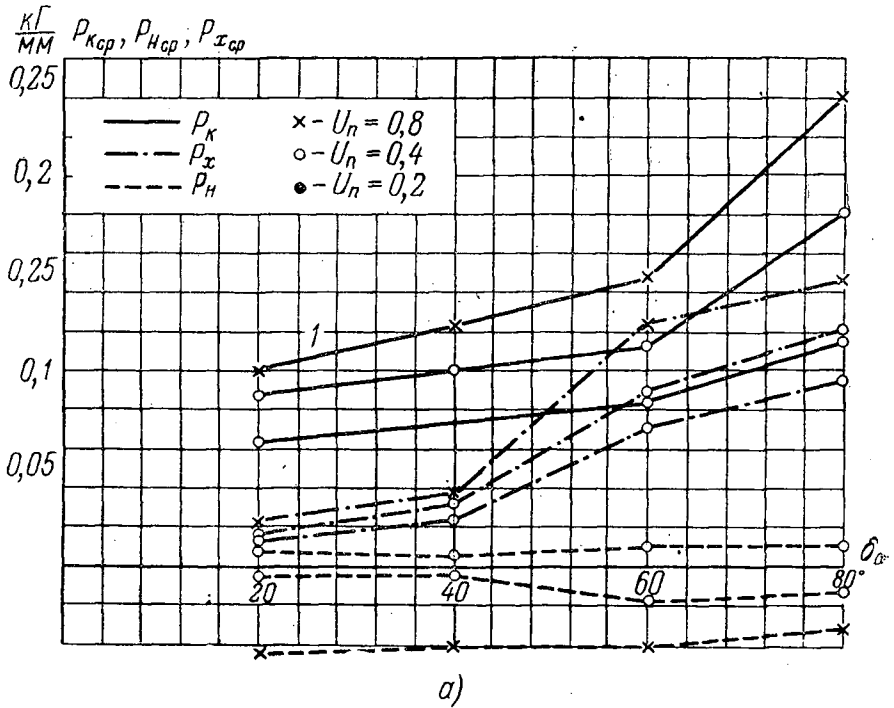


Рис. 2. Зависимости составляющих усилия, действующего на резец, от угла резания.

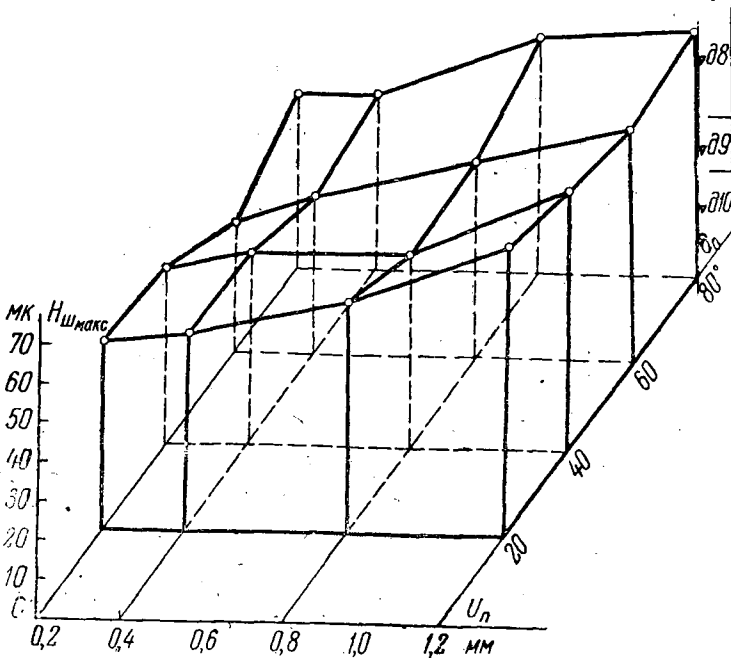


Рис. 3. Зависимости чистоты обработки от подачи и угла резания.

Лущение производится всегда с малыми углами резания. Очевидно и тангенциальное точение предпочтительнее вести с малыми углами резания.

Однако в отличие от лущения, при котором резание во время всего цикла протекает почти с постоянными геометрическими параметрами, тангенциальное точение происходит с резкой трансформацией угла резания.

В начале процесса при соприкосновении режущего лезвия с заготовкой угол резания  $\delta$  равен  $\delta_0 + \alpha_1$  [2]. В наших опытах при припуске на обработку  $H = 2$  мм и  $r_0 = 18$  мм  $\alpha_1 = \arccos \frac{r_0}{r} = 25^\circ$  [2]. В конце резания в момент касания режущего лезвия с окружностью радиуса  $r_0$ , угол  $\alpha_1 = 0^\circ$ ; тогда угол  $\delta = \delta_0$ . При обработке деталей с большими припусками и малыми значениями  $r_0$  величина угла  $\alpha_1$  примет еще большее значение.

Таким образом, процесс тангенциального точения протекает с непрерывным изменением углов резания в широком диапазоне.

Второй характерной особенностью тангенциального точения с поперечной подачей является то, что срезанная стружка непрерывно изменяется в сечении, стремясь к нулю в конце резания. На последнем, заключительном, обороте будет всегда срезаться тонкая стружка. Общеизвестно, что срезание тонкой стружки, независимо от величины угла резания, всегда сопровождается высоким качеством обработки.

Задачей эксперимента является выбор такого угла резания, при котором процесс стружкообразования (особенно в начале резания) протекал бы с образованием стружки сжатием, сдвигом, но не отрывом, так как стружкообразование отрывом может привести к вырывам пучков волокон значительной глубины.

Определение влияния угла  $\delta_0$  производилось для значений: 20; 40; 60 и 80° при  $\angle \alpha_0 = 2^\circ$ ,  $\angle \varepsilon = 30^\circ$  и  $\rho = 6$  мк,  $U_{II} = 0,2; 0,4; 0,8$  и 1,2 мм/об,  $V = 10$  м/сек,  $W = 10\%$ .

Значения для  $P_k$ ,  $P_n$ ,  $P_x$  приведены на рис. 2 и 3.

На рис. 2 видно, что с увеличением угла  $\delta_0$  до 60° усилие резания возрастает (зависимость  $P_k$  от  $\delta_0$  имеет линейный характер). При изменении угла  $\delta_0$  от 60 до 80° возрастание происходит более интенсивно. Это объясняется тем, что фактически в момент внедрения реза в древесину углы резания были не 60 и 80°, а  $60 + 25 = 85^\circ$  и  $80 + 25 = 105^\circ$  и только по достижении (в момент касания) лезвием окружности радиуса  $r_0$  углы резания соответственно были 60 и 80°. Таким образом, при  $\angle \delta_0 = 60$  и 80° происходил качественный скачок процесса стружкообразования. При  $\angle \delta_0 = 80^\circ$  внедрение реза в древесину происходило с отрицательным передним углом. В этом случае образование стружки начиналось сдвигом с отрывом или отрывом. Это с большой достоверностью подтверждается повышенной интенсивностью подъема кривых на графиках (рис. 2). Кривая осевой составляющей  $P_x$  для всех случаев подачи наиболее круто поднимается в пределах изменения  $\angle \delta_0$  до 60°. При увеличении  $\angle \delta_0$  до 80° происходит некоторое снижение интенсивности роста  $P_x$ . Это объясняется тем, что при больших углах  $\delta_0$  развиваются опережающие трещины (вдоль волокон), вследствие чего сопротивление отслоению древесины вдоль оси несколько снижается. Изменение  $\angle \delta_0$  в указанных выше пределах не влияет на нормальное усилие  $P_n$ .

Из табл. 2 видно, что удельное сопротивление резанию для всех трех значений подачи более интенсивно растет на участке  $\angle \delta_0$  от 60 до 80°.

Таблица 2

$U_n$ мм/об	Значение удельного сопротивления резанию $K$ кг/мм <sup>2</sup> при $\angle \delta_0$			
	20	40	60	80
0,2	2,246	2,42	2,96	3,995
0,4	1,528	1,77	1,986	3,167
0,8	0,886	1,063	1,265	3,260

Следовательно, с точки зрения эффективности ведения процесса нецелесообразно вести обточку при  $\angle \delta_0 = 70-80^\circ$ .

Зависимость величины  $H_{max}$  от  $\angle \delta_0$  представлена на рис. 3. Изменение угла  $\delta_0$  до  $40-50^\circ$  практически не влияет на чистоту обработки. При  $\angle \delta_0 = 60^\circ$  и  $U_n = 0,8-1,2$  мм/об на обработанной поверхности появляются выколы, глубина которых достигает  $180-260$  мк. При резании резцом с  $\angle \delta_0 = 80^\circ$  для всех значений подачи на поверхности образуются систематические выколы, которые делают непригодным обрабатываемое изделие.

Полученные неровности разрушения в достаточной степени подтверждают указанные выше соображения о том, что как при резании с большими подачами ( $U_n = 1,2$  мм/об); так и с углами резания  $90^\circ$  и выше происходит качественное изменение процесса стружкообразования.

Таким образом, при тангенциальном точении критическим начальным углом резания необходимо считать угол порядка  $70-80^\circ$ , а критической подачей (независимо от угла резания)  $U_n = 1,2$  мм/об. Эти утверждения справедливы только при резании резцами с углом скоса  $\varepsilon = 15-30^\circ$ .

*Влияние угла скоса режущего лезвия резца  $\varepsilon$ .* При тангенциальном точении угол скоса режущего лезвия является одним из важнейших геометрических параметров, так как от величины его, при всех прочих равных условиях, зависит процесс стружкообразования.

При точении с  $\angle \varepsilon = 0^\circ$  происходит, как уже рассматривалось [2], поперечное резание. С возрастанием угла скоса ( $\varepsilon > 0^\circ$ ) резание на участке формирования обработанной поверхности будет происходить в поперечно-продольном направлении. Кроме того, между обработанной поверхностью и поверхностью резания в процессе точения образуется угол встречи в плане  $\varphi$  [2]. Этот угол изменяется от нуля при положении режущего лезвия на обработанной поверхности до максимального значения  $\varphi_{max}$ , соответствующего положению режущего лезвия на обрабатываемой поверхности. Так как в наших опытах образующая обработанного изделия параллельна направлению волокон древесины, то угол встречи в плане образуется между продольным и торцовым направлениями волокон.

Таким образом, при обточке с углами скоса  $\varepsilon > 0^\circ$ , процесс тангенциального точения производится в поперечно-продольно-торцовом направлении. Следовательно, тангенциальное точение с поперечной подачей резца при  $\varepsilon > 0^\circ$  является сложным свободным\* (открытым) резанием.

В наших основных опытах максимальный угол встречи в плане не превышал  $13^\circ$ . Однако при обточке деталей небольших диаметров (по-

\* Свободным резанием принято называть такое, при котором в работе участвует одно режущее лезвие.

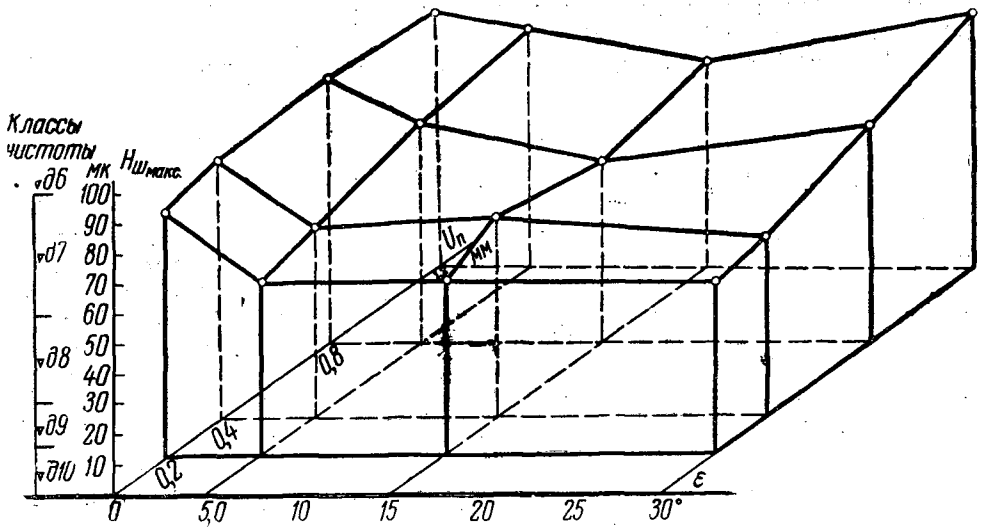


Рис. 4. Зависимость чистоты обработки от подачи и угла скоса режущего лезвия резца.

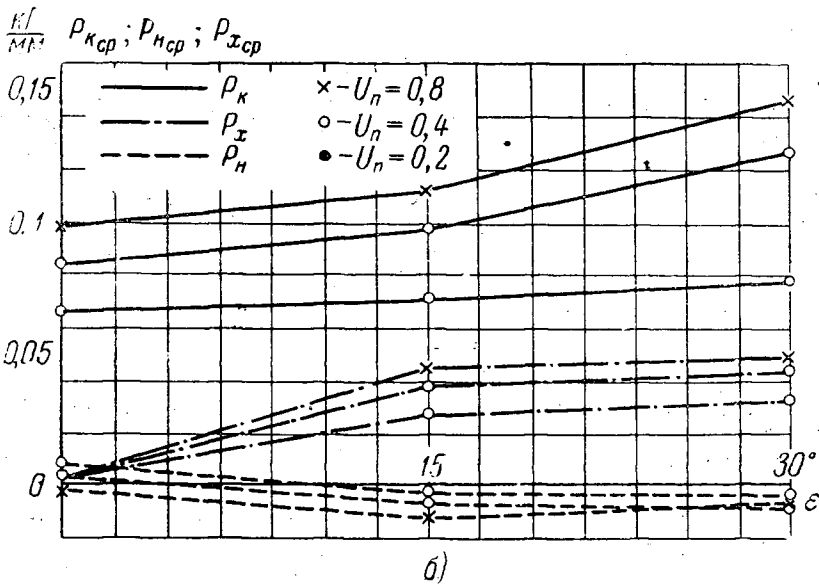


Рис. 5. Зависимость составляющих усилия, действующего на резец, от угла скоса лезвия.

рядка 20 мм) и снятии припуска  $H = 2$  мм и  $\epsilon = 30^\circ$  максимальный угол встречи достигает  $\approx 17^\circ 43'$ . Такой величины достигает угол  $\varphi_{max}$  при обточке шпиль.

Опыты по выявлению влияния угла скоса производились для  $\epsilon = 0; 5; 15$  и  $30^\circ$ , при  $\angle \alpha_0 = 2^\circ; \angle \delta_0 = 41^\circ; \rho = 12$  мк — при исследовании чистоты обработки и  $\rho = 6$  мк — при исследовании усилий резания;  $U_n = 0,2; 0,4; 0,8$  и  $1,2$  мм/об,  $V = 10$  м/сек,  $W = 9\%$  и обрабатываемый диаметр  $d_{ср} = 41$  мм. Полученные замеры чистоты обработанной поверхности представлены на рис. 4.

Из графиков видно, что с изменением угла скоса от 0 до 5° чистота обработки повышается. С увеличением  $\angle \varepsilon$  от 15 до 30° при подаче 0,8 и 1,2 мм/об наблюдается некоторая тенденция возрастания  $H_{max}$ . Из полученных зависимостей видно, что наиболее благоприятным следует считать  $\angle \varepsilon = 15^\circ$ .

Однако полученные зависимости позволяют утверждать, что угол скоса не оказывает существенного влияния на высоту неровностей разрушения.

Следовательно, при выборе оптимального угла скоса (при чистовом точении) следует считать важнейшими технико-экономическими показателями удельное сопротивление резанию и абсолютное значение усилия резания, так как величина последнего зависит от ширины снимаемой стружки, а ширина стружки, в свою очередь, зависит от угла скоса.

Полученные значения составляющих усилия резания приведены на рис. 5.

Таблица 3

$U_n$ мм/об	Значение удельного сопротивления резанию $K$ (кг/мм <sup>2</sup> ) при $\angle \varepsilon^\circ$		
	0	15	30
0,2	1,563	2,10	2,90
0,4	1,004	1,46	2,38
0,8	0,5778	0,834	1,37

Из табл. 3 и графиков (рис. 5) видно, что с увеличением  $\angle \varepsilon$  от 0 до 30° для трех значений подачи удельное сопротивление резанию возрастает.

Наиболее интенсивное возрастание значения  $K$  происходит при изменении  $\angle \varepsilon$  от 15 до 30°.

Угол скоса режущего лезвия не влияет на составляющие  $P_n$  и  $P_x$  усилия резания.

### Выводы

1. Задний установочный угол оказывает незначительное влияние на высоту неровностей разрушения. С увеличением  $\angle \alpha_0$  от 0,3 до 5° усилие  $P_k$  возрастает, а  $P_n$  резко снижается (до  $\alpha_0 = 2^\circ$ ). При  $\alpha_0 = 0,3^\circ$   $P_n$  превышает  $P_k$  в четыре раза.

Наиболее благоприятным необходимо считать задний установочный угол, близкий к 2°.

2. При изменении  $\angle \delta_0$  в пределах от 20 до 80° усилия  $P_k$  и  $P_x$  возрастают, причем наиболее интенсивный рост  $P_k$  наблюдается на участке от 60 до 80°, а  $P_x$  до 60°. Изменение  $\angle \delta_0$  в тех же пределах не влияет на  $P_n$ .

Угол  $\delta_0$  в пределах до 40—45° не влияет на  $H_{max}$ . Увеличение  $\angle \delta_0$  свыше 50°, независимо от вида точения, недопустимо, так как чистота обработки резко ухудшается.

3. Увеличение  $\angle \varepsilon$  от 0 до 30° ведет к монотонному возрастанию усилий  $P_k$  и  $P_x$ . Усилие  $P_n$  при этом почти не изменяется. Угол скоса при изменении его от 5 до 30° не оказывает существенного влияния на величину  $H_{max}$ .

При обточке с припусками на обработку в 2 мм и менее следует применять  $\angle \varepsilon = 15—20^\circ$ .

При припуске на обработку более 2 мм необходимо угол  $\varepsilon$  уменьшать до 5—10°, так как опережающие трещины, развивающиеся вдоль волокон, будут уменьшаться.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. А. Пижурин. Кинематика тангенциального точения. ДВШ, «Лесинженерное дело» № 1, 1959. [2]. А. А. Пижурин. Некоторые вопросы тангенциального точения древесины. ДВШ, «Лесинженерное дело» № 2, 1959. [3]. А. А. Пижурин. Влияние основных режимных факторов на составляющие усилия резания и чистоту обработки при тангенциальном точении. ДВШ, «Лесинженерное дело», № 2 1959.

Поступила в редакцию  
16 января 1959 г.

## О ПРОФИЛИРОВКЕ ЗУБЬЕВ ПИЛ ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОЙ РАСПИЛОВКИ

**В. И. МИКУЛИНСКИЙ**

Инженер

(Белорусский лесотехнический институт)

Определение оптимальной геометрии зубьев пил для поперечной распиловки — актуальная задача, решение которой позволит улучшить производственные показатели станков для торцовки заготовок. В технической литературе нет общих аналитических зависимостей, связывающих основные угловые значения зуба с косою заточкой.

В нашей статье «О связи между угловыми параметрами зуба с косою заточкой»\* дано уравнение для угла отклонения главной кромки  $ab$  (рис. 1) от боковой стенки пропила ( $\angle \varepsilon$ ) в плоскости, нормальной к вектору скорости резания  $v$ :

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \cdot \sin \beta_k}{\sin \delta_k \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + \sin \alpha_k \cdot \operatorname{tg} \varphi_2}, \quad (1)$$

где  $\angle \varphi_1, \varphi_2$  — линейные углы двухгранных углов боковой заточки по передней и задней граням резца;  
 $\angle \alpha_k, \angle \beta_k, \angle \delta_k$  — контурные углы: задний, заострения, резания (рис. 1).

Обозначим углы резания при передней боковой кромке через  $\delta_1$ , при задней — через  $\delta_2$  и при главной кромке — через  $\delta$ . Эти углы измеряются в плоскостях  $ГГ$  и  $ДД$ , нормальных, соответственно, к стенке и дну пропила и параллельных вектору скорости резания  $\bar{v}$  (рис. 1).

Указанные выше углы связаны между собой следующей системой уравнений:

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \sin \delta_k, \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{tg} \varphi_2 \cdot \sin \alpha_k, \quad (3)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \sin \delta_k}{\cos \varepsilon - \operatorname{tg} \varphi_2 \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \delta_k}. \quad (4)$$

Уравнение (2) дает зависимость  $\angle \delta_1 = f(\angle \varphi_1, \angle \delta_k)$ .

Угол  $\delta_1$  при боковой передней кромке существенно влияет как на силовые параметры, так и на чистоту поверхности распила. Чем он больше, тем в более неблагоприятных условиях протекает процесс.

\* Сборник научных трудов БЛТИ, вып. X, 1957.

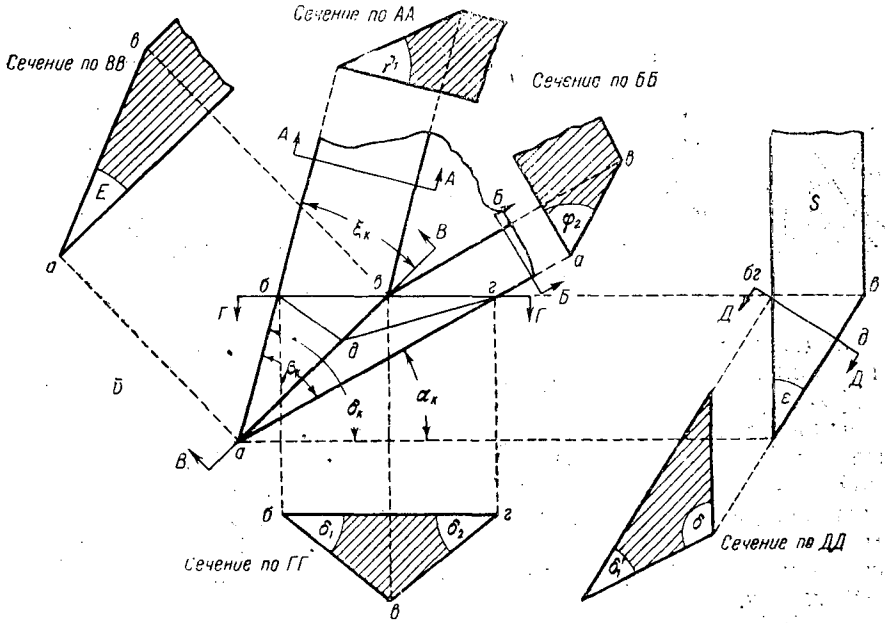


Рис. 1.

Максимальное значение  $\angle \delta_1$  при угле боковой заточки  $\varphi_1$  будет при  $\angle \delta_k = 90^\circ$ , когда  $\angle \delta_1 = \angle \varphi_1$ . В самом деле, при  $\angle \delta_k \leq 90^\circ$  на одну и ту же величину  $\zeta$ , то есть при  $\angle \delta_k = 90^\circ \pm \zeta$ , получим в обоих случаях

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \operatorname{tg} \varphi_1 \cos \zeta,$$

то есть в обоих случаях  $\angle \delta_1$  меньше  $\angle \varphi_1$ , меньше максимума при одном и том же двухгранном угле заточки  $\varphi$  боковой кромки.

При прямой заточке, когда  $\angle \varphi_1 = 90^\circ$ ,  $\angle \delta_1 = 90^\circ$  независимо от контурных углов.

Уравнение (3) аналогично уравнению (2), и мы его не анализируем, так как  $\angle \delta_2$  в работе не участвует. Укажем только, что  $\angle \varphi_2$  входит в уравнение (1). Изменение  $\angle \varphi_2$  у задней грани влияет на изменение  $\angle \varepsilon$ , что существенно отражается на процессе резания.

Уравнение (4) связывает  $\angle \delta$  у главной кромки со всеми остальными углами. Значение  $\angle \delta$  при косо заточке рассматривается впервые.

1. При  $\angle \delta_k > 90^\circ$ , то есть  $\angle \delta_k = 90^\circ + \zeta$ , уравнение (4) примет вид:

$$\operatorname{tg} \delta = - \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \cos \zeta}{\cos \varepsilon + \sin \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \sin \zeta} < 0. \quad (6)$$

Следовательно,  $\angle \delta > 90^\circ$ , и главная кромка не режет, а поджимает древесину под переднюю грань, в результате чего возникает значительное трение, затрудняющее движение резца.

2. При  $\angle \varepsilon = 90^\circ$  получим  $\angle \delta = \angle \delta_k$ .

Следовательно, для получения  $\angle \delta < 90^\circ$  надо брать контурный угол  $\delta_k < 90^\circ$  и стремиться к созданию условий, при которых  $\angle \varepsilon$  близок к  $90^\circ$ .

3. При прямой заточке, когда  $\angle \varphi_1 = 90^\circ$ , исключая неопределенность в уравнении (4), получим:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\operatorname{tg} \delta_k}{\sin \varepsilon} \quad (7)$$



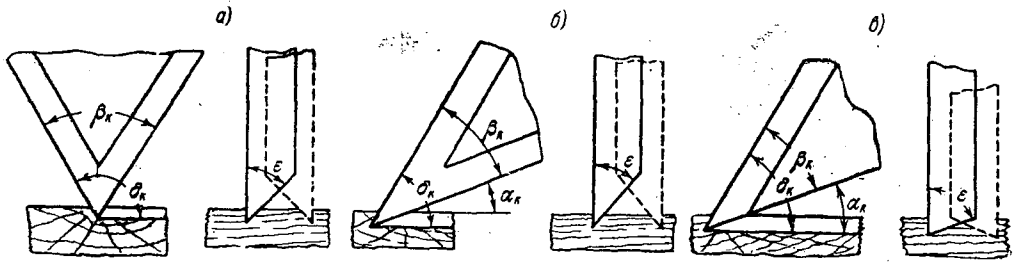


Рис. 2.

Следовательно, с уменьшением контурного угла  $\delta_k$  уменьшается угол резания  $\delta$  у главной кромки, оставаясь по величине больше, чем  $\angle \delta_k$ .

Ограничиваясь приведенным анализом, покажем на примере некоторые практические выводы из экспериментов, проведенных на специальной установке, оборудованной осциллографом. Данные табл. 1 получены при распиловке дуба с  $W=8-12\%$ ; высота пропила 30 мм, диаметр пил 400 мм, число зубьев 70, толщина пилы  $S=2.4$  мм, развод на сторону  $S'=0.3$  мм, подача на зуб  $C=0.1$  мм и скорость подачи  $U=20$  м/мин.

В табл. 1 в графе «замерено» приведены результаты экспериментов, где

$N$  — мощность резания, квт,

$P_1$  — усилие подачи, кг,

$P_2$  — вертикальная составляющая, кг,

$A$  — амплитуда вибрации пилы, мм,

$H_{max}$  — высота неровности, мк.

Таблица 1

Профиль	Дано					Вычислено				Замерено				
	$\delta_k$	$\beta_k$	$\alpha_k$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\epsilon$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta$	$N$	$P_1$	$P_2$	$A$	$H$
а) Симметричный	120	60	60	60	60	39° 20'	56° 20'	56° 20'	131° 20'	3,9	2,3	2,0	0,5	68
б) Несимметричный	60	40	20	65	65	48° 50'	61° 40'	36° 10'	87°	3,5	2,1	1,7	0,6	71
в) .	60	40	20	65	90	76° 08'	61° 40'	90°	66° 30'	2,9	1,6	1,7	0,5	70

Рассмотрим профили согласно рис. 2, а и 2, б, вычислив для них  $\angle \epsilon$ ,  $\angle \delta_1$ ,  $\angle \delta_2$  и  $\delta$ .

На основании табл. 1 можно сделать следующие выводы:

1. Так как  $\angle \delta > 90^\circ$ , то стружка поджимается под переднюю грань, создавая дополнительное трение, и с трудом выводится из пропила.

2. Так как  $\angle \epsilon$  в случае а меньше, чем в случае б, то зуб, до момента скола подрезанной с двух сторон древесины, углубится больше, что приведет к большему трению о грани зуба.

3. В случае а главная кромка не может быть режущей, так как  $\angle \delta > 90^\circ$ .

4. Профиль б в отношении пп. 1 и 2 лучше профиля а, но годен он только для односторонней распиловки. Хотя  $\angle \delta_k < 90^\circ$ , характери-

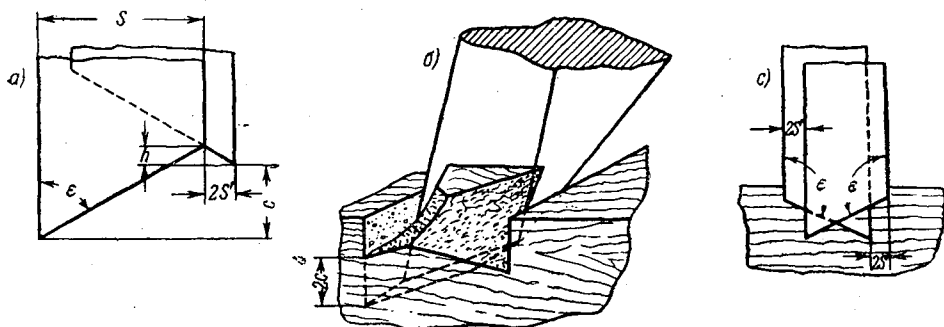


Рис. 3.

стига чистоты распила по  $H_{max}$  равноценна для случая *a* и *б*, что позволяет рекомендовать применение  $\angle \delta_k < 90^\circ$ .

5. Профиль *б* при  $\angle \delta = 87^\circ$  режет в трудных условиях. Для устранения этого нужно увеличить  $\angle \epsilon$ , но не до  $90^\circ$ , так как тогда вступит в работу резания вторая передняя кромка, имеющая угол резания  $180 - \delta_1 > 90^\circ$ . Для того чтобы этого не было, надо соблюсти условие (рис. 3, *a*)

$$\operatorname{tg} \epsilon = \frac{S - 2S'}{C}. \quad (8)$$

При  $C = 0,1$  мм/зуб,  $S' = 0,45$  мм и  $S = 2$  мм необходимо иметь  $\angle \epsilon = 84^\circ 50'$ . Определяем  $\angle \varphi_2$  при  $\angle \epsilon = 84^\circ 50'$  из уравнения (1), подставляя все значения профиля *б* из табл. 1. В результате получим  $\angle \varphi_2 = 93^\circ 20'$ ; то есть значение, близкое к  $90^\circ$ , а это показывает, что косую заточку по задней грани можно не делать (см. профиль *в* в табл. 1). При профиле *в*  $\angle \delta = 66^\circ 30'$ , при котором главная кромка способна резать, тем более, что она работает в условиях самого легкого резания — поперек волокон. Зуб успешнее транспортирует стружку, сочетая в себе достоинства комбинированного профиля, где подрезка ведется специальными зубьями, а подчищающий зуб снимает подрезанный с боков слой.

Интересно отметить, что при увеличении  $\angle \varphi_2$  в профиле *б* с  $65^\circ$  до  $120^\circ$ ,  $\angle \epsilon$  возрастает с  $48^\circ 50'$  до  $118^\circ 40'$ , а угол  $\delta$  уменьшается с  $87^\circ$  до  $52^\circ 50'$ , и мы логически приходим к так называемым пилам с двойным пропилом, применяемым в зарубежной практике (рис. 3, *с*). Здесь стенка пропила зачищается повторно снятием слоя, что дает хорошую поверхность распила.

В заключение следует сказать, что приведенные угловые параметры профиля *в* являются больше примером, иллюстрирующим путь исканий, чем готовыми рекомендациями. Работа в этом направлении продолжается.

## О ПОДГОТОВКЕ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ К СКЛЕИВАНИЮ

**Н. А. ГОНЧАРОВ**

Кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Одним из факторов, предопределяющих прочность склеивания, является вид склеиваемых поверхностей.

На кафедре столярно-механических производств автором была выполнена работа по изучению влияния различных видов поверхности древесины на прочность склеивания.

Исследование проводилось на четырех породах (сосне, березе, буке и дубе), являющихся характерными для деревообрабатывающей промышленности СССР. Особое внимание было уделено тому, чтобы исключить влияние различий в свойствах древесины на результаты опытов. Это достигалось специальными приемами комплектования образцов. Форма и размеры образцов применялись стандартные, рекомендованные для определения прочности склеивания древесины.

Поверхности образцов перед склеиванием подвергались механической обработке различными методами с варьированием режимов. Качество поверхности древесины после обработки определялось с помощью приборов МИС-11 и ТСП-2. Группировка образцов производилась по значениям  $H_{max}^{cp}$ . Применялись оптимальные режимы склеивания, рекомендованные ЦНИИМОДом и ЛТА им. С. М. Кирова. Разрушение образцов осуществлялось на разрывной машине НИС ЛПИ-5.

Необходимое количество образцов для каждой группы определялось статистической обработкой результатов разведывательных опытов, исходя из необходимой точности опыта ( $p = 5\%$ ).

Результаты работы позволяют дать рекомендации по механической подготовке поверхности древесины перед склеиванием. Применение этих рекомендаций повысит качество изделий, сократит брак при склеивании и фанеровании, снизит трудозатраты на механическую подготовку древесины к склеиванию.

Исследования показали, что достаточная прочность может быть достигнута склеиванием поверхностей древесины, полученных после пиления, строгания вращающимися резцами, цанубления и шлифования. Оптимальные показатели качества поверхности древесины перед склеиванием должны быть следующими.

При пилении строгальными и обычными циркульными пилами для продольной распиловки: глубина рисок — не более 300 мк; мшистость и ворсистость — с длиной концов, отделенных от поверхности волокон, не более 300 мк.

При строгании вращающимися резцами: волнистость — с длиной волны до 5 мм (мягкие породы); шероховатость  $H_{max}^{cp}$  — до 30 мк.

При цанублении ручном и механическом: направление рисок перекрестно, под углом  $45^\circ$  к направлению волокон (твердые породы) и вдоль волокон (мягкие породы); глубина рисок — средняя 300 мк; число рисок на 1 см — не менее 12.

При шлифовании на барабанных станках\*: под углом к направлению волокон не более  $45^\circ$ ; окружная скорость — 20 м/сек; скорость подачи: мягкие породы — 10 м/мин, твердые — 12 м/мин; зернистость шкурки для мягких пород — № 36, для твердых — № 46.

Эти условия обеспечивают получение поверхности 7 класса чистоты по ГОСТу 7016—54.

С целью достижения наибольшей прочности склеивания и получения высокого качества работ перечисленные способы механической подготовки поверхности древесины рекомендуется применять при склеивании и фанеровании клеями К-17 и коллагеновым.

При склеивании и фанеровании синтетическим клеем К-17 подготовка пилением может производиться: строгальными пилами для всех случаев склеивания и фанерования мягких пород; циркульными пилами продольной распиловки при склеивании фуг мягких пород с совпадающим направлением волокон в плоскости склеивания (угол между направлениями волокон в склеиваемых поверхностях не более  $30^\circ$ ).

Подготовка строганием производится: при склеивании массива одноименных пород древесины с совпадающим расположением волокон на склеиваемых поверхностях (угол не более  $30^\circ$ , размеры склеиваемых поверхностей в поперечном направлении к волокнам не более 300 мм); при склеивании криволинейных деталей толщиной не более 30 мм; при продольном и поперечном фанеровании мягких пород (сосна, ель); при продольном фанеровании твердых пород.

Подготовка цанублением рекомендуется при склеивании криволинейных деталей толще 30 мм с размером в поперечном к волокнам направлении более 300 мм (цанубятся обе поверхности); при склеивании твердых пород со значительным (более  $40^\circ$ ) углом между направлением волокон (цанубятся обе поверхности); при поперечном фанеровании твердых пород (цанубится основа).

Подготовка шлифованием рекомендуется при склеивании твердых пород со значительным (более  $40^\circ$ ) углом между направлением волокон (шлифуются обе поверхности); при склеивании разноименных пород (шлифуется поверхность более твердой породы); при склеивании, поверхностей, различно расположенных в стволе — тангентальной и радиальной (шлифуется тангентальная поверхность); при склеивании поверхностей размером в поперечном направлении к волокнам более 300 мм (шлифуются обе поверхности); при склеивании и фанеровании плоскостей, подвергавшихся длительное время действию атмосферных условий или высокой температуры и давления (клееная фанера, столярные плиты).

При склеивании и фанеровании коллагеновым клеем (костным или мездровым) подготовка поверхности пилением производится: строгальными пилами для всех случаев склеивания и фанерования мягких пород; циркульными пилами продольной распиловки с автоматической подачей (ЦДК) при склеивании мягких пород в фугу с совпадающим направлением волокон.

\* После цанубления и шлифования обязательна чистка поверхности волосистой щеткой.

Подготовка строганием рекомендуется: при склеивании одноименных пород древесины с совпадающим направлением волокон в плоскости склеивания (угол встречи не более  $30^\circ$ ) и при размере плоскостей в поперечном направлении к волокнам не более 300 мм; при фанеровании массива мягких пород (ель, сосна); при долевым фанеровании твердых пород (бук, береза).

Подготовка цанублением рекомендуется: при склеивании массива твердых пород со значительным (более  $40^\circ$ ) углом между направлением волокон (цанубятся обе поверхности); при склеивании массива одноименных пород с размерами поверхностей склеивания в поперечном направлении к волокнам более 300 мм\*; при склеивании поверхностей тангентальной с радиальной (цанубится тангентальная поверхность); при склеивании разноименных пород (цанубится более твердая порода); при склеивании криволинейных деталей толщиной более 30 мм (цанубятся обе поверхности); при склеивании и фанеровании поверхностей с косослоем, завитками, выбоинами, заделками (цанубится поверхность, имеющая дефекты)\*; при склеивании и фанеровании поверхностей, подвергавшихся длительному воздействию атмосферных условий, высокой температуре и давлению (клееная фанера, столярные плиты и т. п.)\*; при перекрестном фанеровании твердых пород — береза, бук — (цанубится основа)\*; при фанеровании в условиях несоблюдения оптимальных режимов (цанубится основа); при фанеровании щитов, набранных без подбора делянок (цанубится основа)\*.

Подготовка поверхности шлифованием рекомендуется:

при склеивании одноименных пород со значительным (более  $40^\circ$ ) углом между направлением волокон (шлифуются обе поверхности); при склеивании массива разноименных пород (шлифуется более твердая порода); при склеивании поверхностей твердых пород размерами в поперечном направлении к волокнам более 300 мм (шлифуются обе поверхности); при склеивании и фанеровании поверхностей древесины, подвергавшихся длительное время воздействию атмосферных условий, высокой температуры и давления (клееная фанера, столярные плиты и т. п.); при склеивании и фанеровании поверхностей с местным косослоем, завитками, заделками, подмазками и т. п. (шлифуется поверхность с дефектами).

\* В этих случаях цанубление может быть заменено шлифованием на шлифовально-барабанных станках шкуркой зернистостью 36—46.

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ СЖАТИИ НАТУРАЛЬНОЙ И ПРЕССОВАННОЙ БЕРЕЗЫ

**Б. И. ОГАРКОВ**

Доцент, кандидат технических наук

(Воронежский сельскохозяйственный институт)

Многие деревянные детали механизмов и машин работают при повышенной температуре. Процессы прессования, гнутья, сушки древесины происходят обычно с предварительным нагревом материала. При изменении температуры древесины ее механические свойства изменяются. Влияние температуры на прочность натуральной древесины многих пород изучалось ранее. Так, по опытам Ф. П. Белянкина [1], при изменении температуры от 25 до 100° предел прочности при сжатии вдоль волокон уменьшался для сосны на 26%, а для дуба на 36%.

Целью данной работы является изучение зависимости предела прочности при сжатии натуральной и прессованной древесины березы от изменения температуры.

Для испытаний были взяты образцы древесины одноосного прессования (со степенью прессования 50%), производимого по методу П. Н. Хухрянского [4]. Предел прочности образцов древесины определялся при сжатии вдоль волокон; кроме того, находился также предел пропорциональности при сжатии поперек волокон в радиальном и тангентальном направлениях и в направлении под углом 45° к годичному слою.

Опыты производились на испытательной машине ИМ-4Р по стандартной методике согласно ГОСТу 6336—52. Образцы размером 20 × 20 × 30 мм с влажностью 8—10% помещались в специальный термостат, в котором во время испытания поддерживалась постоянная температура. В центре образца температура измерялась с помощью термомпары. Перед испытанием древесина нагревалась в течение 30—40 мин таким образом, чтобы перепад температуры по сечению был незначительным.

Испытывалась серия из 100 образцов; каждые пять штук имели одинаковую температуру — в 20; 40; 60; 80; 100°.

Результаты измерений представлены на рис. 1 и 2 и даны в табл. 1, где помещены средние значения после статистической обработки.

В таблице за 100% принят предел прочности при сжатии вдоль волокон, при  $t = 20^\circ$ , равный для натуральной древесины 420 кг/см<sup>2</sup>, а для прессованной — 805 кг/см<sup>2</sup>.

При сжатии поперек волокон за 100% принят предел пропорциональности для температуры 20°, соответственно равный в радиальном

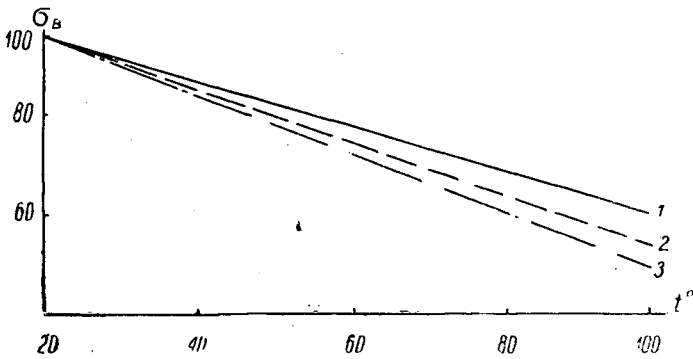


Рис. 1. Изменение (в %) предела прочности при сжатии вдоль волокон с изменением температуры.

1 — натуральная береза; 2 — натуральная сосна (по Белянкину);  
3 — прессованная береза.

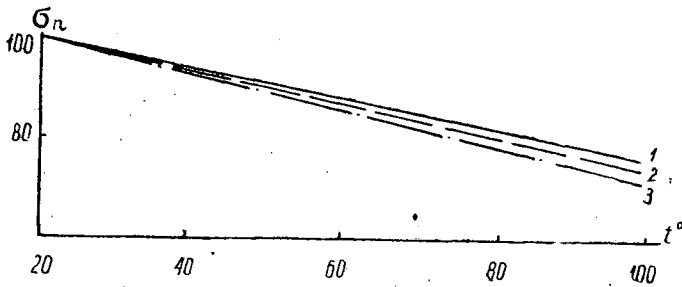


Рис. 2. Изменение (в %) предела пропорциональности (березы) при сжатии поперек волокон с изменением температуры.

1 — радиальное направление; 2 — под углом 45° к годичному слою;  
3 — в тангентальном направлении.

Таблица 1

Температура, °C	Предел прочности (%) при сжатии вдоль волокон древесины		Предел пропорциональности (%) при сжатии натуральной древесины		
	натуральной	прессованной	в радиальном направлении	в тангентальном направлении	под углом 45° к годичному слою
20	100	100	100	100	100
40	97	91	93	89	92
60	91	84	84	82	84
80	86	77	78	76	78
100	81	70	73	69	71

направлении  $61 \text{ кг/см}^2$ , а в тангентальном направлении  $42 \text{ кг/см}^2$ . под углом  $45^\circ$  к годичному слою —  $53 \text{ кг/см}^2$ .

Результаты экспериментов подвергались математической обработке. Была поставлена задача найти зависимость относительного изменения предела прочности (или предела пропорциональности) от температуры  $T$  (°C)

$$K = \frac{\sigma_0 - \sigma}{\sigma_0} = f(T),$$

где  $\sigma_0$  — предел прочности (предел пропорциональности) при температуре 20°;

$\sigma$  — то же при температуре  $T$ .

Зависимость величины  $K$  и  $\frac{\sigma}{\sigma_0}$  от температуры в процентах при сжатии вдоль волокон натуральной древесины представляется линейной функцией в виде

$$K = -4,8 + 0,24 T; \quad \frac{\sigma}{\sigma_0} = 104,8 - 0,24 T$$

со средней квадратичной ошибкой 1,3%.

при сжатии вдоль волокон прессованной древесины

$$K = 7,6 + 0,38 T; \quad \frac{\sigma}{\sigma_0} = 107,6 - 0,38 T$$

со средней квадратичной ошибкой 1,2%;

при сжатии поперек волокон в радиальном направлении

$$K = 6,8 + 0,34 T; \quad \frac{\sigma}{\sigma_0} = 106,8 - 0,34 T$$

со средней квадратичной ошибкой 2,7%;

при сжатии поперек волокон в тангентальном направлении

$$K = -8 + 0,4 T; \quad \frac{\sigma}{\sigma_0} = 108 - 0,4 T$$

со средней квадратичной ошибкой 2%;

при сжатии поперек волокон под углом 45° к годичному слою

$$K = 7,4 + 0,37 T; \quad \frac{\sigma}{\sigma_0} = 107,4 - 0,37 T$$

со средней квадратичной ошибкой 1,3%.

Чтобы выяснить, как действует многократное изменение температуры на механические свойства древесины, была проведена вторая серия опытов. Образцы натуральной и прессованной березы размером  $30 \times 30 \times 30$  мм подвергались испытанию на сжатие поперек волокон в радиальном направлении. Предел пропорциональности определялся по методике ГОСТа 6336—52 при комнатной температуре (20°), после нагревания в течение часа до температуры 80° и затем после охлаждения и последующего нагревания. Во второй серии было испытано 20 образцов. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Условия испытаний	Предел прочности (кг/см <sup>2</sup> ) древесины березы	
	натуральной	прессованной
При 20°С . . . . .	65	140
„ первом нагревании . . . . .	55	105
„ втором „ . . . . .	57	107
„ третьем „ . . . . .	58	109

Таким образом, как для естественной, так и для прессованной древесины, повторное нагревание не вызывает снижения предела пропорциональности по сравнению с первым нагреванием. Некоторое неболь-



шое увеличение его при повторном нагревании связано с тем, что в процессе нагревания происходит уменьшение влажности образцов на 1,5—2% (изменение влажности контролировалось путем взвешивания, а температура древесины — при помощи термомпары).

Для выяснения влияния продолжительного воздействия температуры на механические свойства древесины был произведен следующий опыт. Образцы размером  $30 \times 30 \times 30$  мм, имеющие температуру  $80^\circ$ , нагружались несколько выше предела пропорциональности, затем нагрузка снижалась до величины, меньшей предела пропорциональности и выдерживалась при температуре  $80^\circ$  в течение нескольких часов, после чего нагрузка снова повышалась для вторичного определения предела пропорциональности.

У прессованной древесины березы предел пропорциональности поперек волокон при первом нагружении (в среднем для пяти образцов) был равен  $105 \text{ кг/см}^2$ , а после выдержки под нагрузкой в течение трех часов при постоянной температуре ( $80^\circ$ ) предел пропорциональности был равен  $109 \text{ кг/см}^2$ . Следовательно, и длительное выдерживание древесины при постоянной повышенной температуре в условиях данного опыта не снижает величины предела пропорциональности, определенной для этой температуры в начале опыта.

Продолжительное испытание нагруженного образца на машине ИМ-4Р происходило таким образом, что расстояние между площадками реверсора оставалось постоянным. Вследствие этого из-за проявления ползучести древесины [3], [2] наблюдалась релаксация напряжения; в течение трех часов напряжение упало с 80 до  $70 \text{ кг/см}^2$ . Длительное проявление релаксации напряжения должно было бы привести к уменьшению предела пропорциональности при вторичном нагружении, однако этого не случилось, так как некоторое уменьшение влажности древесины вызывает увеличение предела пропорциональности.

Итак, процесс неоднократного или продолжительного воздействия повышенной температуры (в пределах до  $100^\circ$ ) не оказал существенного влияния на изменение предела пропорциональности по сравнению с однократным действием температуры одинаковой величины.

### Выводы

1. Предел прочности при сжатии вдоль волокон и предел пропорциональности при сжатии поперек волокон натуральной и прессованной древесины березы с ростом температуры уменьшается по линейному закону.
2. При расчете деталей из натуральной и прессованной древесины, подвергающихся при эксплуатации нагреванию, необходимо учитывать влияние температуры на прочность древесины.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ф. П. Белянкин. Механические характеристики древесины дуба и сосны при разных гидротермических состояниях в связи с теорией гнущего процесса. Изд. АН УССР, Киев, 1939. [2]. Б. И. Огарков. Физическая сущность процесса релаксации напряжений в древесине. Записки Воронежского сельскохозяйственного института, том XXVIII, вып. 1, 1958. [3]. Б. И. Огарков. Теория упругого последствия древесины. Журнал технической физики, т. XXVII, вып. 5, 1957. [4]. П. Н. Хухрянский. Прессование и гнутье древесины. Гослесбумиздат, 1956.

## О ПРИЧИНАХ БЫСТРОГО ГНИЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ, ПРОПИТАННОЙ СЛАНЦЕВЫМ ШПАЛОПРОПИТОЧНЫМ МАСЛОМ

**Г. Е. ШАЛТЫКО**

Доцент, кандидат химических наук

(Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта)

В настоящее время в качестве товарного продукта для пропитки древесины выпускается сланцевое шпалопропиточное масло СШМ. Технические условия на СШМ (ТУ—392—51) характеризуют его как растворитель каменноугольных маслянистых антисептиков, не предъявляя к нему требований антисептической защиты древесины.

Проверка опор, построенных из пропитанной различными антисептиками древесины (общим количеством около 4500 м<sup>3</sup>) и эксплуатируемых на 12 линиях электропередачи показала, что древесина, пропитанная СШМ, сгнивает быстрее древесины, пропитанной каменноугольным маслом и непропитанной\*.

Таблица 1

Продолжительность работы опор до замены древесины, лет	Заменено древесины опор (в % к общему количеству ее)		
	непропитанной	пропитанной	
		СШМ	каменноугольным маслом (ГОСТ-2770-59)
5	1,4	7,7	0,0
7	14,2	21,9	2,1
10	35,6	—	3,8
15			11,1
Время эксплуатации, лет . . . . .	11	8	20

Для выяснения причины этого явления нами были проведены исследования, результаты которых показаны в данной статье.

### Экспериментальная часть

Исходные вещества: однородно подобранные образцы, вырезанные из заболонной части сосновой древесины, размером 2 × 2 × 1 см (1 см

\* Вопрос о причинах быстрого гниения древесины, пропитанной СШМ, поднят в печати Ю. Н. Скаврским [3].

вдоль волокон); ацетон и бензол квалификации Ч.Д.А.; СШМ заводов «Кохтла-Ярве» и «Сланцы»; каменноугольное масло завода им. Калинина г. Днепропетровска. Физико-химические свойства этих масел представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Единицы измерения	СШМ		Каменно-угольное масло
		«Кохтла-Ярве»	«Сланцы»	
Удельный вес $d_{20}^{20}$ . . . . .	$g/cm^3$	1,036	1,112	1,104
Содержание воды . . . . .	%	2,0	1,3	0,2
Температура вспышки . . . . .	°С	97	104	108
Вязкость . . . . .	$°E_{80}$	1,67	1,80	
Содержание золы . . . . .	%	0,25	0,32	0,03
Механические примеси . . . . .	"	1,02	2,01	0,52
Содержание серы . . . . .	"	0,58	0,5	0,94
Фракционный состав: выкипает до температуры . . . . .	в % по объему			
200°С		1,0		
210 "		6,4	4,2	
240 "		9,0	6,0	3,0
275 "		20,5	18,2	22,4
300 "		35,2	40,1	43,2
320 "		51,0	52,0	61,4
350 "		63,1	61,2	74,6
360 "		72,4	80,6	82,4

Определение показателей масел, приведенных в этой таблице, выполнено по методикам, в соответствии с требованиями ГОСТа на минеральные маслянистые продукты [1]\*.

Растворы смол для пропитки образцов древесины готовились весовым методом.

Микологические испытания образцов древесины проводились с дереворазрушающими грибами (*Coniophora cerebella*, *Merulius lacrymans*), в основном по методике П. И. Рыкачева (ЦНИИМОД) [2]. Контакт образцов древесины с культурой грибов продолжался 150 суток. На протяжении опыта велись наблюдения за характером роста гриба и состоянием образцов. Степень гниения древесины определялась по обрастанию грибами и весовым методом. Предельная доза и токсичность исследуемых смол рассчитывалась вариационно-статистически.

Для определения фунгисидных свойств готовились ацетон-бензолные растворы СШМ, которыми пропитывались стандартные образцы сосновой древесины; параллельно ставились опыты с образцами, пропитанными каменноугольным маслом, и образцами, непитанными (контроль). Всего было исследовано 600 образцов древесины.

Средние величины предельных доз и токсичности для 32 образцов древесины, пропитанных исследуемыми маслами различной концентрации (при контакте с культурой дереворазрушающих грибов в течение 150 суток) приведены в табл. 3.

Средняя величина операционных потерь в опытах достигала 1,0%. Из данных табл. 3 следует, что фунгисидная токсичность СШМ меньше токсичности каменноугольного масла в три раза.

Долговременная биозащита даже хорошо пропитанной сухой древесины определяется не только первоначальной токсичностью применен-

\* В экспериментальной работе принимали участие А. А. Кулешова и Н. А. Шестакова.

Таблица 3

Масло	<i>Coniophora cerebella</i>		<i>Merulius lacrymans</i>	
	предельная доза	токсичность	предельная доза	токсичность
СШМ				
„Кохтла-Ярве“	6,4	0,16	7,2	0,14
„Сланцы“	7,2	0,14	7,8	0,13
Каменноугольное	2,4	0,42	2,5	0,40

Примечание: Предельная доза — минимальное процентное содержание антисептика в пропитанной древесине (отнесенное к ее абс. сухому весу), при котором она имеет полную биозащиту. За меру токсичности антисептика принимается величина, обратная предельной дозе [2], [4].

ного антисептика. Она зависит от его физико-химических свойств, прочности фиксации в древесине, вымываемости (выщелачивания), неизменяемости под влиянием химического взаимодействия с важнейшими компонентами древесины, а также со средой, окружающей древесину при ее эксплуатации, и от качества пропитки древесины.

Выщелачиваемость смол из пропитанной древесины и водопоглощение определялись выдерживанием образцов в проточной воде при температуре 16—18° в течение 12 суток. Исследуемые пропитанные и контрольные образцы до опыта и после опыта высушивались до постоянного веса при температуре 40°. Количество поглощенной воды в контрольных образцах определялось по разности между величиной ее в образцах после опыта и до опыта. Определение содержания воды в образцах, пропитанных маслами, производилось в стандартном приборе Дина и Старка, а масла, оставшегося в образцах после выщелачивания, — в приборе Сокслета. При расчете учитывалось количество древесной смолы, извлекаемое при экстракции применяемым растворителем.

Данные вымываемости СШМ и каменноугольного масла из пропитанной древесины и поглощения воды древесиной, пропитанной этими маслами, при обработке ее проточной водой в течение 12 суток, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Показатели	Древесина		
	непропитанная	пропитанная	
		СШМ	каменноугольным маслом
Вымываемость масла, %	—	57,9	4,2
Количество поглощенной воды, %	83,6	96,0	10,6

Из табл. 4 следует, что за одинаковый промежуток времени СШМ вымывается из пропитанной древесины в 13—14 раз быстрее, чем каменноугольное масло, и что древесина, пропитанная СШМ и непропитанная, при соприкосновении с водой поглощает ее в 8—9 раз больше, чем древесина, пропитанная каменноугольным маслом. СШМ на воздухе в поверхностных слоях древесины легко превращается в битуминозные нетоксичные вещества, препятствующие естественной сушке ее. Поэтому древесина, пропитанная СШМ в сыром виде, сохраняет высокую влажность. Кроме того, древесина даже сквозной пропитки и содержащая до 60% этого масла при соприкосновении с водой или влажной

почвой впитывает воду, причем одновременно из нее вымывается СШМ. Вследствие этих причин в древесине, пропитанной СШМ, создаются оптимальные условия для развития дереворазрушающих грибов.

В заключение можно сказать, что фунгисидная токсичность сланцевого шпалопрпиточного масла 0,13—0,16; каменноугольного масла 0,40—0,42. Водопоглощение древесины, пропитанной сланцевым маслом, в 8—9 раз больше, чем древесины, пропитанной каменноугольным маслом, а вымываемость водой сланцевого масла из пропитанной древесины происходит в 13—14 раз быстрее, чем каменноугольного масла.

Вследствие этих причин в древесине (особенно сырой), пропитанной сланцевым шпалопрпиточным маслом, создаются оптимальные условия для развития дереворазрушающих грибов. Поэтому сланцевое шпалопрпиточное масло нельзя применять для консервирования древесины открытых сооружений как самостоятельный антисептик.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. М. Рыбак. Анализ нефти и нефтепродуктов, ч. 1 и 2, 1958. [2]. П. И. Рыкачев. Труды ЦНИИМОДА, 2(8), 1951. [3]. Ю. Н. Скавронский. «Электростанции» № 11, 59, 1958. [4]. Г. Е. Шалтыко, Л. И. Пшедецкая, К. К. Сергеевкова. ЖПХ, 32, 1629, 1959.

Поступила в редакцию  
28 декабря 1959 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ФУРФУРОЛА  
ОТ ПРОДУКТОВ ЕГО ОСМОЛЕНИЯ

Ю. И. ХОЛЬКИН

Инженер

(Сибирский технологический институт)

При хранении в присутствии воздуха фурфурол, получаемый путем химической переработки древесины и растительных отходов сельского хозяйства, подвергается осмолению. Получающиеся смолообразные продукты ухудшают качество фурфурола, так как придают ему темно-бурый и даже черный цвет, повышают кислотность и понижают содержание основного вещества (при очень длительном хранении фурфурола может образоваться черный осадок [1]). Для очистки фурфурола применяется периодическая перегонка или вакуум-разгонка с обогревом колонн глухим паром. В настоящей работе приводятся результаты исследования адсорбционных методов его очистки.

Анализировался технический фурфурол производства Красноярского гидролизного завода, хранившийся в условиях лаборатории в течение десяти месяцев и имевший темно-бурый (почти черный) цвет. Содержание фурфурола в исследованных образцах составляло 95,6% (определено бромид-броматным методом), удельный вес  $d_{20}^2 = 1,150$ , показатель преломления при 25°С равнялся 1,5214; величины оптической плотности исходных образцов с использованием сине-зеленого светофильтра ( $\lambda_{max} = 485 \text{ м}\mu$ ) при длине кюветы 10 мм приводятся в табл. 1. Этот показатель характеризует степень осмоления фурфурола [2], и его определение желательнее во всех работах, связанных с применением частично осмолившегося продукта. Поэтому нами предлагается при характеристике фурфурола, наряду с обычными показателями, указывать величину его оптической плотности при светофильтре с  $\lambda_{max} = 485 \text{ м}\mu$  и толщине слоя 10 мм с использованием дважды перегнанной воды в качестве эталонного растворителя, помещаемого во второй световой поток фотоэлектроколориметра [3].

Очистка фурфурола от продуктов его осмоления проводилась на стеклянных лабораторных колонках, заполняемых различными адсорбентами. Фракции фурфурола, пропущенного через колонку, подвергались анализу на фотоэлектроколориметре ФЭК-М для определения оптической плотности и коэффициента пропускания фильтрата. Ввиду того, что оптическая плотность фурфурола зависит от количества продуктов осмоления, содержащихся в нем [3], по измерению величины оптической плотности можно судить о полноте очистки фурфурола.

В качестве адсорбентов использовались окись алюминия (для хроматографии второй степени активности) окись кальция, окись магния и

сульфоуголь. Из табл. 1 видно, что фурфурол, пропущенный через колонку, наполненную сульфоуглем, имеет оптическую плотность более высокую, чем оптическая плотность исходного фурфурола, в связи с тем, что фурфурол частично растворяет красящие вещества сульфоугля.

Оксид магния хорошо очищает фурфурол, но в то же время катализирует процесс его деструкции. Вода, содержащаяся в техническом фурфуроле, взаимодействует с оксидом магния, в результате чего среда становится щелочной, а это приводит к щелочной деструкции фурфурола. Поэтому при очистке фурфурола с оксидом магния вслед за очищенными фракциями идет фурфурол, оптическая плотность которого выше, чем у исходного образца. Пропускание фурфурола через оксид кальция не приводит к его очистке, так как явления щелочной деструкции протекают с большей скоростью. Поэтому даже первые фракции фильтрата имеют оптическую плотность более высокую, чем оптическая плотность исходного фурфурола (табл. 1).

Таблица 1

Результаты адсорбционной очистки фурфурола с использованием различных адсорбентов

№ п/п.	Образец фурфурола: адсорбент	Оптическая плотность фурфурола	
		исходного	очищенного
1	Технический; $Al_2O_3$ . . . . .	1,80	0,366
2	Технический; регенерированная $Al_2O_3$ . . . . .	1,90	0,420
3	Повторно очищаемый технический; $Al_2O_3$ . . . . .	0,504	0,410
4	Технический; $MgO$ . . . . .	1,64	0,272
5	Технический; $CaO$ . . . . .	1,64	1,70
6	Технический; сульфоуголь . . . . .	1,48	> 2
7	Фурфурол-реактив; $Al_2O_3$ . . . . .	1,04	0,312
8	Неосмолившийся технический . . . . .	0,292	—
9	Неосмолившийся фурфурол-сырец . . . . .	0,360	—

Наиболее подходящим адсорбентом оказалась оксид алюминия, которая наряду с эффективной очисткой фурфурола от смолистых веществ снижает его кислотность до нейтральной реакции, поэтому щелочной деструкции фурфурола не происходит.

С использованием окиси алюминия в качестве адсорбента проведены следующие операции: а) однократная очистка фурфурола, б) регенерация адсорбента, в) очистка фурфурола с регенерированной оксидом алюминия, г) повторная очистка фурфурола, д) третья очистка осветленного фурфурола для контроля полноты очистки.

На рис. 1 приведены результаты очистки технического осмолившегося фурфурола с исходной оксидом алюминия (кривая 1) и с оксидом алюминия, подвергнутой регенерации (кривая 2). Регенерация окиси алюминия проводилась при  $550^\circ C$  в течение одного часа. Некоторое смещение кривых объясняется тем, что в первом случае применялся фурфурол с оптической плотностью ( $D$ ) 1,80; для очистки с регенерированной оксидом алюминия использовался более осмолившийся фурфурол с оптической плотностью 1,90. Очистка проводилась на стеклянной лабораторной колонке с внутренним диаметром 16 мм; высота столбика адсорбента была 150 мм. Для ускорения фильтрации фурфурола в верхней части колонки создавалось избыточное давление воздуха, равное 100 мм ртутного столба. Для полного насыщения адсорбента продуктами осмоливания фурфурола требуется пропустить через колонку количество фурфурола, в пять раз превышающее вес адсорбента. При очистке менее осмолившегося фурфурола это количество соответственно увеличивается.

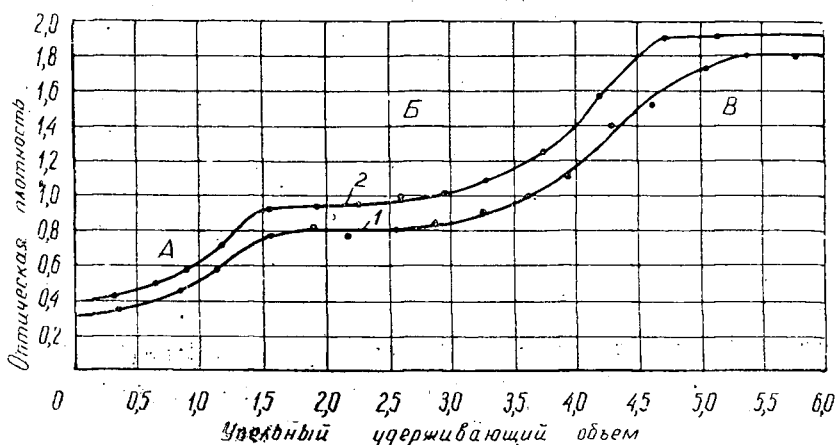


Рис. 1. 1 — очистка фурфурола с  $D = 1,80$  на  $Al_2O_3$ ; 2 — очистка фурфурола с  $D = 1,90$  на регенерированной  $Al_2O_3$ .

Кривые, представленные на рис. 1, имеют две явно выраженные ступеньки. На основании этого можно заключить, что продукты осмоления фурфурола имеют неодинаковую адсорбционную способность и могут быть условно разделены на три фракции. Вещества, входящие в первую фракцию (зона А), обладают наименьшей адсорбционной способностью по отношению к окиси алюминия и переходят в первые порции фильтрата. Вещества этой фракции обуславливают слабо-желтую окраску очищенного фурфурола.

Вторая фракция гуминовых веществ (зона Б) образует первую ступеньку на кривых; удельный удерживаемый объем [4] для этой фракции составляет около 1 мл фильтрата на 1 г адсорбента. Удельный удерживаемый объем для третьей фракции (зона В), составляет около 4 мл фильтрата на 1 г адсорбента. Вещества, входящие в эту фракцию, обладают наибольшей адсорбционной способностью.

Повторная очистка первых фракций осветленного фурфурола несколько улучшает его свойства (табл. 1), последующее пропускание полученного фильтрата через столбик адсорбента практически не влияет на его оптическую плотность.

В результате адсорбционной очистки получается фурфурол, имеющий слабо-желтую окраску, примерно соответствующую окраске неосмолившегося технического фурфурола. Оптическая плотность очищенного фурфурола практически не отличается от оптической плотности неосмолившегося технического фурфурола и фурфурола-сырца, которые анализировались через четыре дня после их производства на гидролизном заводе. Таким образом, адсорбционная очистка фурфурола от продуктов его осмоления позволяет получать фурфурол примерно того же качества, что и фурфурол, получаемый путем вакуум-перегонки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. И. Холькин. Труды Сибирского технологического института, 24, 46—52, 1959. [2]. Ю. И. Холькин. Труды Сибирского технологического института, 23, 49—54, 1959. [3]. A. P. Dunlop, F. N. Peters. The furans, Reinhold Publ. Corp., N. Y., pp. 395—397, 1953. [4]. E. Lederer, M. Lederer. Chromatography, Elsevier Publ. Co.; Amsterdam, pp. 4—8, 1957.



## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА УРАЛЕ

**Н. Л. БУРДЭ**

Аспирант

**В. Н. КОЗЛОВ**

Профессор, доктор технических наук

(Институт химии УФАН СССР)

Изучению химического состава древесины различных пород, произрастающих на территории СССР, уделяется большое внимание. Первые исследования в этой области принадлежат Жеребову [4] (бук, осина, береза), Комарову и Яковлеву [8] (ель, осина, сосна), Жеребову с сотрудниками [5] (лиственница) и Орловой [14] (саксаул). Зороастрова [7] исследовала дальневосточные породы, Шарков с сотрудниками [19] изучил многие древесные и кустарниковые породы из различных районов СССР, Пентегова [15] — сибирский кедр, Зайцева [6] — дуб, Багрова [1] — березу, сосну и ель Урала. К позднейшим исследованиям относятся работы Пономарева [16] (ель, сосна, береза и осина Урала), Рычковой [18] (осина, береза), Винокурова [2] (бук), Морозовой и Козлова [12] (дальневосточные породы) и др. [10].

Изучались также изменения химического состава пород с возрастом [9], по высоте ствола [8], [13]; состав ядра и заболони [9], [13], весенней и летней древесины [20], [22], а также влияние местных условий роста [21], типа леса и географических условий произрастания [13].

Как известно, на Урале сосредоточено около одной трети всех лесов Советского Союза [3], [11]. Следовательно, изучение этих лесов представляет интерес.

Целью настоящего исследования являлось выяснение и уточнение химического состава древесины хвойных и лиственных пород, произрастающих на северном и южном Урале. Также определялась зависимость состава древесины от места взятия образца по высоте ствола и от возраста дерева.

Отбор проб произведен сотрудниками лаборатории лесоведения Института биологии УФАН, руководимой проф. Б. П. Колесниковым.

Лесоводственная характеристика исследованных образцов дана в табл. 1.

Отобранные образцы древесины очищали от коры и измельчали при помощи электропилы; для определения химического состава от каждого образца брали две пробы опилок размерами от 0,5 до 1 мм. Во всех взятых для анализа пробах определялись влажность, количество

целлюлозы, пентозанов, лигнина, веществ, экстрагируемых эфиром и горячей водой, легко- и трудногидролизуемых редуцирующих веществ, полиуроновых кислот, метоксильных групп и золы [17].

Целлюлоза определялась по методу Кюршнера—Хоффера в спиртовой среде; пентозаны — осаждением фурфурола флороглюцином; лигнин — по методу Кенига; вещества, растворимые в эфире, извлекались в аппарате Сокслета, а растворимые в горячей воде определялись по убыли в весе навески после трехчасовой экстракции кипящей водой; легко- и трудногидролизуемые редуцирующие вещества — по методу Бертрана в нейтральных гидролизатах, полученных после обработки навесок соответственно 2,5 %-ной и 80 %-ной серной кислотой; полиуроновые кислоты определялись по методу Толленса — Лефевра; метоксильные группы — объемным методом с бромом; зольность — сжиганием навески. Анализ каждой пробы производился не менее двух раз; при удовлетворительном совпадении результатов вычислялись средние значения. Расхождения результатов параллельных определений не превышали для целлюлозы и пентозанов  $\pm 0,5 \div 0,3\%$ , для всех остальных компонентов  $\pm 0,2 \div 0,1\%$ , что мы считаем допустимым при подобном анализе. Данные анализов приведены в табл. 2.

Из таблицы видно, что содержание целлюлозы у всех лиственных у основания ствола ниже, чем в середине; у изученных хвойных этой зависимости подчиняется только лиственница. Пентозаны распределяются по стволу у отдельных пород различно: у всех изученных хвойных (а из лиственных также у ольхи и осины) в основании ствола их содержание ниже, чем в середине; в древесине березы и ивы у основания и в середине ствола — примерно одинаковое количество; у черемухи — у основания выше. Для лигнина определенной зависимости не наблюдается; у лиственных в основании, в большинстве случаев, лигнин меньше, чем в середине ствола; есть случаи содержания равного количества. Веществ, экстрагируемых эфиром, в основании сосны до возраста 130 лет больше, а после 130 лет — меньше, чем в середине ствола. У ели и лиственницы количество этих веществ практически одинаково в обеих частях. У лиственницы явно выражена разница в содержании водноэкстрактивных и легкогидролизуемых редуцирующих веществ в отдельных частях ствола, а именно: в основании оно примерно в 1,43—1,3 раза выше, чем в середине. В стволе ели водноэкстрактивные вещества распределены равномерно, легкогидролизуемых редуцирующих веществ — несколько меньше в основании ствола. У сосны наблюдаются случаи как большего содержания этих веществ в основании ствола по сравнению с его серединой, так и меньшего; у приспевающей березы, ольхи серой и ивы вещества, экстрагируемые горячей водой, в основании находятся в большем количестве, чем в середине ствола; у спелой березы и ольхи черной — в меньшем. Что касается трудногидролизуемых редуцирующих веществ, то в соснах они распределяются неравномерно, у ели в основании — ниже, у лиственницы — выше; у многих лиственных основание содержит больше этих веществ, чем середина ствола, в некоторых породах наблюдается обратная картина. Полиуроновые кислоты распределяются равномерно по высоте ствола у ели и спелой березы. У ряда лиственных содержание этих кислот в основании ниже, чем в середине ствола, некоторые, однако, дали противоположные результаты. Метоксильные группы у сосны и ели находятся в основании и середине ствола в одинаковых количествах; у лиственницы, березы, ольхи серой, ивы козьей — в основании в меньшем, а у ольхи черной и черемухи — в большем количестве, чем в середине ствола. Что касается зольных элементов, то в большинстве случаев основание содержит их меньше, чем

Таблица 1

Порода и возраст модели, лет	Район выятия модели	Тип леса	Характеристика древостоя	Место выятия образца от основания ствола, м
Сосна, 43	Верхотурский лесхоз Верхотурского района	Сосняк ягодишково-моховой	Состав: 1 ярус: 7С2Б10с; $D_{ср} = 16$ см, $H_{ср} = 15$ м. II ярус: 5С5Е, $D_{ср} = 8$ см, $H_{ср} = 7$ м. Полнота 0,8; в подросте — С, Е, Б, Ос. Подлесок — ракитник, рябина, можжевельник, шиповник. Бонитет III. Класс возраста II.	1,3 8,5
Сосна, 115	"	Сосняк черничниковый	Состав: 7С2Б1Е + П, К, Лс, $D_{ср} = 24$ см, $H_{ср} = 24$ м Полнота 0,8. Класс возраста V. Бонитет III, Подрост: К, Е, Ос. Подлесок: можжевельник, шиповник, волчье лыко, рябина	1,3 12,5
Сосна, 130	"	Сосняк зеленомошиково-ягодниковый	Состав: 10С + Б. Полнота 0,7. $D_{ср} = 28$ см, $H_{ср} = 26$ м Класс возраста VI, Бонитет II. Подрост С, Б, К, Е. Подлесок — шиповник, рябина, жимолость, можжевельник, черемуха	1,3 13,0
Ель, 105	"	Сосняк черничниковый	Характеристика древостоя та же, что и для сосны 115 лет	1,3 12,6
Сосна, 115	Ильменский государственный заповедник	Лиственничник осоково-вейниково-разнотравный	Бонитет V. Класс развития по Крафту III, $H = 14,3$ м, $D_{H=1,3 м} = 21,6$ см	1,3 10,6
Сосна, 120	"	Сосняк разнотравно-злаковый	Бонитет III. Класс развития по Крафту II, $H = 28,6$ м, $D_{H=1,3 м} = 35,8$ см	1,3 14,3
Сосна, 140	"	Березняк тростничково-осоковый	Бонитет V. Класс развития II, $H = 14,1$ м	1,3 7,0
Лиственница, 107	"	Сосняк разнотравно-осоково-злаковый	Бонитет II. Класс развития II. $H = 24,8$ м, $D_{H=1,3 м} = 31,6$ см	1,3 15,6
Лиственница, 151	"	Сосняк разнотравно-злаково-зелено-лиственный	Бонитет III. Класс развития II, $H = 19,1$ м, $D_{H=1,3 м} = 30,0$ см	1,3

Порода и возраст модела, лет	Район взятия модели	Тип леса	Характеристика древостоя	Место взятия образца от основания ствола, м
Береза, 40	Верхотурский лесхоз Верхотурского района	Сосняк ягодниково-моховой	Характеристика та же, что и для сосны 43 лет (Северный Урал)	1,3 9,3
Береза, 110	"	Сосняк черничниковый	Характеристика та же, что и для сосны 115 лет (Северный Урал)	1,3 10,5
Береза, 130	"	Сосняк зеленомошниковый	Характеристика та же, что и для сосны 130 лет (Северный Урал)	1,3 13,0
Береза, 150	Ильменский государственственный заповедник	Березняк тростниково-осоковый	Бонитет V. Класс развития I; $H = 14,3$ м	1,3 12,6
Береза, пушная, 53	"	Березняк кочковато-осоковый	Бонитет II. Класс развития II; $H = 17,5$ м	1,3
Ольха серая, 29	"	Березняк разнотравно-осоковый	Бонитет II. Класс развития II; $H = 11,4$ м	1,3 8,6
Ольха черная, 34	"	Черноольшаник березовый кочковато-осоковый	Бонитет I. Класс развития II, $H = 15,3$ м	1,3 3,6
Ольха черная, 50	"	Березняк кочковато-осоковый	Бонитет IV. Класс развития II, $H = 11,0$ м	5,6
Осина, 52	"	Осинник снытьевопопортниковый	Бонитет II. Класс развития II; $H = 20$ м, $D_{H=1,3} = 16,0$ см	1,3
Ива козья, 28	"	Сосняк разнотравно-злаково-зеленолиственный	Бонитет III. Класс развития II; $H = 9,5$ м $D_{H=1,3} = 7,0$ см	1,3 6,0
Чермуха, 28	"	Черemuшник разнотравный	Бонитет III, Класс развития II. $H = 8,6$ м	1,2 5,6

Порода: возраст (лет), бонитет	Место взятия образца в м от основания ствола	Химический состав в % к весу			
		целлюлоза по Кюршнеру	пентозаны (без поправки на полууроно- вые кислоты)	лигнин по Кёпигу	вещества.
					эфиром
Сосна; 43; III	1,3	54,65	10,30	31,58	8,25
	8,5	47,95	12,48	31,90	4,46
Сосна; 115; III	1,5	52,77	7,85	31,93	8,16
	12,5	47,93	9,38	34,32	—
Сосна; 130; IV	1,3	53,33	9,35	30,22	4,93
	13,0	48,13	11,62	34,46	6,68
Ель; 105; III	1,3	52,22	10,24	34,24	1,48
	12,6	49,34	11,65	32,03	1,57
Сосна; 115; V	1,3	47,60	10,88	32,21	5,03
	10,6	46,70	12,11	31,69	3,52
Сосна; 120; III	1,3	47,50	9,02	34,17	8,24
	14,3	46,47	10,68	30,90	3,50
Сосна; 140; V	1,3	46,13	9,61	32,98	4,27
	7,0	43,58	11,02	33,60	5,42
Лиственница; 107; II	1,3	40,20	9,85	29,62	1,31
	15,6	46,76	11,33	30,23	1,20
Лиственница; 151; V	1,3	37,16	12,05	27,45	1,35
Береза; 40; III	1,3	48,28	25,73	25,20	2,091
	9,3	47,28	27,55	26,81	1,998
Береза; 110; III	1,3	49,74	25,74	25,24	2,140
	10,5	48,71	26,71	28,34	2,341
Береза; 130; II	1,3	44,50	25,80	25,89	2,590
	13,0	43,50	25,78	30,25	2,250
Береза; 150; V	1,3	41,22	28,43	29,20	1,668
	12,6	39,76	28,06	30,39	3,285
Береза пушистая; 53; II	1,3	44,48	28,39	29,88	1,851
Ольха серая; 29; II	1,3	41,44	23,75	32,22	1,423
	8,6	40,07	25,19	32,94	3,366
Ольха черная; 34; I	1,3	48,34	22,48	30,33	2,747
	3,6	47,13	24,10	—	3,500
Ольха черная; 50; IV	5,6	40,01	24,54	34,80	2,629
Осина; 50; IV	1,3	50,89	22,3	28,81	1,506
Ива козья; 28; III	1,3	46,31	21,08	33,74	1,920
	6,0	43,81	21,78	32,28	1,934
Черемуха; 28; III	1,2	47,61	25,47	29,49	0,5388
	5,6	43,42	23,30	29,79	0,7362

середина ствола; у некоторых же пород, как, например, у ели, наоборот. Изменение химического состава в зависимости от возраста дерева изучалось на примере сосны и березы, для чего выбирались модельные деревья с лесоводственной характеристикой, допускающей сравнение (см. табл. 1): сосна 43 и 115 лет III бонитета (северный Урал), сосна 115 и 140 лет, V бонитета (южный Урал); береза 40 и 110 лет, III бонитета (северный Урал). Первая сосна сравнивалась со второй, третья — с четвертой.

Т а б л и ц а 2

абсолютно сухой древесины					
экстрагируемые	легкогидролизуемые редуцирующие вещества	трудногидролизуемые редуцирующие вещества	полууроновые кислоты	метоксильные группы	зола
горячей водой					
5,92	12,29	59,26	1,812	3,569	0,3562
4,80	9,27	—	3,243	3,059	0,7664
4,55	13,15	49,96	3,386	3,276	0,3352
5,81	12,32	48,16	1,827	2,906	0,2576
3,49	12,76	57,92	1,571	3,702	0,2292
5,53	14,63	53,98	2,108	2,900	0,2758
3,71	10,61	52,98	4,604	3,354	0,9400
3,37	11,70	61,82	4,327	3,402	0,3700
3,49	13,44	55,67	3,575	3,865	0,2293
5,53	13,88	59,12	1,605	3,698	0,4205
4,44	12,14	49,88	1,810	3,837	0,3599
3,55	11,90	59,62	3,230	3,770	0,2845
3,81	14,57	51,89	1,547	3,317	0,2222
4,99	10,83	51,54	3,297	3,575	0,3555
17,66	22,10	51,48	1,866	3,405	0,2627
10,95	16,44	43,24	3,018	4,219	0,2376
26,69	22,32	51,80	2,091	3,542	0,2630
1,863	14,92	56,42	4,265	4,086	0,2713
0,8841	16,55	56,48	1,444	4,790	0,28
2,602	15,55	59,94	3,583	4,470	0,2572
1,425	18,62	60,24	4,599	5,371	0,35
2,343	18,47	56,38	4,588	4,018	0,24
2,992	16,45	55,18	4,545	4,828	0,61
1,160	17,03	56,80	3,558	4,180	0,3453
3,626	17,66	57,92	5,258	4,647	0,5513
2,148	16,22	55,31	3,430	4,023	0,2995
8,828	13,33	53,02	3,869	5,220	0,9784
7,874	17,47	49,84	4,221	5,582	0,5328
5,388	13,22	58,84	2,861	5,671	0,6259
6,287	13,99	48,22	5,019	4,144	0,7341
5,622	15,67	50,08	3,498	4,884	1,124
6,240	9,72	55,48	5,672	5,591	1,31
9,296	13,03	64,56	4,754	3,265	1,046
8,744	11,68	48,64	5,420	5,170	1,638
6,102	15,60	60,37	3,187	4,282	0,5769
6,751	18,32	56,52	3,580	3,469	0,7769

Из табл. 2 видно, что как в основании, так и в середине ствола сосны, с увеличением возраста содержание пентозанов, трудногидролизуемых редуцирующих веществ и метоксильных групп уменьшается. Количество остальных компонентов изменяется различно. С увеличением возраста сосны от 43 до 115 лет в основании ствола уменьшается содержание целлюлозы и веществ, экстрагируемых горячей водой; увеличивается количество легкогидролизуемых редуцирующих веществ и полууроновых кислот; остается без изменений содержание лигнина, веществ,

экстрагируемых эфиром, и золы. В середине ствола уменьшается содержание полиуроновых кислот и золы; увеличивается количество лигнина, веществ, экстрагируемых эфиром и горячей водой, а также легкогидролизуемых редуцирующих веществ; не меняется содержание целлюлозы. С изменением возраста от 115 до 140 лет в основании ствола сосны уменьшается содержание целлюлозы, веществ, экстрагируемых эфиром, и полиуроновых кислот; увеличивается содержание веществ, экстрагируемых горячей водой, и легкогидролизуемых редуцирующих веществ; остается без изменений содержание лигнина и золы. В середине ствола уменьшается содержание веществ, экстрагируемых горячей водой, легкогидролизуемых редуцирующих веществ и золы; увеличивается количество лигнина, веществ, экстрагируемых эфиром, и полиуроновых кислот.

Как в основании, так и в середине ствола березы с увеличением возраста дерева (от 40 до 110 лет) содержание целлюлозы, веществ, экстрагируемых эфиром и горячей водой, легко- и трудногидролизуемых редуцирующих веществ и метоксильных групп растет. В основании ствола содержание полиуроновых кислот и пентозанов уменьшается, лигнина, полиуроновых кислот и золы — растет.

Таким образом, характер изменения содержания некоторых составных частей в древесине основания и середины различен как у сосны, так и у березы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. Х. Багрова. Исследование выходов продуктов пиролиза древесины березы, сосны и ели в зависимости от различных конечных температур пиролиза. Кандидатская диссертация, Свердловск, 1953. [2]. Д. М. Винокуров. Сборник научных трудов Львовского ЛТИ, т. 11, 1955. [3]. Н. Н. Глушков, И. П. Долбилин, В. И. Венгеров, Ф. С. Тимашев. Леса Урала. Изд. УФАН СССР, Свердловск, 1948. [4]. Л. П. Жеребов. Труды по лесному опытному делу, вып. 11, 1930. [5]. Л. П. Жеребов, Л. В. Гордон, В. Н. Комаровский и Г. А. Кан. Труды Центрального научно-исследовательского лесохимического института, 2, 52, 1933. [6]. А. Ф. Зайцева. Изучение химического состава древесины дуба. Кандидатская диссертация, Л., 1951. [7]. Е. А. Зорострова. Вестник Дальневосточного Филиала АН СССР № 33, 198, 1939. [8]. Ф. П. Комаров, Н. Яковлев. «Бумажная промышленность» № 3, 13, 1932. Ф. П. Комаров. «Бумажная промышленность» № 10, 1932. [9]. Ф. П. Комаров. Руководство по лабораторным работам по химии древесины и целлюлозы, стр. 85, 1934. [10]. Б. К. Красноселов. Исследование выходов продуктов гидролиза отходов лесозаготовок сосны с применением разбавленной минеральной кислоты. Кандидатская диссертация, Свердловск, 1953. Труды лаборатории лесохимии Института химии УФАН СССР, Свердловск, 1959. [11]. Е. И. Лопухов. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 4, стр. 24—25, 1957. [12]. О. В. Морозова, В. Н. Козлов, ЖПХ, 12, 1884—1889; 1956. [13]. Н. И. Никитин, Т. И. Руднева, А. Ф. Зайцева, М. М. Чочиева. ЖПХ, 22: 67; 1949. [14]. И. М. Орлова. ЖПХ, 6, 1120; 1930. [15]. В. А. Пентегова. ЖПХ, 23, 948; 1950. [16]. А. Н. Пономарев. Труды Уральского лесотехнического института, вып. 12, Свердловск, 1958. [17]. Т. И. Руднева, С. Д. Антоновский. Руководство к практическим работам по химии древесины и целлюлозы. Л., 1951. Ф. А. Сартагия. Руководство к лабораторным работам по курсу сульфитных щелоков. Л., 1939. Ф. П. Комаров. Руководство к лабораторным работам по химии древесины и целлюлозы. Гослестехиздат, 1934. [18]. А. Г. Рычкова. Химический состав и возможности использования гнилой древесины. Кандидатская диссертация, Воронеж, 1954. [19]. В. И. Шарков, В. С. Муромцева. «Лесохимическая промышленность» № 4, 3, 1940. В. И. Шарков, С. В. Собецкий. «Лесохимическая промышленность» № 8, 17, 1940. ЖПХ, 21, 659; 1948. В. И. Шарков. «Лесохимическая промышленность» № 4, 8, 1939. [20]. В. И. Шарков, С. В. Собецкий. «Лесохимическая промышленность» № 8, 17, 1940; ЖПХ, 21, 659; 1948. [21]. В. И. Шарков, В. А. Ефимов, В. С. Муромцева. ЖПХ, 27, 22, 1954. [22]. Н. Янсон. Труды института лесохозяйственных проблем Латвийской АН СССР, 11, 77, 1950.

## ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПРИ СЖИГАНИИ БЕРЕЗОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ В СКОРОСТНОЙ ТОПКЕ ЦКТИ СИСТЕМЫ В. В. ПОМЕРАНЦЕВА

**А. А. ЛИВЕРОВСКИЙ**

Доцент, кандидат технических наук

**Э. М. ЦАЦКА**

Доцент, кандидат технических наук

**Э. И. ШМУЛЕВСКАЯ**

Научный сотрудник

(Ленинградская лесотехническая академия)

Первая промышленная установка для комплексного энергохимического использования древесного топлива на основе скоростной топки ЦКТИ системы В. В. Померанцева введена в эксплуатацию в 1952 г. на Вахтанском канифольно-экстракционном заводе.

Реконструированная газокотельная этого завода работает на проэкстрагированной щепе пневого осмола в смеси с подрубом — дровяной древесины смешанных пород [1], [4].

Семилетний опыт работы комплекса на этом топливе подтвердил надежность и эффективность эксплуатации котлоагрегата, оборудованного топкой-генератором, а также техническую и экономическую целесообразность существования химического цеха, выдающего в качестве товарных продуктов смолу СВТС, литейный крепитель и древесноуксусный порошок [2], [5]. Получаемый в топке-генераторе газ поступает под котел для выработки пара, который идет на энергетические и технологические цели.

Но завод «Вахтан» работает на специфическом топливе, а это затрудняет широкое внедрение энергохимического метода. Возможность организации комплексного процесса на основе топки ЦКТИ — В. В. Померанцева с применением любого из существующих видов древесного топлива, сомнений не вызывает. Необходимо лишь получить соответствующие производственные данные для других, более распространенных видов древесного топлива.

В связи с этим заводом «Вахтан», совместно с ЛТА, ЦКТИ и ЛПИ, были проведены опыты по сжиганию в скоростной топке березовых и осиновых дров, а также отходов Вахтанского ДОКа.

В настоящей статье мы приводим результаты производственных испытаний работы газокотельной канифольно-экстракционного завода «Вахтан» на березовой древесине.



### Методика работы

Древесина для опыта была заготовлена на Вахтангском участке Сявского леспромхоза треста «Химлесзаг» в виде неокоренной двухметровой. Расход ее учитывался по числу вагонеток, поступавших с биржи к рубильной машине для измельчения, причем в начале и конце опыта уровень древесной щепы в бункерах был доведен до одинаковой отметки. Размер щепы по длине 20—50 мм, ширине 15—30 мм. Вес древесины определен путем выборочного взвешивания некоторой части вагонеток. Периодически определялась влажность древесины. Во время опыта фиксировались показания контрольно-измерительных приборов газокотельной и химического цикла (температура и давление в различных точках, расход пара, газа и т. п.).

В связи с тем, что по времени этот опыт совпал с очередными испытаниями центробежного вентилятора-смолоотделителя типа ЦКТИ-ЛПИ, оснащенного оборудованием для понижения температуры сырого газа, система газоочистки была несколько изменена по сравнению с обычно действовавшей на заводе «Вахтан». Так, между гидравлическим клапаном и тарельчатым смолоотделителем дополнительно были установлены: конденсатор смешения с кожухотрубным холодильником, центробежный смолоотделитель с двумя сепараторами, три мерника для замера конденсата и два сборника-отстойника.

Перед началом опыта все емкости были освобождены до сливных штуцеров и остатки в емкостях замерены.

Чтобы начать орошение солевого скруббера, в цистерны отстойника солевого цикла было залито 9,5 м<sup>3</sup> чистой воды. В дальнейшем щелочность раствора древесноуксусного порошка поддерживалась на уровне 0,15—0,20%, вместо обычных 0,0—0,1%. В течение опыта велось наблюдение за изменением уровней в приемных емкостях, систематически отбирались средние пробы конденсатов и производились отборы проб сырого и очищенного газа.

Количество конденсата, отдельно полученного через кольцевой сборник и диффузор центробежного смолоотделителя и через тарельчатый смолоотделитель, учитывалось по мерникам.

После окончания опыта были замерены уровни во всех емкостях и отобраны пробы. Текущие и конечные пробы анализировались на месте и в лаборатории ЛТА.

В лабораторных условиях приготавливалась проба древесноуксусного порошка, подробный анализ которой по нашей просьбе был выполнен в лаборатории ЦНИЛХИ.

Измельченная в щепу березовая древесина поступала в газокотельную для комплексного сжигания\*.

Измененная система газоочистки, при которой проводился опыт, представлена на схеме (рис. 1).

Как видно из этой схемы, сырой газ из шахты топки-генератора 1, пройдя пыльники 2 и гидравлический клапан 3, поступал снизу вверх в конденсатор смешения 5, заполненный деревянной хордовой насадкой. Здесь газ орошался охлажденным или неохлажденным конденсатом, подаваемым через форсунки сверху вниз. После конденсатора смешения газ последовательно проходил через центробежный 7 и тарельчатый 9 смолоотделители, смоляной 17 и солевой 18 скрубберы и вентилятором 19 или 20 подавался в топку для сжигания.

\* Аппаратура и характеристика первичного процесса неоднократно описаны в литературе [1].

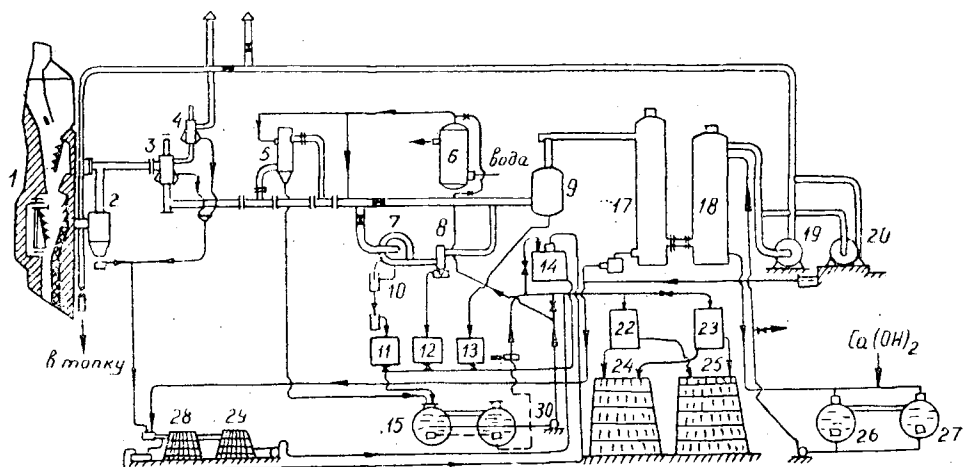


Рис. 1. Схема технологического процесса газоочистки и нейтрализации.

Конденсат из конденсатора смешения поступал в сборный отстойник 15.

Конденсат из кольцевого смолоотводящего канала центробежного смолоотделителя через сепаратор 10 и гидрозатвор отводился в первый мерник 11. Газ, прошедший через кольцевой сборник, отделившись в сепараторе от конденсата, возвращался в центробежный смолоотделитель. Конденсат из диффузора центробежного смолоотделителя в другом сепараторе 8 отделялся от газа и через гидрозатвор отводился во второй мерник 12.

Конденсат, уловленный в тарельчатом смолоотделителе, отводился в третий мерник 13. По мере заполнения мерников конденсат из них откачивался насосом в сборники-отстойники 15.

Из этих сборников горячий конденсат, в количестве около  $12 \text{ м}^3/\text{час}$ , подавался в конденсатор смешения через кожухотрубный холодильник 6 или непосредственно. Избыточное количество конденсата накапливалось в сборниках-отстойниках и частично отводилось в смесители 22, 23, расположенные над сборниками кислой воды и промытой смолы 24, 25. Конденсат из пыльников 2, гидравлического клапана 3, смоляного скруббера 17 и приямков у вентиляторов 19, 20 направлялся в деревянные сборники-отстойники 28, 29. В первом из них накапливалась смола, а во второй перетекала кислая вода. Газ при прохождении через солевой скруббер 18 орошался раствором древесноуксусного порошка для извлечения оставшейся в нем кислоты. После солевого скруббера этот раствор, содержащий свободную кислоту, подвергался нейтрализации известковым молоком и направлялся в цистерны-отстойники 26, 27. Отсюда часть раствора подавалась в солевой скруббер для орошения, а избыточное количество его (по обычной схеме) отводилось на дополнительное отстаивание, выпарку и сушку для получения древесноуксусного порошка.

### Результаты опытов

При средней влажности березовой древесины 34,4% общий расход ее в пересчете на абс. сухой вес составил 156 т или  $3430 \text{ кг}/\text{час}$ . Продолжительность опыта 45 час.

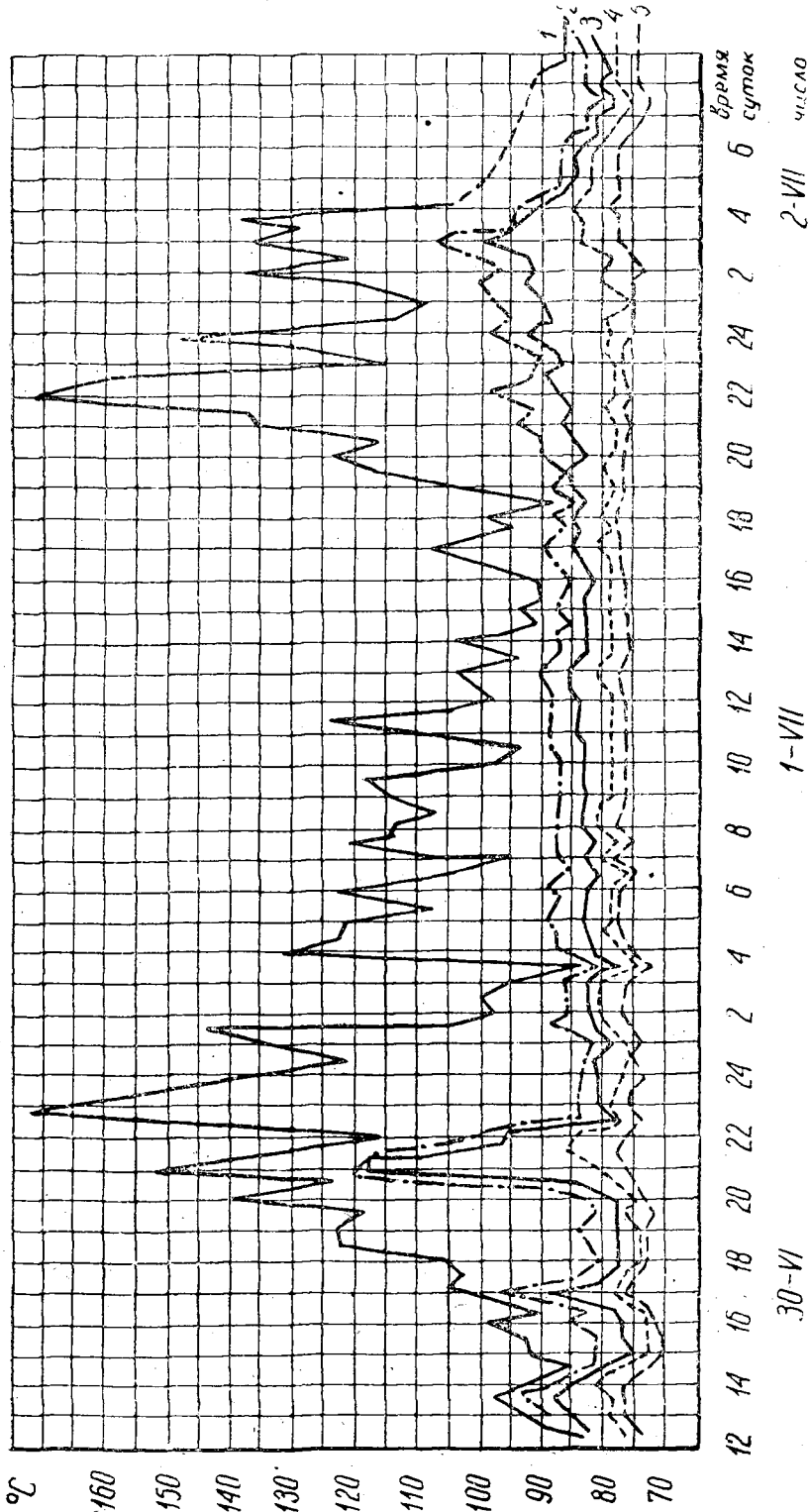


Рис. 2. Температура газа: 1 — на выходе из шахты; 2 — перед центробежным смолоотделителем; 3 — перед тарельчатым смолоотделителем; 4 — перед соляным скруббером; 5 — перед соевым скруббером.

Данные о температуре газового потока в отдельных точках газоочистного отделения приведены на графике (рис. 2) и в табл. 1.

Таблица 1

Точка замера	Температура газа в °С		
	максимальная	минимальная	средняя
На выходе из топки . . . . .	174	76	110
Перед центробежным смолоотделителем . . . . .	118	73	84
После вентилятора . . . . .	78	68	75

Расход газа колебался в пределах от 2628 до 1068  $нм^3$  в час и в среднем составил 2215  $нм^3/час$ .

За весь опыт в газоочистное отделение поступило 100 783  $нм^3$  газа (в пересчете на абс. сухую древесину это составляет 0,65  $нм^3/кг$ ). Результаты анализов проб сырого и чистого газа приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Наименование	Содержание в $г/нм^3$									
	смолы							кислоты		среднее
	всего			в том числе				максимальное	минимальное	
	максимальное	минимальное	среднее	растворимой		отстойной				
максимальное				минимальное	максимальное	минимальное				
Сырой газ . . . . .	240	104	210	112	88	127	84	87	29	74
Чистый газ . . . . .	2,9	0,82	2,0	2,9	0,82	нет		26	6	16

В табл. 3 приводятся результаты анализов конденсатов, полученных из кольцевого канала и диффузора центробежного смолоотделителя и из тарельчатого смолоотделителя.

Таблица 3

Место отбора конденсата	Количество конденсата в % по объему	Удельный вес $\frac{г}{см^3}$	Содержание в конденсате, %		
			влаги	летучих кислот	смолы абс. сухой обескисленной
1. Центробежный смолоотделитель					
Кольцевой канал					
верхний слой . . . . .	23,5	1,142	17,15	6,65	76,25
нижний слой . . . . .	76,5	1,189	38,20	7,50	54,30
суммарный конденсат . . . . .	—	—	33,40	7,28	59,32
Диффузор					
верхний слой . . . . .	—	1,213	34,30	9,86	55,84
2. Тарельчатый смолоотделитель					
верхний слой . . . . .	63,6	1,157	42,10	9,60	48,30
нижний слой . . . . .	36,4	1,175	17,60	4,14	78,26
суммарный конденсат . . . . .	—	—	33,10	7,60	59,30

Результаты анализа средней пробы раствора поглотителя и упомянутого выше образца древесноуксусного порошка приведены в табл. 4.

В сборном отстойнике, куда поступали все дистилляты из смолоотделителей и конденсатора смещения, после отстаивания в нижнем слое оказалась жижка с высоким удельным весом.

Таблица 4

Показатели, %	Средняя проба поглотителя	Древесно-уксусный порошок
Влага . . . . .	—	2,62
Сухой остаток . . . . .	13,10	—
Уксуснокальциевая соль . . . . .	7,90	72,18
Известь в порошке (в пересчете на СаО) . . . . .	—	26,80
Избыточная известь . . . . .	—	1,25
Муравьиная кислота . . . . .	—	8,25
Смолистые вещества . . . . .	—	14,10
Примеси:		
органические . . . . .	—	17,87
минеральные (по расчету) . . . . .	—	3,25
Крепость . . . . .	60,30	74,12

Путем перекачки в тарированные емкости был замерен ее объем и отобрана проба для анализа. При последующей перекачке из сборного отстойника было установлено, что дистиллят представляет собой смолу. Оставшаяся в сборнике смола была перемешана, и от нее также была взята проба. Результаты анализов этих проб жижки и смолы приведены в табл. 5.

Таблица 5

Физико-химические показатели	Жижка	Смола
Влажность, % . . . . .	48,50	8,35
Механические примеси, % . . . . .	—	0,98
Удельный вес $d_{20}$ , г/см <sup>3</sup> . . . . .	1,14	1,072
Летучие кислоты, % . . . . .		
Всего . . . . .	13,50	3,38
В том числе:		
муравьиная . . . . .	3,40	—
уксусная . . . . .	7,90	—
пропионовая . . . . .	2,20	—
Растворимая смола, % . . . . .	38,00	—
Эфиры, % . . . . .	1,32	—
Метиловый спирт, % . . . . .	0,23	—
Кетоны и альдегиды (в пересчете на $>C=O$ , % . . . . .)	2,33	—
РВ (в пересчете на глюкозу), % . . . . .		
до гидролиза . . . . .	21,18	—
после гидролиза . . . . .	32,52	—
Фенолы (ортодиоксibenзолы) . . . . .	0,75	—
Суммарные фенолы . . . . .	—	35,46
Нейтральные вещества . . . . .	—	42,15

Средняя проба конденсата, собранного в сборнике, принимавшем дистилляты из пыльников, гидравлического клапана, смоляного скруббера и прямков у вентиляторов, имела удельный вес  $d_{20} = 1,04$ , содержала растворимой смолы 9,04% и летучих кислот 3,03%; смола из этих точек, условно названная «вентиляторной», имела удельный вес 1,2, содержала влаги 20,1% и летучих кислот 1,5%.

В табл. 6 приводится характеристика и количество дистиллята, собранного за весь опыт.

Наиболее подходящим в качестве среднего образца можно считать дистиллят, уловленный центробежным смолоотделителем\*.

\* Всего центробежным смолоотделителем уловлено абс. сухой смолы 84% и летучих кислот 4% от содержания их в сыром газе.

Таблица 6

Физико-химические показатели	Единицы измерения	Смола в сборнике-отстойнике	Смола в смесителе	Жижка	Вентиляторная смола	Кислая вода	Смола в ацетате	Кислота в ацетате
Влажность	%	8,35	19,40	48,5	20,10	—	—	—
Удельный вес $d_{20}$	г/см <sup>3</sup>	1,072	1,07	1,145	1,2	1,04	1,07	—
Количество продуктов	кг	12,03	5,18	16,0	1,0	3,70	0,147	—
В том числе:								
абс. сухой смолы	кг	12880	5548	18300	1200	3848	157	3492
летучих кислот	"	11850	4460	6960	964	347	157	—
отгоняемых с паром	%	3,38	4,46	13,50	1,5	3,03	—	—
	кг	432	247	2462	18	117	—	3492

При промывке водой в соотношении 1 : 1 средней пробы дистиллята, выдаваемой диффузором смолоотделителя, было установлено, что она содержит 50,8% отстойной и 49,3% растворимой смолы (считая на абс. сухую) или соответственно 37 и 36% (в пересчете на исходную влажную смолу). Эти данные согласуются с результатами анализов сырого газа, где, как показано выше, соотношение растворимой и отстойной смол составляло около 1 : 1.

Промытая отстойная смола имела влажность 17,0%. При разгонке был получен выход масел — 25% в пересчете на абс. сухую смолу. Содержание фенолов в смоле составляло 37,7%, нейтральных веществ — 14,70%. Этот образец смолы, а также кислая вода обследовались на кафедре органической химии ЛТА\*.

Согласно данным табл. 6, содержание абс. сухой смолы в жижке и влажной смоле, собранной в сборнике и смесителе, составило: 11 850 + 4460 + 6960 = 23 270 кг.

Принимая, что содержание отстойной смолы составляет 50,7% и растворимой 49,3%, можно считать, что отстойной смолы получено 11 797 кг, а вместе с вентиляторной — 12 761 кг; растворимой получено 11 473 кг, а с учетом смолы, содержащейся в кислой воде и ацетате кальция — 11 977 кг.

В пересчете на абс. сухую древесину выход отстойной смолы составил 8,2% и растворимой 7,8%. В чистом газе содержалось в среднем 2 г/нм<sup>3</sup> растворимой смолы. Всего получено за опыт газа 100 783 нм<sup>3</sup>, следовательно в нем содержался 201 кг растворимой смолы.

Кислоты в чистом газе содержались в среднем 16 г/нм<sup>3</sup> или всего 1611 кг; уловлено за опыт — 6633 кг. Отсюда общее количество кислоты с учетом потерь с чистым газом составило 8244 кг.

Таким образом, в пересчете на абс. сухую древесину фактические выходы продуктов по горловине шахты (с учетом потерь с чистым газом) были следующими:

кислоты	5,3%
смолы	16,0%
В том числе:	
отстойной	8,2%
растворимой	7,80%

Выход легколетучих продуктов в пересчете на абс. сухую древесину составил:

метилового спирта	0,03%
эфиров	0,15%
кетонев и альдегидов	0,54%

\* См. отчеты НИСа № 616, 697, 734, 1956—1958 гг.

Низкий выход этих продуктов получился из-за отсутствия охлаждения парогазов в системе газоочистки.

В заключение можно сказать следующее.

Выходы уксусной кислоты и смолы близки к получаемым при других видах пиролиза (реторты, печь В. Н. Козлова, производственные газогенераторы [3]).

Соотношение между «растворимой» и «осадочной» смолами и наличие в них веществ углеводного характера указывают на некоторую специфику процесса (более мягкого по сравнению, например, с ретортным).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Ф. Бураков, А. А. Ливеровский, В. В. Померанцев. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 1956. [2]. В. С. Герасимов, Г. А. Макарова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 4, 1956. [3]. В. Н. Козлов, Н. А. Нимвицкий. Технология пирогенетической переработки древесины. Гослесбумиздат, 1954. [4]. А. А. Ливеровский, Э. И. Шмулевская, С. А. Соколов. ЖПХ № 12, 1957. [5]. А. А. Шилов, Р. А. Акимова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 4, 1956.

Поступила в редакцию  
16 мая 1959 г.

## ВЛИЯНИЕ ОБМЕННО-АДСОРБИРОВАННЫХ КАТИОНОВ НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПОВЕРХНОСТНУЮ ПРОВОДИМОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ

**В. И. ЮРЬЕВ**

Доцент, кандидат технических наук

**С. С. ПОЗИН**

Доцент, кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для выяснения роли обменно-адсорбированных катионов металла на величину электрокинетического потенциала и поверхностной проводимости целлюлозы были поставлены следующие опыты. Образец данного сорта обеззоленной\* древесной целлюлозы или оксигеллюлозы подвергался насыщению определенным катионом металла при разных рН равновесного раствора. После достижения равновесия насыщенный данным катионом образец целлюлозы тщательно отмывался дистиллированной водой от механически увлеченного раствора, после чего производились соответствующие измерения электрокинетического потенциала и поверхностной проводимости по отношению к дистиллированной воде. Затем образец вновь насыщался раствором этого же катиона, но уже при более высоком рН, и такая процедура повторялась несколько раз при все возрастающем значении рН. Насыщение производилось из 0,1 н. растворов ионов кальция, двухвалентной меди и алюминия. Для получения растворов с заданными рН в случае ионов кальция и двухвалентной меди применялись соответствующие ацетатные буферные растворы, а растворы алюминия готовились путем подкисления соляной кислотой 0,1 н. раствора хлористого алюминия. Электрокинетический потенциал определялся методом потенциала протекания с учетом поверхностной проводимости данного целлюлозного материала. Вычисление электрокинетического потенциала производилось по следующей формуле:

$$\zeta = \frac{4\pi\eta K_0 E}{DP} - 1,05 \cdot 10^5 \frac{K_0 E}{P}, \quad (1)$$

где  $\zeta$  — потенциал и потенциал протекания  $E$  выражены в милливольтгах, общая проводимость целлюлозной диафрагмы  $K_0$  в  $ом^{-1} см^{-1}$ ,

\* Образцы технической древесной целлюлозы обеззоливались путем двукратной обработки 0,1 н. раствором соляной кислоты при комнатной температуре. Затем целлюлозная масса тщательно промывалась дистиллированной водой до отрицательной реакции на кислотность промывных вод [3].



давление  $P$  в см рт. ст. Вязкость воды  $\eta$  принималась равной 0,01 пуаза и диэлектрическая проницаемость  $D = 81$ .

Поверхностная проводимость  $K_s$  определялась как разность проводимостей целлюлозной диафрагмы в целом —  $K_0$  и фильтра —  $K_v$ , то есть

$$K_s = K_0 - K_v. \quad (2)$$

$K_0$  и  $K_v$  определялись экспериментально на соответствующей кондуктометрической установке. Подробности методики электрокинетических измерений волокнистых целлюлозных материалов изложены в одной из предшествующих работ авторов [4]. Количество обменно-адсорбированных катионов определялось методом вытеснения соляной кислотой [3]. Отмытый образец подвергался пятикратной последовательной обработке 0,1 н. раствором соляной кислоты. Фильтрат от этих обработок собирался вместе и в нем соответствующим аналитическим методом определялся данный катион: кальций — весовым оксалатным методом [3], [5]; двухвалентная медь — иодометрически [2], [3], а алюминий — весовым оксихинолятным методом [1]. Обменно-адсорбционная способность характеризовалась количеством миллиэквивалентов поглощенных катионов на 100 г абс. сухой обеззоленной целлюлозы.

Исследованию подвергались беленая сульфитная целлюлоза, вискозная целлюлоза, небеленая сульфитная целлюлоза и один образец оксигеллюлозы (монокарбоксилцеллюлозы), полученный из беленой сульфитной целлюлозы путем окисления ее двуокисью азота.

В табл. 1—5 представлены полученные результаты по измерению электрокинетического потенциала и поверхностной проводимости в зависимости от насыщения целлюлозы катионами металлов при разных рН.

Таблица 1

Электрокинетический потенциал и поверхностная проводимость небеленой сульфитной целлюлозы в зависимости от насыщения ее ионами двухвалентной меди для дистиллированной воды

рН при насыщении	Адсорбировано м-экв. $\text{Cu}^{+2}$ 100 г абс. сухой целлюлозы	$\zeta$ -потенциал, мв	$K_s \cdot 10^6$ $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
1,21	8,2	-7,7	29,5
2,05	8,5	-6,7	30,8
3,32	9,1	-6,3	25,9
4,25	10,7	-5,0	20,6
4,80	11,9	-5,1	19,1

Таблица 2

Электрокинетический потенциал и поверхностная проводимость вискозной целлюлозы в зависимости от насыщения ее ионами двухвалентной меди для дистиллированной воды

рН при насыщении	Адсорбировано м-экв. $\text{Cu}^{+2}$ 100 г абс. сухой целлюлозы	$\zeta$ -потенциал в мв	$K_s \cdot 10^6$ $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
1,10	0,5	-14,9	41,6
2,00	1,0	-13,6	23,5
3,04	1,4	-10,4	23,0
4,15	3,0	-9,5	13,1
4,92	4,2	-9,0	13,1

Таблица 3

Электрокинетический потенциал и поверхностная проводимость вискозной сульфитной целлюлозы в зависимости от насыщения ее ионами кальция для дистиллированной воды

рН при насыщении	Адсорбировано <i>м-экв.</i> $\text{Ca}^{+2}$ 100 г абс. сухой целлюлозы	$\zeta$ -потенциал в мВ	$K_s \cdot 10^6$ $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
1,15	0,7	-15,3	43,8
2,03	0,9	-12,0	32,5
3,22	1,2	-10,7	26,3
4,26	1,8	-10,5	29,1
4,58	2,0	- 8,5	27,4

Таблица 4

Электрокинетический потенциал и поверхностная проводимость беленой сульфитной целлюлозы в зависимости от насыщения ее ионами алюминия для дистиллированной воды

рН при насыщении	Адсорбировано <i>м-экв.</i> $\text{Al}^{+3}$ 100 г абс. сухой целлюлозы	$\zeta$ -потенциал в мВ	$K_s \cdot 10^6$ $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
1,05	—	-6,9	36,5
2,84	2,0	-5,5	28,6
3,32	2,9	-4,4	17,5
3,75	3,6	-4,3	6,2

Таблица 5

Электрокинетический потенциал и поверхностная проводимость оксицеллюлозы (монокарбоксилцеллюлозы с 2,8% карбоксильных групп) в зависимости от насыщения ее ионами двухвалентной меди для дистиллированной воды

рН при насыщении	Адсорбировано <i>м-экв.</i> $\text{Cu}^{+2}$ 100 г абс. сухой целлюлозы	$\zeta$ -потенциал мВ	$K_s \cdot 10^6$ $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
Исходный образец оксицеллюлозы	—	-12,7	73,7
2,08	16,0	-9,7	57,5
4,24	57,0	-5,1	12,3

Из приведенных данных видно, что для всех исследованных случаев с ростом количества обменно-адсорбированных катионов уменьшаются как  $\zeta$ -потенциал, так и поверхностная проводимость. Иными словами, чем больше обменная зольность данного образца целлюлозы, тем меньше проявляются у него электрокинетические свойства. Такое изменение электрокинетических свойств целлюлозных материалов по мере насыщения их многовалентными катионами металлов можно объяснить следующим образом: катионы металлов, входя в адсорбционный (неподвижный) слой двойного электрического слоя, уменьшают свободный заряд поверхности, что ведет к уменьшению величины  $\zeta$ -потенциала.

Далее замена более подвижных ионов водорода на менее подвижные катионы кальция, двухвалентной меди или алюминия приводит к резкому уменьшению поверхностной проводимости.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. К. Бабко, И. В. Пятницкий. Количественный анализ. М., 1956.  
[2]. И. М. Кольтгоф, Е. Б. Сендэл. Количественный анализ. М., 1938.  
[3]. В. И. Юрьев, С. С. Позин, Г. М. Скурихина. ЦНИИБ, материалы центрального научно-исследовательского института целлюлозной и бумажной промышленности», вып. 37, 83, 1948. [4]. В. И. Юрьев, С. С. Позин. ЦНИИБ. Материалы центрального научно-исследовательского института, вып. 38, 58, 1950. [5]. E. V. Sander и I. M. Kolthoff. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., 11, 90; 1939.

---

Поступила в редакцию  
2 июня 1959 г.

## ПОЛУЧЕНИЕ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ ИЗ НЕГИДРОЛИЗОВАННОЙ КАМЕДИ ЛИСТВЕННОИЦЫ

**А. Ф. ЗАЙЦЕВА**

Кандидат технических наук

**Л. А. ЗАЙЦЕВА**

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В течение ряда лет кафедрой химии древесины и целлюлозы Ленинградской лесотехнической академии совместно с лабораторией химии древесины Института леса АН СССР под руководством Н. И. Никитина проводятся работы по комплексному использованию древесины даурской лиственницы, весьма распространенной на Дальнем Востоке, Сахалине и в Якутии [4], [9]. Наряду с использованием древесины лиственницы для получения различных сортов сульфатных и сульфитных целлюлоз, большой интерес представляет рациональное использование водноэкстрактивных веществ ее, главным образом, арабогалактана.

Специальные опыты, проведенные нами в последнее время [5], показали, что из арабогалактана лиственницы, после его дополнительного гидролиза, можно получить многоатомный спирт дульцит (с небольшими примесями арабита) путем гидрирования водных растворов на установке непрерывного действия в присутствии никеля на кизельгуре. Вполне удовлетворительные результаты по выходу дульцита (85—97% от исходных Р. В.) были получены при температуре гидрирования 120° и давлении 75—150 атм.

Впервые получение многоатомных спиртов путем каталитического гидрирования было осуществлено В. Н. Ипатьевым в 1912 г. [6]. Позднее Е. М. Адашкин с сотрудниками [1] проводили гидрирование глюкозы на установке непрерывного действия в присутствии гранулированного скелетного никелевого катализатора, активированного хромом, при температуре 130°С и давлении водорода 75 атм. Водный 35%-ный раствор глюкозы подщелачивался до  $\text{pH} = 8,5-9$ . А. А. Баландин, Н. А. Васюнина, Г. С. Барышева, С. В. Чепиго [2] разработали метод получения многоатомных спиртов гидрированием непосредственно полисахаридов — целлюлозы, крахмала и гемицеллюлоз — в присутствии различных катализаторов.

Дульцит был впервые получен из дульцит-манны с острова Мадагаскара [10], а также при гидрировании галактозы [6]. В природе он был найден, кроме того, в некоторых видах *Melampyrum* (Иван-да-Марья) и других растениях. Это белый кристаллический порошок (как и прочие

пяти- и шестиатомные спирты), со слабым сладким вкусом; он умеренно растворим в холодной воде (в отличие от других многоатомных спиртов), очень мало растворим в спирте и нерастворим в эфире [8]. При продолжительном нагревании образуется некристаллизующийся ангидрид дульцитан, медленно превращающийся в водных растворах обратно в дульцит. Многократно перекристаллизованный продукт имеет т. пл. 188,5°.

Арабит [7] встречается в лишайниках, а также получен восстановлением *d*- и *l*-арабинозы. Температура плавления арабита 103°.

Такие многоатомные спирты, как сорбит и ксилит, имеют большое практическое значение [2], [3], [11], [12], [13]. Судя по свойствам, дульцит и арабит могут быть такими же ценными продуктами, как и другие гекситы и пентиты.

Целью данной работы являлось изучение возможности получения дульцита непосредственным гидрированием негидролизованной производственной камеди лиственницы. В результате гидрирования камеди мы ожидали получить главным образом дульцит с небольшими примесями арабита (как известно, арабогалактан камеди лиственницы состоит в среднем на 83% из галактана и на 12% из арабана. Таким образом, по теоретическому расчету из 100 г арабогалактана можно получить в сумме 112,7 г дульцита и арабита).

### Экспериментальная часть

Сырьем для гидрирования служила производственная камедь лиственницы Сукáчева, полученная из Няндомского района Архангельской области. Содержание сухого остатка 46,0%, состав его: 96,2% арабогалактана, 1,2% зольных веществ и небольшое количество формальдегида.

Опыты проводились во вращающемся автоклаве емкостью 250 мл и в автоклаве емкостью 640 мл, снабженном мешалкой. Катализатором являлся скелетный никель Ренея\*.

Выход многоатомных спиртов определялся по образованию меднощелочного комплекса с последующим установлением оптической плотности при помощи фотоколориметра. Кроме того, после дополнительного гидролиза гидрогенизатов определялись остаточные сахара эбулиостатическим методом и методом хроматографии на бумаге. Выделенные многоатомные спирты (после упаривания гидрогенизатов в вакууме) характеризовались по температуре плавления и качественной хроматографии. Для сравнительной характеристики процесса гидрирования были проведены вначале опыты с очищенной камедью лиственницы (высаженной спиртом из водных растворов производственной камеди) и с водными растворами чистой галактозы. В первом случае достаточно хорошие результаты были получены при гидрировании 10-процентных водных растворов камеди в присутствии Ni Ренея и NiSO<sub>4</sub> (примерно 3% от веса раствора) при температуре 100—140° и давлении 80—100 атм.

Выход дульцита (с примесью арабита) составил 80,6—92,3% от веса очищенной камеди (средние данные семи опытов). Гидрирование

\* Готовый сплав катализатора — никеля Ренея с содержанием 50% Ni и 50% Al предварительно измельчался в тонкий порошок, затем обрабатывался 21,5-процентным раствором NaOH с таким расчетом, чтобы в катализаторе осталось до 7% Al. Активированный сплав промывался горячей водой до нейтральной реакции промывных вод (хранился под водой). Расход катализатора в случае гидрирования производственной камеди лиственницы составлял 8—9% от веса камеди.

чистой галактозы в присутствии Ni Ренея дали выход дульцита 96,8—98,9% от веса галактозы (среднее из трех опытов). Условия гидрирования были примерно такими же, то есть температура 100—160° и давление 100—110 атм.

Гидрирование производственной неочищенной камеди проводилось с различными концентрациями арабогалактана в растворе (см. табл. 1), в присутствии катализатора Ni Ренея и NiSO<sub>4</sub>.

Таблица 1

№ опыта	Концентрация арабогалактана, %	Выход смеси дульцита и арабита в % от веса арабогалактана	Примечание
1	10,0	95,2	Для всех опытов первоначальное давление было 100 атм. Поглощение водорода начиналось примерно при давлении 120—130 атм и температуре 140°
2	10,0	90,4	
3	10,0	92,1	
4	20,0	78,3	
5	20,0	70,5	
6	40,0	52,3	
7	40,0	49,8	

Как видно из таблицы, при 10% -ном содержании арабогалактана в растворе гидрирование камеди прошло достаточно полно. С повышением концентрации его до 40% выход спиртов снизился до 49—52%. По-видимому, примеси, имеющиеся в производственной камеди, отрицательно действуют на катализатор; поэтому следует брать менее концентрированные растворы арабогалактана (порядка 10—20%).

Данная работа показывает, что принципиально возможно получение (с удовлетворительным выходом) многоатомных спиртов, главным образом дульцита (лишь с небольшими примесями арабита) путем гидролитического гидрирования непосредственно производственной камеди лиственницы (без предварительного гидролизата) в присутствии Ni Ренея и NiSO<sub>4</sub>.

Опыты по уточнению режимов гидрирования камеди продолжают.

Выражаем свою искреннюю благодарность сотрудникам лаборатории им. Н. Д. Зелинского ИОХ АН СССР Н. А. Васюниной и Г. С. Барышевой за помощь в проведении данной работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. М. Адаскин, Н. И. Зимина, Б. Л. Лебедев, С. В. Павлов. ЖПХ, 31, 595, 1958. [2]. А. А. Баландин, Н. А. Васюнина, Г. С. Барышева, С. В. Чепиго. Известия Академии наук СССР. Серия химическая, № 3, 392, 1957. [3]. О. И. Волкова. «Хлебопекарная и кондитерская промышленность» № 8, 43, 1957. [4]. А. Ф. Зайцева, И. П. Федорищева, Н. И. Никитин. Комплексное использование даурской лиственницы. Труды института леса, т. 45, стр. 85, 1958. [5]. А. Ф. Зайцева, А. З. Карпов, С. З. Левин, С. Д. Антоновский. Дульцит из арабогалактана лиственницы. ЖПХ, № 3, 1959. [6]. В. Н. Ипатьев. Вег. 45, 3218, 1912. [7]. П. Каррер. Курс органической химии, стр. 350, 1938. [8]. В. И. Кузнецова. Химические растворы и препараты. Госхимиздат, стр. 326, 1953. [9]. Л. К. Поздняков. Даурская лиственница. Труды института леса, т. 45, стр. 5, 1958. [10]. Толленс-Эльснер. Краткий справочник по химии углеводов, стр. 389, 1938. [11]. Г. А. Фридман. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 4, 11, 1957. Л. С. Кротик. Там же, 14. [12]. С. В. Чепиго, Н. А. Васюнина. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 6, 3, 1956. С. В. Чепиго. Химическая наука и промышленность № 1, 2, 1957. [13]. А. Е. Чичибабин. «Основные начала органической химии», т. 1, стр. 574, 1953. В. И. Максимов, Ц. В. Никонова, А. Ф. Лазарев. ЖОХ, 9, 936, 1939.

Поступила в редакцию  
25 апреля 1959 г.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ, ТЕХНИЧЕСКУЮ И ГРУНТОВУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ЛИСТВЕННОЙ СИБИРСКОЙ

А. А. ПРИСЯЖНИК

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Белорусский лесотехнический институт)

Большая зараженность семян лиственницы грибными организмами требует разработки мероприятий по обеззараживанию их химическими протравителями, однако этот вопрос до сих пор еще недостаточно ясен. Нам известна только одна работа [1], в которой сообщается об испытаниях ряда протравителей и их влияния на прорастание семян лиственницы сибирской в условиях Башкирии.

В наших исследованиях ставилась задача выяснить влияние различных протравителей на энергию прорастания, техническую и грунтовую всхожесть семян лиственницы сибирской. Семена были получены с Белорусской контрольно-семенной станции лесных семян. Испытания действия протравителей-фунгицидов на энергию прорастания и всхожесть семян производились по ранее опубликованной методике [2].

Полевые опыты по проверке влияния протравителей на грунтовую всхожесть семян лиственницы были проведены в Негорельском учебно-опытном лесхозе. Для закладки опыта было взято по 600 семян в трех повторностях. Семена, обработанные испытываемыми протравителями, в тот же день высевались в почву на гряды в питомнике. Результаты всех опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Протравители	Экспозиция или дозировка	Энергия прорастания, %	Техническая всхожесть, %	Грунтовая всхожесть в % к контролю
Формалин 0,5%-ный	Намачивание 5 мин, томление 2 часа	36,5	71,5	
	Намачивание 2 часа	30,5	60,0	
Марганцевокислый калий 3%-ный 0,5%-ный	Намачивание 30 мин.	30,5	66,5	145,1
	120 "	34,5	64,5	
	180 "	36,5	73,5	
Тетраметилтиурамдисульфид 50%-ный	5 г на 1 кг семян	37,5	84,5	135,1
Динитрохлорбензол	4 г " "	33,0	80,5	
Трихлорфенолят меди	4 г " "	37,0	65,0	
Гранозан	3 г " "	35,5	81,0	
Меркуран	4 г " "	27,0	61,0	
Контроль		26,0	54,0	100,0

Данные табл. 1 позволяют сделать следующие выводы.

1. Энергия прорастания и техническая всхожесть семян лиственницы сибирской после их обработки всеми испытанными протравителями не снижается, а, как правило, увеличивается в сравнении с контролем.

2. Грунтовая всхожесть семян лиственницы, обработанных большинством испытанных протравителей, повышается. Такого повышения нет только при обработке семян меркураном.

Испытанные протравители, как не снижающие энергии прорастания, технической и грунтовой всхожести, могут быть рекомендованы для протравливания семян лиственницы сибирской. Для протравливания наиболее удобны сухие протравители; они и наиболее экономичны.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. К. Левченко. Полегание сеянцев лиственницы сибирской в степной и лесостепной зонах Башкирской АССР и меры борьбы с заболеванием. Автореферат диссертации. Воронеж, 1956. [2]. А. А. Присяжнюк. Влияние различных протравителей на энергию прорастания и всхожесть семян сосны обыкновенной. Известия высших учебных заведений, «Лесной журнал» № 6, 1959.

---

Поступила в редакцию  
30 января 1959 г.



## ДЗЕЛЬКВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ КУЛЬТУРЫ

В. К. АСАНОВА

И. о. старшего научного сотрудника

(Костромская лесная опытная станция)

Среди древесных пород, ныне внедряемых в лесные культуры, особого внимания заслуживает дзельква гирканская.

Это быстрорастущая порода, достигающая 45 м в высоту при диаметре ствола 2 м; сеянцы дзельквы вырастают к концу первого года до 30—50 см высотой, а в три года — до 1,5—2 м; при посадке они легко приживаются. Дзельква дает высокий средний прирост, составляющий 7—8 м<sup>3</sup> на 1 га в год. Исследования С. И. Ванина и З. Новрузовой показали весьма высокие механические качества древесины дзельквы, делающие ее пригодной для применения в важных отраслях нашей промышленности (авиастроение, машиностроение, кораблестроение, в строительном деле, в изготовлении дорожной мебели и др.). Древесина дзельквы отличается также стойкостью против энтомофитов и грибов, необыкновенной прочностью в переменных условиях сухости и влажности, а кроме того — долговечностью. Построенные из нее дома в Ленкорани стоят по сто лет и больше.

В Советском Союзе, в естественных условиях дзельква произрастает в Западном Закавказье, в Ленкоранской группе районов и в Южном Карабахе. Здесь встречается дзельква граболистная (*Zelkova carpinifolia*) и дзельква гирканская (*Zelkova hircana* Grossh et. A. Jarm.); последняя выделена акад. А. А. Гроссгеймом. В лесах Ленкоранской зоны дзельква распространена на низменности и в горах до высоты 1700 м над уровнем моря. Растет она вместе с дубом каштанолистным, железным деревом, грабом и ясенем. Чистые дзельковники сохранились на небольших площадях.

Наилучшего развития дзельква достигает на мощных, свежих, средне-суглинистых желтоземах. Она произрастает как на сухих маломощных, так и на влажных перегнойных почвах глубоких ущелий и берегов рек. Дзельква светлолюбива и теплолюбива, но переносит низкие температуры до — 20°. Корневая система ее, глубокая и мощная, делает дзелькву устойчивой против ветро- и снеговала.

Значительная экологическая гибкость, большая жизнеспособность и стойкость дзельквы противоречат взглядам ряда авторов — Буша, Медведева, Долгушина и Керна, считавших ее реликтовым и угасающим видом, сохранившимся с третичного периода. Более поздние исследования Линникова, Абашидзе, Еквтилишвили и Ковдышевой показали, что эти взгляды совершенно неправильны и необоснованы.

Основываясь на литературных данных и наших исследованиях биологии дзельквы и ее культуры в условиях Ленкоранской зоны, можно отметить, что дзельква не проявляет тенденции к естественному сужению ареала и не может быть причислена к реликтам-деградантам, так как она обладает большой репродуктивной способностью и широкой экологической амплитудой.

Дзельква плодоносит ежегодно. Неурожай бывает вследствие неблагоприятных климатических условий года, а именно, при наличии поздних весенних заморозков во время цветения и летней засухи в период созревания семян. Семена дзельквы созревают в октябре и опадают вместе с годичными плодоносящими веточками. Всходы появляются ранней весной. Дзельква обладает огромной побегопроизводительной способностью, давая обильную поросль от шейки корня и корневые отпрыски. Возобновление дзельквы во всех типах леса с ее преобладанием и участием обеспечено, места встречаются чрезвычайно обильными самосевом (до 500 всходов на 1 м<sup>2</sup>).

Неисчислимый вред возобновлению в лесах Ленкоранской зоны приносит систематический выпас скота, уничтожающий появляющийся ежегодно самосев дзельквы. В результате повторяющегося объедания скотом дерева дзельквы теряют присущую им прямостоятельность и приобретают уродливые кустарниковые или подушкообразные формы.

Бессистемные рубки в прошлом, выпас скота, уничтожение дзельквников в целях освоения земель под субтропические культуры (например, лимонно-мандариновый совхоз в Астаринском районе) привели к исчезновению ценных насаждений дзельквы, а появились значительные площади редин и безлесных прогалин с задернутой почвой, с затравленным подростом, без всяких надежд на естественное лесовозобновление.

Вопрос восстановления дзельквников в Ленкоранской зоне имеет актуальное значение. Восстановление может идти двумя путями: во-первых, путем реконструкции редин и затравленного молодняка дзельквы и, во-вторых, путем искусственного разведения дзельквы.

Опыты по реконструкции молодняка производились путем посадки на пень затравленных кустов дзельквы и посадкой дичков в площадки  $1 \times 1$  м между куртинами молодняка с обязательным огораживанием. Поросль дзельквы в первый же год после посадки на пень вырастает до 1 м, а через 2—3 года превращается в прямостоящее насаждение. Иногда бывает достаточно произвести огораживание редин дзельквы, и огороженный участок заселяется сплошь самосевом и корневыми отпрысками дзельквы.

Искусственное разведение дзельквы возможно семенами, черенками, отводками и корневыми отпрысками.

В состав новых культур в Ленкоранской зоне дзельква не входила, что во многом объясняется слабой изученностью ее биологии и экологии, и главным образом, биологических особенностей семян.

Опыты, наблюдения и исследования, проведенные в течение 5 лет (1954—1958 гг.) в лесхозах Ленкоранской зоны показали, что семена дзельквы быстро теряют всхожесть. Свежесобранные зрелые семена дзельквы имеют 80—90% -ную всхожесть. Продолжительность сохранения всхожести семян 2—2,5 месяца (только до зимы). Поэтому семена дзельквы необходимо высевать сразу после сбора.

Опыт осеннего посева свежесобранными семенами дал наилучшие результаты по всхожести (90%), по качеству полученных сеянцев (50 см высоты в однолетнем возрасте) и выходу посадочного материала (до 3,3 млн. с 1 га).

Опытно-производственные культуры дзельквы создавались посадкой однолетними сеянцами и дичками, и методом посева непосредственно на постоянное место.

Приживаемость при посадке дичков составляла от 50 до 85%, при посадке однолетних сеянцев — 80—100%. Лучшее время посадки — осень (конец октября). Культуры дзельквы, созданные посевом, развиваются значительно лучше созданных посадкой; они оказываются более устойчивыми в период продолжительной летней засухи.

Данные исследований показали, что в засушливых условиях Ленкоранской зоны образующийся в первый год глубокий стержневой корень не должен обрезать, что обычно делается при пересадках сеянцев из питомника на лесокультурную площадь. Следовательно, необходимо воздерживаться от посадок особенно в более сухой северной части Ленкоранской зоны. На юге Ленкоранской зоны, в более благоприятных климатических условиях можно применять осеннюю посадку дзельквы однолетними сеянцами и с успехом вводить в состав культур главных пород в зоне ее естественного произрастания.

Изучение и обобщение имеющегося опыта культуры дзельквы показали, что она также может произрастать далеко за пределами своего естественного ареала.

В Никитском ботаническом саду дзельква разводится с 1841 г., высеянная там семенами, доставленными из Имеретии садовником Витманом. Выращенные в саду сеянцы дзельквы шли на экспорт за границу. Климатические условия побережья Южного Крыма оказались довольно благоприятными для развития дзельквы (деревья цветут и плодоносят). На Украине дзельква вводилась в лесные культуры Мариупольской лесной опытной станцией в 1899 г. (И. Ф. Грищенко) и в Велико-Анадольском лесничестве в 1932 г. Андреевым. Ее насаждения имеются в Киеве, Умани в виде невысоких деревьев, страдающих от морозов. В Днепропетровском ботаническом саду деревья дзельквы только цветут, но не плодоносят, повреждаются морозами. В Тбилиском ботаническом саду имеется 47 деревьев дзельквы, которые дают обильный самосев и корневыми отпрыски. На север культура дзельквы дошла до Ленинграда. Здесь она растет в виде кустарника, сильно подмерзая. Дзельква введена в культуру в различных парках Сев. Америки, Англии, Франции и Германии.

Учитывая большую приспособляемость дзельквы к условиям внешней среды и возможность ее культуры в Закавказье, на Северном Кавказе, в Крыму, на юге Украины, необходимо широко внедрять ее в защитные полосы, сады и зеленые насаждения городов и поселков указанных районов.

## ОБ ОГНЕВОЙ ОЧИСТКЕ ЛЕСОСЕК КАК МЕРЕ СОДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ ЛЕСА НА САХАЛИНЕ

А. П. КЛИНЦОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Сахалинская лесная опытная станция).

Многие лесоводы при изучении естественного возобновления леса на вырубках обращали внимание на то, что участки леса, затронутые огнем в процессе очисток их от порубочных остатков или пожаром, возобновляются в одних случаях успешно, в других — плохо. На сплошных вырубках о. Сахалина поселение хвойных пород на огнищах в ряде случаев не происходит, на что указывал В. Н. Романов\*.

В 1958 г. Сахалинская лесная опытная станция занималась изучением экологических особенностей сплошных концентрированных вырубок в двух типах леса: ельнике-зеленомошнике и лиственнично-еловом зеленомошниковом лесу; в частности изучалась среда, которая складывается на огнищах, образовавшихся от сжигания порубочных остатков в кучах разной величины.

На огнищах определялась температура поверхности золы, температура почвы на глубине: 5; 10 и 15 см, влажность золы и почвы, кислотность их, содержание  $P_2O_5$  (по методу Левицкого в золе и по Кирсанову — в почве),  $K_2O$  (по Пейве — для почвы, объемным кобальтнитритным способом — в золе), общий азот (по Голубеву),  $NH_4$  (реактивом Несслера),  $CaO$  (воднорастворимого), кроме этого определялось количество грибов (методом Новогрудского — подсчетом активных комочков на агаровой среде).

Сжигание порубочных остатков производилось осенью, зимой и весной 1957/58 гг. в кучах средней величины ( $1 \times 1$  м) и в крупных ( $2 \times 2$  м).

Во время осеннего сжигания порубочных остатков в крупных и средних кучах при глубине снега 20—30 см происходит полное прогорание подстилки по всей площади огнища.

Иначе дело обстоит зимой и весной, когда глубина снега на Сахалине достигает 100—120 см. После сжигания остатков от заготовок даже в крупных кучах в типе ельник-зеленомошник огонь в 70 случаях из 100 вообще не достигает почвы, а в 30 случаях оттаивание снега и прогорание подстилки происходит мелкими очагами. Лишь в отдельных случаях, когда сжигаются крупные ветви, особенно из сухостоя, или костер был разложен около пня, огонь достигает почвы и происходит прогорание подстилки по всей площади костра.

В лиственничниках вследствие большей теплотворной способности древесины протаивание снега (зимой и весной) мелкими очагами под большими кострами происходит в большем числе случаев (50—60). При сжигании сучьев в кучах средней величины оттаивание снега до почвы происходит редко.

Таким образом, сжигание порубочных остатков в кучах по глубокому снегу в зимнее и весеннее время как мера содействия естественному возобновлению леса имеет весьма ограниченное значение.

Наблюдения показали, что на сухих местах поверхность огнища в ясные безветренные дни может нагреваться до 65—70°. Если же огнище расположено в микропонижении, и зола постоянно находится в увлажненном состоянии, то температура ее поверхности не поднималась выше 55°.

\* В. Н. Романов. Естественное возобновление сахалинских темно-хвойных лесов после сплошных рубок. «Лесное хозяйство» № 1, 1953.

Температура почвы под золой в июле — августе на глубине 5 см колебалась в пределах 10—27°, а на глубине 10—15 см от 8,5 до 20°.

Влажность верхнего слоя золы (0—2 см) после 2—3 дней без осадков снижалась до 2—3%, хотя влажность почвы под золой была не менее 20%. В результате пересыхания золы на огнищах образуется плотная корка.

Лабораторные анализы золы огниц и почвы под ними показали, что зола имеет щелочную (рН от 7,3 до 7,8), а почва под огнищами кислую реакцию (рН от 4,0 до 4,4).

В золе содержится большое количество кальция (40—51%), калия (1751—24,49%) и фосфора (0,74—2,18%). Таким образом, в составе золы имеется кальция и калия около 60—70% от общего веса золы.

В золе содержится и азот, по нашим определениям его имеется от 0,1 до 0,31% — в зависимости от величины сжигаемых куч. Из воднорастворимых соединений азота обнаруживается в основном аммиачная форма — от 2,0 до 21,3 мг и небольшое количество нитратной — до 3,0 мг на 100 г сухой золы.

В слое почвы (2—5 см), расположенной под золой, содержится довольно много фосфорной кислоты — 19,5—24,5 мг на 100 г сухой почвы и калия — 14,1—68,0 мг на 100 г сухой почвы, в нижележащих слоях этих элементов значительно меньше.

Необходимо отметить, что в золе не обнаружено гифов грибов, в то время как в почве под золой их довольно много — до 0,192 млн. шт. на 1 г почвы.

В золе огниц после сжигания порубочных остатков в кучах средней величины содержится фосфорной кислоты заметно меньше, чем в золе крупных огниц; разница в содержании калия также имеется, хотя выражена она слабее. Что касается зависимости в содержании кальция от величины огниц, то она проявляется менее четко.

Таким образом, наши исследования подтверждают высказывания других исследователей о том, что на огнищах создаются особые, отличающиеся в значительной мере от «нормальных», условия: сильная засоленность золы, щелочная реакция среды, пересыхание золы в кратковременные бездождные периоды и очень высокие температуры поверхности.

Чтобы уменьшить действие этих неблагоприятных моментов на всходы древесных пород, нужно производить на огнищах разрыхление или частичное удаление золы.

Поступила в редакцию  
28 мая 1959 г.

## ПРИБОР ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА НАСАЖДЕНИЯ

**В. М. ИВАНЮТА**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Московский лесотехнический институт)

Для механического определения среднего диаметра насаждения нами сконструирован лесотаксационный автоматический толщиномер (рис. 1), состоящий из мерной скобы 1, автоматического счетчика 2 и ограничителя 3.

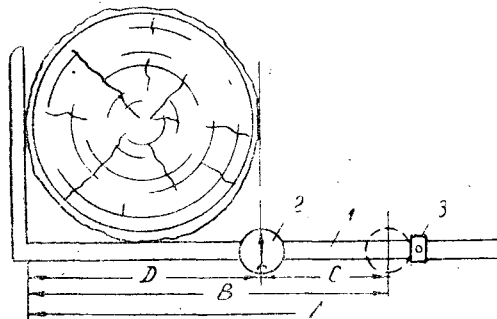


Рис. 1. Общий вид автоматического устройства.  
A, B, C и D — соответствующие отрезки  
на мерной скобе при данной схеме обмера  
деревьев.

Если при измерениях этим прибором учитывать не сам диаметр дерева  $D$ , а остаток  $C$  (рис. 1), то при двадцати замерах средний диаметр определится по формуле

$$D = \frac{\sum(B - C)}{20},$$

где  $D$  — среднеарифметический диаметр насаждения, см;  
 $B$  — расстояние от начала мерной скобы до ограничителя, см;  
 $C$  — остаток, подлежащий измерению, см.

В рассматриваемом варианте автоматического толщимера расстояние от начала мерной скобы до ограничителя составляет 60 см.

Автоматический счетчик (рис. 2) посредством ведущей шестерни 1 входит в сцепление с зубчатой рейкой 3, заделанной в тело мерной скобы (рис. 1). Число оборотов ведущей шестерни определяется по формуле

$$n = \frac{\sum C}{S},$$

где  $n$  — число оборотов шестерни;  
 $S$  — окружность шестерни.  
 $\sum C$  — пройденный путь;

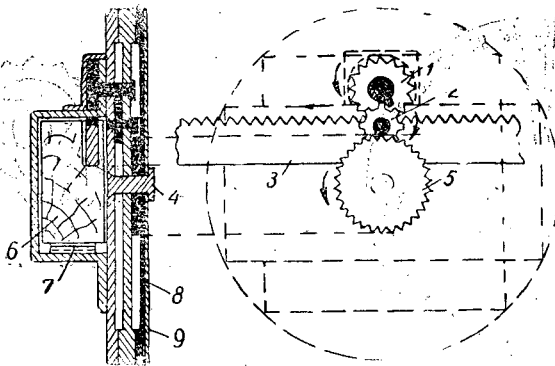


Рис. 2. Схематический чертеж автоматического счетчика.

1 — ведущая шестерня с передаточным зубом; 2 — промежуточная шестерня с передаточным зубом; 3 — направляющая зубчатая рейка, заделанная в тело мерной скобы; 4 — центральная ось счетчика; 5 — результирующая шестерня счетчика, несущая на себе циферблат; 6 — поперечный разрез бруска мерной скобы с зубчатой рейкой; 7 — амортизатор (пластинчатая пружина); 8 — циферблат, вращающийся вместе с результирующей шестерней счетчика; 9 — неподвижная крышка с окошечком внизу (см. рис. 1), в котором читают результат. На первой половине этого рисунка для наглядности вращающиеся детали счетчика даны сплошной заливкой, а неподвижные — заштрихованы.

При принятом нами округлении каждый последующий диаметр отличается от предыдущего на 2 см. Следовательно, при двадцати замерах суммы остатков  $\Sigma C$  для каждых двух смежных средних диаметров будут отличаться одна от другой на 40 см, то есть

$$D_n = D_{n-1} - \frac{40}{20}$$

Допустим, что длина окружности  $S$  ведущей шестерни 1 равняется 5 см. Тогда эта шестерня на отрезке в 40 см сделает  $\left(\frac{40}{5}\right)$  восемь оборотов.

Как показано на схеме (рис. 2) каждый оборот этой шестерни посредством передаточного зуба передается на промежуточную шестерню 2.

Для того чтобы зафиксировать отрезок, составляющий разницу между двумя смежными средними диаметрами, промежуточная шестерня должна сделать один оборот и передать его на циферблат с цифровыми обозначениями средних диаметров, округленных до 2 см.

Эта задача будет выполнена в том случае, если промежуточная шестерня будет иметь столько же зубьев, сколько оборотов делает ведущая шестерня на отрезке в 40 см, то есть в рассматриваемом конкретном случае она должна иметь восемь зубьев и на оси один передаточный зуб.

Передаточный зуб промежуточной шестерни входит в сцепление с результирующей шестерней 5, несущей на себе циферблат с обозначениями средних диаметров насаждений в убывающем порядке от 60 см до 0 (рис. 3).

Если сумма остатков будет равна 40 см, то результирующая шкала повернется на один зуб и автомат покажет цифру 58, так как  $60 - \frac{40}{20} = 58$ , если сумма остатков составит 80 см, то результирующая шестерня повернется на два зуба, и автомат покажет цифру 56, так как  $60 - \frac{80}{20} = 56$  и т. д.

Понятно, что сумма остатков может быть зафиксирована счетчиком лишь в том случае, если ведущая шестерня будет «работать» в каком-то одном направлении.

Для этого в теле ведущей шестерни имеется особое стопорное устройство, изображенное на рис. 4. При поворотах шестерни влево ролики уходят в свои гнезда, и сцепление деталей в шестерне не происходит. При поворотах же шестерни вправо ролики выходят из своих гнезд и зажимают стопорный диск с передаточным зубом, чем и обеспечивается работа счетчика в одном направлении.

Чтобы перевести счетчик в нулевое положение, необходимо выжать амортизационную пружину 7, то есть вывести счетчик из сцепления с зубчатой рейкой и повернуть циферблат до появления в окошечке нулевой отметки.

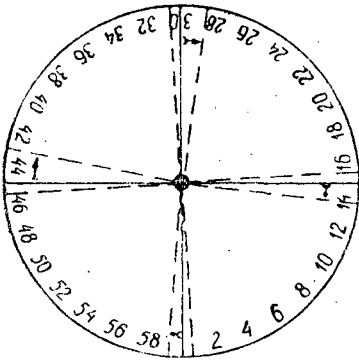


Рис. 3. Циферблат с обозначениями средних диаметров насаждений. (Пунктиром отмечены секторы для устранения систематической ошибки).

Известно, что определение среднего диаметра как среднеарифметического связано с систематической ошибкой; этот диаметр на какую-то величину всегда меньше среднего диаметра, найденного по сумме площадей сечения.

Чтобы установить величину этой систематической ошибки, нами был проведен следующий опыт: по методу случайной выборки в двенадцати различных насаждениях были обмерены по 200—250 деревьев одной породы, с общим количеством их 2511, в том числе сосны 923, ели 916 и березы 672.

Сравнивая среднеарифметические диаметры со средними диаметрами, вычисленными по суммам площадей сечения, мы установили систематическую ошибку, равную — 4%. Случайная же ошибка при этом оказалась равной  $\pm 0,5\%$ , а для всех 12 случаев всего лишь  $\pm 0,14\%$ , то есть величиной, которой можно пренебречь.

Средние диаметры в см	Систематические ошибки в см и в°	
0—15	+0,5	+ 3°
15—30	+1,0	+ 6°
30—45	+1,5	+ 9°
45—60	+2,0	+12°

Таким образом, для того чтобы устранить систематическую ошибку, необходимо каждую четверть циферблата сместить в направлении против рабочего хода результирующей шестерни: первую четверть на  $3^\circ$ , вторую на  $6^\circ$ , третью на  $9^\circ$  и четвертую на  $12^\circ$  или от каждой четверти в ее начале отрезать по одному сектору в  $3^\circ$  и соответственно сместить четверти вправо, как это показано на рис. 4. Тогда счетчик будет давать исправленные значения средних диаметров. Техника применения автомата состоит в следующем. Счетчик отводят до упора с ограничителем и устанавливают в нулевое положение. Подойдя к первому дереву, устанавливают мерную скобу на высоте груди в положение, показанное на рис. 1 и переводят счетчик сначала влево до совмещения стрелки с касательной линией (см. схему) и затем вправо до упора с ограничителем, и переходят к следующему дереву.

Переходя от дерева к дереву и повторяя указанную операцию двадцать раз, после замера двадцатого дерева в окошке счетчика читают готовый результат — средний диаметр насаждения с округлением до 2 см.

Проверяя результаты работы автомата по данным пересчетов, взятых из нашего опыта, и произведя соответствующие расчеты, мы получили коэффициент корреляции, равный 0,99, свидетельствующий о весьма высокой степени тесноты связи данных, получаемых посредством нашего прибора, с истинными значениями искомых величин, то есть с фактическими средними диаметрами таксируемых насаждений. Счетчик описанной выше конструкции целесообразно применять при индивидуальной тренировке глазомера, контрольной таксации леса и во всех других случаях, когда необходимо знать точное значение среднего диаметра насаждения.

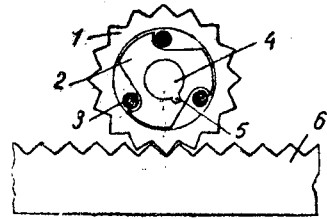


Рис. 4. Стопорное устройство ведущей шестерни.

1 — ведущая шестерня с гнездом для стопорного устройства; 2 — стопорный диск с фигурными вырезами, свободно плавающими в гнезде шестерни; 3 — свободно плавающие плоские ролики; 4 — шайба стопорного диска с передаточным зубом; 5 — передаточный зуб; 6 — направляющая зубчатая рейка (см. рис. 2).

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

## КОНФЕРЕНЦИЯ ЛЕСОВОДОВ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РСФСР

24—28 февраля 1960 года в г. Новочеркасске проходила очередная научно-техническая конференция Новочеркасского инженерно-мелиоративного института (НИМИ) с широким участием работников опытных учреждений и производства.

На заседаниях секции лесного хозяйства и агролесомелиорации участвовало около 100 работников лесного хозяйства и агролесомелиорации Ростовской и Сталинградской обл., Ставропольского края, Калмыцкой и Кабардино-Балкарской АССР, а также представители ВНИАЛМИ, Донской НИЛОС, Ачикулакской АГЛОС, Обливской АГЛОП, Деркульской АГЛОС, УкрНИИЛХа и Ростовской экспедиции Агролесопроект. Обсуждались в свете директив ХХI съезда КПСС важные вопросы степного лесоводства и защитного облесения районов Нижней Волги и Северного Кавказа, освещенные в 27 докладах научных сотрудников лесохозяйственного факультета НИМИ, опытных учреждений и работников производства.

Наибольшее внимание было уделено защитному лесоразведению: схеме агролесомелиоративных мероприятий Дагестанской АССР (Агролесопроект), приросте черных бурь и урожайности сельскохозяйственных культур под влиянием лесных полос (кафедра лесных мелиораций), облесению неудобных земель лесхозами Ростовской обл. (обллесоуправление), опыту защитного лесоразведения на юге УССР (УкрНИИЛХ), проектированию противоэрозионных мероприятий и типам оврагов (УкрНИИЛХ и Кубанский СХИ), созданию зеленых зон вокруг городов Ростовской области и г. Новороссийска (обллесоуправление и Агролесопроект), горнолесокультурным работам зоны Кавказских Минеральных вод и вопросам ведения лесного хозяйства в

горах Карачая (Ставропольский крайлесхоз), химической борьбе с сорняками (Обливский АГЛОП), защите лесонасаждений от вредителей и болезней (Ачикулакская АГЛОС).

Подверглись детальному обсуждению способы рубок и возобновление древостоев (кафедра лесоводства, Ачикулакская АГЛОС, Деркульская АГЛОС), массовые сортиментные таблицы (кафедра лесоводства НИМИ) и другие вопросы степного лесоводства. Уделялось внимание культурам орехоплодных и быстрорастущих пород (НИМИ, Деркульская ЛОС, Ставропольский крайлесхоз), питомникам и выращиванию леса в условиях полупустыни Поволжья (Сталинградский обллесхоз). И, наконец, обсуждены вопросы экономики защитного лесоразведения и лесного хозяйства (ВНИАЛМИ, Донская ЛОС, НИМИ).

Широкое обсуждение большого круга теоретических и производственных вопросов лесного хозяйства и агролесомелиорации явилось одним из способов внедрения новых достижений науки и опыта производства в практику лесхозов, выявило недостатки исследовательской работы и поставило перед работниками науки для разработки ряд важных вопросов.

По всем вопросам секция приняла развернутые решения, которые должны повлиять на улучшение работы в лесном хозяйстве Северного Кавказа после его реорганизации. Секция высказалась за необходимость проведения при согласовании с Главлесхозом и областными управлениями специальных конференций в 1960 г. по вопросам облесения песков Дона и защитного лесоразведения вдоль Северо-Кавказской железной дороги, а в 1961 г. по вопросам степного лесоводства юга Европейской части РСФСР.

К. А. Лашкевич.



ЗА РУБЕЖОМ

О ВЫСШИХ ЛЕСНЫХ ШКОЛАХ  
ГЕРМАНСКОЙ ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ \*

Н. Н. СВАЛОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Московский лесотехнический институт)

Высшие лесные школы ГДР созданы в двадцатых годах прошлого века. Одна из них находится в г. Тарандте (в 20 км к югу от Дрездена), вторая в г. Эберсвальде (в 60 км к северу от Берлина). В настоящее время обе школы являются факультетами: первая — Дрезденской высшей технической школы; вторая — Берлинского университета.

Число обучающихся студентов на лесном факультете в г. Тарандте около 200 чел.; в Эберсвальде — 140 чел.

Тарандтский лесной факультет имеет следующие институты (кафедры): лесоводства, лесной таксации, лесоустройства, экономики лесного хозяйства, лесопользования, лесной геодезии, лесной ботаники, почвоведения и типологии, лесной зоологии, растительной химии и деревообработки, лесного инженерного дела, метеорологии и климатологии, ботанический сад в г. Тарандте. Приблизительно такие же кафедры имеются на факультете в г. Эберсвальде. Содержанье учебного плана лесных вузов ГДР можно видеть из табл. 1.

Таблица 1

Название дисциплины	Число часов по плану	
	всего	в том числе лекций
1. Философия и научный социализм	180	120
2. Политэкономика	120	90
3. Высшая математика с основами математической статистики	60	30

Продолжение табл. 1

Название дисциплины	Число часов по плану	
	всего	в том числе лекций
4. Метеорология и климатология	60	60
5. Иностранный язык	240	
6. Химия	150	90
7. Ботаника (и микробиология)	240	150
8. Основы начертательной геометрии и черчения	60	
9. Геодезия с топографическим черчением	90	90
10. Геология, минералогия, петрография, типология	240 (+60)	150 (+60)
11. Введение в сельское и лесное хозяйство	60	60
12. Техническая механика	45	
13. Генетика и семеноводство	30	15
14. Дендрология	60	45
15. Лесоводство	180	90
16. Измерение древесины, пророст и производительность	105	60
17. Технология лесных работ	60	45
18. Лесозащита	30	15
19. Лесная энтомология	75	60
20. Биология лесных зверей и птиц	90	60
21. Общие лесные машины, приборы, лесные орудия	120	75
22. Плотины и каналы	30	30
23. Строительство дорог, мостов и зданий	60	45
24. Экономика лесного хозяйства, организация и планирование предприятий	195	120
25. Физическое воспитание и спорт	120	
26. Лесоустройство	150	75
27. Применение авиации в лесном хозяйстве	15	15
28. Подсочка и химическая переработка древесины	30	30
29. Лесное право	75	75
30. Лесопользование	90	45
31. Механическая обработка древесины	60	45
32. Лесопиление	15	15
33. Защита древесины от гниения	15	15
34. Заловедники	15	15
35. История лесного хозяйства	30	30
<b>Всего учебных часов</b>	<b>3240</b>	<b>1920</b>
<b>Экскурсии и семинаров</b>	<b>360</b>	

\* Автор настоящей статьи, посетивший Германскую Демократическую Республику в декабре 1958 г., делится своими впечатлениями об учебной и научной работе в высших лесных школах страны.

Число учебных часов в высших лесных учебных заведениях Советского Союза на 994 часа больше, чем в ГДР. Время, отводимое для учебной и производственной практики в СССР, на 3510 часов превышает время, отводимое для практики в вузах ГДР, которая проводится там в виде экскурсий. В вузах Советского Союза 468 часов отведено для дипломного проектирования, в школах ГДР этого времени не предоставляется.

Таким образом, учебный план лесных вузов СССР перекрывает план вузов ГДР на 4972 часа, то есть более, чем в два раза.

Столь существенное различие в планах является, прежде всего, результатом различий в постановке среднего и высшего образования и в условиях приема в вузы.

В ГДР в средних школах обучаются в течение 11 лет. В вузы принимаются лица, отработавшие в лесохозяйственном производстве не менее двух лет. Эти обстоятельства дают возможность сократить учебный план за счет общеобразовательных и общественных дисциплин, а также за счет учебных и производственных практик.

В высших школах ГДР отводится значительно меньше времени, чем в СССР, для изучения таких дисциплин как техническая механика, лесные культуры, лесная энтомология, фитопатология, дендрология, механизация лесных культур, гидротехническая мелиорация, применение авиации, очевидно, вследствие некоторых особенностей в природных условиях и в принципе ведения хозяйства. Лесное хозяйство ГДР ведется по принципу биологического ухода за запасом посадочного материала. При этом делается установка, главным образом, на естественное лесовосстановление, которого добиваются лесоводственными мерами. Поэтому ведущая роль в плане вузов принадлежит лесоустройству, лесоводству, ботанике, почвоведению, экономике лесного хозяйства.

В вузах ГДР нет ряда дисциплин, содержащихся в учебном плане вузов СССР, и, наоборот, предусмотрены некоторые дисциплины (механическая обработка древесины, лесопиление, защита древесины от гниения, заповедники), отсутствующие в плане вузов СССР.

Обучение в лесных школах в ГДР проводится в течение 9 семестров. Все биологические и лесоводственные дисциплины изучаются в 1—7 семестрах, после чего в присутствии представителей пяти профилирующих институтов (кафедр) устраивается большой лесоводственный экзамен студентов, непосредственно в лесу. В восьмом семестре изучаются остальные дисциплины и заканчивается дипломный проект. Девятый семестр, в основном, посвящается изучению опыта

ведения хозяйства в разных лесных хозяйствах республики. Хотя учебные планы в лесных школах ГДР одинаковы, но в преподавании хорошо учитываются и отражаются особенности ведения лесного хозяйства на севере и юге страны.

В вузах ГДР созданы хорошие условия для обучения и для самостоятельной работы. Кафедры располагают большими производственными площадями, хорошими библиотеками, большим штатом научных сотрудников и вспомогательного персонала, хорошим оборудованием. Штатный типовой состав кафедры следующий: профессор — заведующий кафедрой, старший ассистент, 3 ассистента, научный сотрудник, 4 технических ассистента, секретарь-машинистка, библиотекарь, чертежник, фотограф. Кафедры оборудованы приборами и инструментами как немецкого производства, так и импортными. Так, кафедра лесоустройства Эберсвальдского факультета имеет следующие новейшие приборы: 1) прибор для измерения высот деревьев — высотомер системы Blume Leiss (немецкого производства); 2) автоматический прибор — микрометр для измерения прироста древесины деревьев по радиусу, системы проф. Эклунда (шведская фирма Addo-X); 3) прибор для определения основных таксационных показателей — реласкоп Биттерлиха (австрийское производство); 4) прибор, применяемый при составлении планов для приведения горного рельефа к горизонтальному положению (Швейцария); 5) прибор для дешифрирования аэрофотоснимков и приведения их к тому или иному масштабу — стереоскоп-пантограф (ГДР); 6) прибор для нанесения границ выделов на карты — основы по фотоснимкам — Антископ II и др.

С методикой преподавания в школах ГДР, а также с содержанием научных исследований мы ознакомились в институте (кафедрах) лесной таксации и лесоустройства. Курс лесной таксации в ГДР состоит из двух частей: первая — измерение древесины (читается на втором курсе) и вторая — прирост и производительность (на третьем). Лесоустройству в ГДР отводится больше часов, чем в СССР, что связано с более трудоемким и точным статистическим способом устройства лесов, применяемым в ГДР. Содержание лекций и практических занятий по лесной таксации в школах ГДР существенно не отличается от содержания их в школах нашей страны. Порядок же их выполнения различен. В ГДР, при продолжительном бесснежном периоде, изучение лесной таксации начинается в лесу, во время экскурсий, которые бывают, примерно, один раз в две недели. Здесь же берутся и материалы для расчетных аудиторных работ. Расчетные

работы ведутся под руководством ассистентов. Специальных методических указаний к выполнению практических заданий в вузах ГДР не имеется. Экскурсии проводятся под руководством профессора и его ассистентов. Экскурсии заменяют учебные практики, проводимые в нашей школе.

Практические занятия по лесоустройству состоят в таксации каждым студентом двух кварталов, обработке материалов таксации по принятой методике с производством технических расчетов и назначений лесохозяйственных мероприятий.

Курсового проекта по лесоустройству, так же как и по всем другим дисциплинам, в таком законченном виде, как в школах СССР, не выполняется. Это находит оправдание в том, что при ведении хозяйства по принципу Forratspflege (ухода за запасом), применяемом в ГДР, метод лесоустройства можно изучить и на объекте в два квартала. Для советской лесной школы указанный метод практических занятий по лесоустройству неприемлем. Применяемый в нашем лесоустройстве метод классов возраста и процесс составления проекта плана организации лесного хозяйства могут быть правильно усвоены студентами только на большом объекте проектирования.

Научные исследования в институтах лесоустройства и лесной таксации ведутся по проблемам наиболее важным для производства. Институт лесоустройства Тарандтского лесного факультета (руководитель проф. Бланкмейстер) работает по проблемам: улучшение методов инвентаризации запаса и прироста насаждений, оптимальный запас и структура выборочного леса, биологический контроль производительности лесов и применение аэрофотосъемки в лесоустройстве.

Институт лесной таксации этого факультета (под руководством проф. Клайнерта) разрабатывает проблемы: изучение хода роста быстрорастущих пород, рост и производительность насаждений

в разных условиях местопроизрастания, зависимость прироста от величины кроны и изучение хода роста экзотов на постоянных и временных пробных площадях.

В институте лесоустройства Эберсвальдского лесного факультета (руководитель проф. Рихтер) разрабатываются следующие проблемы: научное обоснование и дальнейшая разработка статистического метода инвентаризации лесов, рационализация методов, определения прироста и применение аэрофотосъемки при лесоустройстве.

Институт лесной таксации (руководитель проф. Эртельд) работает по проблемам: исследование связи прироста с морфологическими признаками (основано на работах проф. В. Г. Нестерова и проф. П. В. Воропанова), ход роста сосновых насаждений в северо-восточной Германии по данным временных пробных площадей, ход роста экзотов на севере ГДР, ход роста топей, влияние изреживания насаждений на их прирост и влияние происхождения семян на рост древостоев.

Достижения современной лесной науки в области таксации и устройства лесов характеризуются следующими основными данными. Обоснован принцип ведения лесного хозяйства Forratspflege (уход за запасом) и найдены конкретные пути к его проведению в разных районах ГДР.

Научно обоснован и внедрен в практику лесоустройства математико-статистический метод, теоретически разработан вопрос о пространственном размещении деревьев в древостоях. Составлены местные таблицы для всех главнейших пород, в том числе и экзотов. Написаны монографии по всем основным породам.

В высших лесных школах ГДР сосредоточена вся научно-исследовательская работа в области лесного хозяйства, которая обеспечена современным оборудованием и хорошими кадрами специалистов и технического состава и стоит на высоком уровне.

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

## ОБ УЧЕБНИКЕ ЛЕСОВОДСТВА Е. Ф. ЗЯБЛОВСКОГО

В 1804 г. вышла книга преподавателя училища корабельной архитектуры в Петербурге, Евдокима Филипповича Зябловского «Начальные основания лесоводства». Автор книги, до этого учитель географии, а позже опубликовавший ряд сочинений по географии и статистике, ставшими его специальностью как профессора Петербургского университета), в течение всей своей многолетней научно-педагогической деятельности более к вопросам лесоводства не обращался. Нет также никаких данных предполагать, что практическая деятельность по лесоводству когда-либо составляла предмет его занятий. Таким образом, книга о лесоводстве была результатом единичного и кратковременного отвлечения его из круга постоянных занятий.

Зябловский был «разносторонним ученым и преподавателем» и «плодовитым и известным автором руководств»\*. Такого рода специализация его соответственно определяла и характер книги о лесоводстве.

Но если в ней не было, да и не могло быть, самостоятельного взгляда на лес и принадлежащих самому автору лесоводственных наблюдений, обогащающих и расширяющих знания о лесе новыми понятиями и представлениями, то непосредственная задача книги — систематическое сведение воедино рассеянных и малодоступных крупиц лесоводственных знаний выполнена превосходно.

В этом, и только в этом, состояла истинная огромная заслуга Зябловского, автора первого в России систематического руководства по лесоводству.

Книга Зябловского отличается полнотой и систематичностью изложения представленных в ней разнообразных лесоводственных знаний.

Здесь впервые дана всесторонняя сводка важнейших правил лесоводства — рубки, возобновления и воспитания деревьев в лесу.

Не менее существенным являлось то, что в книге были приведены собранные воедино ранее встречавшиеся лишь порознь и потому слабо выраженные наблюдения над природными условиями жизни леса.

Хотя наблюдения еще не получили научной разработки, наличие их уже ясно выявляло созревшее понимание коренных признаков лесного объекта.

Таким образом, книга Зябловского явилась наиболее полным из ранних свидетельств распространенности научной, то есть биологической трактовки леса в России. Зябловский был занят отбором, комбинированием и систематизацией сведений, привнесенных в науку многими лесоводами до него. В ранний период накопления знаний это было большим и сложным трудом. Именно обобщение и систематизация лесоводственных знаний составляли в рассматриваемое время очередную насущную потребность лесоводства, как науки. Поэтому книга Зябловского, соответственно ее качествам, заняло заметное место. К тому же, обобщение лесоводственных знаний в сильнейшей степени стимулировалось хозяйственными нуждами. Последние в возрастающей степени требовали полноты познаний леса, учета лесных ресурсов и раскрытия их качеств.

Эксплуатация леса, рассматриваемая в перспективе будущего длительного роста, неизбежно должна была направлять мысль к мероприятиям по возобновлению леса.

Лесоводство формулировалось Зябловским как «Знание разводить, сберегать и употреблять леса в известное для разных изделий время», то есть целиком в плане удовлетворения практических нужд.

Следуя этому, Зябловский делал вывод, что «Поелику употребление лесу различно, то и намерения, с каковыми разводят леса, не одинаковы» (стр. 1). А это в свою очередь вызывало необходимость дифференцировать лесоводственные знания и искусство лесоразведения. С другой стороны, эта дифференциация знаний обуславливалась разно-

\* Л. С. Берг. Очерки по истории русских географических открытий. М.-Л., 1946.

родностью и биологическим различием самих древесных пород, слагающих лесные насаждения, и, соответственно этому, разнообразием их требований к природным условиям произрастания и к лесотехническому режиму. Так, предназначенные для корабельного использования деревья произрастают не изолированно, а совместно с деревьями других пород.

Характеризуя внешние, обуславливающие жизнь леса, природные факторы, Зябловский прежде всего фиксирует внимание на необходимости знания особенностей почвы.

Соответственно этому им приводятся правила подготовки почвы и способы посева семян лесных деревьев. Следуя опыту и наблюдениям старого лесоводства, Зябловский четко различал отношение тех или иных пород к свету, что привело его к весьма важным заключениям. Во-первых, разные деревья при одном и том же световом режиме произрастают неодинаково. Во-вторых, конечный продукт лесоводства — древесина — обязана своими качествами в значительной степени световому режиму. В-третьих, световой режим, представляя один из элементов условий местопроизрастания, существенно влияет на внутренние отношения лесных деревьев. Здесь свет выступает как один из существенных факторов в формировании структуры леса.

Далее, важнейшим лесообразующим фактором является густота древостоя, которая во всех случаях трактуется автором как регулятор светового режима, прямо влияющий на форму составляющих его деревьев и степень очищенности стволов.

Зябловский говорит, что рост и усиление одних экземпляров древостоя может угрожать благополучно развитию других, указывает на расчленение древостоя в итоге борьбы в лесу.

В «Лесоводстве» Зябловского ясно выражен момент взаимного влияния экзем-

пляров лесного насаждения, то есть прямой признак растительного сообщества.

В книге не обойдены и вопросы самоизреживания. Отмечаются также конкурентные отношения между травянистыми растениями и древесными.

Несомненный интерес представляют описания явлений благоприятствования между растениями в лесу.

В книге имеются и неоднократные указания на необходимость защиты молодых насаждений покровной культурой (в лесной зоне).

Итак, у Зябловского мы находим последовательное изложение основных биологических закономерностей леса, приводящих к пониманию леса как растительного сообщества. При этом получают очевидное отражение два ряда отношений, влияющих на формирование лесных насаждений.

Первый — это внешняя среда леса — экологические условия, различно воспринимаемые каждой породой в зависимости от ее требований к среде.

Наряду с зависимостью насаждения от внешних по отношению к нему условий среды, ясно обозначается роль внутренних отношений между компонентами древостоя. Этот другой ряд отношений между отдельными породами и внутри каждой породы между отдельными экземплярами определяется им как явление всеобщее и лесообразующее, резко отличающее лес от деревьев, растущих изолированно.

В книге Зябловского, точно в фокусе, заключен итог коллективных усилий его предшественников, отечественных лесоводов, — познававших биологические законы леса. Это обязывает нас ценить его книгу как историческое свидетельство наследования знаний.

Г. И. Дохман.

Профессор, доктор биологических наук

П. Е. Пороховник.

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

## ЦЕННЫЙ ОПЫТ

Среди литературных новинок по лесной селекции нужно отметить сборник работ «Опыт и достижения по селекции лесных пород»\*. В нем помещено шесть статей, освещающих итоги исследований, выполненных во ВНИИЛМе по селекции бархата амурского, осины, тополя, сосны, бересклета и кленов.

Статья Р. Ф. Кудашевой касается селекции бархата амурского для промышленной культуры. Мы вполне согласны, что у всех лесных пород, в том числе и у бархата, имеется формовое разнообразие. Это позволяет произвести отбор наиболее ценных для лесного хозяйства форм — зимостойких, быстрорастущих, накапливающих достаточно толстый слой пробки. Деревья бархата амурского уже в 20-летнем возрасте на Украине и в Московской области дают до 900—940 г воздушносухой пробки. Наибольшее количество деревьев бархата с хорошим качеством пробки наблюдается в культурах на более увлажненных плодородных почвах в северных районах УССР. В статье даны практические указания по поднятию продуктивности бархата амурского. Отмечено, что лучше всего высевать свежесобранные семена осенью, но не указан срок. Как известно, плоды бархата висят долго, поэтому важно знать наилучшие сроки сбора и посева. Иногда целесообразно использовать ускоренную стратификацию семян с помощью теплой воды (см. Труды Брянского лесохозяйственного института, т. VI, статья В. М. Павлова). Предложение о формировании стволов бархата путем обрезки боковых сучьев правильно, но его нужно дополнить приемом удаления боковых почек в момент их набухания.

В статье И. А. Казарцева «Выведение засухо- и солеустойчивых тополей» описаны положительные результаты скрещивания по преимуществу тополя

московского серебристого с турангой разнолистной. Работа имеет методический характер. Безусловно справедливо секцию Туранга в родственном отношении ставить рядом с секцией Лейка. В дальнейшем желательно центр проверки поведения гибридов перенести в условия юго-востока Европейской части СССР, для которых собственно и выращиваются указанные гибриды.

Статья С. П. Иванникова: «Селекция осины в лесостепи на быстроту роста; устойчивость против гнили и качество древесины» посвящена селекции ценных форм осины в условиях лесостепи. Особый интерес представляет находка в Обоянском лесничестве исполинской осины и ее размножение семенным путем.

Работы по скрещиванию этой осины с белыми тополями оказались весьма перспективными. Было бы желательно включить в орбиту исследований скрещивание с тополем сереющим, который достигает в условиях Орловской области (см. книгу «Экзоты Западной области») весьма быстрого роста. При работах с осиной требуется не только селекционная точка зрения, как у автора, но и лесоводственная. Осина — двудомное растение. Имеются осины рано- и позднезрелые, устойчивые и малоустойчивые к гнили. Не получится ли в первом поколении расщепления наследственных признаков? Во всяком случае разведение ценных форм осины нужно всячески форсировать.

В статье Е. П. Проказина «Селекция смолопродуктивных форм сосны обыкновенной» разобран интересный вопрос о выделении сосен-рекордисток по смолопродуктивности. Автором детально разобраны связи смолопродуктивности с признаками ствола и кроны. Он указывает, что высокосмолопродуктивные сосны отличаются в общем лучшим ростом по высоте и диаметру, хотя нельзя ставить смолопродуктивность в прямую зависимость от ростовых процессов. Однако В. П. Разумов для брянских сосняков (Труды БЛХИ, т. IV) подчеркивает, что между размерами крон и выходом живицы имеется до-

\* Опыт и достижения по селекции лесных пород. Сб. работ по лесному хозяйству. Вып. 38. Отд. лесов и агролесомелиорации ВАСХНИЛ, ВНИИЛМ. Изд. МСХ СССР, М., 1959.

вольно тесная прямая корреляционная связь. Он устанавливает связь и с увеличением диаметров.

В статье Е. П. Проказина уделено достаточное внимание и влиянию условий внешней среды на смолопродуктивность. Приведены некоторые морфологические и биологические особенности сосен, дающих различное количество смолы. Однако такие особенности, как плоские шишки у шишек и черные семена с большой осторожностью можно считать только ведущими признаками высокосмолопродуктивных форм сосны. Дело в том, что эти признаки меняются в разные годы, в зависимости от хода породы, как это наблюдалось в Брянском опытном лесничестве. Имеет значение и наличие сосен, различающихся по характеру цветков, что установила Н. В. Котелова (1952). Зависят указанные выше признаки и от местонахождения сосен. Так, по исследованиям И. Н. Лигачева (1957), в условиях Бурят-Монголии сосны с крючковатыми (по апофизам) шишками встречались на хорошо освещенных и прогреваемых южных склонах, а на менее освещенных преобладали деревья с гладкими шишками. Лучшими оказались семена из темно-коричневых шишек. Видимо, многое зависит от формовой разнообразия сосен и условий среды, что отмечено и самим автором. Оказывается, ценные качества высокосмолопродуктивных форм сосны проявляются сразу, начиная с прорастания семян, что, конечно, имеет значение для селекции.

Представляет интерес и работа Н. Е. Скрипицыной «Селекция и семеноводство высокогуттоносного бересклета Маака». Она указывает, что на

промышленной плантации можно получить до 3,3—5,0 ц гуттаперчи, что у кустарника наблюдается хорошее плодоношение, его легко размножить семенами и черенками. Это все правильно, но по нашим наблюдениям и у бересклета европейского есть особенно хорошо плодоносящие особи. Они лучше растут и плодоносят, чем бересклет Маака, а мы знаем, что будущее бересклетов лежит и в области использования их семян как масличного сырья. Большое значение для познания бересклета Маака представляют выводы, касающиеся его биологии цветения и плодоношения.

Исследование И. Н. Заикиной «Селекция кленов в условиях Московской области» имеет значение для зеленого строительства. Этому способствуют и установленные автором методы отбора ценных форм у кленов по осенней окраске листьев.

В рецензируемой книге собран богатый опыт, приведены ценные материалы по селекции ряда лесных пород, выполненные под руководством известного селекционера акад. ВАСХНИЛ А. С. Яблокова. Безусловно, результаты исследования нужно считать достижениями в области трудной и трудоемкой, требующей длительного времени, селекционной работы с древесными породами: Этот опыт позволяет избежать ошибок и намечает пути к постановке широких производственных исследований в области лесного хозяйства.

**Б. В. Гроздов.**

*Зав. кафедрой дендрологии и селекции  
Брянского лесохозяйственного  
института*

## О НЕДОСТАТКАХ ПОСОБИЯ ПО ЭКОНОМИЧЕСКОМУ ОБОСНОВАНИЮ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ\*

В. И. Переход предлагает при экономическом обосновании лесохозяйственных работ сопоставлять затраты настоящего времени с предполагаемым эффектом, реализовать который возможно будет лишь в далеком будущем, главным образом, через поступление попенной платы при реализации спелого леса на корню.

Воспользуемся для иллюстрации методики акад. Перехода примером, приведенным автором в данном пособии (стр. 75):

Сравнительная экономическая эффективность естественного и искусственного лесовозобновления. Период возобновления леса при отсутствии содействия на данной лесосеке 5 лет, при наличии содействия — 3 года; средний прирост на 1 га — 3,5 м<sup>3</sup>; средняя таксовая цена 1 м<sup>3</sup> в возрасте рубки — 20 руб.

При отсутствии содействия потери на приросте составят: (20 руб. × 3,5 м<sup>3</sup> × 3 года) = 210 руб., а при производстве лесных культур потерь на прирост совсем не будет.

Затраты на проведение мер содействия естественному возобновлению на 1 га в данном хозяйстве составляют — 48 р. 14 к., а на создание гектара лесных культур — 249 р. 52 к.

Суммируя затраты и потери на приросте, получаем следующие показатели:

Способ возобновления	Затраты руб.-коп.	Потери на приросте руб.-коп.	Всего руб.-коп.
Естественное возобновление . . . . .	—	350	350
Содействие естественному возобновлению . . . . .	48—14	210	258—14
Культуры . . . . .	249—52	—	249—52

Сравнивая полученные данные, «мы видим,— утверждает автор,— что в данных естественноисторических и экономических условиях наиболее эффективным (!) является способ лесовозобновления путем производства лесных культур», а самым неэффективным — естественное возобновление, хотя последний способ совершенно не требует затрат ни средств, ни труда.

В условиях социалистического лесного хозяйства нельзя пользоваться этой методикой экономического обоснования, так как она совершенно не учитывает решающее значение фактора времени в обращении используемых средств в лесном хозяйстве.

Анализируя оборот капитала, Маркс указывал, что и после уничтожения капитализма сохраняются существенные различия в скорости оборота используемых средств в различных производствах, потому что они вытекают из внешних условий соответствующего процесса труда, а не из его общественной формы. В плановом хозяйстве придется, писал Маркс, «определять масштаб, в котором могут производиться такие операции, которые на долгое время отвлекают рабочую силу и средства производства, не доставляя за все это время никакого продукта в виде полезного эффекта; придется определять, в каком масштабе могут производиться эти операции, не причиняя вреда таким отраслям производства, которые постоянно или несколько раз в году не только отвлекают рабочую силу и средства производства, но и доставляют жизненные средства и средства производства» («Капитал» т. II, 1950, стр. 356).

Экономические показатели (себестоимость, трудоемкость; эффективность, рентабельность и др.) того или другого мероприятия в условиях социалистического лесного хозяйства имеют большое значение. Однако теория и практика социалистического строительства в СССР показывает, что эти показатели при всей их важности не являются исчерпываю-

\* В. И. Переход. Основы экономики лесоводства. Изд. АН БССР, Минск, 1957.



щими и далеко не всегда решающими, так как при экономическом обосновании должны быть учтены также те сроки, в течение которых общество вкладывает средства и труд, не получая взамен готовой продукции.

В вышеприведенном примере совершенно не учитываются сроки возвращения обществу затраченных средств. В действительности социалистическое общество заинтересовано в максимальном использовании даровых сил природы.

Предлагаемая В. И. Переходом методика является по существу арифметическим, а не экономическим подходом к решению вопроса экономического обоснования лесохозяйственных мероприятий\*.

Из всего вышесказанного явствует,

\* Здесь мы затрагиваем вопрос о методических неточностях самих расчетов, обусловленных тем, что совершенно неправильно отождествлять лесные таксы со стоимостью леса на кроне и невозможно сравнивать денежные единицы сегодняшнего дня с единицей далекого будущего.

что акад. Переход допускает в данном случае существенные теоретические и методологические ошибки. Это подтверждается и самой практикой проектирования и планирования, где его методика\*\* не нашла и не могла найти конкретного применения.

По нашему мнению, искать пути разработки надлежащей методики экономического обоснования нужно в использовании (с учетом специфики лесохозяйственного производства) имеющегося социалистического опыта экономического обоснования в отраслях, в которых по характеру кругооборота средств имеется определенная аналогия с лесным хозяйством (строительство крупных гидромелиоративных сооружений, мелиорации рек, транспортных магистралей, дорог, мостов и т. п.).

\*\* Необходимо отметить, что проф. М. М. Орлов в свое время предлагал пользоваться той же самой методикой.

В. Л. Джикович.

## СОДЕРЖАНИЕ

П. И. Войчалъ. О проблематике «Лесного журнала» . . . . .	3
---	---

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

В. К. Захаров, А. Ф. Киселев. Ход роста культур ели в БССР . . . . .	7
Э. Н. Фалалеев. Строение пихтовых лесов Сибири . . . . .	16
В. С. Чуенков. Полнодревесность лиственницы даурской в Амурской области . . . . .	22
Е. П. Проказин. К вопросу о возникновении раннего и позднего распускания листьев у дуба черешчатого . . . . .	26
А. М. Манжос. Изучение рН (кислотности) пылицы древесных и кустарниковых пород . . . . .	34
В. П. Лисютин. Силовое исследование лесного навесного плуга . . . . .	38
А. И. Котов. К вопросу о теоретическом обосновании степени совершенства насаждений лесов второй группы . . . . .	49

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. Г. Прохоренко. Статический расчет тросорельсовых дорог с подвижным тросом . . . . .	54
Б. Е. Елифанов. К вопросу теории перемещения грунта отвалом дорожных машин . . . . .	64
Н. Ф. Ковалев. О поперечной неравномерности загрузки колес подвижного состава ужд . . . . .	69
А. А. Родигин. О соотношении темпов снижения трудоемкости и себестоимости лесопродукции в леспромхозах Свердловской области . . . . .	73
Л. М. Копелевич. Метод сравнительной оценки лесотранспортных колесных машин по проходимости . . . . .	79
Т. Д. Суслова. Лабораторные исследования по применению торфяного фурфуrolа для стабилизации грунтов при строительстве лесовозных дорог . . . . .	85
Г. Ф. Грехов. Исследование напряжений при изгибе в лежнях деревянных покрытий автомобильных дорог . . . . .	89
В. А. Бородин. Рефракция в геодезическом нивелировании в условиях леса средней полосы СССР . . . . .	93

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. И. Санев. К вопросу о синхронизации и связях в автоматических линиях для машинной обработки деталей мебели . . . . .	98
И. П. Боксберг, З. Б. Доманская. Испытания кленной фанеры на изгиб в плоскости слоев . . . . .	105
А. А. Пижурин. Влияние геометрических параметров реза на усилия резания и чистоту обработки при тангенциальном точении древесины . . . . .	108
В. И. Микулинский. О профилировке зубьев пил для поперечной распиловки . . . . .	116
Н. А. Гончаров. О подготовке поверхности древесины к склеиванию . . . . .	120
Б. И. Гарков. Влияние температуры на прочность при сжатии натуральной и прессованной березы . . . . .	123
Г. Е. Шалтыко. О причинах быстрого гниения древесины, пропитанной смальцевым шпалопрпиточным маслом . . . . .	127

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Ю. И. Холькин. Адсорбционная очистка фурфурола от продуктов его осмоления . . . . .	131
Н. Л. Бурдэ, В. Н. Козлов. Химический состав некоторых древесных пород, произрастающих на Урале . . . . .	134
А. А. Ливеровский, Э. М. Цацка, Э. И. Шмудлевская. Опыт получения лесохимических продуктов при сжигании березовой древесины в скоростной топке ЦКТИ системы В. В. Померанцева . . . . .	141
В. И. Юрьев, С. С. Позин. Влияние обменно-адсорбированных катионов на электрокинетический потенциал и поверхностную проводимость древесных целлюлоз . . . . .	149
А. Ф. Зайцева, Л. А. Зайцева. Получение многоатомных спиртов из негидролизованной камеди лиственницы . . . . .	153

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. А. Присяжнюк. Влияние различных протравителей на энергию прорастания, техническую и грунтовую всхожесть семян лиственницы сибирской . . . . .	156
В. К. Асанова. Дзельква и перспективы ее культуры . . . . .	158
А. П. Клинцов. Об огневой очистке лесосек как мере содействия естественному возобновлению леса на Сахалине . . . . .	160
В. М. Иванюта. Прибор для механического определения среднего диаметра насаждения . . . . .	162

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

К. А. Лашкевич. Конференция лесоводов юга Европейской части РСФСР . . . . .	165
---	-----

## ЗА РУБЕЖОМ

Н. Н. Свалов. О высших лесных школах Германской Демократической Республики . . . . .	166
--	-----

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Г. И. Дохман, П. Е. Пороховник. Об учебнике лесоводства Е. Ф. Зябловского . . . . .	169
---	-----

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Б. В. Гроздов. Ценный опыт . . . . .	171
В. Л. Джикович. О недостатках пособия по экономическому обоснованию лесохозяйственных работ . . . . .	173

## ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4.

(Год издания третий).

Сдано в набор 7/VI 1960 г. Подписано к печати 10/VIII 1960 г. Форм. бум. 70×108<sub>16</sub>.  
Физ. печ. л. 11. Условн. печ. л. 15,07. +3 вклейки. Уч.-изд. 13,36.  
Тираж 1500. Ст. 01562.. Заказ № 1546. Цена 10 руб.

Типография им. Скляпина, г. Архангельск, Набережная им. Сталина, 86.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ЛЕСНОЙ  
ЖУРНАЛ



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

# ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

## на 1960 год

### НА ЖУРНАЛЫ „ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ СССР“ (22 серии)

В „Известиях вузов СССР“ будут помещаться статьи о результатах научно-исследовательских работ, выполненных работниками высших учебных заведений, сообщения о передовом отечественном и зарубежном опыте, определяющем направление и развитие научных исследований в соответствующей области знаний, материалы межвузовских научных конференций и совещаний, отдельные разделы диссертационных работ, а также материалы о введении в производство законченных научных работ.

„Известия вузов СССР“ предназначены для работников высшей школы, научно-исследовательских институтов, проектных и производственных организаций.

#### УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ

Наименование серии	Периодичность в год	Подписная плата		Наименование серии	Периодичность в год	Подписная плата	
		на 6 м. руб.	на год руб.			на 6 м. руб.	на год руб.
1. Физика . . . . .	6	30	60	12. Горный журнал .	12	60	120
2. Математика . . .	6	30	60	13. Геология и разведка . . . . .	12	60	120
3. Радиофизика . .	6	30	60	14. Нефть и газ . .	12	42	84
4. Радиотехника . .	6	21	42	15. Химия и хим. технология . . . . .	6	30	60
5. Энергетика . . .	12	42	84	16. Технология легкой промышленности . . . . .	6	30	60
6. Электромеханика	12	42	84	17. Пищевая технология . . . . .	6	30	60
7. Машиностроение	12	60	120	18. Технология текстильной промышленности . . . . .	6	30	60
8. Приборостроение	6	21	42	19. Лесной журнал .	6	30	60
9. Авиастроение . .	4	14	28	20. Строительство и архитектура . . . . .	12	60	120
10. Черная металлургия . . . . .	12	60	120	21. Геодезия и аэрофотосъемка . . . . .	6	21	42
11. Цветная металлургия . . . . .	6	30	60	22. Правоведение . .	4	17	34

Подписка на „Известия вузов СССР“ производится во всех городских отделах „Союзпечать“, конторах и отделениях связи, в пунктах подписки и общественными уполномоченными.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, как правило, не должны превышать 12 страниц машинописного текста. Некоторые, наиболее ценные статьи, могут быть опубликованы по решению редакционной коллегии и при большем объеме — до 24 страниц. Статьи библиографического характера не должны быть более 6 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 вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *i*, *и* и *a*, *o* и *a*, *I* и *J*, *z* и *ξ*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть подчеркнуты 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 матема-

тических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

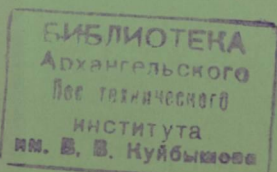
Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка простым карандашом 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 хроник).



Цена 10 руб.

**Принимается подписка  
на журнал на 1960 год**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»  
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР**

**Раздел**

**„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“**

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 60 рублей. Цена отдельного номера — 10 рублей.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплект журналов за 1958 г. и отдельные номера за 1958 и 1959 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная им. Сталина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».