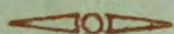


МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ  
ЖУРНАЛ



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

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

*ГОД ИЗДАНИЯ ДВЕНАДЦАТЫЙ*

1

1969

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь редакции **А. И. Кольцова**.

---

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

Выходит 6 раз в год.

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

---

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1.

(Год издания двенадцатый).

---

Сдан в набор 31/XII-68 г. Подписан к печати 20/III 1969 г. Форм. бум. 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Печ. л. 15,4 + 5 вкл. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 15,03. Тираж 2000. Сл 00123.

Заказ № 3626. Цена 1 руб.

---

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

## ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ — НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

Исполненной творческих сил вступила наша страна в новый 1969 год. Этот год народ назвал годом ленинской вахты: он пройдет под знаком подготовки к столетнему юбилею любимого вождя.

Верховный Совет СССР в Законе о государственном плане развития на 1969 г. поставил перед народным хозяйством большие и сложные задачи: на 7,3% должна возрасти промышленная продукция, на 6,1% — продукция сельского хозяйства, на 6% — капиталовложения, на 5,5% — реальные доходы на душу населения.

Весомый вклад в общее дело предстоит внести работникам лесной промышленности и лесного хозяйства. Вывозка деловой древесины увеличится на 3,4%. Производство пиломатериалов только на предприятиях Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР возрастет на 2,7 млн. м<sup>3</sup>. Особенно велики темпы прироста производства целлюлозы (12,5%), картона (16%), древесностружечных (18%) и древесноволокнистых плит (24,5%). Намного увеличиваются масштабы работ по созданию противозерозионных лесонасаждений, посевам и посадкам леса.

Эти рубежи по объемам производства должны быть достигнуты при высоком уровне всех экономических показателей: роста производительности труда, улучшения качества изделий и снижения их себестоимости, повышения уровня рентабельности.

Базой для выполнения больших и ответственных заданий народнохозяйственного плана является технический прогресс. Достижения отечественной науки и техники — предмет законной гордости нашего народа. Коммунистическая партия и Советское правительство придают большое значение дальнейшему развитию научных исследований. В принятом недавно постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций и ускорению использования в народном хозяйстве достижений науки и техники» наряду с крупными успехами в науке, отмечены характерные недостатки и нерешенные вопросы. Деятельность научных учреждений все еще не сосредоточена на важнейших народнохозяйственных проблемах. Велики сроки освоения рекомендаций науки. Недостаточны заинтересованность и ответственность научных работников в повышении качества исследований и внедрении их результатов в производство.

В постановлении подчеркнуто, что все эти недостатки свойственны и научно-исследовательским секторам вузов. Если такой недостаток, как многотемность работ, в последнее время преодолевается и усилия ученых концентрируются на общих направлениях, то с внедрением выполненных работ в производство дело обстоит все еще неблагоприятно. Следует отметить, что и сами заказчики — предприятия и объединения промышленности — не проявляют инициативы в вопросах внедрения. Так, например, на кафедре водного транспорта АЛТИ проведены многолетние исследования по запаням на донных железобетонных спорах. Установлено и успешно работает несколько таких запаней.

Однако сплавные тресты не спешат с распространением прогрессивного начинания. Этот пример, к сожалению, не единичен.

Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР обращает особое внимание на разработку моделей машин и оборудования будущего, принципиально новых технологических процессов. Работа научных учреждений, в том числе и научно-исследовательских секторов, будет оцениваться по новизне и перспективности предложений, по величине реального экономического эффекта от внедрения результатов исследований.

Ученые вузов восприняли это постановление партии и правительства и решения сессии Верховного Совета СССР как боевую программу действий. В тесном содружестве с работниками производства они сделают все для дальнейшего ускорения технического прогресса.

---

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ, ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ И ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ\*

Развитие всех отраслей лесной промышленности осуществляется в полном соответствии с решениями XXIII съезда КПСС по следующим основным направлениям: дальнейшее улучшение структуры лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности на базе комплексного использования древесного сырья и опережающего развития химической и химико-механической переработки древесины; освоение производства новых видов целлюлозы, бумаги, картона, фанеры и древесных плит и значительное увеличение выпуска стандартных жилых домов, комплектов деревянных деталей и других строительных изделий; увеличение заготовок древесины в лесоизбыточных районах Севера, Сибири и Дальнего Востока; расширение и углубление работ по восстановлению лесов и повышению их продуктивности, обеспечение дальнейшего роста производительности труда и улучшение экономических показателей во всех отраслях.

Многие из поставленных задач можно решить на базе существующей техники путем улучшения организации труда и производства. Однако полное решение выдвинутых проблем возможно только на основе использования в производстве принципиально нового оборудования и совершенствования технологических процессов.

*Лессэкссплуатация.* На ближайший период не планируется значительного увеличения объема лесозаготовок. При этом намечено полное использование расчетной лесосеки в европейской части СССР и строительство новых крупных лесозаготовительных предприятий в лесоизбыточной зоне восточных и северных районов страны.

Пленум отметил, что в настоящее время учеными вузов, научно-исследовательскими и конструкторскими организациями разработаны технологические процессы, изготовлены и испытаны опытные образцы машин и механизмов для лесозаготовок, резко повышающие производительность труда в лесу, исключают ручные операции и обеспечивают безопасность труда.

Наиболее перспективны технологические процессы, основанные на применении валочно-трелевочных машин ВТМ-4, бесчokerных тракторов ТБ-1 и валочно-пакетирующих машин «Дятел-2».

Валочно-трелевочные машины ВТМ-4 рекомендуются для работы в равнинных лесах со средним объемом хлыста  $0,5 \text{ м}^3$  при отсутствии благонадежного подроста, на почвах с умеренным увлажнением.

Область использования бесчokerных тракторов ТБ-1 — лесонасаждения с объемом хлыста выше  $0,2 \text{ м}^3$ . Эти машины могут работать при любых типах подроста, так как его сохранность обеспечивается применением метода «узких лент».

Валочно-пакетирующая машина «Дятел-2» рекомендуется для работы в лесонасаждениях с максимальным диаметром хлыста  $0,4 \text{ м}$ , в том числе при выборочных рубках.

\* По материалам Пленума научно-технического совета Минлесбумпрома СССР, состоявшегося в Москве в 1968 г.

Погрузка леса должна быть отделена от трелевки, в основном, благодаря использованию челюстных погрузчиков на базе тракторов Т-100, ТТ-4, ТДТ-55. В мелких разрозненных лесосеках намечена автомобильная самопогрузка древесины.

На периоды весенней и осенней распутицы рекомендуется создавать запасы древесины у трасс лесовозных усов, а также запасы неразделанных хлыстов на нижних складах.

Целесообразно сосредоточить главное внимание на строительстве усовершенствованных автомобильных дорог круглогодичного действия с грузооборотом 300—500 тыс. м<sup>3</sup> в год.

В районах, где есть гравий и камень, будут строиться гравийные и щебеночные дороги, а при отсутствии местных материалов — колеиные бетонные дороги и дороги из стабилизированных грунтов. В строительстве искусственных дорожных сооружений будут применяться блоки, изготовленные в централизованном порядке.

В качестве основных типов лесовозов намечено применять автопоезда на базе автомобилей КраЗ-214 (255-Б) и МАЗ-509 со складывающимися дышлами и тормозными прицепами-ропусками и широко использовать сменные прицепы седельного типа для вывозки леса, перевозки рабочих, устройства передвижных столовых, обогревательных пунктов и других целей; в малолесных районах применять, в основном, автопоезда на базе автомобилей ЗИЛ-157 (131).

Предполагается завершение механизации обрезки сучьев путем использования легких бензиномоторных пил и сучкорезок весом 7—8 кг, передвижных и стационарных сучкорезных машин.

На нижних складах лесовозных дорог краны всех типов будут постепенно заменены челюстными погрузчиками грузоподъемностью 30—40 т. На причальных складах работы полуавтоматических линий по разделке и сортировке древесины будут заканчиваться формированием сплавного пучка.

Пленум НТС считает возможными перевозку хлыстов по железным дорогам МПС и разделку их на складах потребителей. На сплаве леса намечается полностью перейти на дистанционно-патрульный способ с применением патрульных судов ПС-12 и ПС-8 и вездеходных агрегатов типа «Алтай» и ПТ-90; увеличить объемы зимней сплотки леса, сократить молевой сплав путем удлинения расстояний вывозки по лесовозным дорогам, организовать судовые перевозки леса единым транспортным пакетом.

Пленум рекомендовал всемерно развивать переработку дровяной древесины и древесных отходов на нижних складах лесовозных дорог для производства технологической щепы, колотых балансов, тары, арболита и для энергетической переработки.

В лесопилении важнейшей задачей является дальнейшая концентрация производства путем более полной загрузки мощностей лесозаводов с двухэтажными рамами в многолесных районах и сокращения числа мелких лесопильных цехов в малолесных районах.

Лесопильные заводы должны резко увеличить выработку технологической щепы для целлюлозно-бумажной промышленности, улучшить ее качество, довести выпуск кондиционной щепы до 22—24% от объема сырья и внедрить окорку пиловочника на всех предприятиях. Решено полностью механизировать тяжелые и трудоемкие складские работы путем использования сортировочных агрегатов с дистанционным управлением, подъемно-транспортных средств большой грузоподъемности, автопогрузчиков с челюстными захватами и грейферных захватов на краях. Рамные потоки будут специализированы для распиловки сырья различных размерно-качественных групп и пород. В вос-

точных районах страны, где преобладает крупномерное фаутное сырье, целесообразно внедрять ленточное лесопиление. Повсеместно будет налажена торцовка пиломатериалов после сушки. Намечается автоматизировать сортировку сырых пиломатериалов по сечениям, укладку досок в пакеты для сушки, механизировать сортировку высушенных пиломатериалов по длинам с маркировкой торцов и отгрузку их в жестких пакетах.

Увеличивается объем антисептирования и камерной сушки пиломатериалов. На передовых предприятиях необходимо внедрять фрезерно-пильные агрегаты (АФП) для одновременного получения пиломатериалов и технологической щепы.

В фанерной промышленности расширится ассортимент и масштабы производства большеформатной, а также водо-, био- и огнестойкой фанеры. Улучшится использование сырья и повысится выход фанеры высших сортов в результате увеличения объемов ребросклейки, починки и использования кускового шпона.

Предстоят большие работы по завершению механизации складов сырья и основных производственных процессов путем оснащения вновь строящихся и реконструируемых предприятий поточно-механизированными линиями: гидротермической обработки, окорки и разделки сырья, лущения, сушки шпона лентой, рубки, сортировки шпона, переработки кускового шпона в форматные листы, сборки пакетов и склеивания фанеры, обрезки — шлифования — сортировки — упаковки фанеры. Особое внимание обращается на механизированную загрузку клеевых фанерных прессов.

В производстве древесностружечных плит планируется модернизация оборудования существующих цехов древесностружечных плит с расчетом увеличения мощности с 25 до 35 тыс. м<sup>3</sup>, создание отечественного оборудования с высокой степенью автоматизации при мощности заводов 50 и 100 тыс. м<sup>3</sup> плит в год. Необходимо повысить качество и расширить ассортимент плит, отделанных пластиком, эмалью, бумагами и пленками, организовать раскрой плит по спецификации заказчика. Неотложной задачей является улучшение качества дереворежущего инструмента и повышение его стойкости. Рекомендовано развивать производство плит, в основном, по сухому способу, используя для этого оборудование производственной мощностью 10 и 25 млн. м<sup>3</sup> в год.

В мебельной промышленности предстоит завершить предметную и технологическую специализацию, организовав заготовительные и отделочно-сборочные предприятия, усовершенствовать технологию производства путем применения фанерования пластей щитовых элементов мебели в однопролетных прессах проходного типа и шлифования кромок в двусторонних; шлифования щитов на проходных широколенточных и многоленточных станках; увеличить использование полимеров, завершить перевод отделки щитовых элементов мебели на метод лаконолива с последующей обработкой лаковых покрытий на многоленточных и барабанных станках; осуществить отделку стульев в электростатическом поле, внедрить механизированный инструмент для обойных работ.

Наша деревообрабатывающая промышленность недостаточно обеспечена современным высокопроизводительным оборудованием, что отрицательно сказывается на экономических показателях.

В целях быстрее преодоления этого отставания намечен ряд мер по координированию деятельности Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР и соответствующих машиностроительных министерств.



В целлюлозно-бумажной промышленности давно назрела необходимость концентрирования производства массовых видов целлюлозно-бумажной продукции на крупных предприятиях, лесопромышленных комплексах и комбинатах; немассовых сортов бумаги, целлюлозы и картона на реконструированных средних и мелких предприятиях. Рекомендуется широко внедрять в промышленность новые прогрессивные способы варки целлюлозы: бисульфитный, нейтрально-сульфитный, «магнефит», ступенчатый способ и др., что позволит полностью использовать лиственную и дровяную древесину. Необходимо резко улучшить структуру вырабатываемых волокнистых материалов, увеличив долю выпуска сульфатной целлюлозы с 31% до 60,5%.

Для осуществления этих задач Минхимнефтемаш СССР обеспечит изготовление и поставку бумагоделательных машин, установок непрерывной варки целлюлозы с горячей диффузионной промывкой (производительностью до 900 т в сутки), аппаратов непрерывного действия для варки опилок, оборудования для непрерывной диффузионной промывки целлюлозы непосредственно после варки и после отдельных ступеней отбелки, двухступенчатой установки для отбелки древесной массы производительностью до 200 т в сутки, комплексов оборудования для размола массы при высокой концентрации (свыше 20%) для производства различных видов бумаги и картона, центробежных очистителей с приспособлением для деаэрации массы и другого оборудования.

Предусмотрен порядок, обеспечивающий проектирование и изготовление оборудования комплексными технологическими потоками, включая вспомогательное оборудование, КИП и регулирующую аппаратуру, вентиляционное оборудование, трубопроводы и т. д. При этом основные узлы агрегатов и поточных линий до поставки их заказчику должны проходить стендовую сборку и обкатку, а также испытания на надежность.

При разработке нового оборудования надо в большей мере практиковать приобретение лицензий, использование опытных образцов импортного оборудования, выявить возможность кооперированного изготовления крупного оборудования с применением отдельных узлов и деталей, производимых в странах — членах СЭВ и иностранных фирмах.

Лесохимическая промышленность удовлетворяет потребности народного хозяйства в древесном угле и канифоли лишь на 70—80%, поэтому ее главной задачей является ликвидация дефицита в этих и некоторых других продуктах лесохимии.

Необходимо обеспечить опережающее развитие производства экстракционной и талловой канифоли с доведением их удельного веса (включая другие талловые продукты) в общем объеме производства до 60%; организовать производство вторичных продуктов на основе канифоли, в том числе осветленной экстракционной канифоли, смоляных основ для мебельных лаков и укрепленного клея, позволяющего снизить на 30% расход канифоли при проклейке бумаги.

Пленум обратилась с просьбой к Министерству химического и нефтяного машиностроения организовать серийный выпуск измельчительных агрегатов для рубки пневмо осмола в щепу (мощностью 20—30 м<sup>3</sup>/час), а также погружных кислотоупорных насосов (производительностью 20—50 м<sup>3</sup>/час во взрывобезопасном исполнении).

До настоящего времени отрасли лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности не располагают отработанными системами автоматизированного управления технологическими процессами и хозяйственной деятельностью предприятий с применением математических методов и вычислительной техники.

Одна из причин этого явления — недостаточные объемы и фронт научно-исследовательских и опытных работ в данной области, а также отсутствие в лесных министерствах организации по проектированию систем управления.

В связи с этим пленум рекомендовал создать в главных управлениях по отраслям промышленности группы специалистов по КИП, автоматике и системам управления; сосредоточить отработку систем автоматического управления в отраслевых научно-исследовательских и проектных институтах министерства, широко привлекая к выполнению работ институты других министерств, Госплана СССР, Академии наук и ученых высшей школы.

Пленум отметил, что, несмотря на некоторое улучшение работы отраслевых научно-исследовательских институтов, они еще не используют всех возможностей для повышения технического уровня работы промышленности. В институтах слабо поставлена работа по теоретическим исследованиям и технико-экономическим обоснованиям новых технологических процессов и машин. Мало выдвигается и разрабатывается принципиально новых направлений в технике.

Отраслевым научно-исследовательским и проектным институтам поручено вести анализ состояния уровня мировой техники и обобщение результатов испытаний вновь изготовляемого оборудования.

Лесные вузы и факультеты страны немало сделали для технического прогресса во всех отраслях лесной промышленности и лесного хозяйства. Но еще больше предстоит сделать. Родина ждет от нас нового большого вклада в создание материально-технической базы коммунизма.

**Ф. И. Коперин.**

---

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 631.531.1

**ЗАВИСИМОСТЬ ВСХОЖЕСТИ ЖЕЛУДЕЙ  
ОТ ИХ РАЗМЕРОВ И ФОРМОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ****М. Д. ДАНИЛОВ**

(Марийский политехнический институт)

Исследованиями ряда отечественных и зарубежных ученых ([1], [2], [4], [6], [7], [8], [9], [10] и в некоторых других) установлено, что размеры желудей существенно влияют на их всхожесть и энергию прорастания.

В настоящей статье изложены материалы, характеризующие всхожесть и энергию прорастания желудей дуба черешчатого, в зависимости от их размеров и некоторых морфологических особенностей.

Желуди для опытов собирали в насаждениях с преобладанием или со значительным участием дуба в возрасте 100—150 лет, произрастающих на дерново-подзолистых почвах с близким залеганием пермских мергелей, в Марийской АССР, на северо-восточной границе естественного ареала дуба.

Результаты первого опытного посева желудей, произведенного осенью 1954 г., приведены в табл. 1. Желуди собраны с четырех деревьев, различающихся размерами плодов. В пределах каждого дерева они разбиты на пять фракций по крупности по 25 шт. в каждой. Высеяны они сразу после сбора на тщательно приготовленные и выравненные рядки.

Наибольшая грунтовая всхожесть наблюдается у крупноплодного дерева № 1, наименьшая — у мелкоплодного № 4. Однако самые крупные желуди дерева № 4 имеют более высокую грунтовую всхожесть, чем очень мелкие и мелкие желуди крупноплодного дерева № 1, а также средние желуди среднеплодных деревьев № 2 и 3. Следовательно, самые крупные желуди мелкоплодного дерева обладают достаточно высокой жизнеспособностью и могут быть выше качеством, чем очень мелкие и мелкие желуди крупноплодного дерева и даже средние желуди среднеплодных деревьев, хотя по весу они значительно меньше последних.

Зависимость грунтовой всхожести желудей от их веса подтвердилась и в опытных посевах, произведенных осенью 1964 г. При учете сеянцев осенью 1965 г. были получены следующие данные (табл. 2).

С 29 сентября 1964 г. по 5 февраля 1965 г. был поставлен опыт по определению всхожести и энергии прорастания желудей при благоприятных условиях в лабораторной обстановке. Желуди разделяли на крупные и мелкие фракции по 40 шт. в каждой. Результаты опыта показаны в табл. 3.

Привлекает внимание стопроцентная всхожесть желудей мелкоплодных деревьев № 33 и 31. Всходы из желудей этих деревьев появились дружно и несколько раньше, чем у крупноплодных. Это объясняется отбором для посева здоровых и свежих желудей. Независимо от веса, они были жизнеспособными и при благоприятных условиях давали высокую всхожесть. Быстрота набухания и прорастания желудя зависит от величины его донца, особенно от относительного диаметра. Желуди мелкоплодных деревьев № 33 и 31 отличаются большими относительными диаметрами донца.

При посеве в открытый грунт желуди мелкоплодных деревьев, особенно их мелкие фракции, дают более низкую грунтовую всхо-

Таблица 1

№ деревьев	Средняя характеристика желудей	Фракции желудей	Средний вес желудя, г	Количество всходов по учету		Грунтовая всхожесть, %
				15 июня 1955 г.	15 сентября 1955 г.	
1	Крупные продолговатые	Очень крупные	7,68	12	18	72
		Крупные	7,35	12	19	76
		Средние	5,92	11	17	68
		Мелкие	5,54	12	16	62
		Очень мелкие	3,64	10	12	48
		В среднем	6,03	11	16	62
2	Средние продолговатые	Очень крупные	5,54	13	17	68
		Крупные	4,45	12	16	62
		Средние	3,90	10	15	60
		Мелкие	3,16	9	14	48
		Очень мелкие	2,50	10	10	40
		В среднем	3,91	11	14	48
3	Средние, слегка продолговатые, утолщенные	Очень крупные	5,15	13	17	68
		Крупные	4,40	12	16	62
		Средние	3,75	10	14	48
		Мелкие	2,95	11	14	48
		Очень мелкие	2,27	8	9	36
		В среднем	3,70	11	14	48
4	Очень мелкие, заостренные к вершине	Очень крупные	3,36	13	17	68
		Крупные	2,35	12	14	48
		Средние	1,95	8	9	36
		Мелкие	1,58	6	7	28
		Очень мелкие	1,08	4	5	20
		В среднем	2,06	9	10	40

Таблица 2

№ деревьев	Средний вес желудя, г	Количество высеянных желудей	Количество однолетних семян	
			шт.	% к количеству высеянных желудей
2	5,18	168	128	76
1	4,18	184	113	61
12	4,16	168	105	62
3	3,30	168	103	61
10	2,30	168	52	31
13	2,21	168	81	48

жесть, чем желуди крупноплодных деревьев (в связи с неблагоприятными условиями). П. Б. Раскатов [5] отмечает, что до появления трещин в околоплоднике через донце осуществляется водообмен желудя с окружающей средой. А. К. Денисов [3] указывает, что желуди с большим диаметром донца быстрее усыхают при недостатке влаги и быстрее набухают при достаточном водоснабжении.

Учитывая важность этого явления, мы поставили специальные опыты, результаты которых приведены в табл. 4 и 5.

Таблица 3

№ деревьев	Характеристика желудей	Вес желудя, г, по фракциям			Всхожесть желудей, %			Диаметр донца	
		крупным	мелким	в среднем	крупных	мелких	в среднем	средний, см	относительный, см/г
27	Крупные	6,62	4,15	5,39	80	80	80	0,90	0,17
2	"	6,31	3,36	5,04	40	100	70	0,75	0,15
1	Средние	5,47	3,26	4,34	80	60	70	0,75	0,17
34	"	4,84	3,40	4,12	60	80	70	0,55	0,17
33	Мелкие	3,79	2,31	3,05	100	100	100	0,58	0,26
31	Очень мелкие	2,40	1,68	2,04	100	100	100	0,45	0,22

Таблица 4

№ деревьев	Средний вес желудей, г	Средний диаметр донца, см	Относительный диаметр донца, см/г	Количество воды, восанной за 24 час, % к первоначальному весу
4	4,40	0,73	0,17	9,1
1	4,07	0,90	0,22	14,3
20	3,01	0,50	0,16	6,2
16	2,90	0,63	0,22	18,5
22	2,35	0,70	0,30	35,5
18	1,16	0,47	0,29	7,7
15	1,55	0,70	0,45	22,4
13	1,40	0,40	0,28	14,5
23	1,23	0,43	0,35	17,6
10	1,02	0,57	0,55	28,8

Таблица 5

№ деревьев	Фракции желудей	Вес желудя, г	Средний диаметр донца		Усыхание за 6 дней	Набухание за 5 дней
			абсолютный, см	относительный, см/г		
1	Крупные	7,35	0,90	0,12	86,8	89,8
	Средние	6,55	0,80	0,12	86,6	92,8
	Мелкие	4,64	0,80	0,15	83,6	95,1
22	Крупные	4,08	0,70	0,17	74,5	94,1
	Средние	3,21	0,70	0,26	72,2	102,6
	Мелкие	2,51	0,70	0,28	71,4	103,5

Желуди просушивали в обычных условиях лабораторного помещения, намачивали во влажных камерах, обергывали фильтровальной бумагой, впитывающей воду, налитую на дно камеры.

Из данных табл. 4 и 5 видно, что желуди с крупными донцами при дефиците влаги иссушаются быстрее, а при достаточном водоснабжении набухают быстрее, чем желуди с донцем меньшего размера.

По абсолютной величине донца не всегда можно судить о способности желудей к более быстрому иссушению или набуханию. Часто очень крупные и крупные желуди с большим донцем обладают небольшим его относительным диаметром. Они отличаются сравнительно-

медленным иссушением или набуханием в зависимости от состояния водного режима в окружающей среде. Нередко мелкие желуди с относительно крупным донцем имеют большую величину его относительного диаметра. Они быстрее просыхают или набухают.

На основании сказанного можно сделать вывод, что в селекционной практике необходимо перейти от смешанного сбора и сортировки к лодеревному сбору (учитывая состояние материнских деревьев) с последующей сортировкой желудей по размерам.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Л. Богданов. Влияние величины желудей на рост молодых дубков. «Ботанический журнал» № 4, 1954. [2]. В. С. Владимирова. Влияние размера желудей на рост семян дуба. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1953. [3]. А. К. Денисов. Многоформность желудей дуба черешчатого и ее влияние на их посевные качества. Сборник трудов ПЛТИ, № 52, 1957. [4]. Н. П. Кобранов. Задачи и итоги работ. Отд. лесоводства лесной опытной станции. Воронеж, 1925 [5]. Б. П. Раскатов. Анатомическое строение желудя. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1951. [6]. А. А. Хитрово. Влияние величины желудей на развитие всходов дуба. Труды по лесному опытному делу в России, вып. VII, 1908. [7]. И. В. Шутко. Рост семян дуба в зависимости от веса семян и происхождения семенного материала. Сборник работ по лесному хозяйству, вып. XII, БелНИИЛХ, Минск, 1958. [8]. Г. Р. Эйтинген. Роль отбора желудей в развитии дуба. Журн. «Сельское и лесное хозяйство» № 1—2, 1922. [9]. F. Baum. Ueber Gewicht und Körnerzahl einiger Waldsamen. Forstwiss. Centralbl., 1880. [10]. M. Kienitz. Zur Saatgutsortierung. Z. für Forst und Jagdwirtschaft, 1924.

Поступила 29 декабря 1966 г.

УДК 634.0.232

## ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ БОЯРСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА УКРАИНСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

**Б. И. ЛОГГИНОВ**

(Украинская сельскохозяйственная академия)

От прошлого столетия в Боярском учебно-опытном лесхозе сохранились культуры на площади 67 га; старейшее сосновое насаждение Iв класса бонитета заложено в 1893 г. в квартале 94 Плисецкого лесничества. В 72 года сосна имела среднюю высоту 31,6 м и средний диаметр стволов 37,5 см. Сосновые посадки в квартале 50 Жорновского лесничества в 67 лет имеют среднюю высоту 32,4 м, диаметр 34 см, запас 760 м<sup>3</sup> на 1 га и средний прирост стволовой массы 11,3 м<sup>3</sup>.

Всего в дореволюционный период заложено 1593 га культур — 16% всей площади культур лесхоза. В настоящее время средний прирост по шестнадцати 50—60-летним сосновым насаждениям свежей субори и свежего сугрудка составляет 8,3 м<sup>3</sup>/га. Площадь лесных культур резко увеличилась после Октябрьской социалистической революции.

В настоящее время более половины всех насаждений Боярского лесхоза составляют лесные культуры, большая часть которых, по данным лесоустройства 1949 и 1957 гг., находится в хорошем состоянии. Но при их создании было немало ошибок, а многие недостатки до сих пор еще не изжиты полностью. Так, только одна треть культур представлена смешанными насаждениями. В прошлом столетии только 2%

создаваемых культур были смешанными, в предвоенные годы — уже 45% и к 1950 г. — до 65%. Такой решительный переход к созданию смешанных насаждений можно было бы считать большим прогрессом. Однако разработкой рациональных способов смешения пород в лесных культурах всерьез не занимались, и значительная часть создаваемых смешанных культур, особенно сосново-дубовых, не только не превышала чистые по продуктивности, но и имела даже более низкие запасы.

Другой существенный недостаток искусственного возобновления (преодоленный лесхозом уже в последние годы) — низкая приживаемость сосновых культур и плохой их рост в первые годы.

Даже при беглом осмотре молодых культур, особенно заложенных до 1956 г., можно было установить неполноценность довольно значительной их части (сильную изреженность при недостаточно хорошем росте), хотя по инвентаризационным записям культуры 1952—1955 гг. отличались достаточно высокой приживаемостью — от 91,1 до 92,7%. Такое несоответствие объясняется тем, что большой отпад семян в первый же год посадки маскировался так называемым предынвентаризационным пополнением, которое в лесхозе применяли очень широко до 1956 г. Этому способствовали некритически воспринимаемые рекомендации по посадке семян вне обычных сроков, особенно в августе и сентябре, а также одно из положений действующей инструкции по премириванию за высокую приживаемость культур, по которому живые сеянцы, высаженные не позднее чем за месяц до инвентаризации, считаются прижившимися. Это вредное положение инструкции до настоящего времени еще не отменено.

Фактически значительная часть семян сосны предынвентаризационного пополнения, при обычно сухой первой половине осени, не приживается, хотя до инвентаризации и не усыхает.

Как показали наши исследования, пагубные последствия предынвентаризационного пополнения особенно резко сказались в засушливом 1954 г. (после также засушливого 1953 г.). В целом по Боярскому лесничеству отпад в культурах 1953 г. составил 34%, а по Жорновскому — даже 40%. В обычные по осадкам годы такого сильного отпада, конечно, не наблюдалось, но все же осеннее (предынвентаризационное) пополнение сосновых культур наносило существенный ущерб. В лесхозе появлялось много сильно изреженных молодых культур, которые приходилось поправлять в порядке реконструкции. При этом недостаток техники, рабочей силы и неразработанность самих способов пополнения культур с задерневшей почвой (и собственно реконструкции, проводившейся в небольших размерах) плохо сказались на результатах, и значительную часть культур пришлось исправлять повторно в период 1957—1960 гг.

К настоящему времени молодняки лесхоза, в основном, находятся в удовлетворительном состоянии. Повышение приживаемости культур, а также улучшение их роста в значительной мере произошло благодаря улучшению подготовки почвы. Кафедра лесных культур с 1955 г. настойчиво рекомендовала вместо подготовки почвы бороздами перейти к сплошной вспашке после раскорчевки вырубок. В лесхозе все шире стали создавать культуры по сплошной пахоте, с последующей механизированной посадкой (механизация ухода за почвой слабая).

В последние годы закладывают в основном смешанные культуры. На песчаных почвах выращивают сосново-березовые насаждения при чередовании нескольких рядов обыкновенной сосны с одним рядом бородавчатой березы. На супесчаных почвах суборей создают сосново-дубовые культуры тремя способами: чередованием четырех-пяти рядов сосны с одним рядом дуба черешчатого суборейного, вводимого по-

садкой сеянцев или посевом (на лучших по увлажнению участках с красным дубом); чередованием пяти-семи рядов сосны с трехрядной лиственной полосой, в средний ряд которой вводится дуб, а в крайние буферные ряды — гладкий и листоватый вязы (которые в суборях пока не поражаются голландской болезнью), татарский клен, дикая груша, а также белая акация (с посадкой ее на пень в 5—6-летнем возрасте, когда при рубке можно получить колья); введением дуба под полог приспевающих и спелых насаждений, с последующим после рубки использованием поросли дуба для формирования II яруса.

Большим достижением Боярского лесхоза как учебно-опытного хозяйства является то, что каждому лесокультурному и лесохозяйственному мероприятию придается, по возможности, опытный характер и в исследованиях участвуют все специалисты лесхоза и лесничеств. Значительные работы ведут специальные кафедры лесохозяйственного факультета Украинской сельскохозяйственной академии и Боярская лесная опытная станция. Благодаря этому, насущные вопросы производства решаются на месте наиболее квалифицированно и увеличивается число учебно-опытных объектов, используемых при обучении студентов стационарной и заочной подготовки, а также слушателей курсов по повышению квалификации.

В лесхозе имеются лесосеменные участки, заложенные различными способами. Получены данные о значении сортировки лесных семян по крупности и удельному весу. Все шире используются полимерные материалы (различные пленки) для покрытия посевов в питомнике (что позволяет снизить норму высева дорогостоящих семян на 30—50%), в качестве обвязочного материала при прививках, для ускорения подготовки семян до наклеивания и для проращивания черенков. Прослежено влияние происхождения и качества посадочного материала на состояние культуры сосны.

Выращены сосновые и дубовые культуры в различных условиях местопроизрастания при разной глубине основной вспашки. Заложены культуры при различной технике посадки сеянцев сосны. Испытаны разные способы применения гексахлорана на захрущевленных площадях и различные ростовые вещества для повышения приживаемости и улучшения роста культур. Регулярно исследуются сосновые культуры, заложенные в 1940 г. и в последующем по многим вариантам первоначальной густоты посадки и при различном размещении посадочных мест в рядовых культурах и в площадках (посадкой и посевом).

Большой интерес представляют культуры, выращиваемые при различной интенсивности ухода за почвой и совместно с многолетним люпином. Исследован рост многих древесных и кустарниковых пород и дана сравнительная оценка черноольховых, березовых и сосновых культур. В 1961—1964 гг. созданы опытные культуры тополей по различным вариантам смешения и размещения на площади (для разрешения различных вопросов агротехники выращивания насаждений). В культурах испытывается 39 видов и гибридных форм тополей.

Заложены опыты по исправлению культур, введению в чистые сосняки белоакациевого подлеска, предварительному возобновлению основных пород под пологом спелых изреженных древостоев. В культурах испытываются черная сосна, листовница разных видов, виргинский можжевельник, амурское бархатное дерево, западный каркас и другие экзотические породы. Проводятся интересные работы по рубкам ухода в культурах, выращиванию бессучковой древесины, испытанию различных способов механизации трудоемких процессов.



УДК 634.0.231.32

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ НА РОСТ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОРНЕЙ СОСНОВОГО ПОДРОСТА

В. Н. ТОЛКАЧ

(Белорусский технологический институт)

В задачу наших исследований входило изучение влияния минеральных удобрений, рыхления почвы, биологической мелиорации, освещенности и других факторов на рост и характер распространения корней соснового подроста.

Исследования были проведены в Негорельском учебно-опытном лесхозе Белорусского технологического института в квартале 81 на стационаре 3 в 115-летнем сосняке-брусничнике полнотой 0,65, а также на вырубке 1964 г., в окне 15×20 м и в естественных сосновых молодняках. Таксационная характеристика соснового подроста и естественного молодняка приведена в табл. 1.

Таблица 1

Варианты опыта	Средняя высота, см	Средний диаметр, мм	Запас одного дерева, дм <sup>3</sup>	Количество деревьев на 1 га, тыс. шт.	Возраст, лет	Относительная освещенность, %
Контроль . . . . .	80,8	7,0	0,031	19,8	15	34,2
Контроль с рыхлением почвы	80,4	7,3	0,034	21,7	15	33,9
Известкование почвы + РК	83,4	7,3	0,035	20,0	15	34,0
Посев люпина на фоне извести + РК . . . . .	82,6	7,6	0,038	22,5	15	33,8
НРК . . . . .	89,8	8,5	0,051	23,4	16	32,7
Посадка люпина . . . . .	81,4	7,8	0,038	17,7	15	34,1
Посев люпина на фоне извести . . . . .	80,9	7,8	0,039	23,4	14	33,7
Посев люпина . . . . .	80,1	7,4	0,035	18,7	14	34,3
Окно . . . . .	158,0	12,5	0,193	19,0	15	42,9
Вырубка . . . . .	87,8	16,2	0,181	18,3	15	100
Естественные сосновые молодняки . . . . .	209,8	21,8	0,783	10,9	15	100

Опыт заложен с трехкратной повторностью в апреле 1964 г. и включает восемь вариантов: 1—контроль; 2—контроль с рыхлением почвы; 3—внесение в почву N—60, P—120, K—60 кг действующего вещества на 1 га; 4—внесение P—120, K—60 кг на 1 га и 2,5 т мела из расчета 1/2 гидролитической кислотности; 5—посев многолетнего люпина по фону извести (2,5 т мела) с внесением P—120, K—60 кг на 1 га; 6—посев многолетнего люпина по фону извести (2,5 т мела); 7—посев многолетнего люпина; 8—посадка многолетнего люпина. В качестве удобрений использовали суперфосфат, аммиачную селитру, силвинит. Почву под посев люпина подготавливали в третьей декаде апреля вручную полосами шириной 20 см. Глубина рыхления 10 см. Расстояние между серединами полос 1 м. Почва на объектах исследования дерново-подзолистая, слабоподзоленная, развивающаяся на песке связном, подстилаемая песком рыхлым, бедна гумусом (1,33—1,27%), азотом (0,10—0,09%) и другими элементами питания.

Раскпку корней соснового подроста производили осенью 1966 г. по методике Гильфа [2] с учетом их проникновения в глубину по 10-сантиметровым слоям почвы.

На секциях каждого варианта выкапывали по три сосенки. Процент повреждения корней при рыхлении почвы определяли у пяти средних сосенок, расположенных на расстоянии 10, 20, 30, 40 и 50 см от середины полосы рыхления. По нашим данным, повреждение корней соснового подроста при рыхлении почвы колеблется в пределах 10,8—46,3%, а в среднем 21,2%.

Большой процент повреждения корней привел к снижению прироста по высоте. В первый год после подготовки почвы на секциях с рыхлением прирост снизился на 11%, во втором году — на 4%, а на третий год практически сравнялся с контрольным. Это свидетельствует о полном восстановлении поврежденных корней только на третий год после обработки почвы. Горизонтальные корни соснового подроста под пологом леса весьма тонки, слабо ветвятся и имеют только один ярус. В основном они распространяются в подстилке или на незначительной глубине (2—3 см) в минеральном слое, что и является одной из основных причин гибели соснового подроста после выхода его из-под полога леса, когда сильно пересыхает подстилка и верхний слой почвы. Такое предположение подтверждается выводами И. Н. Рахтеенко [2].

В горизонтальном направлении корни соснового подроста под пологом леса распространяются на 1,5—2 м. В глубь почвы стержневые и якорные корни проникают до 50—70 см. На секциях с рыхлением почвы они растут вдоль взрыхленных полос и усиленно ветвятся, особенно корни, поврежденные при обработке почвы. Вновь образовавшиеся

Таблица 2

Варианты опыта	Средний сухой вес одного растения (г — в числителе, % — в знаменателе)			Отношение веса подземной и надземной частей	Глубина распространения корней, см	Процент мелких корней
	надземной части	корней	всего			
Контроль . . . . .	30,7	4,10	34,83	0,13	60	18,7
	100	100	100			
Контроль с рыхлением почвы . . . . .	36,1	4,85	40,92	0,13	60	24,9
	117	118	117			
Известкование почвы + РК . . . . .	45,4	5,33	50,69	0,12	60	29,2
	148	123	146			
Посев люпина на фоне извести + РК . . . . .	50	5,99	56,09	0,12	50	31,7
	163	146	161			
НРК . . . . .	60,7	5,66	66,39	0,09	50	29,3
	197	138	191			
Посадка люпина . . . . .	43,7	4,98	48,66	0,12	50	24,9
	142	121	137			
Посев люпина на фоне извести . . . . .	49,5	5,54	55,04	0,11	70	30,5
	161	135	158			
Посев люпина . . . . .	41,0	5,12	46,15	0,12	50	23,4
	133	125	132			
Окно . . . . .	176,6	25,8	202,4	0,14	50	18,6
	575	629	581			
Вырубка . . . . .	312,8	49,8	362,6	0,16	70	27,1
	1156	1214	1041			
Естественные сосновые молодняки . . . . .	718,4	115,7	834,1	0,16	100	10,4
	2340	2822	2394			

Варианты опыта	Средний сухой вес корней толще 1 мм одного растения			
	А <sub>1</sub> (0—10 см)	А <sub>2</sub>		
		10—20	20—30	30—40
Контроль . . . . .	3,54 86,3	0,38 9,3	0,10 2,4	0,06 1,4
Контроль с рыхлением почвы	3,60 74,2	0,96 19,8	0,15 3,1	0,09 1,9
Известкование почвы + РК . . . . .	3,71 75,3	0,94 19,1	0,12 2,4	0,08 1,6
Посев люпина на фоне извест- ти + РК . . . . .	4,57 76,6	1,1 18,3	0,15 2,5	0,10 1,7
НРК . . . . .	4,40 78,0	0,95 16,9	0,14 2,5	0,10 1,7
Посадка люпина . . . . .	4,14 83,1	0,62 12,5	0,11 2,2	0,08 1,6
Посев люпина на фоне извести	4,29 78,0	0,91 16,6	0,15 2,7	0,08 1,5
Посев люпина . . . . .	4,07 79,5	0,88 17,2	0,09 1,7	0,06 1,2
Окно . . . . .	20,87 81,0	3,88 15,0	0,47 1,8	0,34 1,3
Вырубка . . . . .	36,6 72,4	9,1 18,0	1,6 3,2	1,8 3,5
Естественные сосновые молод- няки . . . . .	84,8 73,3	21,7 18,7	2,8 2,4	2,0 1,7

корни за три года углубляются до подошвы рыхления, а в отдельных случаях в уплотненный песок до 10—20 см.

В естественных сосновых молодняках одного возраста с подростом, находящимся под пологом, корневая система более мощная и имеет два-три хорошо выраженных яруса. В результате раскопки корней модельных деревьев соснового подростка мы выделили три типа корневых систем: 1—горизонтальную; 2—горизонтальную с двумя-четырьмя якорными корнями, проникающими на глубину 40—50 см; 3—горизонтальную с одним слабо развитым стержневым корнем. Сравнивая общий вес корней одного дерева по вариантам опыта (табл. 2), можно отметить, что минеральные удобрения, рыхление почвы и биологическая мелиорация оказывают положительное влияние на интенсивность роста корней и их ветвление. Вес корней под влиянием этих агротехнических мероприятий увеличился на 23—26%. Наиболее сильно действие фосфорно-калийного удобрения в сочетании с многолетним люпином. На усиление роста корней с повышением плодородия почвы указывали И. Н. Рахтеенко [2] и Б. Д. Жилкин [1]. Из табл. 2 также видно, что свет в большей мере оказывает влияние на рост подземной части, чем минеральные удобрения, рыхление почвы и биологическая мелиорация.

Отношение веса корней к весу надземной части соснового подростка показывает (табл. 2), что повышение плодородия почвы оказывает большее влияние на рост надземной части. Увеличение освещенности и изменение других факторов, наоборот, вызывает более интенсивный рост подземной части. У подростка, вышедшего из-под полога леса, зна-

Таблица 3

соснового подроста ( $z$ — числитель, $0/0$ — знаменатель) по горизонтам						Итого, $z$
см		А <sub>2</sub> В <sub>1</sub> , см				
40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100	
$\frac{0,01}{0,3}$	$\frac{0,01}{0,3}$	—	—	—	—	4,10
$\frac{0,03}{0,6}$	$\frac{0,02}{0,4}$	—	—	—	—	4,85
$\frac{0,03}{0,6}$	$\frac{0,05}{1,0}$	—	—	—	—	4,93
$\frac{0,07}{0,9}$	—	—	—	—	—	5,99
$\frac{0,05}{0,9}$	—	—	—	—	—	5,64
$\frac{0,03}{0,6}$	—	—	—	—	—	4,98
$\frac{0,03}{0,6}$	$\frac{0,02}{0,3}$	$\frac{0,02}{0,3}$	—	—	—	5,50
$\frac{0,02}{0,4}$	—	—	—	—	—	5,12
$\frac{0,24}{0,9}$	—	—	—	—	—	25,8
$\frac{0,8}{1,5}$	$\frac{0,7}{1,4}$	—	—	—	—	50,6
$\frac{1,4}{1,2}$	$\frac{1,0}{0,9}$	$\frac{0,9}{0,8}$	$\frac{0,9}{0,8}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,1}$	115,7

ческие отношения веса подземной и надземной частей в течение трех лет увеличилось до 0,16 и, по-видимому, достигло предельной величины, так как в естественных сосновых молодняках оно также равно 0,16. Учет распространения корней в глубину показал (табл. 3), что основная их масса (72—87%) расположена в горизонте А<sub>1</sub> (0—10 см).

### Выводы

1. Основная масса горизонтальных корней соснового подроста под пологом леса расположена в подстилке или в минеральном слое на глубине 0,3 см.
2. Повышение плодородия почвы и увеличение освещенности положительно влияет на рост корней соснового подроста.
3. Рыхление почвы содействует заглублению горизонтальных корней соснового подроста.
4. Корневая система соснового подроста, поврежденная при подготовке почвы, полностью восстанавливается через три года.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Б. Д. Жилкин. Повышение продуктивности лесов культурой люпина. Минск, 1956. [2] И. Н. Рахтеенко. Рост и взаимодействия корневых систем древесных растений. Минск, 1963.

Поступила 12 января 1968 г.

УДК 634.0.221.04

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТПАД ЕЛЬНИКОВ

А. В. ДАВЫДОВ, В. И. КРАВЧЕНКО

(ЛенНИИЛХ)

В своей работе мы стремились выявить влияние разреживания еловых древостоев на их продуктивность и обосновать процент выборки запаса при выборочных рубках. Мы воспользовались постоянными опытными площадями 11А, 11Д и 11Е, заложенными проф. А. В. Давыдовым еще в 1931 г. в двухъярусном ельнике чернично-кисличном, II класса бонитета, в условиях Сиверского опытно-показательного механизированного лесхоза Ленинградской области.

Отпад вычисляли на основании повторных пересчетов каждые 5 лет. В отпад в основном входили деревья V, реже IV классов роста, характеризующиеся слабой энергией роста по высоте, диаметру, слабым развитием кроны в силу угнетения их деревьями высших классов роста и первого яруса.

Для установления влияния различной степени разреживания в прошлом (за 33 года) мы вычисляли годовую продуктивность и текущий прирост в процентах по формуле Пресслера.

Исследуемый древостой имел два поколения: первое в возрасте 60—85 лет (в среднем 77 лет), вышедшее из старого угнетенного подраста (типичные «волки»); второе в возрасте 45 лет со средним диаметром 10 см, с большим количеством отмирающих деревьев. Почва — супесчаная, слабо оподзоленная на валунном красном суглинке.

На опытных площадях 11Д и 11Е в 1931 г., а затем в 1964 г. были проведены разреживания по комбинированному методу. Таксационная характеристика исследуемых древостоев по данным 1931 и 1964 гг. приведена в табл. 1.

Общее количество вырубленной древесины и ее сортиментная структура на опытных площадях 11Д и 11Е по исследованиям 1931 и 1964 гг. приведены в табл. 2.

Опытная площадь	Год рубки	Вырублено с 1 га			
		по запасу		по числу деревьев	
		%	м <sup>3</sup>	%	шт.
11Д	1931	37,9	151	34	1100
	1964	32,6	124	35,6	180
11Е	1931	50	191	34	1058
	1964	32,3	106	23,3	163

Из данных таблиц видно, что выборка в 1931 г. 37,9 и 50% запаса на пробных площадях 11Д и 11Е не имела вредных последствий для древостоев и в 1964 г. вновь появилась возможность вырубить 32,6 и 32,3% запаса древесины. В 1964 г. на опытной площадке 11Д заготов-

Таблица 1

Опытная площадь	Год рубки	Ярус	Возраст, лет	Состав	Средние		Число деревьев на 1 га	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
					диаметр, см	высота, м			
11А (контроль)	1931	I	77	8Е2С+Б	24,3	20,0	306	0,49	165
		II	45	9Е1Ол	10,3	14,0	3136	0,90	215
	1964	I	110	10Е+С	41,9	25,0	161	0,45	199
		II	78	10Е	21,3	20,8	1000	0,80	273
11Д	1931	I	77	7Е3С+Б	28,9	20,0	360	0,69	240
			9Е1С	24,4	20,0	240	0,36	127	
		II	45	9Е1Ол	9,6	14,0	2885	0,75	153
			10Е+Ол	10,3	14,0	1905	0,57	120	
	1964	I	110	10Е+С	39,7	26,0	127	0,35	165
		II	78	10Е	33,0	25,9	100	0,22	97
11Е	1931	I	77	6Е3С1Б	28,3	20,0	294	0,56	206
			9Е1Б	21,0	20,0	162	0,26	52	
		II	45	8Е2Ол	10,0	14,0	2827	0,80	173
			9Е1Ол	10,7	14,0	1901	0,60	136	
	1964	I	110	10Е	33,6	26,0	128	0,29	132
		II	78	10Е	31,0	26,0	103	0,20	95
				10Е, ед. Ол	19,7	21,0	572	0,61	210
				10Е	24,0	22,0	434	0,40	141

Примечание. В числителе — данные до разреживания; в знаменателе — после разреживания древостоев в 1931 и 1964 гг.

лено пиловочника почти в 1,7 раза больше, чем на площади 11Е, а выход строительных бревен и балансов выше соответственно на 12,5 и 11,8%. Пониженный выход пиловочника на опытной площади 11Е объясняется тем, что в результате сильного угнетения древостоев в стадии подроста очень многие стволы имели крупные сучья, а также тем, что в первый прием было вырублено слишком много крупных деревьев.

Таблица 2

Заготовлено с 1 га, м <sup>3</sup>						
бревен пиловочных	бревен строительных	жердей	балансов	топорника	дров	итого
—	6	42	20	66	15	149
40	32	—	34	—	6	112
—	7	63	42	68	8	188
24	28	—	30	—	14	96

Общая и годовая продуктивность древостоев на опытных площадях 11А, 11Д и 11Е представлена в табл. 3.

Из данных табл. 3 видно, что при рубках ухода наиболее продуктивен участок умеренного разреживания. Участок очень сильной руб-

Таблица 3

Опытная площадь	Запас после рубки в 1931 г., м <sup>3</sup> /га	Запас до рубки в 1964 г., м <sup>3</sup> /га	Отпад за 33 года, м <sup>3</sup>	Общий прирост за 33 года без отпада, м <sup>3</sup>	Прирост плюс отпад за 33 года, м <sup>3</sup>	Годичная продуктивность, м <sup>3</sup>	Прирост по Пресслеру	Относительный прирост, %
11А	380	472	122	92	214	6,5	1,53	56,3
11Д	247	380	90	133	223	6,8	1,19	90,2
11Е	188	342	52	154	206	6,5	3,50	110,0

ки по продуктивности сравнился с контрольным, видимо, из-за недостатка производящих единиц (что видно из возрастания относительного прироста). Естественный отпад за 33 года на участке умеренного и сильного разреживания в прошлом был соответственно на 26,2 и 57,4% ниже, чем на контрольном. Это связано с тем, что при разреживаниях в 1931 г. была вырублена определенная часть деревьев, которые попали бы в отпад.

Данные естественного отпада по отношению к общей продуктивности в чернично-кисличных ельниках II класса бонитета при систематических учетах каждые 5 лет за период 30 лет приведены в табл. 4, из которой видно, что естественный отпад в ельниках с полной около единицы составляет в среднем 46% общей продуктивности. Это означает, что если выборочные рубки являлись непосредственным продолжением проходных, то общий размер пользования в ельниках вполне может быть увеличен на 40—50% против размера пользования по среднему приросту.

Таблица 4

Контрольные участки опытных площадей	Общая продуктивность за 30 лет, м <sup>3</sup> /га	Естественный отпад за 30 лет, м <sup>3</sup> /га	Процент отпада
1А	260	100	38
2А	250	125	50
8А	320	130	40
9А	236	94	40
11А	214	122	57
12А	90	36	40
18А	270	140	52
Среднее	234	107	46

На основании изложенного можно сделать заключение, что при переходе к выборочным рубкам в двухъярусных ельниках в условиях свежего дренированного чернично-кисличного типа леса, II класса бонитета, в первый прием древостой можно разреживать до 40—50% по запасу путем выборки крупномерных деревьев первого и сильно отставших в росте и дефектных деревьев второго яруса, то есть необходимо проводить комбинированный метод разреживания с приближением к верховому. Примерно через 25—30 лет можно повторить вырубку до 30% наличного запаса также комбинированным методом, но уже с приближением к низовому разреживанию.

УДК 634.0.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДОВЫХ ВЫСОТ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СТАНДАРТНОЙ ТАБЛИЦЫ ПОЛНОТ И ЗАПАСОВ

Н. Г. СМЕРТИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для определения полноты и запаса насаждений при глазомерной и перечислительной таксации, а также для корректирования запасов при камеральных работах часто используют «Стандартную таблицу полнот и запасов насаждений» проф. Н. В. Третьякова [5].

Интерес к таблицам сумм площадей сечений и запасов на 1 га при полноте 1,0 неоднократно проявляли многие лесоводы [1], [2], [3], [4]. Не потерял своего актуального значения этот вопрос и в настоящее время. Повышенные требования к учету лесного фонда, применение новых методов таксации лесосек, увеличение производства рубок ухода за лесом и другие лесохозяйственные мероприятия требуют объективного определения полнот и запасов насаждений, с учетом конкретных лесорастительных условий.

С целью установления пригодности стандартной таблицы были использованы материалы 42 пробных площадей, заложенных в сосновых древостоях Кировской области. Пробы подобраны в преобладающих типах леса и наиболее распространенных классах бонитета (I—IV). Возраст проб — с I по VIII класс. Путем механического отбора по ступеням толщины взято 1405 учетных деревьев. Объемы их вычисляли по 2-метровым секциям, а при высотах менее 15 м стволы раскряжевывали на секции в 1 м или 0,5 м.

Запасы вычисляли по формуле

$$M = \sum v \frac{G}{\Sigma g},$$

где  $M$  — запас пробы;

$\sum v$  — сумма объемов учетных деревьев пробы;

$G$  — общая площадь сечений деревьев пробы;

$\Sigma g$  — сумма площадей сечений учетных деревьев пробы.

Таксационные показатели пробных площадей (в переводе на 1 га), использованные для проверки стандартной таблицы, приведены в табл. 1.

Как известно, стандартные таблицы базируются на том, что основные таксационные показатели насаждений связаны между собой зависимостью  $M = \Sigma G \cdot H f$ . Учитывая, что для одинаковых высот видовые числа, при массовых обмерах, остаются почти постоянными и, следовательно, запас является функцией переменных  $H$  и  $\Sigma G$ , по данным пробных площадей были определены видовые высоты, то есть произведение  $fH = \frac{M}{\Sigma G}$ . Анализ изменения  $fH$  от  $H$  (табл. 1) позволяет установить прямолинейную зависимость между ними.

Способом наименьших квадратов составлено уравнение прямолинейной связи. Ряд выравненных видовых высот приведен в табл. 2.

Выразим полученное уравнение в виде  $f = 0,407 + 1,59 H^{-1}$ . Связь величин в нем имеет криволинейный характер и выражается уравнением гиперболы.



Таблица 1

№ п/п	Средняя высота, м	Запас, м <sup>3</sup>	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup>	Видовая высота	Видовое число, 0,001	№ п/п	Средняя высота, м	Запас, м <sup>3</sup>	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup>	Видовая высота	Видовое число, 0,001
1	7,3	83,5	18,90	4,4	605	22	20,3	280,0	28,14	10,0	489
2	8,2	91,6	19,16	4,8	583	23	20,4	226,0	24,77	9,2	447
3	8,6	134,4	26,10	5,2	598	24	20,5	270,5	28,88	9,4	457
4	10,4	148,2	25,85	5,8	551	25	20,5	326,0	33,96	9,6	469
5	13,4	181,0	26,42	6,9	512	26	21,2	323,5	32,35	10,0	472
6	13,5	165,0	21,80	7,6	561	27	21,2	257,0	24,75	10,4	491
7	13,9	206,5	27,50	7,5	541	28	21,7	274,5	26,95	10,2	471
8	14,9	220,4	27,56	8,0	537	29	22,5	490,0	47,03	10,4	464
9	15,6	252,0	29,80	8,5	542	30	22,9	306,0	26,68	11,5	501
10	15,7	188,6	24,00	7,9	500	31	23,3	331,0	30,55	10,8	465
11	15,9	184,0	23,98	7,7	483	32	23,3	439,2	40,92	10,7	461
12	18,0	215,6	25,75	8,4	465	33	23,4	234,0	21,21	11,0	471
13	18,2	257,5	29,84	8,6	474	34	23,7	342,0	29,98	11,4	481
14	18,3	356,0	39,40	9,1	494	35	24,2	464,0	41,55	11,1	459
15	18,5	284,3	29,31	9,7	524	36	25,2	361,2	30,57	11,8	468
16	18,7	358,4	38,95	9,2	492	37	25,5	396,3	30,16	13,2	516
17	19,3	205,5	21,10	9,8	505	38	26,3	429,0	34,69	12,4	471
18	19,7	280,0	27,75	10,1	513	39	26,9	464,0	37,81	12,3	457
19	20,1	243,5	24,30	10,0	498	40	27,1	454,0	37,10	12,3	452
20	20,3	214,6	23,84	9,0	443	41	28,4	312,5	22,74	13,8	484
21	20,3	308,0	30,85	10,0	492	42	29,8	512,0	37,97	13,5	452

Таблица 2

Средние высоты, м	Данные видовых высот		Величины отклонения от истинных данных, %	Исправленные показатели	
	по стандартной таблице	истинные		запас, м <sup>3</sup>	площадь сечения, м <sup>2</sup>
7	4,07	4,45	-8,5	91	20,4
8	4,44	4,86	-8,7	112	23,1
9	4,82	5,26	-8,4	132	25,1
10	5,20	5,67	-8,3	153	27,0
11	5,61	6,08	-7,7	169	27,9
12	5,97	6,49	-8,0	187	28,8
13	6,36	6,89	-7,7	205	29,7
14	6,73	7,30	-7,8	222	30,4
15	7,08	7,71	-8,2	241	31,3
16	7,45	8,11	-8,1	259	32,0
17	7,90	8,52	-7,3	277	32,6
18	8,29	8,93	-7,2	296	33,2
19	8,69	9,33	-6,9	314	33,7
20	9,10	9,74	-6,6	332	34,1
21	9,52	10,15	-6,2	350	34,5
22	9,92	10,55	-6,0	369	35,0
23	10,27	10,96	-6,3	389	35,5
24	10,66	11,37	-6,3	408	35,9
25	11,04	11,78	-6,3	427	36,3
26	11,44	12,18	-6,1	446	36,6
27	11,82	12,59	-6,1	465	36,9
28	12,19	13,00	-6,2	483	37,2
29	12,60	13,40	-6,0	502	37,4
30	12,98	13,81	-6,0	521	37,6

Для объективного подхода к проверке стандартной таблицы и показателя истинной картины изменения  $fH$  от  $H$  проведен анализ видовых чисел проб. Прежде всего требовалось показать, подчиняется ли изме-

нение  $f$  от  $H$  криволинейной форме связи вида  $f = a + bH^{-1}$ . Статистическая обработка материала позволила установить зависимость видовых чисел проб от средних высот в виде следующего уравнения связи  $f = 0,411 + 1,52 H^{-1}$ . Видовые числа, вычисленные по первому уравнению и по вновь полученному, почти одинаковы для одних и тех же средних высот.

Коэффициент корреляции, характеризующий тесноту связи между  $fH$  и  $H$ , равен 0,985. Связь, как видим, весьма тесная.

На основании уравнения  $fH = 0,407 H + 1,59$  проведено сравнение видовых высот, вычисленных и взятых из стандартной таблицы. Результаты вычислений и значения исправленных запасов приведены в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что видовые высоты, определенные по стандартной таблице, отклоняются от истинных (по данным пробных площадей) от  $-6,0\%$  до  $-8,7\%$ . Видовая высота и запас насаждений находятся в прямой зависимости, следовательно, запасы стандартной таблицы отклоняются от истинных на эту же величину.

По процентам отклонений определены исправленные значения запасов для средних высот с градацией в 1 м. Суммы площадей сечений вычислены по формуле  $\Sigma G = \frac{M}{fH}$ .

Обобщая изложенное, можно отметить, что применение стандартной таблицы полнот и запасов насаждений в условиях сосновых типов леса Кировской области дает систематическое занижение производительности насаждений.

Предлагаемый способ проверки стандартной таблицы, с использованием видовых высот, в значительной мере исключает субъективные ошибки при графических построениях кривых линий, а также позволяет не оперировать с таким показателем, как относительная полнота насаждений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. С. Бергер. От стандартных таблиц сумм площадей сечений и запасов к местным таблицам хода роста при определении производительности насаждений. Сб. «Научная информация», КирНИИЛП, Киров, 1965. [2]. П. В. Воробанов. Метод расчета общей продуктивности насаждений при построении таблиц хода роста. Издво «Лесная промышленность», М., 1966. [3]. А. Н. Карпов. Таблица сумм площадей сечений и запасов насаждений на 1 га при полноте 1,0. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1951. [4]. Г. М. Козленко. О стандартных таблицах сумм площадей сечений и запасов насаждений при полноте единица. Журн. «Лесное хозяйство» № 6, 1953. [5]. Н. В. Третьяков, П. В. Горский, Г. Г. Самойлович. Справочник таксатора. Леспромиздат, М., 1965.

Поступила 1 апреля 1968 г.

УДК 634.0.232

## РОЛЬ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР

Г. И. ЛЫЛОВ

(Воронежский сельскохозяйственный институт)

Для установления пропорции смешения и характера размещения лиственных пород в сосновых насаждениях мы изучали рост культур сосны разных вариантов смешения. Для исследования были взяты культуры сосны Воронежской, Липецкой и Тамбовской областей на песчаных почвах средней гумусированности. Характеристика культур приведена в табл. 1.

Как видно из данных таблицы, при порядном смешении лиственных пород с сосной не образуется смешанных насаждений [6]. Те лиственные породы, которые требуют более плодородных почв и медленно растут в первые годы (дуб), оказываются в нижнем ярусе или подлеске. В этом случае сосна опережает в росте по высоте медленно растущую лиственную породу и заглушает ее.

Но сосна, получив большую площадь питания в междурядьях за счет выпавшей или отставшей в росте лиственной породы, имеет более высокие стволы, чем в культурах чистой сосны. Кроме того, в этом случае на успешный рост сосны оказал влияние опад листьев, улучшающий питательный режим почвы [1].

При порядном смешении сосны с быстрорастущей породой (береза), последняя в течение первого десятилетия обгоняет в росте и заглушает сосну. В табл. 1 показаны данные роста сосны с березой (Фашевское лесничество, пробная площадь № 2), где березу дважды вырубали по достижении ею десятилетнего возраста. Несмотря на это, сохранность сосны была меньше, чем в чистых культурах, так же как и запас древесины.

Наиболее целесообразным способом смешения надо считать ленточное (кулисное) [5], [6] с размещением лент лиственных пород между лентами сосны. При ленточном размещении дуб меньше затеняется сосной, имеет большую высоту. Береза, растущая между лентами сосны (при 2,5—3-метровом междурядии), охлестывает ее крону у некоторых деревьев только в рядах, прилегающих к рядам березы. При ленточном способе смешения путем рубок ухода легче регулировать долю участия лиственных пород в сосново-лиственных насаждениях.

Лиственные породы на песчаных почвах не могут иметь высокой продуктивности. Их назначение в этом случае должно сводиться к улучшению почвы благодаря опад и стимулированию роста сосны биохимическими выделениями [2], [3].

Поэтому ленты лиственных пород должны иметь такую ширину, при которой не снижался бы запас сосны. Но в то же время лиственные породы должны обеспечивать примесь листьев к хвое в лесной подстилке по всей ширине сосновой ленты и оказывать положительное влияние на питательный режим почвы.

Таблица 1

Тип условий место- произраста- ния	№ квартала № пробной площади	Воз- раст, лет	Схема смешения	Поро- да	Число стволов в мо- мент иссле- дова- ния, шт.	Со- хран- ность, %	Средние		
							диа- метр, см	высота, м	запас на 1 га, м <sup>3</sup>

## 1. Порядное смешение

## Фашевское лесничество, Липецкая область

A <sub>2</sub>	$\frac{54}{1}$	48	СССССС	С	849	8,5	18,1	19,6	215
.	$\frac{54}{2}$	48	СБСБСБ	С	751	15,0	18,8	19,4	202
.	$\frac{54}{3}$	48	СДСДСД	Б	652	13,0	1,5	2,5	—
.				С	912	18,3	20,3	20,4	294
.				Д	1736	34,7	1,5	1,6	—

## Балашовское лесничество, Липецкая область

B <sub>2</sub>	$\frac{64}{9}$	27	СССС	С	1884	18,8	11,9	11,8	140
.	$\frac{64}{8}$	27	СДСДСД	С	1899	37,9	12,9	12,4	169
.				Д	920	19,3	1,4	1,5	—

## II. Ленточное (кулисное) смешение

## Животиновское лесничество, Воронежская область

A <sub>2</sub>	$\frac{3}{12}$	26	СССС	С	2737	38,3	12,5	14,3	259
.	$\frac{3}{13}$	26	СССССКДДДк	С	2175	60,9	11,6	13,0	170
.				Д	1750	49,0	4,0	7,0	10
.	$\frac{3}{4}$	25	СССССССББ	С	1761	31,7	11,8	13,7	150
.				Б	554	38,7	14,5	16,2	78
.	$\frac{3}{3}$	25	СССБССС	С	906	21,1	12,3	13,0	79
.				Б	1120	39,2	14,5	16,1	159
.	$\frac{3}{6}$	20	СССССБ	С	2948	49,1	9,7	11,1	127
.				Б	633	63,3	13,6	15,5	77
.	$\frac{3}{7}$	20	ССССБ	С	3912	68,4	8,2	9,7	116
.				Б	937	65,6	9,6	13,1	47

## Хреновское лесничество, Воронежская область

.	$\frac{147}{18}$	17	СССС	С	2800	29,3	11,0	10,5	151
.	$\frac{132}{14}$	17	СССДДД	С	1464	34,9	10,2	10,7	70
.				Д	528	12,5	1,8	3,0	8

Примечание. 1) Размещение в квартале 54 и 64 — 1,5 × 0,7; в квартале 3 — 2,0 × 0,7; в квартале 147 и 132 — 1,5 × 0,8 м. 2) Густота — соответственно 10 000, 7140, 8370

Наши наблюдения показали, что листья в момент опада разносятся на расстояние, равное высоте дерева. В Животиновском лесничестве в кулисных сосново-березовых 26-летних культурах береза имела средний диаметр стволов 23 см, высоту 17 м. На расстоянии 3 м от ряда березы в сторону ленты сосны опало 18% листьев от общего их веса, а на расстоянии 17—18 м — только 3%. Поэтому оптимальное смещение листьев и хвои лесной подстилки в середине ленты сосны может быть обеспечено при ширине ленты в 6—7 рядов (при 2,5-метровом междурядье) и 1—2 ряда в ленте лиственных пород (до 20%). Более широкие ленты из лиственных пород снижают запас насаждения сосны. Например, на пробных площадях № 3, 13, 7 и 14 (табл. 1) большая примесь лиственных пород привела к снижению запаса сосновой древесины.

Лиственные породы вместе с хвойными образуют лесную подстилку, отличающуюся от чистой сосновой [5]. Это приводит, в свою очередь, к изменению режима почвенного питания. В верхних горизонтах почвы (0—15 см) сосново-березовых культур Ленинского лесхоза Липецкой области гумуса было 1,75%, а в почве чистой сосны — 0,83%. В другом случае в почве чистых сосновых культур гумуса было 1,59, а в почве сосново-дубовых — 2,21%. Опад сосново-лиственных культур содержит больше зольных веществ, которые при разложении лесной подстилки возвращаются в почву, обогащая ее минеральными веществами: в чистых сосновых культурах — 1,76%, а в сосново-березовых — 3,4%.

В лесной подстилке сосново-лиственных культур примесь опада лиственных способствует снижению гидролитической и актуальной кислотности почвы, ведет к большему накоплению фосфорной кислоты и калия.

В табл. 2 приведена характеристика влияния лиственных пород на питательный режим почвы сосновых культур учебно-опытного лесхоза Воронежского ЛТИ.

Таблица 2

Междурядья культур	Гидролитическая кислотность почвы, м-эка	Актуальная кислотность почвы рН	Содержание гумуса, %	Наличие растворимой фосфорной кислоты на 100 г почвы, мг фосфора	Наличие калия, мг	Сумма поглощенных оснований
Сосна чистая . . . . .	2,85	5,0	1,6	3	6,2	8,6
Сосна — береза . . . . .	1,83	6,5	2,6	15	12,9	10,6
Сосна — дуб . . . . .	2,50	5,9	2,5	10	12,3	10,0
Сосна — липа . . . . .	2,20	6,1	2,0	8	13,4	10,4

Несмотря на благоприятное влияние опада на питательный режим почвы, близость расположения лиственных пород к сосне или слишком большая доля их участия в насаждении отрицательно сказываются на запасе сосны (табл. 1).

На сосну оказывают отрицательное влияние как развитая крона березы, так и ее корневая система [4].

В табл. 3 приведены данные распределения массы корней сосново-лиственных культур в первом и втором междурядьях от ряда лиственных пород.

Корни извлекали траншейным способом. Траншея охватывала всю ширину междурядья (по два дерева сосны и лиственных пород). Глубина ее 60 см. Корни не толще 5 мм как наиболее активные в усвоении

Таблица 3

Варианты культур и возраст	Масса корней, % от веса всех корней тоньше 5 мм			
	I междурядье сосны от ряда лиственных пород		II междурядье сосны от ряда лиственных пород	
	сосна	лиственные	сосна	лиственные
Животиновское лесничество				
Сосново-березовые ССССБ, 26 лет . .	12	88	44	56
Сосново-акациевые ССССАк, 26 лет . .	72	28	—	—
Правобережное лесничество				
Сосново-березовые ССССБ, 16 лет . .	26	74	45	55
Сосново-акациевые ССССАк, 16 лет . .	44	56	80	20
Сосново-жимолостные ССССЖим, 16 лет	59	41	69	31

питательных веществ и воды [4] взвешивали в воздушно сухом состоянии.

Как видно из данных таблицы, корни сосны угнетаются корнями березы даже во втором междурядье. При узких лентах с небольшим количеством рядов (3—4) сосны вся она угнетена.

Кустарники меньше угнетают сосну. Данные табл. 3 показывают, что даже в первом от кустарника междурядье сосна имеет 44—59% корней (Правобережное лесничество) и в более старшем возрасте 72% (Животиновское лесничество). Во вторых междурядьях корни сосны преобладают.

Таким образом, на песчаных почвах средней гумусированности смесь лиственных пород оказывает положительное влияние на рост и продуктивность сосны, но она должна быть не более 20% по составу. Древесные лиственные породы надо размещать кулисами (лентами) из 1—2 рядов среди кулис сосны из 6—7 рядов.

Кустарники следует вводить рядами между лентами сосны, состоящими из четырех рядов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Зонн. Влияние леса на почвы. Изд. АН СССР, М., 1964. [2]. М. В. Колесниченко. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1964. [3]. В. И. Олейникова. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1952. [4]. И. Н. Рахтеенко. Корневые системы древесных и кустарниковых пород. М.—Л., 1952. [5]. В. И. Рубцов. Культуры сосны в лесостепи Центрально-черноземных областей. М., 1964. [6]. В. С. Скрыпников. Научные записки ВЛХИ, 1956. [7]. Н. Н. Степанов. Журн. «В защиту леса» № 3, 1937.

Поступила 17 января 1967 г.

УДК 634.0.161.4.

## РОСТ ХВОИ СОСНЫ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

А. М. АХМЕРОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

На двух участках культур сосны, заложенных в 1954 г. в Охтинском лесхозе Ленинградской области, мы исследовали рост хвои в длину, изменение веса сырой и сухой хвои, влажности однолетней хвои, количества золы и органической массы в хвое\*.

В течение вегетационных периодов 1962 и 1963 гг. мы измеряли длину 20 хвоинок на середине центрального побега (в сосняке-брусничнике ежедневно, в сосняке-травяном — через каждые пять дней) с точностью до 0,1 мм.

Для определения нарастания массы хвои образцы брали через каждые пять дней по сто и более пар хвоинок (200—232 шт.) с центральных побегов текущего года. После отделения от побегов хвою пересчитывали и взвешивали, затем высушивали до абс. сухого состояния. Определяли средний вес одной хвоинки в сыром и сухом состоянии. Абс. сухие образцы хвои сжигали. Зольный остаток взвешивали. Разница между абс. сухим весом хвои и весом зольного элемента дала величину веса органической массы.

Было установлено, что количество хвоинок на побеге остается постоянным с момента распускания почек. Этот факт дает основание полагать, что число однолетних хвоинок на всем дереве также не меняется, поэтому можно проследить динамику веса растущей хвои всего дерева, а затем и древостоя в продолжение вегетационного периода.

Рост хвои в длину. Первые заметные побеги с кончиками хвоинок появились к 5 мая в 1962 г. и к 6—7 мая в 1963 г. К этому времени концы покровных чешуй полностью отходят от почек. Почки удлиняются и утолщаются. У некоторых деревьев лопается пленка чешуй в нижней части побегов и появляются зеленые части побегов с хвоинками. Хвоинки в это время плотно прижаты к побегу. Из сопоставления данных измерений роста хвои в длину в сосняке-брусничнике видно, что темпы роста и суммарная величина хвои заметно различаются в разные годы. (1962 и 1963). Рост хвои в длину в 1962 г. длился с 5 мая до 25 июля. Разъединение хвоинок начиналось в первых числах июня и заканчивалось в начале июля. Кривая роста, постепенно нарастая, достигала максимума, затем медленно спадала. Оба процесса проходят скачкообразно. Кульминация прироста наблюдалась 27 июня. Интенсивный рост хвои в длину продолжался с 19 июня до 12 июля. Ежедневные темпы прироста неодинаковы. Наряду с днями большого прироста, бывали дни, когда прирост отсутствовал совершенно (например, 17 и 18 июня). Это, по-видимому, связано с понижением температуры воздуха и почвы, которая была соответственно 12° и 11° — 16 июня; 8,9° и 3,5° — 17 июня; 8° и 4° — 18 июня. Такое же явление наблюдалось и 26 июня.

В 1963 г. рост хвои в длину начался 6—7 мая и продолжался до 25 июля. Начало разъединения хвоинок было отмечено с третьей декады мая до третьей декады июля. Наибольший прирост хвои в длину

\* Исследования проведены под руководством проф. В. В. Огиевского.

был в последней пятидневке, мая, затем в первой и пятой пятидневках июня. Размеры хвои неодинаковы: в 1963 г. она крупнее, чем в 1962 г.

В 1963 г. были проведены наблюдения за динамикой роста хвои на участках культур сосны. Начало роста побегов в сосняке травяном отмечено на 5—10 дней позже, чем в сосняке брусничном. В связи с этим запаздывает и начало роста хвои. Максимальные приросты хвои в сосняке-брусничнике наблюдались в последней пятидневке мая, высokie в первой и пятой пятидневках июня; в сосняке травяном соответственно в третьей пятидневке июня и во второй и третьей пятидневках июля.

Темпы роста хвои в длину выше в сосняке-брусничнике: в мае прирост составил 31,3%, в июне — 40,3%, в июле — 28,4% от общей длины хвои, принятой за 100%.

Ежесуточный прирост в июне был равен 0,9 мм (или 1,3% от общей длины хвои), в мае — 0,68 мм (1%), в июле — 0,76 мм (1,1%). Интенсивный прирост в длину хвоя имела с 26 по 31 мая (2,7%).

В сосняке травяном прирост в длину в мае составлял 24% от общей длины хвои, в июне — 38,8%, в июле — 37,2%. Величина ежесуточного прироста нарастает постепенно от начала вегетации: в мае 0,47 мм (0,8%), в июне — 0,78 мм (1,3%) и в июле — 0,9 мм (1,5%). Среднесуточный прирост по пятидневкам протекал неравномерно: в первые две пятидневки мая, когда рост хвои только начинался, увеличение длины хвои было минимальным — 0,1 мм (0,1%). Темпы прироста хвои нарастают в июне и июле. Интенсивный рост наблюдался с 11 по 15 июня и равнялся 1,6 мм (2,4%).

Суммарный прирост хвои в вегетационный период в сосняке брусничном составил 67 мм, в травяном — 60,5 мм. В сосняке-брусничнике хвоя крупнее. При сопоставлении данных ежедневных измерений прослеживается определенная коррелятивная связь динамики прироста хвои со среднесуточным изменением метеорологических условий. Низкие ночные температуры воздуха и поверхности почвы снижают или совершенно прекращают рост хвои, особенно в начальные периоды роста хвои — в мае и июне.

Изменение веса сырой хвои. В зависимости от условий местопроизрастания темпы нарастания веса сырой хвои сосны заметно различаются. К 25 мая в сосняке-брусничнике он равнялся 13,6% от общего веса хвои, а к концу мая уже 29,1%; в сосняке травяном соответственно 5,6% и 7%. Отставание в нарастании сырого веса хвои в сосняке травяном наблюдается от начала до прекращения роста хвои. Вес сырой хвои в сосняке-брусничнике увеличивается до 15 июля, затем несколько уменьшается в результате снижения влажности, после этого вновь повышается. Интенсивный прирост наблюдался с 26 до 31 мая, с 20 до 25 июня, с 5 до 10 июля. Кульминация прироста отмечалась с 11 до 15 июля (4,3%). Наибольшее увеличение сырого веса хвои было в июне — 40,7% от общего веса сырой хвои, в июле — 30,2%, в мае — 29,1%. В сосняке травяном масса сырой хвои постепенно нарастает: в мае — 7%; в июне — 45,7%; в июле — 52,7% от общего веса сырой хвои. Наибольший среднесуточный прирост отмечен с 6 по 10 июля — 4,16% общего веса и с 11 по 15 июля — 2,68%. В сосняке травяном хвоя тяжелее.

Изменение веса абс. сухой хвои. Вес сухого вещества хвои сосны также увеличивается в продолжение всего вегетационного периода. В сосняке-брусничнике наиболее интенсивный прирост наблюдался до 15 июля, а в сосняке травяном до 25 июля. Максимальный среднесуточный прирост сухой массы хвои в первом случае отмечался с 11 до 15 июля (3,92%), во втором — с 21 по 25 июля (4,3% от общего



сухого веса хвои, принятого за 100%). В сосняке-брусничнике с 16 по 20 июля прирост отсутствовал, очевидно, в результате уменьшения влажности хвои. Минимальные приросты были в начале вегетации. В сосняке-брусничнике в мае прирост сухой массы составил 19,9%, в июне — 40,8%; в июле — 39,3%; в сосняке травяном соответственно 6%; 35,4%; 58,6% от общего веса сухой массы. Среднесуточный прирост в мае в сосняке-брусничнике был 0,64%, в травяном — 0,19%; в июне соответственно 1,36 и 1,18%; в июле — 1,57 и 2,34%. Общий вес абс. сухой хвои в сосняке травяном, как и вес сырой хвои, на 26,4% больше, чем в сосняке-брусничнике.

Изменение влажности однолетней хвои в течение вегетационного периода. Влажность хвои очень высока в начале вегетации, а затем уменьшается. В сосняке-брусничнике влажность хвои верхушечного побега 25 мая — 383,3% от сухого веса и 221% в конце июля. За это время хвоя потеряла влаги на 162,3%. Относительно сырой хвои это изменение составляет: 25 мая — 79,3%, в конце июля — 68,9%. В сосняке травяном 25 мая подобная хвоя имела влажность относительно сухого вещества 300%, относительно сырой хвои — 75%, а к концу июля соответственно 213,4 и 68%. Особенно сильно уменьшается влажность хвои в начальный период роста. В сосняке-брусничнике разность в потере воды хвоей в течение вегетационного периода больше, чем в сосняке травяном.

Изменение веса золы в однолетней хвое сосны. Вес золы возрастает от начала вегетации до конца ее. В мае общее количество золы в хвое составило в сосняке-брусничнике 18,2%, в травяном 8,0%, в июне — 32,5 и 41,0%; в июле — 49,3 и 51,0% от общего веса золы. Максимальное среднесуточное увеличение в сосняке-брусничнике отмечено с 21 по 25 июля (5%), в травяном с 6 по 10 июля (6,3%), а среднесуточное в мае 0,59 и 0,26%; в июне — 1,08 и 1,37%; в июле 1,98 и 2,04%.

Изменение веса органической массы в хвое сосны. Органическая масса хвои нарастает в течение всего периода вегетации прямо пропорционально увеличению количества сухой массы, наиболее интенсивно до 15 июля. Максимальное накопление органической массы в хвое сосняка-брусничника наблюдалось с 11 по 15 июля (20,3%), среднесуточное — 4,06%; в сосняке травяном — с 21 по 25 июля (21,6%), среднесуточное 4,32% от общего веса органической массы, принятого за 100%. В мае в сосняке-брусничнике органическая масса увеличилась на 20%; в июне — на 41,1%; в июле — на 38,9%; в травяном соответственно на 6; 35,2 и 58,8%; за сутки в мае в среднем на 0,65% в брусничнике и на 0,19% в травяном; в июне на 1,37 и 1,17%; в июле — на 1,56 и 2,36%. Общий вес органической массы хвои в сосняке травяном больше, чем в брусничном.

УДК 634.0.81

## К ВОПРОСУ О ГОДИЧНОЙ СЛОИСТОСТИ ЛУБА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

*Н. Е. КОСИЧЕНКО*

(Воронежский лесотехнический институт)

Изучением годичной слоистости луба начали заниматься давно. В отечественной и зарубежной литературе описаны элементы луба и порядок их отложения у многих видов деревьев и кустарников [3], [5], [6], [7], [8], [10], [11].

Если в древесине годичная слоистость видна даже невооруженным глазом, то в лубе различие в размерах проводящих элементов ранней и поздней частей двух соседних слоев в ряде случаев может быть установлено лишь при помощи наблюдений под микроскопом. В результате роста ствола в толщину размеры прикамбиальных однолетних и тем более старых элементов луба с возрастом изменяются. В этом случае основанием для разделения луба на годичные слои является определенная последовательность и характер отложения элементов за период вегетации. Одни авторы [1], [2], [9] отмечают, что последовательность отложения элементов луба может сильно варьировать, поэтому ставят под сомнение наличие годичной слоистости. Другие исследователи [4], [6] указывают, что характер отложения элементов луба зависит от возраста деревьев и от величины прироста ствола в толщину.

В задачу нашей работы входило изучение годичной слоистости луба некоторых лиственных пород по высоте ствола. Объектом исследования служили шесть модельных деревьев осины и липы мелколистной 28—30-летнего возраста. Образцы коры были взяты из однолетнего верхушечного побега, 3-летней верхушечной ветки, а далее вниз по стволу на высотах 15; 12; 9; 6; 3; 1,3 м и на уровне шейки корня. Одновременно на соответствующих высотах были выпилены образцы древесины для установления возраста и прироста в толщину данного участка ствола. Исследование поперечных срезов луба и их микрофотографирование выполнено с помощью микроскопа МБИ-6.

В расположении элементов луба осины и липы мелколистной обнаружилась четкая последовательность в пределах годичного слоя. В ранней части годичного слоя осины откладываются ситовидные трубки с немногочисленными слабо развитыми сопровождающими клетками. Лубяная паренхима находится между ситовидными трубками, у тангентальных и радиальных их стенок. Клетки лубяной паренхимы здесь не имеют определенной ориентации. В молодой коре (до 10-летнего возраста) вершинной части ствола лубяные волокна ежегодно откладываются крупными, тангентально расположенными группами. На поперечном срезе они имеют округлую или эллипсоидную форму. Средний тангентальный размер их составляет 320 мк, а радиальный — 160 мк, почти равный ширине годичного слоя. Расстояние между группами волокон велико и составляет в среднем 200 мк. Количество ежегодно отлагаемых камбием групп волокон не одинаково. Группы волокон каждого последующего слоя луба располагаются, как правило, напротив больших промежутков между ранее отложенными группами. Толщина годичного слоя луба, состоящего из малого количества групп волокон, обычно меньше, чем толщина слоя со значительным участием

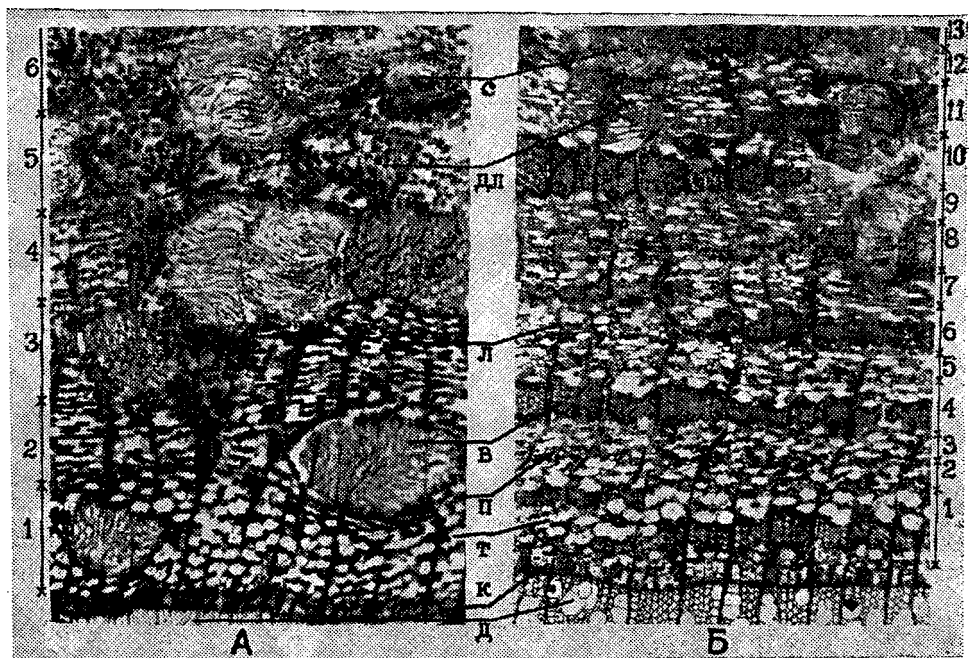


Рис. 1. Поперечные срезы луба осины.

А — луб 6-летней коры вершинной части ствола; Б — часть луба 25-летней коры нижней части ствола; д — древесина, к — камбий; Т — ситовидные трубки; л — полосы лубяной паренхимы в поздней части годичного слоя; в — группы лубяных волокон; л — недилатированная часть радиальных лучей; дл — дилатированная часть лучей; с — группы склеренхим; 1, 2, 3 . . . . — одно-, двух-, трех- . . . летние слои луба.

их. В результате на поперечном срезе образуется как бы один сплошной, несколько извилистый пояс лубяных волокон, сформировавшийся за два года.

В коре старше 10 лет, находящейся в средней и комлевой частях ствола, группы волокон имеют иные поперечники. Радиальный размер их резко уменьшается до 52,5 мк, а в тангентальном направлении они располагаются длинными, до 1500 мк и более, или почти непрерывными полосами, прерываемыми лишь радиальными лучами. В этой части ствола лубяные волокна откладываются в поздней части годичного слоя. Неравномерность отложения волокон по годам усиливается. Обычно полоса из групп волокон формируется в основном за 1 год. На второй год лубяные волокна откладываются в незначительном количестве лишь напротив немногочисленных промежутков между группами волокон предыдущего года (рис. 1).

С возрастом (в результате растяжения коры и дилатации радиальных лучей) группы лубяных волокон разрываются и остатки их оказываются на значительном удалении друг от друга. В промежутке между ними радиальные лучи склерифицируются, причем не по всей длине, а лишь в пределах годичного слоя луба, в котором находятся лубяные волокна. На поперечном срезе образуются длинные склерифицированные тангентальные полосы, представляющие годичный слой определенного возраста. Соседние годичные слои, бедные лубяными волокнами, составлены в основном из паренхимных клеток дилатационной ткани. В связи с этим и в старом лубе осины годичные слои четко выражены.

Кроме того, годичную слоистость луба осины часто подчеркивает и лубяная паренхима, которая в поздней части годичного слоя образу-

ет заметные тангентальные полосы из двух-трех радиальных слоев клеток, но со временем луб подвергается возрастным изменениям, непрерывность и порядок расположения полос паренхимных клеток нарушается, поэтому в старом лубе они не выделяются.

Ситовидные трубки однолетнего (прикамбиального) слоя луба осины имеют не нарушенную возрастными изменениями структуру, благодаря чему однолетний слой четко отграничивается от остальных. Однако уже в 2-летнем слое ситовидные трубки сдавливаются, радиальный поперечник их уменьшается в два раза. В дальнейшем уменьшение поперечника ситовидных трубок происходит постепенно, и по его размеру годичные слои не различаются.

У липы элементы луба откладываются тангентально расположенными сериями (ежегодно по несколько серий). В молодой коре (до 10-летнего возраста) обычно образуется 3—4, реже 2—5 серий, а в более старой 1—2 серии элементов луба. В каждой из них от периферии к центру следуют друг за другом ситовидные трубки, лубяные волокна, клетки кристаллоносной и запасающей лубяной паренхимы. Ситовидные трубки располагаются группами снаружи от полос лубяных волокон, огибающих их и сбоку, защищая как от радиального сдавливания, так и от тангентального растяжения. Остальные элементы луба липы имеют правильную тангентальную ориентировку и располагаются полосами, прерываемыми лишь радиальными лучами. Кристаллоносная паренхима находится внутри от полос лубяных волокон и состоит из одного ряда клеток, затем следует 1—3 ряда клеток запасающей лубяной паренхимы.

Хотя в годичных слоях луба может быть различное количество серий элементов, годичная слоистость оказывается достаточно хорошо выраженной, благодаря своеобразному характеру отложения лубяных волокон и запасающей лубяной паренхимы. Как правило, первая полоса лубяных волокон ранней части годичного слоя имеет наибольший радиальный размер, последняя полоса в поздней части годичного слоя — минимальный и часто формируется прерывистой и неполной.

Годичную слоистость луба липы подчеркивает и запасающая лубяная паренхима, которая в поздней части годичных слоев образует широкие тангентальные полосы. Они формируются вследствие того, что в поздней части годичного слоя четырехэлементная серия (ситовидные трубки — лубяные волокна — кристаллоносная паренхима — запасающая лубяная паренхима) прерывиста, недоразвита, преобладает запасающая лубяная паренхима. В других случаях ситовидные трубки, лубяные волокна, кристаллоносная паренхима вообще не образуются, а откладывается лишь несколько рядов клеток запасающей лубяной паренхимы. При этом происходит соединение запасающей лубяной паренхимы двух серий поздней части годичного слоя и образование широкой полосы ее, отграничивающей соседние годичные слои (рис. 2).

В периферических слоях флоремы запасающая лубяная паренхима переходит в дилатационную ткань и не может служить основанием для выделения годичных слоев. В данном случае годичные слои можно выделить лишь на основании формы и взаимного расположения групп лубяных волокон, которые хотя и подверглись возрастным изменениям, но в меньшей степени, чем другие элементы луба.

Изменение размеров ситовидных трубок, кристаллоносной паренхимы как в пределах слоя, так и с возрастом луба происходит постепенно и также не может быть основанием для выделения годичных слоев.

Исследование годичной слоистости в коре осины и липы мелколистной показало, что вершинная часть ствола до 10-летнего возраста об-

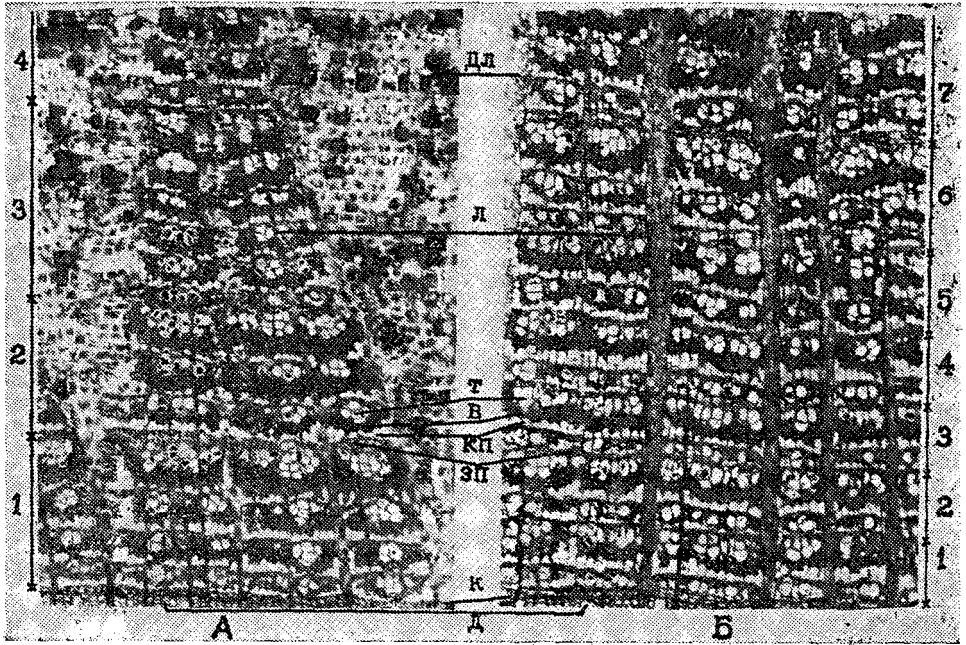


Рис. 2. Поперечные срезы луба липы мелколистной.

А — часть луба 5-летней коры вершинной части ствола; Б — часть луба 17-летней коры средней части ствола; Д — древесина; К — камбий; Т — ситовидные трубки; В — группы лубяных волокон; Кп — кристаллоносная паренхима; Эп — запасочная паренхима; л — радиальные лучи недилатированные; Дл — лучи дилатированные; 1, 2, 3... — одно-, двух-, трех-...летние слои луба.

наруживает присущие ей особенности отложения элементов луба, объясняющиеся тем, что на данном участке наблюдается наиболее интенсивный прирост ствола в толщину, который вызывает быстрое удлинение кольца камбия и однолетних элементов луба. Измерение относительного удлинения кольца камбия и однолетнего годичного слоя луба по высоте ствола показало, что оно максимально в вершинной части ствола, резко снижается к границе со средней частью его и ниже по стволу уменьшается весьма незначительно. В вершинной части ствола оно в 5—10 раз больше, чем в нижележащих частях ствола. Данное обстоятельство предопределяет размер как самих камбиальных клеток, так и однолетних элементов луба, а также характер отложения последних.

Учет особенностей образования однолетних элементов луба в пределах годичного слоя и по высоте ствола, а также изменений их с возрастом при перемещении к периферии коры, позволяет достаточно обоснованно произвести деление луба ряда древесных пород на годичные слои.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Дж. Имс, Л. Г. Мак Даниэльс. Введение в анатомию растений. М.—Л. 1935. [2]. Ф. Н. Крашенинников. Лекции по анатомии растений. М.—Л., 1937. [3]. П. Б. Раскатов. Зависимость анатомического строения коры осины от возраста ствола и скорости роста его в толщину. Научные записки Воронежского отделения ВБО, Воронеж, 1966. [4]. M. Büsgen. Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena, 1897. [5]. C. Hielscher. Ueber den jährlichen Bastzuwachs einiger Bäume. Halle, 1883. [6]. W. Holdheide. Anatomie mitteleuropäischer Gehölzrinden (mit mikrophotographischen Atlas). In: «Handbuch der Mikroskopie in der Technik» von H. Freund, Wetzlar, Band V, Teil 2, Frankfurt am Main, 1951. [7]. B. Huber. Das

Siebröhrensystern unserer Bäume und seine Jahreszeitlichen Veränderungen Jahrb. Wiss. Bot., 88, 1939. [8]. В. Huber. Zur Phylogenie des Jahrringbaues der Rinde. Svensk. Bot. Tidskr., 43, 1949. [9]. В. Kaussmann. Pflanzenanatomie. Jena, 1963. [10]. J. Moeller. Anatomie der Baumrinden. Berlin, 1882. [11]. E. Strasburger. Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Histologische Beiträge, H. III, Jena, 1891.

Поступила 23 декабря 1967 г.

УДК 634.0.232.31

## ЗАСЕМЕНЕННОСТЬ ПОЧВЫ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕГО ДНЕПРА

М. А. АЛЬБИЦКАЯ, Л. С. МАЙМУР

(Днепропетровский государственный университет)

Пойма Среднего Днепра в пределах Обуховского лесничества расположена в 25 км от г. Днепропетровска. Господствующее положение здесь занимают луга и болота, среди которых разбросаны участки лесной растительности, представленные вербняками, осокорниками и в более повышенных позициях — дубняками.

Эти леса списаны А. Л. Бельгардом [2]. В 1961 г. участники комплексной экспедиции Днепропетровского госуниверситета проводили дальнейшее углубленное их исследование, в частности, изучали засемененность почвы вязо-дубняков и осокорника. Почвенные образцы брали буром И. Н. Шевелева [3] до глубины 25 см через каждые 5 см в шестикратной повторности [1]. Были заложены следующие пробныe площади.

1. Свежая вязовая дубрава с будрой на супесчаной аллювиально-луговой почве. Расположена на плоской гряде в центральной пойме. Сомкнутость крон 0,7. В подросте дуб и вяз. В кустарниковом подлеске крушина ломкая и крушина слабительная. Обильное семенное возобновление дуба. В травостое господствуют: будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* Roth.), местами луговой чай (*Lysimachia nummularia* L.).

2. Влажноватая вязовая дубрава на супесчаной аллювиально-луговой почве. Расположена на равнинной части центральной поймы. Окружают ее луга и болота. В кустарниковом подлеске — крушина ломкая и аморфа. Обильное семенное возобновление дуба. В травостое господствуют: будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.), осока ранняя (*Carex praecox* Schreb.), луговой чай (*Lysimachia nummularia* L.), звездчатка злаколистная (*Stellaria graminea* L.), ежевика сизая (*Rubus caesius* L.). Значительна примесь луговых злаков.

3. Влажный осокорник на супесчаной аллювиально-луговой почве. Расположен на слабо волнистой равнине притеррасной поймы. С юга примыкает низинное болото, с севера — склон арены. Общая сомкнутость древостоя 0,5; в группах осокоря 0,8. Используется как выпас. В травостое преобладают луговые и лугово-болотные виды: полевица Зерова (*Agrostis Zerovii* Klok.), мятлик болотный (*Poa palustris* L.), авран аптечный (*Gratiola officinalis* L.), осока ранняя (*Carex praecox* Schreb.), шлемник колпаконосный (*Scutellaria galericulata* L.) и др.

Видовой состав семян и их распределение в почве естественных пойменных лесов отражены в табл. 1, из которой видно, что в почве всех пробных площадей отсутствуют семена древесных и кустарниковых пород, что, по-видимому, связано с благоприятными условиями для их прорастания (о чем говорит обилие семян дуба в вязо-дубняках) и периодичностью плодоношения древесных пород. По количеству жизнеспособных семян и принадлежности их к различным биоморфам и ценоморфам осокорник и вязо-дубняк резко различаются.

В почве влажного осокорника господствуют семена болотных видов (Pal.) — камыша лежачего (*Scirpus supinus* L.) и болотницы болотной (*Heleocharis eupalustris* Lindl.). Вязо-дубняки характеризуются преобладанием семян малолетних сорняков (Ru). Особенно много мелких семян повилки тимьянной (*Cuscuta epithymum* Murr.) и капусты (*Brassica* sp.). Среди многолетников в небольшом количестве встречаются семена луговых (Pr.), лесных (Sil.) и болотных видов.

Частая встречаемость и местами обилие жизнеспособных семян болотных и луговых видов в почве лесов Среднего Днепра является их особенностью и связана со своеобразием долгопоемных местообитаний, отличающихся большой динамичностью, присутствием в травостое болотных и луговых видов, а также контактом лесов с болотной и луговой растительностью.

На засемененность почвы этих лесов и формирование их травостоя большое влияние оказывает перенос семян в половодье. Видовой состав семян поймы беднее флористического состава напочвенного покрова насаждений. Особенно это выражено в осокорнике, где нет ни одного вида семян, общего с видами насаждения. Обращает на себя внимание полное отсутствие в почве пойменных лесов семян злаков, которые принимают значительное участие в сложении их травостоя.

Наибольший запас жизнеспособных семян наблюдается в почве влажного осокорника, наименьший — в почве свежего вязо-дубняка. Такие различия, по-видимому, связаны с различным размахом аллювиальных процессов и градациями увлажнения. В условиях краткой поемности свежего вязо-дубняка, расположенного на гриве центральной поймы, создаются условия для более быстрой минерализации органического вещества (в том числе семян), а также сноса семян в понижения.

Распределение семян по вертикальному профилю почвы характеризуется отсутствием последних в подстилке и увеличением с глубиной. В почве свежего вязо-дубняка максимальное количество семян сосредоточено в слое 5—15 см. Это, главным образом, семена сорняков — повилки тимьянной (*Cuscuta epithymum* Murr.) и капусты (*Brassica* sp.). В почве влажноватого вязо-дубняка и осокорника максимум семян отмечен в слое 5—10 см. При этом в осокорнике основу составляют семена камыша раскидистого (*Scirpus supinus* L.), которые вместе с наилком могли быть перетолжены с соседнего болота. С другой стороны, в стадии вырубki камыш лежачий мог являться одним из компонентов травостоя в силу большей близости грунтовых вод.

Изучение засемененности почвы пойменных лесов позволяет считать, что при изменении экологических условий, и в первую очередь влажности, состав травостоя насаждений может меняться не только благодаря приносу семян извне, но и запасу жизнеспособных семян в почве этих насаждений, что важно для прогноза формирования травостоя — антагониста леса в степи.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. А. Альбицкая. Засоренность почвы искусственных лесов в степи в связи с их типологическими особенностями. Научные доклады высшей школы, «Биологические науки» № 4, 1964. [2]. А. Л. Бельгард. Лесная растительность юго-востока УССР. Изд. Киевского университета; Киев, 1950. [3]. Г. Н. Шевельов. Бурьяны УРСР. Заходи боротьби з ними. Ілюстрований їх визначник. Київ, видавн. АН УРСР, 1937.

УДК 634.0.232

**ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИСТВЕННИЦЫ В КУЛЬТУРЕ  
В ГОРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Н. В. КУПРИЯНОВ**

(Горьковский государственный университет)

Культуры лиственницы в Горьковской области изучены недостаточно\*. Целью нашей статьи является попытка обобщить опыт по выращиванию культур лиственницы в области и на основании этого дать производству некоторые рекомендации.

Автором учтены и обследованы все участки культур лиственницы старших возрастов (50—79 лет) и основные площади 20—25-летних культур. Заложено 17 пробных площадей в различных районах области. На пробах № 1, 7, 8 наблюдения ведутся уже более 10 лет. Данные двух проб (№ 16, 17) взяты из материалов лесоустройства по ре-

Таблица 1

Горизонты	Глубина взятия образца, см	Содержание физической глины, %	pH солевой вытяжки	Сумма поглощенных оснований	Емкость поглоще- ния	Степень насыщенности основаниями	Содержа- ние гумуса по Тюрину, %
Пробная площадь № 1							
A <sub>1</sub>	10	13,7	5,2	5,66	7,85	72,01	1,14
A <sub>2</sub>	25	14,4	6,0	5,86	7,36	79,61	0,88
B <sub>1</sub>	45	21,7	4,8	8,78	12,58	69,79	0,89
B <sub>2</sub>	83	17,2	4,2	7,42	10,72	69,21	0,40
C	105	26,3	4,0	10,34	14,54	71,11	0,29
Пробная площадь № 4							
A <sub>1</sub>	10	16,3	5,3	6,64	9,44	70,33	1,56
B <sub>1</sub>	45	17,3	5,6	5,47	7,67	71,31	0,59
C	75	40,7	4,1	11,32	17,42	64,98	0,38
Пробная площадь № 6							
A <sub>1</sub>	4	8,7	5,4	8,84	11,64	75,94	2,33
A <sub>2</sub>	9	11,4	4,8	5,86	7,06	83,00	0,51
B <sub>1</sub>	50	20,8	4,8	9,96	11,86	83,97	0,41
B <sub>2</sub>	83	10,7	6,4	0,20	1,25	16,00	1,0
B <sub>3</sub>	110	10,5	6,3	3,32	4,12	80,58	0,31
C	140	22,0	5,6	10,16	11,21	90,63	
Пробная площадь № 13							
A <sub>1</sub>	4	18,2	4,2	3,90	9,10	42,85	1,94
A <sub>2</sub>	17	24,0	4,4	2,54	7,04	35,07	0,61
B <sub>1</sub>	35	12,1	4,4	1,15	3,35	34,32	0,11
B <sub>2</sub>	85	33,8	4,0	8,78	18,88	46,50	0,21
B <sub>2</sub> C	130	19,5	4,2	6,44	116,51	55,95	

\* Ф. П. Левдик. Смешанные культуры лиственницы с сосной. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1954.



результатам обследования 1964 г. При закладке пробных площадей использованы обычные методы, принятые в таксации. Запас древесины найден или по модельным деревьям, или по разрядным таблицам. Кроме обычного описания почвенных профилей на всех пробных площадях, для некоторых из них лабораторным способом определен механический и химический состав (табл. 1). Все обследованные культуры произрастают на почвах, благоприятных для роста лиственницы.

Культуры лиственницы созданы семенами, полученными из Сибири (в основном из Сонского лесхоза Красноярского края). В табл. 2 приведена краткая характеристика обследованных культур.

№ пробной площади	Лесничество, квартал	Механический состав почвы *	Тип лесорастительных условий	Первоначальная густота культур, шт.
Чистые культуры				
1	Богородское, 39	Супесчаная	B <sub>2</sub>	Л—5000
5	Павловское, 39	"	C <sub>2</sub>	Л—10 000
6	Павловское, 15	"	B <sub>2</sub>	Л—5000
9	Гагинское, 22	Суглинистая	D <sub>2</sub>	Л—6660
13	Ильино-Заборское, —	Легкий суглинок	C <sub>2</sub>	Л—5000
2	Богородское, 48	Супесчаная	B <sub>2</sub>	Л—3330; Кл. остр.—3330; Ак. ж.—3330
Смешанные культ				
7	Арзамасское, 8	Легкий суглинок	C <sub>2</sub>	Л—2500; С—7500
8	Арзамасское, 2	" "	C <sub>2</sub>	Л—2000; С—6000
14	Городецкое, 75	Легкая супесчан.	B <sub>2</sub>	Л—3500; С—1500
15	Городецкое, 53	" "	B <sub>2</sub>	Л—3500; С—9500
16	Илевское, 4	Супесчаная	B <sub>2</sub>	Л—2250; С—2250
17	Илевское, 6	"	B <sub>2</sub>	Л—5000; С—500
Смешанные культуры с дубом,				
4	Павловское, 39	Супесчаная	C <sub>2</sub>	Л—4000; Д—1000
11	Игумновское, 98	"	B <sub>2</sub>	Л—1000; Д—20 000
12	Игумновское, 97	"	B <sub>2</sub>	Л—850; Д—3000
10	Гагинское, 54	Суглинистая	D <sub>2</sub>	Л—6660
3	Богородское, 48	Легкая супесчаная	B <sub>2</sub>	Л—2500; С—2500 Д—1250; Кл. остр.—3750

\* Почвы темно-серые, слабоподзоленные — пробы № 9, 10; почвы серые лесные, — пробы № 1, 2, 3; почвы дерново-подзолистые, среднеподзоленные — на осталь-

На пробной площади № 16 лиственница и сосна посажены в площадку размером 0,5×1 м (3 шт. в площадке), на пробе № 17 — в площадки 1×1 м (5—6 шт.). В первом случае количество площадок на 1 га около 1500 шт., во втором — 1000 шт. На пробной площади № 16 ряд лиственницы чередуется с рядом сосны, на пробе № 17 площадки

с сосной разбросаны беспорядочно. На пробных площадях № 11 и 12 высевали желуди в площадки размером  $2 \times 2$  м (пробная площадь № 11) и  $1,5 \times 1,5$  м (пробная площадь № 12) в количестве 30—35 шт. на пробе № 11 и 5 шт. «конвертом» — на пробе № 12. Количество площадок — около 600 на 1 га. Лиственница введена посадкой между площадками. На остальных участках культуры созданы рядовой посадкой в плужные борозды. В качестве посадочного материала применялись двухлетние сеянцы лиственницы.

На пробе № 10 второй ярус из дуба и типичных его спутников образовался естественным путем, а на пробе № 2 также естественным

Таблица 2

Состав	Возраст, лет	Количество стволов на 1 га	Средние		Запас на 1 га, м <sup>3</sup>
			высота, м	диаметр, см	
лиственницы					
10Л, ед. Б	25	1850	16,5	15,8	308
10Л, ед. Б	13	2200	8,2	10,0	76
10Л	55	384	21,4	28,0	259
10Л	49	1448	21,5	21,5	529
10Л, ед. С	56	1070	22,2	22,7	468
10Л+Е, ед. Кл. остр.	24	1990	14,7	13,1	222
туры с сосной					
8С2Л	27	3016	13,5	11,5	212
в т. ч. Л		883	11,0	9,0	—
6С4Л	27	2059	14,5	13,5	232
в т. ч. Л		1100	13,1	12,0	—
7Л3С	79	737	24,3	25,5	438
в т. ч. С		—	22,2	29,0	—
9С1Л	10	—	4,0	6,0	—
в т. ч. Л		—	2,8	3,0	—
6Л4С	7	2850	2,7	2,4	—
в т. ч. С		1200	3,0	3,3	—
9Л1С	8	3960	3,0	2,2	—
в т. ч. С		240	2,9	3,0	—
с сосной и дубом					
10Л+Д	12	2325	8,1	10,0	64
в т. ч. Д		500	3,5	2,5	—
6Д3Л1Б	14	6825	6,5	3,5	70
в т. ч. Л		425	8,5	9,0	—
8Л2Д	14	2900	10,0	14,0	72
в т. ч. Д		2200	6,3	5,2	—
I ярус: 10Л	56	920	23,8	24,0	452
II ярус: 4Лп3Кл					
2Д1Ил	30—35	380	14,0	18,0	59
5Л4С1Д+Кл	23	4280	—	—	132
в т. ч. Л		1920	12,2	9,0	—

слабооподзоленные — пробы № 4, 5; почвы светло-серые лесные, среднеоподзоленных пробных площадях.

путем поселилась ель (1450 шт. на 1 га в возрасте 3—10 лет). На пробе № 9 образовался естественным путем подлесок из лещины средней густоты. Лещина плодоносит. На пробных площадях, кроме № 1, 5 и 13, уход за лиственницей запаздывал, интенсивность рубок ухода была явно недостаточной, особенно на пробе № 9.

Наиболее удачными следует признать чистые культуры лиственницы. По продуктивности они даже превосходят смешанные. Примером высокой производительности лиственницы служит постоянная пробная площадь № 1, заложенная в 1955 г. лесничим З. Е. Левкиным. В 1959 и 1965 гг. на ней произведен повторный пересчет. В 1955 г. были выполнены рубки ухода с выборкой 26,4% от первоначального запаса. Средняя высота лиственницы в 1955 г. была 11,0 м, средний диаметр 9,5 см, а запас 126 м<sup>3</sup> на 1 га; в 1959 г. соответственно 14,0 м, 12,5 см, 175 м<sup>3</sup>, а в 1965 г. — 16,5 м, 15,8 см и 308 м<sup>3</sup>. Лиственница в период 15—25 лет отличается исключительно быстрым ростом. Если средний прирост в 1965 г. составил 12,3 м<sup>3</sup>, то текущий прирост за последнее десятилетие — 18,2 м<sup>3</sup> на 1 га. Рост лиственницы на этом участке превосходит рост не только сосны, но и березы. В расположенном напротив березовом насаждении в возрасте 25 лет средняя высота была 14,0 м, а диаметр 10,0 см, отдельные экземпляры достигали 17,0 м, а у лиственницы средняя высота 16,5 м и максимальная — 20,5 м. Чистые культуры сосны рядовой посадки в возрасте 22 лет имели среднюю высоту 10,5 м и средний диаметр 9,5 см (полнота 1,0). Относительно небольшой запас на пробной площади № 6 объясняется большой изреженностью культуры.

Большого внимания заслуживает изучение опыта смешанных культур лиственницы с сосной. Представляют интерес пробные площади № 7 и 8, которые в 1952 г. были обследованы Ф. П. Левдиком\* и повторно — автором в 1965 г. На пробе № 7 с 1952 г. не было никакого ухода, а на пробе № 8 проведены рубки ухода в 1965 г. Культуры созданы двухрядной строчной посадкой в пласт. Расстояние между рядами в строке 1 м, а между строками 1,5 м, в рядах 0,75 м. Смещение лиственницы с сосной беспорядочное в рядах. В 1952 г. на пробе № 7 состав был 7С3Л; средняя высота сосны 6,1 м, лиственницы 6,9 м, средний диаметр сосны 5,6 см, лиственницы 6,1 см. На пробе № 8 в 1952 г. состав был 8С2Л; средняя высота сосны 6,3 м, лиственницы 5,2 м; средний диаметр сосны 10,9 см, лиственницы 6,5 см. Обе породы отличаются хорошим ростом, но к 1965 г. сосна уже превосходила лиственницу. При создании смешанных культур сосны с лиственницей (20—30%) особенно необходим своевременный уход, иначе лиственница отчасти может вытесняться сосной. Здесь совершенно излишне загущение, примером которого могут служить смешанные культуры сосны с лиственницей (проба № 15). К возрасту 10 лет естественным путем отпало лиственницы 38,8, а сосны 7,7%. Лиственница сохранилась только по опушкам. Если создавать смешанные культуры, то лучше включить в состав не 20—30, а около 50% лиственницы и проводить своевременный уход не за сосной, а за лиственницей.

Нельзя признать удачными и смешанные культуры лиственницы с дубом, так как в этом случае дуб вытесняется. Вряд ли целесообразно стремиться к выращиванию лиственничных насаждений со вторым ярусом из дуба, на создание которого не всегда можно рассчитывать, не говоря уже о том, что дуб зачастую вводится в культуры на почвах, не отвечающих условиям его произрастания (пробы № 3, 11, 12). Кроме того, по производительности эти насаждения значительно уступают чистым лиственничным культурам.

Из наших данных следует, что густые посадки лиственницы совершенно нецелесообразны. В условиях Горьковской области может быть рекомендована оптимальная густота посадки лиственницы 3330 или

\* Ф. П. Левдик. Смешанные культуры лиственницы с сосной. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1954.

5000 шт. на 1 га. Лучшей сопутствующей породой на дерново-подзолистых и светло-серых супесчаных и легких суглинистых почвах является ель обыкновенная, а на серых и темно-серых суглинистых лесных почвах липа мелколистная (ель и липа образуют второй ярус). В качестве кустарниковых пород в первом случае следует использовать липу, во втором — лещину. При густоте 3330 шт. на 1 га ряды лиственницы чередуются через два ряда (ряд сопутствующей породы и ряд кустарников).

Расстояние между деревьями и кустарниками в рядах, равное 1 м, способствует быстрейшему смыканию лиственницы в рядах и обеспечивает хорошее затенение почвы в междурядьях. По аналогичной схеме созданы культуры на пробе № 2, но вместо липы введен клен остролистный.

При первоначальной густоте посадки лиственницы 5000 шт. на 1 га ряды лиственницы чередуются (ряд сопутствующей породы и ряд кустарников). Сопутствующую породу можно заменить кустарником, тогда получим чистые культуры с подлеском. Размещение рядов и в рядах 1 м.

Поступила 21 октября 1966 г.

УДК 634.0.5

## О СТРУКТУРЕ ДРЕВОСТОЕВ ДЕВСТВЕННЫХ ЕЛЬНИКОВ НА ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ

С. А. ДЫРЕНКОВ

(ЛенНИИЛХ)

В 1962—1964 гг. автором совместно с сотрудниками бывшей Котласской лесной опытной станции ЛенНИИЛХа проведены исследования возрастной структуры, таксационного строения и прироста модальных еловых древостоев в юго-западной части Вычегодско-Мезенской равнины. При маршрутных обследованиях крупнейших, впервые поступавших в промышленную рубку еловых массивов в Корткеросском, Микуньском леспромхозах Коми АССР и в Нюбском и Лимендском леспромхозах Архангельской области выявлено преобладание площадей, занятых фитоценозами типов леса долгомошной группы (47% от общей площади ельников). Особенно широко распространены ельники чернично-долгомошные.

В лесозаготовительном фонде ельника чернично-долгомошного более 80% древостоев имеют средний таксационный возраст выше 140 лет и представляют собой разновозрастные девственные леса.

В подобранных по таксационным описаниям выделах с характеристиками, близкими к модальным для эксплуатационного фонда, после натурного осмотра закладывали пробные площади в соответствии с требованиями таксации [2]. Перечет древостоя был сплошным, подрост — выборочным на площади не менее 500 м<sup>2</sup>. Всего заложено 13 пробных площадей (около 6 га) и взято 1300 учетных деревьев, в том числе половина — перечетного размера (с диаметром на высоте груди выше 6 см). Лесотипологические описания сделаны согласно «Методическим указаниям» В. Н. Сукачева, С. В. Зонна [5].

Основные особенности возрастной структуры и строения древостоев выявляются при рассмотрении двухмерного распределения числа

Возрастные поколения (от ... до), лет	Распределение числа экземпляров на I га (числитель) и древесного запаса, м <sup>3</sup> /га (знаменатель) по поколениям и ступеням толщины, см													Всего по поколениям	%	
	подрост*				древостой											
	до 2	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40 и выше					
До 40	2324 0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2324 0,5	44,3 0,3
41—80	1428 0,4	83 0,4	5 0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1516 0,9	28,8 0,5
81—120	83 —	249 1,0	81 1,8	8 0,5	10 1,4	2 0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	433 5,3	8,2 2,9
121—160	—	33 0,2	100 2,2	98 6,3	86 12,3	38 9,4	12 5,0	5 2,7	—	—	—	—	—	—	372 38,1	7,1 20,6
161—200	—	—	47 1,0	61 3,9	104 14,7	67 16,5	12 5,0	12 6,7	4 2,8	—	—	—	—	—	307 51,2	5,8 27,7
201—240	—	—	18 0,4	32 2,0	27 3,9	40 10,0	46 18,6	20 10,6	4 2,9	2 2,3	—	—	—	—	189 50,7	3,6 27,5
241—280	—	—	8 0,2	11 0,7	14 2,0	16 4,1	37 14,9	10 5,3	3 2,1	1 1,1	—	—	—	—	100 30,4	1,9 16,4
281—320	—	—	—	—	3 0,5	—	6 2,5	2 1,3	2 1,4	—	—	—	—	—	13 5,7	0,3 3,1
321—360	—	—	—	—	—	—	3 1,2	—	—	—	—	—	—	—	3 1,2	— 0,7
361—400	—	—	—	—	—	2 0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	2 0,6	— 0,3
Всего по ступеням толщины	2835 0,9	365 1,6	259 5,7	210 13,4	244 34,8	165 41,2	116 47,2	49 26,6	13 9,2	3 3,4	— 0,6	—	—	—	5259 184,6	
%	72,9 0,5	7,0 0,9	4,9 3,1	4,0 7,3	4,7 18,8	3,1 22,3	2,2 25,6	0,9 14,4	0,3 5,0	— 1,8	— 0,3	—	—	—	100,0 100,0	

экземпляров и древесного запаса ели по условно одновозрастным \* поколениям и по ступеням толщины \*\*.

Это распределение приведено в табл. 1. Сводка содержит данные шести пробных площадей, заложенных в одном и том же массиве леса (Корткеросский район Коми АССР, бассейн р. Локчим). Совместная сработка данных была допустима, так как одинаковые поколения ели на этих пробах имели практически равные средние таксационные диаметры.

Для математического описания эмпирически полученного двухмерного распределения числа экземпляров ели (табл. 1) можно использовать семейство кривых распределения числа экземпляров ели по ступеням толщины в пределах поколений. Согласно вычисленным величинам критерия Пирсона, все семейство состоит из кривых типа I, общая формула которых имеет вид  $f_{1(x)} = f_{1,0} \left(1 + \frac{x}{l_1}\right)^{q_1} \left(1 - \frac{x}{l_2}\right)^{q_2}$  [3, стр. 210].

С увеличением возраста поколений  $q_1$  изменяется в пределах от  $-1$  до  $+1$ ,  $q_2$  — от  $+1$  до  $0$ , а общий размах распределения  $l$  не может быть больше величины максимального диаметра стволов в древостое  $D_{max}$ , выраженного в единицах принятого при перечете размера ступени толщины (разряда  $c$ ):  $l = l_1 + l_2 \leq \frac{D_{max}}{c}$ .

Господствующее поколение имеет распределение, близкое к выражаемому кривой типа II (частный случай кривой типа I при условиях:  $r_3 = \alpha = 0$ ;  $r_4 = t + 3 < 3$ ;  $\chi = 0$ ) — табл. 2.

Таблица 2

Поколения ели (от .... до), лет	Среднее значение диаметра $\bar{x}$ , см	Ожидаемая ошибка вычисления среднего значения $\pm m$ , см	Основное отклонение $\sigma$ , см	Коэффициент вариации $V$ , %	Мера косоности $\alpha$	Мера крутости $t$	Критерий кривой распределения (по Пирсону) $\chi$
121—160	12,56	0,27	5,29	42,12	+0,46	-0,12	-0,19
161—200	15,84	0,30	5,28	33,34	+0,52	-0,34	-1,12
201—240	19,18	0,47	6,52	34,02	-0,02	-0,72	-0,00
241—280	20,40	0,63	6,31	30,94	-0,33	-0,47	-0,06

Распределение общего запаса древостоя по поколениям характеризуется одновершинной параболической кривой (внешне напоминающей кривую вероятности), симметричной относительно ординаты, соответствующей возрасту господствующего по запасу поколения (рис. 1).

Среди сменяющих друг друга поколений девственного елового леса имеются восходящий и нисходящий ряды, соответствующие на рис. 1 левой и правой ветвям общей кривой распределения запаса древостоя по поколениям.

Распределение общего текущего прироста древостоя по поколениям в основном аналогично распределению запаса, но его максимум смещен с господствующего поколения (спелого) на ближайшее к нему поколение восходящего ряда (приспевающее). Табл. 3 содержит данные, необходимые для анализа распределения текущего прироста.

Резюмируя полученные результаты, следует признать высокое совершенство структуры древесного яруса фитоценозов девственных

\* В условно одновозрастные поколения включены деревья, различающиеся по возрасту не более чем на 40 лет. Границы поколений, разумеется, условны.

\*\* Ступени толщины с разрядом, равным 4 см, установлены для диаметра на высоте груди.

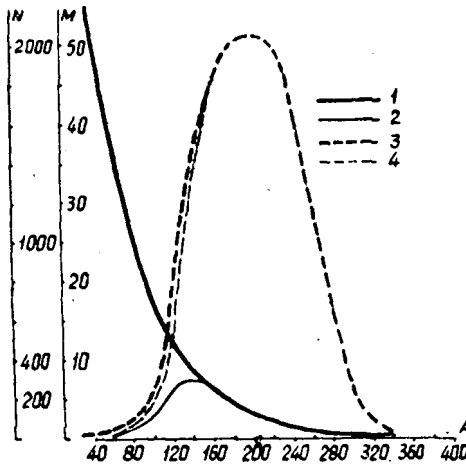


Рис. 1. Распределение числа экземпляров  $N$  и древесного запаса  $M$  по группам возраста.

1 — общее число экземпляров ели на 1 га;  
 2 — в том числе экземпляров пересчетного диаметра; 3 — общий запас ели на 1 га, м<sup>3</sup>;  
 4 — в том числе экземпляров пересчетного размера.

ельников, позволяющее ему при отсутствии стихийных бедствий (пожаров, сильных бурь с большими ветровалами и т. д.) и рубок воспроизводиться во всех элементах в «неизменном» состоянии. Структура отражает три важнейшие условия существования девственного леса: 1 — непрерывность естественного возобновления основного лесобразователя — ели; 2 — постепенность смены поколений ели; 3 — примерно одинаковый путь развития всех наличных и прошлых поколений ели.

Таблица 3

Возрастные поколения (от .... до), лет	Распределение текущего (среднепериодического за последние 10 лет) прироста по запасу, %, по ступеням толщины, см							Сумма по поколениям
	8	12	16	20	24	28	32 и выше	
До 80	0,5	0,2	—	—	—	—	—	0,7
81—120	2,4	1,2	2,1	0,9	0,2	—	—	6,8
121—160	2,1	5,4	7,3	5,2	2,1	0,7	0,7	23,5
161—200	0,4	1,9	9,3	9,6	6,9	1,9	0,3	30,3
201 и выше	0,1	0,5	2,7	4,3	12,1	4,2	1,8	25,7
Возраст не определен (фаутные)	0,1	0,6	1,7	3,5	3,2	1,7	2,2	13,0
Сумма по ступеням толщины	5,6	9,8	23,1	23,5	24,5	8,5	5,0	100,0

Темнохвойная тайга, состоящая преимущественно из подобного рода климаксовых фитоценозов, не стареет по своему «среднему таксационному возрасту», который веками держится около 160—180 лет. Поэтому несостоятельно опасение катастрофического естественного распада «перестойных» с точки зрения ныне установленного возраста рубки (100—120 лет) древостоев, приводимое иногда в качестве довода в пользу необходимости их единовременной концентрированной сплошной рубки («жатвы спелого леса»). С точки зрения полного использо-

вания производительных сил природы, сплошные концентрированные рубки в разновозрастных северных ельниках, как указывали многие лесоводы, нерациональны, так как при этом преждевременно вырубаются многочисленные деревья относительно молодых и перспективных по приросту поколений.

Новыми «Правилами рубок главного пользования» [4] для разновозрастных таежных ельников с полным основанием рекомендованы выбсрочные рубки.

Для объектов наших исследований переход к интенсивному выборочному хозяйству сопряжен с необходимостью возможно более быстрого удаления всех перестойных деревьев (старше 200 лет), фаутных и безнадежно отставших в росте деревьев поколений восходящего ряда. В среднем это составляет 60% от наличного запаса и 55% от наличного числа стволов перечетного диаметра.

По известным из опыта лесного хозяйства [1] условиям, обеспечивающим устойчивость оставляемых на корню деревьев, осуществить такую выборку можно не менее, чем в два приема.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Алексеев. Рубки в лесах Севера. М., 1948. [2]. Е. М. Лавренко. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения. Полевая геоботаника, т. I, изд. АН СССР, М.—Л., 1959. [3]. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. Физматгиз, М., 1961. [4]. Правила рубок главного пользования в равнинных лесах европейской части РСФСР. Гослесбумиздат, М., 1963. [5]. В. Н. Сукачев, С. В. Зонн. Методические указания к изучению типов леса. Изд. АН СССР, М., 1962.

---

Поступила 24 января 1966 г.



## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 629.11.013.5

## К УСТАНОВЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ ПОПЕРЕЧНОГО СМЕЩЕНИЯ ПРИЦЕПОВ ПРИ СКЛАДЫВАНИИ АВТОПОЕЗДОВ

В. И. МЕЛЬНИКОВ

(Марийский политехнический институт)

Развитие автомобильной вывозки леса в хлыстах сопровождается увеличением мощности автомобилей-тягачей, а вместе с этим возрастанием веса лесовозных поездов и повышением скоростей их движения. Эти обстоятельства требуют улучшения качества лесовозных дорог, выдвигают повышенные требования к безопасности движения.

При неустановившемся движении (например, при замедлении на спуске или при торможении автомашины с нетормозным прицепом) в автопоезде возникают дополнительные продольные силы, которые, будучи приложены с некоторым эксцентриситетом относительно продольной оси движения автопоезда, не могут не влиять на поперечную устойчивость прицепа. Они вызывают забегание (скольжение) прицепа в сторону от оси автопоезда.

Поперечное скольжение прицепов во время торможения — весьма нежелательное и небезопасное явление. Оно зависит от многих факторов: типа и весовых характеристик автопоездов, режима торможения, вида покрытия дороги и поперечного очертания ее проезжей части (поперечного уклона полотна).

Рассмотрим явление увода прицепов в сторону во время торможения автомашины применительно к двум схемам лесовозных поездов.

Схема 1: автопоезд, состоящий из автомашины, оборудованной поворотным коником, и прицепа-ропуска, с пакетом хлыстов, опирающимся на коник автомашины и коник прицепа (рис. 1). Далее прицеп-ропуск будем называть просто ропуском.

Схема 2: автопоезд, состоящий из автомашины с седельным опорно-цепным устройством (седельного тягача), специального (седельного) полуприцепа и ропуска, с пакетом хлыстов, опирающимся на коник седельного полуприцепа и на коник ропуска (рис. 2).

*Автопоезд с пакетом хлыстов,  
расположенным на раме автомашины и на ропуске.*

Введем следующие обозначения (рис. 1): точка  $O$  — ось шарнирного соединения автомашины и ропуска; точка  $C_1$  — центр тяжести груза с ропуском, он оказывается смещенным относительно продольной оси автопоезда на величину  $a$  (эту величину  $a$  можно назвать эксцентриситетом центра тяжести ропуска с грузом); точка  $O_1$  расположена на оси ропуска;  $L$  — расстояние от точки сцепки до оси ропуска, то есть длина дышла;  $l$  — расстояние от точки сцепки до центра тяжести ропуска с грузом;  $\varphi$  — угол, образуемый осью дышла с осью движения автопоезда (в начальный момент он равен  $\varphi_0$ ).

При всех дальнейших рассуждениях нужно иметь в виду следующие допущения: точка  $O$  движется прямолинейно и в момент увода прицепа; расстояние  $OC_1$

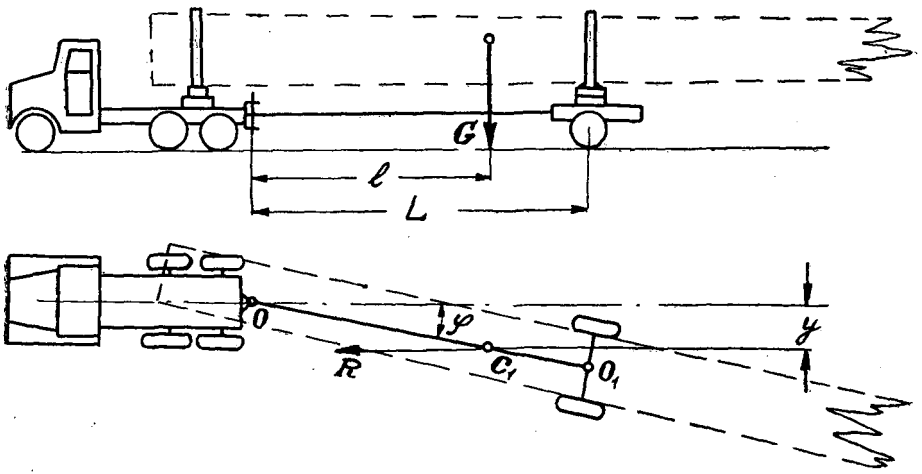


Рис. 1.

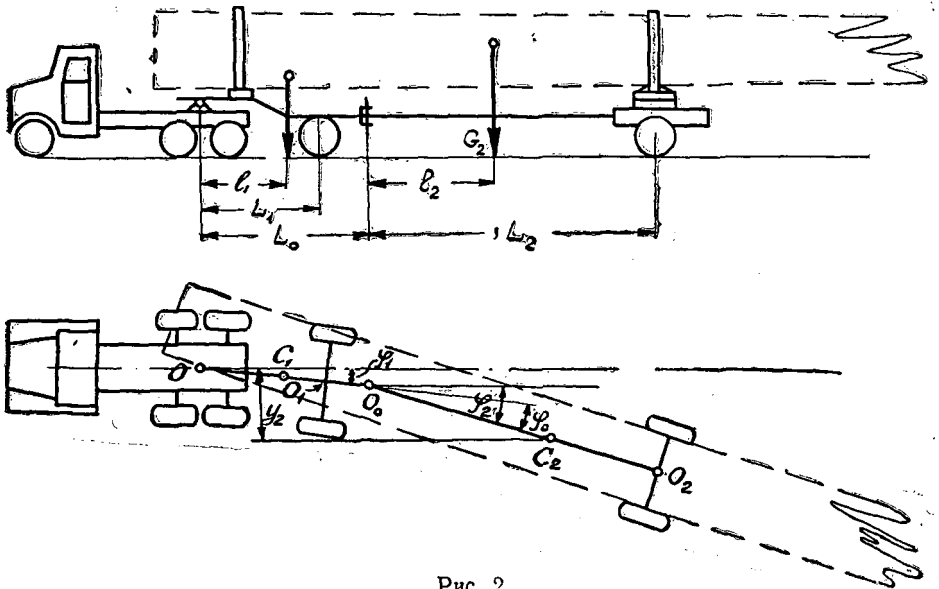


Рис. 2.

остается неизменным, то есть пренебрегаем продольным смещением хлыстов в пакете; прицеп принят одноосным\*.

Обозначим величину поперечного смещения центра тяжести прицепа во время торможения —  $y$ , а величину смещения центра тяжести вдоль оси движения  $x$ .

$$y = \frac{a}{2\beta} \ln \frac{4\gamma}{\beta} \frac{e^{-\frac{2\sqrt{\beta\gamma}}{a}t}}{\left(e^{-\frac{2\sqrt{\beta\gamma}}{a}t} + 1\right)^2}. \quad (1)$$

\* При двухосном прицепе (роспуске) механика скольжения его будет та же, однако удельное сопротивление  $w_0$  окажется иным.

Полученное значение  $y$  выражает величину поперечного смещения центра тяжести роспуска относительно продольной оси автопоезда при устойчивом поступательном движении автотягача.

Однако значение  $y$ , представленное уравнением (1), в функции от времени  $t$  и некоторых постоянных факторов  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , представляющих собой различные сочетания параметров роспуска, является довольно громоздким при использовании его для практических целей. Поэтому мы рассмотрим более простое определение величины  $y$  для первой схемы автопоезда.

### Упрощенное определение величины поперечного скольжения прицепа

Для упрощенного выражения величины поперечного смещения прицепа-роспуска во время торможения воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии системы (теоремой живых сил).

Применительно к нашему случаю она имеет вид

$$\frac{mv_{1п}}{2} - \frac{mv_{2п}}{2} = \int_{y_1}^{y_2} Fdy, \quad (2)$$

где  $m$  — масса прицепа-роспуска;

$v_{1п}$ ,  $v_{2п}$  — скорости поперечного перемещения прицепа-роспуска в начале и в конце торможения;

$\int_{y_1}^{y_2} Fdy$  — сумма работ внешних и внутренних сил, действующих на пути поперечного перемещения в процессе торможения.

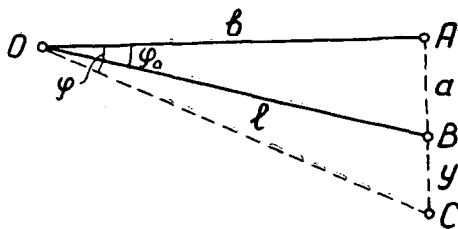


Рис. 3. Схема соотношений между величинами углов  $\varphi_0$ ,  $\varphi$  и поперечным смещением центра тяжести прицепа  $a$  и  $y$ .

Вполне очевидно, что существует зависимость между скоростями продольного и поперечного перемещения, для нахождения которой воспользуемся схемой скоростей (рис. 3):  $\cos \varphi = \frac{b}{l}$ ;  $\sin \varphi = \frac{a}{l}$ ;  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \frac{a}{\sqrt{l^2 - a^2}}$ ; можно принять, что  $\operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi = \frac{a}{l}$ .

$$v_{п} = v \operatorname{tg} \varphi, \quad (3)$$

здесь  $v$  — скорость продольного поступательного движения автопоезда;

$v_{п}$  — скорость поперечного перемещения прицепа-роспуска при уводе его в сторону;

$\varphi$  — угол, образованный осью прицепа-роспуска с первоначальным положением продольной оси автопоезда. В начальный момент он равен  $\varphi_0$ ;  $\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{a}{l}$ .

В другие моменты приближенно

$$\operatorname{tg} \varphi \approx \frac{a+y}{l}. \quad (4)$$

При этом условии

$$v_n = v \frac{a + y}{l}, \quad (5)$$

следовательно,

$$v_{1n} = v_1 \frac{a + y_1}{l} \text{ и } v_{2n} = v_2 \frac{a + y_2}{l}. \quad (5a)$$

В нашем случае при установлении суммы работ на рассматриваемом участке перемещения — первая часть уравнения (2) — величиной работы внутренних сил в системе роспуска пренебрегаем, тогда получим

$$\int_{y_1}^{y_2} F dy = \eta G \omega y = \eta G (\omega_0 + i_n) y, \quad (6)$$

где  $\eta$  — коэффициент, учитывающий долю от общего веса прицепа-роспуска с грузом  $G$ , приходящуюся на оси собственно роспуска;

$\omega = \omega_0 + i_n$  — сопротивление поперечному перемещению роспуска по полотну пути, включающее в себя основное сопротивление  $\omega_0$  и дополнительное от уклона —  $i_n$ .

Учитывая, что угол  $\varphi$  сравнительно невелик, а при повышении его и снижении скорости поперечная сила уменьшается, можно допустить  $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_0$ .

Тогда уравнение поперечного перемещения примет вид

$$\frac{m}{2} (v_1^2 - v_2^2) \frac{a^2}{l^2} = \eta G (\omega_0 + i_n) y, \quad (7)$$

откуда, учитывая, что  $m = \frac{G}{g}$ , получим

$$y = \frac{(v_1^2 - v_2^2) a^2}{2g\eta(\omega_0 + i_n) l^2}. \quad (8)$$

Если торможение производится до полной остановки, когда  $v_2 = 0$ , то

$$y = \frac{v_1^2 a^2}{2g\eta(\omega_0 + i_n) l^2}. \quad (8a)$$

Из выражений (8) и (8a) видно, что величина поперечного увода  $y$  не связана с величиной массы прицепа-роспуска, но зависит от соотношения весов (или масс)  $\eta$  всего прицепа-роспуска с грузом и самого роспуска с частью груза, приходящегося на него.

Выводы, сделанные нами для установления величины  $y$  применительно к первой схеме автопоезда, могут быть распространены и на вторую схему. Однако во втором случае уравнения будут более сложными и здесь, за неимением места, не приводятся.

При наличии между автомашиной и роспуском диагональных тросовых тяг следует, очевидно, учитывать их влияние. Однако, как показали предварительные расчеты, тросовые тяги способствуют ухудшению управляемости самого автотягача.

Теперь, зная все величины, входящие в уравнение (8), можно установить значение  $y$ . Вообще говоря,  $y$  — функция многих переменных, то есть

$$y = \varphi(v_1, v_2, a, l, \omega_0, i_n).$$

Задаваясь определенными значениями некоторых величин, мы получим зависимости, представленные в виде графиков на рис. 4, 5, 6.

$$y = f(v_1, v_2);$$

$$y = f_1(a, l);$$

$$y = f_2(a, \omega).$$

Зависимость поперечного смещения прицепа (ропуска) от начальной и конечной скоростей торможения  $y = f(v_1, v_2)$  (рис. 4), построенная при заданных  $\eta = 0,6$ ;  $a = 0,1$  м;  $l = 5,0$  м;  $\omega = \omega_0 + i_n = 0,01$ , представляет собой параболическую поверхность, что свидетельствует о возрастании величины  $y$  пропорционально квадрату начальной скорости  $v_1$ .

Из графика зависимости  $y = f_1(a, l)$  — (рис. 5) — видно, что с увеличением расстояния  $l$  в два раза величина  $y$  уменьшается в четыре раза при прочих постоянных параметрах.

Из графика  $y = f_2(a, \omega)$  — (рис. 6) — можно установить, что величина  $y$  обратно пропорциональна значению суммарного удельного сопротивления поперечному перемещению прицепа по полотну дороги  $\omega$ , то есть эта зависимость имеет вид гиперболической.

При малых значениях  $\omega = \omega_0 + i_n$  может произойти полное складывание автопоезда.

Проведенное нами исследование позволяет сделать следующие выводы.

Уменьшение величины поперечного смещения прицепов при складывании автопоезда может быть достигнуто в результате: а) совершенствования конструкций автопоездов; б) более рациональной эксплуатации пути и подвижного состава автомобильных дорог.

К мероприятиям первой группы можно отнести: 1) уменьшение величины начального поперечного смещения (эксцентриситета) центра тяжести прицепов  $a$ , благодаря приданию соответствующей формы грузонесущим элементам, например, приданию криволинейного очертания опорной поверхности коников (наподобие днища современных самосвалов); 2) возможное увеличение расстояния между кониками  $l$ , что обеспечит также сокращение длины свисания (консоли) пакета хлыстов; 3) применение прицепов и ропусков, оборудованных тормозами, может обеспечить полное устранение складывания автопоездов.

К мероприятиям второй группы могут быть отнесены: 1) увеличение величины суммарного удельного сопротивления поперечному перемещению прицепов по полотну дороги в местах возможного торможения (в особенности на спусках и на кривых) в результате улучшения сцепления колес с поверхностью дороги и очертания проезжей части дорожного полотна; 2) установление надлежащих амортизаторов в сцепных приборах, могущих частично поглощать влияние сил увода прицепов.

УДК 634.0.378.31

## НОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ДЛИТЕЛЬНОСТИ НАМОКАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ МОЛЕВОМ СПЛАВЕ

В. Г. КОЗЛОВ

(Марийский политехнический институт)

Как известно, при планировании работ лесосплавающих предприятий предусматриваются нормы естественных потерь (утопа) древесины, при определении которых длительность намокания приравнивается к средней продолжительности сплава. Однако до сих пор нет общепринятой методики расчета длительности намокания древесины при молевом сплаве.

На основании исследований, проведенных в производственных условиях на реках Вологодской обл., Марийской АССР и других районов страны, нами установлено, что длительность намокания древесины при молевом сплаве зависит от следующих факторов: режимов скатки леса для сплава; поступления леса в рейдовую запань (приплав его); сплотки или выгрузки на берег.

В нашем методе расчета используется показатель количества кубосуток для каждой фазы сплава (подсчитывается движение молевой древесины в кубосутках или тыс. кубосуток). Этот метод можно назвать балансовым. Заключается он в следующем.

1. На основании графика молевого сплава по реке составляют табличный график скатки (с нарастающим итогом), график поступления древесины в рейдовую запань, график выпуска из запани и сплотки или выгрузки.

График молевого сплава является первичным документом, его необходимо составлять для всех географических районов, где проводят сплав, с учетом особенностей древесных пород.

В табл. 1 приведен пример расчета такого графика, с указанием объемов работ по фазам за общий период сплава 100 дней.

2. На основании полученных данных строят интегральные графики (с нарастающим итогом) режимов скатки, поступления в запань, сплотки или выгрузки на берег в системе координат  $T, W$  (где  $T$  — общая длительность сплава;  $W$  — объем сплава) — рис. 1.

3. По полученному графику определяют площадь  $\Omega = W \cdot T = W\bar{t}_6 + W\bar{t}_n + W\bar{t}_3 + W\bar{t}_c$ , которая характеризует общее количество кубосуток для всего сплава  $W$  при общей длительности сплава  $T$  (от скатки первого бревна до сплотки или выгрузки последнего). Далее находят площади:  $\omega_1 = W\bar{t}_6$ , характеризующую количество кубосуток нахождения древесины на берегу;  $\omega_2 = W\bar{t}_n$  — в пути;  $\omega_3 = W\bar{t}_3$  и  $\omega_4 = W\bar{t}_c$  — в запани и сплоченном или выгруженном виде. Величины площадей  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$  определяем планиметром или методом трапеций. Пример расчета площадей с разбивкой на элементарные фигуры показан в табл. 2.

Общий период сплава, дн.	Скатка древесины с берега				Поступление древесины	
	за декаду		всего с нарастающим итогом		за декаду	
	тыс. м <sup>3</sup>	%	тыс. м <sup>3</sup>	%	тыс. м <sup>3</sup>	%
10	250	50	250	50	150	30
20	150	30	400	80	100	20
30	100	20	500	100	100	20
40	—	—	—	—	50	10
50	—	—	—	—	50	10
60	—	—	—	—	25	5
70	—	—	—	—	25	5
80	—	—	—	—	—	—
90	—	—	—	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—
Итого	500	100	—	—	500	100

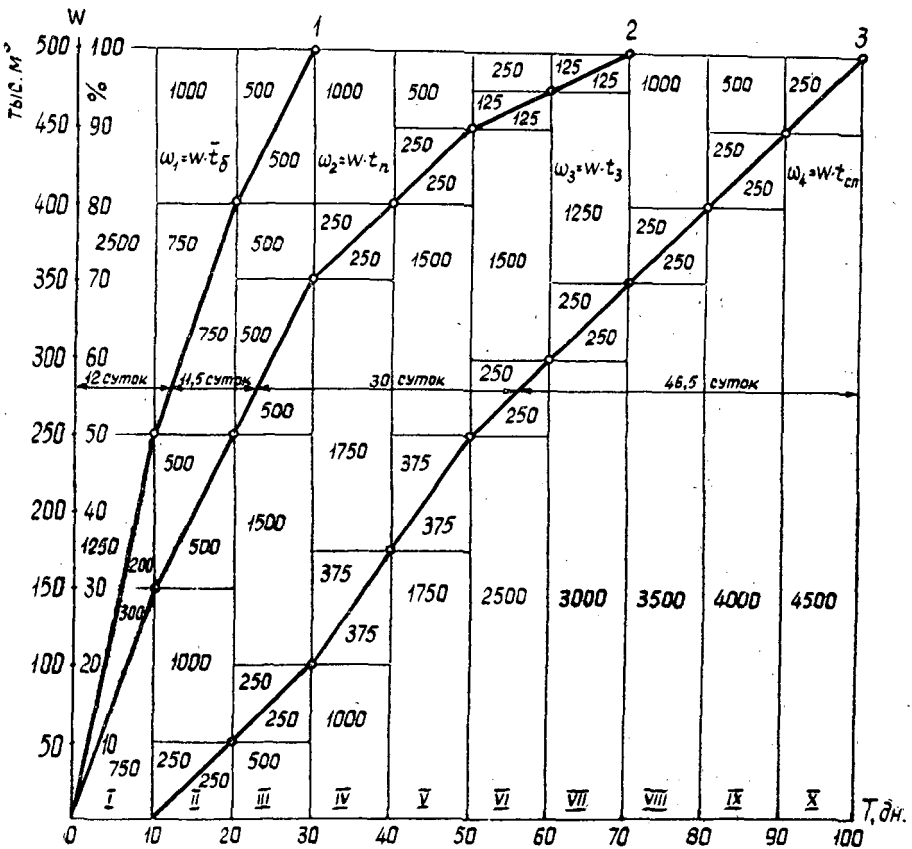


Рис. 1.

1 — интегральная кривая скатки древесины; 2 — интегральная кривая поступления (приплыва) древесины в рейдовую запань; 3 — интегральная кривая переработки древесины (сплотки или выгрузки). Цифры на графике — произведение кубатуры на время ее нахождения на берегу, в пути, в запани и при сплотке или выгрузке, в кубосутках.

4. По полученным значениям частных площадей  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$  при известном объеме сплава  $W = 50$  тыс. м<sup>3</sup> определяют средние сроки нахождения леса за период сплава  $T = 100$  дн.: на берегу  $\bar{t}_6 \approx \frac{\omega_1}{W}$ ; в

Таблица 1

в запань (приплав)		Слотка древесины (или выгрузка)			
всего с нарастающим итогом		за декаду		всего с нарастающим итогом	
тыс. м <sup>3</sup>	%	тыс. м <sup>3</sup>	%	тыс. м <sup>3</sup>	%
< 150	30	0	0	0	0
250	50	50	10	50	10
350	70	50	10	100	20
400	80	75	15	175	35
450	90	75	15	250	50
475	95	50	10	300	60
500	100	50	10	350	70
—	—	50	10	400	80
—	—	50	10	450	90
—	—	50	10	500	100
—	—	500	100	500	100

Таблица 2

Общий период сплава, дн.	$w_1 = W\bar{t}_6$	$w_2 = W\bar{t}_n$	$w_3 = W\bar{t}_3$	$w_4 = W\bar{t}_c$	$\Sigma = W\bar{t}$
10	3750	500	750	0	—
20	1750	1250	1750	250	—
30	500	1500	2250	750	—
40	—	1250	2375	1375	—
50	—	750	2125	2125	—
60	—	375	1875	2750	—
70	—	125	1625	3250	—
80	—	—	1250	3750	—
90	—	—	750	4250	—
100	—	—	250	4750	—
Итого	6000	5750	15000	23250	50000

пути  $\bar{t}_n = \frac{w_2}{W}$ ; в запани  $\bar{t}_3 = \frac{w_3}{W}$ ; а также общую длительность нахождения древесины в пути и в запани  $\bar{t}_n + \bar{t}_3 = \frac{w_2}{W} + \frac{w_3}{W} = \frac{w_2 + w_3}{W}$ .

В нашем примере  $\bar{t}_6 = 12$  суток;  $\bar{t}_n = 11,5$  суток;  $\bar{t}_3 = 30$  суток;  $\bar{t}_c = 46,5$  суток. Из этих данных видно, что длительность намокания древесины  $\bar{t}_n + \bar{t}_3$  составляет 41,5 суток, или 41,5% от общей продолжительности сплава.

Изложенный метод расчета позволяет достаточно точно устанавливать среднюю продолжительность нахождения древесины в воде, дает возможность определить ожидаемый размер утопа в местах скатки леса в воду, в пути его следования, в запанях и вовремя наметить мероприятия, направленные на сокращение или полное предотвращение утопа\*. В зависимости от выполнения графика молевого сплава продолжительность нахождения древесины в воде по нашему методу может быть определена с точностью до 1%. Этим методом уже пользуются некоторые предприятия страны.

\* В. Г. Козлов. Определение потерь при молевом сплаве в зависимости от среднего значения объемного веса, размаха его колебания и продолжительности намокания бревен. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1967.



УДК 634.0.378.7

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОНТАЖНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОСОВОГО УСКОРИТЕЛЯ

Л. С. ЯКОВЛЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Конструкция тросовых ускорителей, широко применяемых для перемещения бревен по воде при малых скоростях течения, проста для изготовления и надежна в эксплуатации. Имея закрытый электродвигатель мощностью 2—5 кВт и небольшой цилиндрический или червячный редуктор, ускоритель можно сделать в местных ремонтных мастерских.

Изготовление деталей и сборку узлов тросового ускорителя обычно производят по типовым проектам Гипролестранса — ЦНИИЛесосплава или ВКФ. К сожалению, в этих материалах отсутствуют данные о силе натяжения и о величине стрелы провеса тросов, которые должны быть выдержаны при монтаже ускорителя для правильной его работы. При избыточном натяжении тросы проскальзывают по бревнам и заставляют бобы коридора работать на продольный изгиб, а при недостаточном — верхние ветви тросов могут провиснуть и затормозить движение бревен. Монтажное натяжение тросов должно иметь некоторое оптимальное значение, определяемое стрелой провеса. Выбор оптимальной стрелы провеса затрудняется тем, что ее величина изменяется при заполнении коридора бревнами и опорожнении его. Во время монтажа в коридоре нет бревен, и нижние ветви тросов свободно провисают, натягивая верхние ветви. В процессе эксплуатации вес нижних ветвей уравнивается силой плавучести бревен, в результате чего величина стрелы провеса верхних ветвей увеличивается. Оптимальные значения силы монтажного натяжения и стрелы провеса тросов можно установить по расчетным формулам, вывод которых является предметом настоящей статьи.

Для решения задачи воспользуемся теорией гибкой нити, согласно которой связь между величиной стрелы провеса и силой натяжения выражается формулой

$$S = \frac{qL^2}{8t}, \quad (1)$$

где  $S$  — сила натяжения;  
 $q$  — вес 1 пог. м нити;  
 $L$  — расстояние между опорами;  
 $t$  — величина стрелы провеса.

С целью упрощения дальнейших выводов сделаем следующие допущения: пренебрегаем уменьшением веса нижней ветви троса при погружении ее в воду, расстояние между приводной и натяжной станциями и длину бесконечной петли троса до и после заполнения коридора бревнами считаем неизменными, длину нижней ветви троса после заполнения коридора бревнами принимаем равной расстоянию между приводным и натяжным шкивами.

Составим уравнения длины бесконечной петли троса до и после заполнения коридора бревнами. До заполнения коридора бесконечная петля имеет длину

$$L_0 = nL_{\check{B}} + mL_{\check{H}} + C,$$

где  $n$  — число пролетов верхней ветви троса;

$L_{\check{B}}$  и  $L_{\check{H}}$  — длина дуги одного пролета верхней и нижней ветвей троса;

$m$  — число пролетов нижней ветви троса;

$C$  — длина троса на приводной и натяжной станциях.

Длина бесконечной петли троса после заполнения коридора бревнами приблизительно может быть выражена зависимостью

$$L_0 = nL_{\check{B}}^{\check{}} + L_c + C,$$

где  $L_{\check{B}}^{\check{}}$  — длина дуги верхней ветви троса после заполнения коридора бревнами;

$L_c$  — расстояние между приводным и натяжным шкивами.

По условию неизменности длины бесконечной петли троса до и после заполнения коридора

$$nL_{\check{B}} + mL_{\check{H}} = nL_{\check{B}}^{\check{}} + L_c. \quad (2)$$

Пользуясь теорией гибкой нити и пренебрегая малыми величинами высших порядков, выразим длину дуг верхней и нижней ветвей троса через расстояние между роликами и величину стрелы провеса

$$L_{\check{B}} = L_B \left[ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{t_B}{L_B} \right)^2 \right];$$

$$L_{\check{H}} = L_H \left[ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{t_H}{L_H} \right)^2 \right];$$

$$L_{\check{B}}^{\check{}} = L_B^{\check{}} \left[ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{t_B^{\check{}}}{L_B^{\check{}}} \right)^2 \right],$$

где  $L_B$  и  $L_H$  — расстояние между роликами, поддерживающими верхнюю и нижнюю ветви троса;

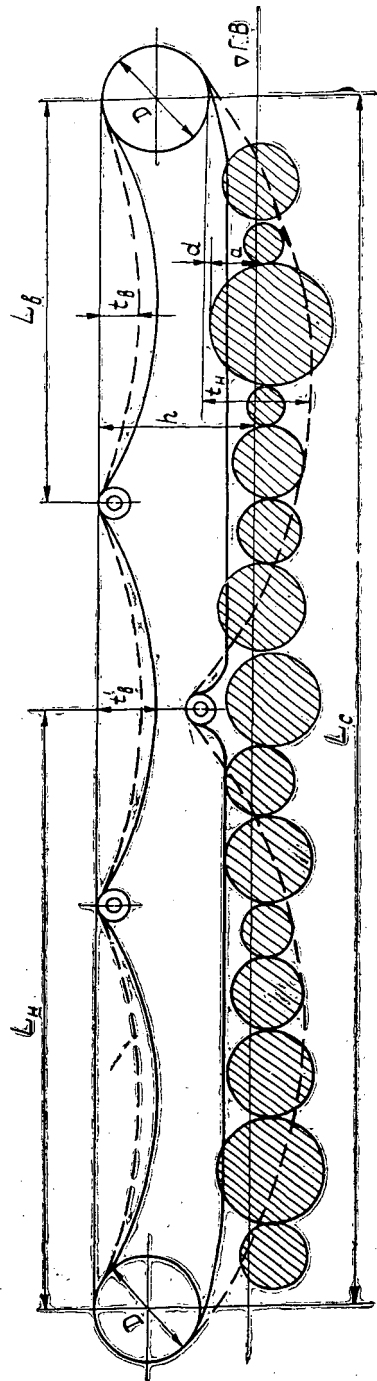


Рис. 1.

$t_B$  и  $t_H$  — стрела провеса верхней и нижней ветвей троса до заполнения коридора бревнами;

$t_H^>$  — величина стрелы провеса верхней ветви троса после заполнения коридора бревнами.

Подстановка этих выражений в уравнение (2) приводит к равенству

$$\left(\frac{t_B}{L_B}\right)^2 + \left(\frac{t_H}{L_H}\right)^2 = \left(\frac{t_B^>}{L_B}\right)^2.$$

Стрелу провеса нижней ветви троса в последнем равенстве можно выразить через стрелу провеса верхней ветви

$$t_H = t_B \left(\frac{L_H}{L_B}\right)^3,$$

что следует из условия равенства монтажных натяжений верхней и нижней ветвей троса.

В результате подстановки получается выражение связи между величиной провеса верхней ветви троса до и после заполнения коридора бревнами

$$t_B = \frac{t_B^>}{\sqrt{1 + \left(\frac{L_H}{L_B}\right)^2}}. \quad (3)$$

Подставляя это выражение в уравнение (1), можно получить формулу для расчета монтажного натяжения одного троса ускорителя

$$S = \frac{qL_B^2}{8t_B^>} \sqrt{1 + \left(\frac{L_H}{L_B}\right)^2}. \quad (4)$$

Для определения минимального монтажного натяжения необходимо установить максимально допустимое значение провеса верхней ветви троса после заполнения коридора бревнами. Эту величину можно установить по чертежам типовых конструкций, пользуясь выражением

$$t_B^> = h - a - d, \quad (5)$$

где  $h$  — возвышение над горизонтом воды верхней образующей шкива приводной или натяжной станции;

$a$  — возвышение над водой самого толстого и легкого бревна;

$d$  — запас возвышения верхней ветви троса над бревнами.

В случае монтажа ускорителя нетиповой конструкции величину  $t_B^>$  можно установить, исходя из следующих соображений: плавучее основание и несущие конструкции тросового ускорителя получают наиболее устойчивыми, легкими и экономичными при наименьшем возвышении несущих конструкций над водой; с другой стороны, это возвышение должно быть достаточным для пропуска под шкивами приводной и натяжной станции самых толстых и легких бревен с некоторым запасом; такой же клиренс должен быть выдержан в середине пролета, в месте максимального провеса верхней ветви троса. Следовательно, максимальное значение стрелы провеса верхней ветви троса не должно превышать диаметра шкивов приводной и натяжной станций. Подставляя этот предел и принимая во внимание, что суммарная сила натяжения тросового ускорителя в четыре раза больше силы натяжения одного троса, можно предложить следующие расчетные формулы для определения монтажных характеристик:

сила монтажного натяжения четырех тросов

$$S = \frac{qL_B^2}{2D} \sqrt{1 + \left(\frac{L_H}{L_B}\right)^2}; \quad (6)$$

максимальная монтажная величина стрелы провеса верхней ветви троса

$$t_B = \frac{D}{\sqrt{1 + \left(\frac{L_H}{L_B}\right)^2}}, \quad (7)$$

где  $D$  — диаметр шкива натяжной или приводной станций.

Последняя формула дает возможность правильно смонтировать тросовый ускоритель при помощи простейших визуальных измерений, не применяя динамометра.

В качестве примера определим силу монтажного натяжения четырех тросов ускорителя, имеющего расстояния между роликами, поддерживающими верхние ветви тросов, 25 м, расстояния между роликами, поддерживающими нижние ветви тросов, 50 м и трос диаметром 20,5 мм, 1 пог. м которого весит 1,1 кг. Диаметр шкива 0,5 м.

$$S = \frac{1,1 \cdot 25^2}{2 \cdot 0,5} \sqrt{1 + \left(\frac{50}{25}\right)^2} = 1536 \text{ кг.}$$

Монтажная стрела провеса

$$t_B = \frac{0,5}{\sqrt{1 + \left(\frac{50}{25}\right)^2}} = 0,22 \text{ м.}$$

Поступила 6 июня 1967 г.

УДК 634.0.378

## ГИДРОМОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАСЧЕТА СПЛАВОПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РАВНИННЫХ РЕК

А. Я. СЛАБОДКИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Предлагаемый приближенный способ расчета сезонной сплавопропускной способности равнинных рек назван гидроморфометрическим потому, что в его основу положены зависимости между основными гидрологическими характеристиками бассейна реки и морфометрическими параметрами речного русла.

Суточная сплавопропускная способность реки определяется при детальном расчете по формуле [4]

$$N_{\text{сут}} = 3600kv_{\text{пов}}b_c\beta qt, \quad (1)$$

где  $k$  — коэффициент перехода от средней поверхностной скорости течения к скорости движения сплаваемого леса;

$v_{\text{пов}}$  — поверхностная скорость течения ( $v_{\text{пов}} = 1,25v$ , где  $v$  — средняя по живому сечению скорость течения, м/сек);

$b_c$  — сжатая ширина сплавного хода, м;

$\beta$  — допустимый коэффициент заполнения сплавного хода в сжатом сечении плывущим лесом;

- $q$  — объем леса, размещаемого при плотной укладке на 1 м акватории сплавного хода (при молевом сплаве  $q = 0,78 d_{\text{ср}}$ , где  $d_{\text{ср}}$  — средний диаметр сплаваемого леса, м);
- $t$  — время движения леса через расчетный створ, час (условно принимается равным продолжительности работы на сплаве в течение суток).

Для равнинных рек с поверхностными скоростями течения  $v_{\text{пов}} < 1,5$  м/сек значение произведения коэффициентов  $k$  и  $\beta$  рекомендуется принимать равным  $k \cdot \beta = 0,175$ .

Сжатая ширина сплавного хода при отсутствии плана реки и схемы ее обонки определяется по формуле

$$b_c = \varepsilon b, \quad (2)$$

где  $b$  — ширина реки в лимитирующем створе при расчетном уровне;  $\varepsilon$  — коэффициент, зависящий от ширины реки.

Рекомендуемые техническими указаниями по проектированию лесосплавных предприятий значения коэффициента  $\varepsilon$  для рек шириной от 10 до 300 м удовлетворительно описываются формулой

$$\varepsilon = \frac{1,77}{b^{0,36}}. \quad (3)$$

Подставив приведенные зависимости для  $v_{\text{пов}}$ ,  $k\beta$ ,  $\varepsilon$  и  $q$  в формулу (1), получим

$$N_{\text{сут}} = 1090 v b^{0,64} d_{\text{ср}} t. \quad (4)$$

В результате обработки гидрометрических материалов по большому числу равнинных рек, С. И. Рыбкин [1] получил следующие формулы для средних значений ширины реки, скорости течения и уклона свободной поверхности:

$$b = 4,67 Q_0^{0,57} k_i^{0,13} I^{-0,07}; \quad (5)$$

$$v = 3,10 Q_0^{0,21} k_i^{0,37} I^{0,31}; \quad (6)$$

$$I = \frac{0,000378}{Q_0^{0,35}}, \quad (7)$$

где  $Q_0$  — среднегодовой расход реки, м<sup>3</sup>/сек;

$k_i$  — модульный коэффициент для расхода рассматриваемого периода.

После подстановки в формулу (4) значений для  $b$  и  $v$  по зависимости (5) и (6), предварительно заменив в них уклон  $I$  по выражению (7), получим

$$N_{\text{сут}} = 1120 Q_0^{0,48} k_i^{0,45} d_{\text{ср}} t. \quad (8)$$

Величина модульного коэффициента  $k_i$  в период весеннего половодья ежесуточно изменяется. Для установления закономерности его изменения и определения возможной продолжительности сплавного периода воспользуемся схематизированным гидрографом весеннего половодья в виде двух параболических кривых [3].

Суммарный объем стока весеннего половодья находят при этом по зависимости

$$W_v = \frac{86400}{3} Q_{\text{max}} T_{\text{пол}}, \quad (9)$$

где  $Q_{\text{max}}$  — максимальный расход весеннего половодья, м<sup>3</sup>/сек;

$T_{\text{пол}}$  — продолжительность весеннего половодья, сутки.

Объем годового стока

$$W_r = 86400 \cdot 365 \cdot Q_0. \quad (10)$$

По данным Д. Л. Соколовского [3], объем стока весеннего половодья на реках лесной зоны европейской части СССР составляет 50—60% объема годового стока. Примем среднее значение отношения объемов весеннего и годового стока равным 0,55. Тогда

$$\frac{W_B}{W_r} = \frac{\frac{86400}{3} Q_{max} T_{пол}}{86400 \cdot 365 \cdot Q_0} = 0,55,$$

откуда

$$\frac{Q_{max}}{Q_0} T_{пол} = 600.$$

Имея в виду, что  $\frac{Q_{max}}{Q_0} = k_{max}$ , можно записать

$$k_{max} T_{пол} = 600, \quad (11)$$

где  $k_{max}$  — модульный коэффициент для максимального расхода весеннего половодья.

В результате обработки гидрометрических данных по 300 пунктам Л. Т. Федоров [3] получил формулу для выражения максимального модуля весеннего стока 50%-ной обеспеченности

$$M_{max} = \frac{2,5hBC}{F^{0,125}} \delta \delta', \quad (12)$$

где  $h$  — средний слой весеннего стока, мм;

$B$  и  $C$  — физико-географические параметры бассейна реки, принимаемые для средних условий равными единице;

$\delta$  и  $\delta'$  — коэффициенты учета заболоченности и лесистости бассейна.

В качестве средних расчетных условий примем 10%-ную заболоченность и 50%-ную лесистость бассейна. Для этих условий коэффициенты заболоченности и лесистости имеют значения  $\delta = 0,91$  и  $\delta' = 0,86$ .

После подстановки принятых значений для  $B$ ,  $C$ ,  $\delta$  и  $\delta'$  в формулу (12) получим

$$M_{max} = \frac{1,96h}{F^{0,125}}.$$

Модульный коэффициент для максимального расхода весеннего половодья

$$k_{max} = \frac{M_{max}}{M_0} = \frac{1,96h}{F^{0,125} M_0}, \quad (13)$$

где  $M_0$  — средний многолетний модуль стока, л/сек с 1 км<sup>2</sup>.

Значение  $\frac{h}{M_0}$  можно установить из указанного выше соотношения между объемами весеннего и годового стока

$$\frac{W_B}{W_r} = \frac{\frac{h}{1000} F 10^6}{\frac{365 \cdot 86400 \cdot M_0 F}{1000}} = 0,55,$$

откуда  $\frac{h}{M_0} = 17,3$ .

Подставив это значение для  $\frac{h}{M_0}$  в формулу (13), получим

$$k_{max} = \frac{34}{F^{0,125}}. \quad (14)$$

Решив совместно уравнения (11) и (14), установим зависимость для средней продолжительности весеннего половодья

$$T_{пол} = 17,7F^{0,125}. \quad (15)$$

При параболической схематизации гидрографа весеннего половодья продолжительность подъема паводка принимается равной  $\frac{1}{3}$ , а спада —  $\frac{2}{3}$  от общей продолжительности половодья.

Продолжительность спада половодья

$$T_{сп} = \frac{2}{3} T_{пол} = 11,8F^{0,125}. \quad (16)$$

В подавляющем большинстве случаев реки очищаются ото льда в весенний период до наступления пика половодья. При этом большую часть периода подъема паводка на реках наблюдается или ледостав, или ледоход. От момента очищения реки ото льда до наступления пика половодья на сплавных реках обычно проходит всего несколько дней.

Допустим, что в приближенном способе расчета сплавопропускной способности этим временем можно пренебречь. Это опущение обеспечивает определенный запас лесотранспортной способности реки и оправдывается тем, что от времени пуска леса в сплав с наиболее удаленных складов до момента подхода его к устьевому участку реки проходит определенный период, который не нужно учитывать при расчете сплавопропускной способности реки.

В последующем будем считать, что сплав на устьевом участке реки начинается с наступлением пика половодья и заканчивается в день, когда расход воды в реке становится равным минимальному сплавному.

С. И. Рыбкин [1] получил формулу для осредненной глубины участка реки

$$h = 0,069Q_0^{0,22} k_i^{0,30} I^{-0,24}. \quad (17)$$

Если в эту формулу подставить значение для  $I$  по выражению (7), получим

$$h = 0,455Q_0^{0,3} k_i^{0,50}. \quad (18)$$

Следует иметь в виду, что глубины в наиболее мелководных створах реки, лимитирующих возможную продолжительность сплавного периода, значительно меньше, чем осредненные глубины для участков водостока. По данным Н. А. Ржаницына [2], отношение средних глубин на перекатах и плесовых участках реки составляет  $\frac{7}{16}$ . Если условно принять, что мелководные и плесовые участки имеют на реке одинаковую общую длину, то отношение глубины на перекате к осредненной глубине участка реки составит

$$\frac{h_{пер}}{h} = \frac{7}{7+16} = 0,61$$

Тогда

$$h_{пер} = 0,61h = 0,28Q_0^{0,30} k_i^{0,50}. \quad (19)$$

сткуда

$$k_i = \frac{h^2}{0,079 Q_0^{0,6}}$$

Для минимального модульного коэффициента, обеспечивающего нужные сплавные глубины, последняя зависимость примет вид

$$k_{min} = 12,6 \frac{h_{cнл}^2}{Q_0^{0,6}} \quad (20)$$

Славопропускную способность реки за часть сплавного периода продолжительностью  $dT$  суток можно выразить формулой

$$dN_{сез} = N_{сут} dT$$

или после подстановки значения для  $N_{сут}$  по выражению (8)

$$dN_{сез} = 1120 Q_0^{0,48} k_i^{0,45} d_{ср} t dT \quad (21)$$

При параболической схематизации гидрографа весеннего половодья модульный коэффициент на любой день после наступления пика паводка определяется по зависимости

$$k_i = k_{max} \left( \frac{T_{сн} - T}{T_{сн}} \right)^2 \quad (22)$$

Продифференцировав последнее выражение и решив его относительно  $dT$ , получим

$$dT = - \frac{T_{сн}}{2 \sqrt{k_{max} k_i}} dk_i$$

Полученное выражение для  $dT$  подставим в дифференциальное уравнение (21)

$$dN_{сез} = 560 Q_0^{0,48} k_i^{-0,05} \frac{T_{сн}}{\sqrt{k_{max}}} d_{ср} t (-dk_i)$$

Сезонная сплавопропускная способность реки для года с 50%-ной обеспеченностью весеннего стока

$$N_{сез, 50\%} = \int_{k_{max}}^{k_{min}} 560 Q_0^{0,48} k_i^{-0,05} \frac{T_{сн}}{\sqrt{k_{max}}} d_{ср} t (-dk_i)$$

После интегрирования получим

$$N_{сез, 50\%} = 585 Q_0^{0,48} \frac{T_{сн}}{\sqrt{k_{max}}} (k_{max}^{0,95} - k_{min}^{0,95}) d_{ср} t \quad (23)$$

Техническими указаниями по проектированию лесосплавных предприятий предусмотрено, что расчетная сплавопропускная способность реки должна устанавливаться для маловодного года с 80%-ной обеспеченностью весеннего стока.

Коэффициент вариации весеннего стока определяется по формуле Н. Д. Антонсва

$$C_{vB} = \frac{A}{(F + 10)^{0,10}} \quad (24)$$

а модульный коэффициент для весеннего стока 80%-ной обеспеченности по зависимости

$$k_{80\%} = 1 + C_{vB} \Phi_{80\%} \quad (25)$$



где  $A$  — географический параметр, изменяющийся от 0,50 на севере Архангельской области до 0,80 на реках центрального района европейской части СССР. В дальнейшем за среднее расчетное значение этого параметра примем  $A = 0,65$ ;

$\Phi_{80\%}$  — отклонение ординаты кривой обеспеченности от единицы при  $C_{\sigma_B} = 1$ , определяемое по таблице С. И. Рыбкина.

По формулам (24) и (25) были подсчитаны значения модульного коэффициента  $k_{80\%}$  для рек с площадями водосбора от 100 до 10 000 км<sup>2</sup> и показано, что эти значения удовлетворительно описываются зависимостью

$$k_{80\%} = 0,54F^{0,04}. \quad (26)$$

Сезонная сплавопропускная способность реки для маловодного года с 80%-ной обеспеченностью весеннего стока

$$N_{\text{сез. } 80\%} = k_{80\%} N_{\text{сез. } 50\%} = 320Q_0^{0,48} F^{0,04} \frac{T_{\text{сп}}}{\sqrt{k_{\text{max}}}} (k_{\text{max}}^{0,95} - k_{\text{min}}^{0,95}) d_{\text{сп}} t. \quad (27)$$

После подстановки в формулы (23) и (27) значений для  $k_{\text{max}}$  и  $T_{\text{сп}}$  по выражениям (14) и (16) получим

$$N_{\text{сез. } 50\%} = 1190Q_0^{0,48} F^{0,19} \left( \frac{28}{F^{0,12}} - k_{\text{min}}^{0,95} \right) d_{\text{сп}} t; \quad (28)$$

$$N_{\text{сез. } 80\%} = 640Q_0^{0,48} F^{0,23} \left( \frac{28}{F^{0,12}} - k_{\text{min}}^{0,95} \right) d_{\text{сп}} t. \quad (29)$$

При двухсменной работе на сплаве ( $t = 14$ ) и среднем диаметре сплаваемого леса  $d_{\text{сп}} = 0,18$  м формулы (28) и (29) примут вид

$$N_{\text{сез. } 50\%} = 3000Q_0^{0,48} F^{0,19} \left( \frac{28}{F^{0,12}} - k_{\text{min}}^{0,95} \right); \quad (30)$$

$$N_{\text{сез. } 80\%} = 1600Q_0^{0,48} F^{0,23} \left( \frac{28}{F^{0,12}} - k_{\text{min}}^{0,95} \right). \quad (31)$$

При максимальном диаметре сплаваемых бревен  $d_{\text{max}} = 0,7$  м, объемном весе древесины  $\gamma_d = 0,8$  т/м<sup>3</sup> и донном запасе  $z = 0,15$  м сплавная глубина

$$h_{\text{спл}} = \gamma_d d_{\text{max}} + z = 0,8 \cdot 0,7 + 0,15 \approx 0,7 \text{ м.}$$

Подставив это значение для  $h_{\text{спл}}$  в формулу (20), получим

$$k_{\text{min}} = \frac{6,2}{Q_0^{0,6}}. \quad (32)$$

В табл. 1 приведены результаты расчета сезонной сплавопропускной способности по формулам (30) и (31) для рек с различными площадями водосбора и модулями стока 10 и 5 л/сек с 1 км<sup>2</sup>.

Возможную продолжительность сплавного периода  $t_{\text{спл}}$  для года средней водности можно определить из формулы (22) (при  $k_l = k_{\text{min}}$  и  $T = t_{\text{спл}}$ )

$$k_{\text{min}} = k_{\text{max}} \left( \frac{T_{\text{сп}} - t_{\text{спл}}}{T_{\text{сп}}} \right)^2,$$

откуда

$$t_{\text{спл}} = T_{\text{сп}} \left( 1 - \sqrt{\frac{k_{\text{max}}}{k_{\text{min}}}} \right).$$

Таблица 1

Площадь водосбора реки $F$ , км <sup>2</sup>	Минимальный сплавной модульный коэффициент $k_{min}$	$N_{сез}$ , тыс. м <sup>3</sup> , при обеспеченности весеннего стока	
		50 %	80 %
100	6,20	75	48
	9,40	40	26
200	3,82	122	84
	6,20	92	57
500	2,35	236	160
	3,50	185	127
1000	1,55	362	256
	2,35	267	189
2000	1,03	550	400
	1,65	412	300
5000	0,59	935	710
	0,89	730	520
10000	0,39	1420	1090
	0,59	1080	830

Примечание. В числителе — данные при модуле стока  $M_0 = 10$  л/сек с 1 км<sup>2</sup>; в знаменателе — при  $M_0 = 5$  л/сек с 1 км<sup>2</sup>.

После подстановки в последнюю зависимость значений для  $T_{сп}$  по формуле (16),  $k_{max}$  по (14) и  $k_{min}$  по (20) получим

$$t_{спл} = 11,8F^{0,125} \left( 1 - 0,61h_{спл} \sqrt{\frac{F^{0,125}}{Q_0^{0,6}}} \right). \quad (33)$$

Для маловодного года с 80%-ной обеспеченностью весеннего стока  $t_{спл\ 80\%} = k_{80\%} t_{спл}$ , или после подстановки значения для  $k_{80\%}$  по зависимости (26)

$$t_{спл\ 80\%} = 6,35F^{0,165} \left( 1 - 0,61h_{спл} \sqrt{\frac{F^{0,125}}{Q_0^{0,6}}} \right). \quad (34)$$

В табл. 2 приведены результаты расчета возможной продолжительности сплавного периода по формулам (33) и (34) для рек с различными площадями водосбора и модулями стока 10 и 5 л/сек с 1 км<sup>2</sup> при  $h_{спл} = 0,7$  м.

Таблица 2

Площадь водосбора реки, км <sup>2</sup>	Продолжительность возможного сплавного периода, сутки			
	при модуле стока $M_0 = 10$ л/сек и обеспеченности весеннего стока		при модуле стока $M_0 = 5$ л/сек и обеспеченности весеннего стока	
	50%	80%	50%	80%
100	9	6	7	5
200	12	8	10	7
500	15	11	13	10
1000	19	14	17	12
2000	22	16	20	14
5000	27	21	25	19
10000	30	24	29	22

Для крупных сплавных рек с площадями водосбора более 5—10 тыс. км<sup>2</sup> минимальные сплавные модульные коэффициенты оказались близкими к модульным коэффициентам меженного периода. На этих реках можно проводить сплав леса не только во время весеннего половодья, но и в летний период.

Предлагаемый способ расчета сплавопропускной способности охватывает только период весеннего половодья.

Сезонная сплавопропускная способность крупных рек может оказаться больше указанной в табл. 1 и будет зависеть от того, какая часть летнего периода используется для сплава леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. А. Великанов. Динамика русловых потоков. Гидрометиздат, 1949.  
 [2]. Н. А. Ржаницын. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. Гидрометиздат, 1960. [3]. Д. Л. Соколовский. Речной сток. Гидрометиздат, 1952. [4]. Технические указания по проектированию лесосплавных предприятий. Л., 1965.

Поступила 1 июня 1967 г.

УДК 634.0.375.5

### К ВОПРОСУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ

В. М. УДОВЕНКО, А. А. ВЕДЕРНИКОВ

(Уральский лесотехнический институт)

В связи с возрастанием роли автомобильной вывозки леса расширяются статистические исследования работы автомобилей. При этом возникает необходимость автоматической синхронной регистрации основных параметров движения и продольных уклонов дороги. Наибольшую трудность представляют автоматическое измерение и регистрация величины продольных уклонов на всем протяжении дороги.

Для выполнения указанной работы в УЛТИ авторами разработано и изготовлено устройство, состоящее из датчика уклона, устанавливаемого на автомобиле, и приемной части, размещающейся в кабине водителя. В качестве датчика уклона использован трехстепенной гироскопический прибор — гировертикаль, снабженная маятниковой коррекцией. Последняя при отклонении гироскопа от истинной вертикали создает по осям подвеса моменты, вызывающие медленные (прецессионные) движения его главной оси к вертикальному положению.

В приборе заводского изготовления был установлен индукционный преобразователь М4 (рис. 1). Измерительная схема выполнена с предварительным усилением выходного сигнала индукционного преобразователя М4 и последующей подачей усиленного сигнала на регистрирующий элемент. Схема мостовая. Для повышения точности применен компенсационный метод измерения выходного сигнала преобразователя. Изменение индуктивности обмоток  $L_1$  и  $L_2$  преобразователя М4 уравнивается автоматическим изменением индуктивности включенных последовательно с ними катушек  $L_{K1}$  и  $L_{K2}$  компенсирующего преобразователя М5.

Гиромотор М1 (рис. 1) представляет собой асинхронный двигатель трехфазного переменного тока, питаемый напряжением 36 в, частотой 400 гц. Переменный ток вырабатывается преобразователем ПАГ-1Ф, подключенным к аккумуляторным батареям. Стабильность напряжения переменного тока влияет на точность работы гиромотора, поэтому питание преобразователя от аккумуляторных батарей осуществляется через транзисторный стабилизатор напряжения постоянного тока.

На корпусе гиромотора укреплен чувствительный элемент коррекционного устройства — жидкостный маятниковый переключатель В1, который при вертикальном положении оси гиромотора находится в горизонтальном положении, и воздушный пузырек поровну перекрывает все контакты переключателя. К каждому из четырех контактов подключены выводы управляющих обмоток коррекционных моторов М2 и М3. Концы управляющих обмоток каждого корректора подключены к диаметрально противоположным контактам переключателя. Через средний контакт ток подводится к токопроводящей жидкости, которой заполнен переключатель. Коррекционные моторы М2 и М3 представляют собой двухфазные многополюсные, реверсивные асинхронные моторы, работающие в заторможенном режиме.

Проводимость всех контактов жидкостного переключателя при горизонтальном положении одинакова и, следовательно, в управляющих обмотках корректора появляются одинаковые токи. При этом корректоры не создают нагрузки на гиросузел и карданную раму. При отклонении гиросузда от горизонтального положения вместе с ним наклонится и переключатель. Воздушный пузырек переключателя соответственно сместится из среднего положения и изменит проводимость контактов. В результате коррекционные моторы будут возвращать ось гироскопа к вертикальному положению. Центральным контактом жидкостного переключателя выведен к клемме штепсельного разъема датчика уклона Ш1 через балластное сопротивление  $R_2$ . В том случае, когда требуется увеличенная скорость прецессии гироскопа (например, при запуске), питание на среднюю точку переключателя подается через выключатель В3, минуя балластное сопротивление. Сигнализация восстановления гироскопа в вертикальное положение относительно продольной оси осуществляется с помощью специального сигнального диска В2, расположенного на внешней оси карданного подвеса, и лампочки Л.

Индукционный преобразователь М4 трансформаторного типа имеет на статоре три обмотки: управляющую (на среднем стержне) и две сигнальные (на крайних). Статор индукционного преобразователя укреплен на оси корпуса гиромотора. На управляющую обмотку подается напряжение 36 в, 400 гц. Съем сигнала производится со вторичных обмоток преобразователя, соединенных вместе. При нейтральном положении якоря (движение на горизонтальном участке) напряжение сигнала равно нулю. В зависимости от угла наклона автомобиля относительно горизонта изменяется положение якоря относительно статора и на выходе преобразователя появляется сигнал, фаза и величина которого зависят от направления и величины смещения якоря (движение на подъем и спуск). При наличии рассогласования между индукционными преобразователями М4 и М5 соответствующий сигнал подается на полупроводниковый усилитель УП. Выходное напряжение усилителя заставляет вращаться двигатель-генератор М6 (тип ДГ-0,5ТА), который через редуктор передает вращение на щетку П и ротор преобразователя М5, приводя его в положение, соответствующее положению ротора преобразователя М4. Тахосигнал двигателя-генератора М6 (напряжение, пропорциональное скорости вращения двигателя) в качестве отрицательной обратной связи подается на усилитель, где суммируется

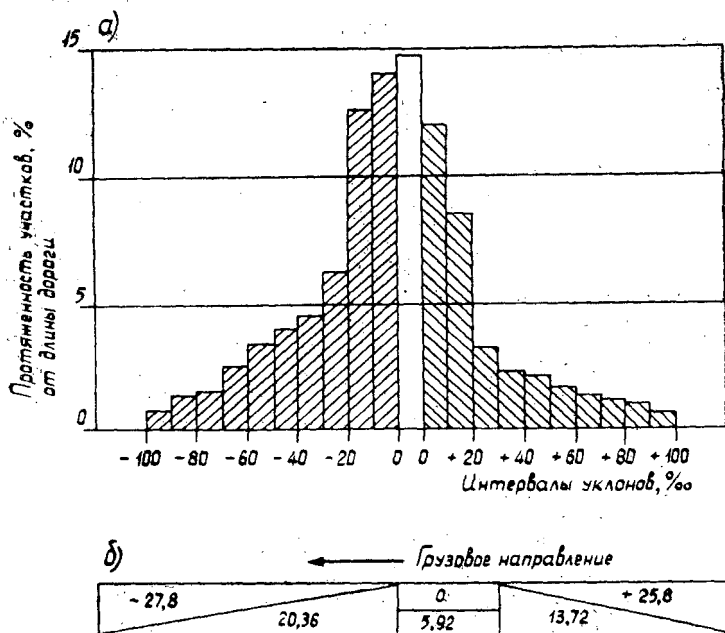


Рис. 2.

а — гистограмма распределения протяженности участков различной крутизны в грузовом направлении; б — эквивалентный продольный профиль.

с сигналами преобразователей М4 и М5, обеспечивает демпфирование колебаний системы обработки. Таким образом, щетка II всегда приводится в положение, соответствующее углу поворота якоря преобразователя М4, то есть воспроизводит углы, пропорциональные продольному уклону дороги. Передаточное отношение от двигателя-генератора на якорь преобразователя М5  $i = 424$ , а на щетку II —  $i = 67,3$ , поэтому одному градусу поворота якоря преобразователя М5 соответствует 6,3 градуса поворота щетки II. Этим достигается увеличенный масштаб отсчета углов на всем диапазоне их изменения. Так, при диапазоне изменения фактического наклона дороги к горизонту в  $12^\circ$  (от  $+105^\circ/_{\infty}$  до  $-105^\circ/_{\infty}$ ) рабочий угол щетки II составил около  $76^\circ$ . Это существенно повысило точность измерения продольного уклона. Щетка II представляет собой простейший изолированный контакт, скользящий по металлическим секторам, соответствующим принятым интервалам изменения продольного уклона. В работе был принят интервал  $10^\circ/_{\infty}$ . Находясь в положении, соответствующем определенному интервалу, щетка замыкает цепь питания регистрирующего прибора. В качестве последнего в нашей работе использованы цифровые импульсные электромагнитные счетчики, оформленные конструктивно в виде регистрирующего блока. В случае записи уклона на ленту осциллографа вместо контактных пластин необходимо установить реохорд. Тарировку устройства выполняли в лабораторных условиях и проверяли в производственных после установки на автомобиле.

Благодаря оптимальным размерам основных узлов, приемная часть устройства (М5, II, УП, М6) уместилась в корпусе размером  $150 \times 100 \times 100$  мм. Прибор был использован в исследовании работы лесовозных автопоездов на снежных, гравийных и грунтовых дорогах Среднего Урала и показал высокую надежность и достаточную точность

(погрешность измерений \* не превышала 5%). На рис. 2, а представлена, например, полученная с помощью описанного устройства гистограмма распределения протяженности участков по крутизне. Такая гистограмма дает представление о сложности профиля, однако недостаточна для полной характеристики дороги.

В общем случае продольный профиль автодороги представляет совокупность подъемов, спусков и горизонтальных площадок в сочетании с поворотами дороги, поэтому необходим комплексный показатель, отражающий сложность трассы в плане и структуру профиля. В качестве такого показателя в наших исследованиях принят приведенный уклон, предложенный М. М. Коруновым \*\* для лесовозных дорог.

Действительный продольный профиль приводится к эквивалентному, равному по длине и времени хода действительному и имеющему в общем случае три элемента: приведенный подъем, горизонтальную площадку и приведенный спуск. Эквивалентный продольный профиль предполагает одинаковые с действительным затраты механической работы на преодоление сопротивлений движению.

Для дороги длиной 40 км на основании экспериментальной гистограммы и суммы углов поворотов получен эквивалентный продольный профиль, состоящий из приведенного подъема  $i_n = +25,8\text{‰}$  на участке 13,72 км, горизонтальной площадки 5,92 км и приведенного спуска  $i_n = -27,8\text{‰}$  длиной 20,36 км (рис. 2, б).

Эквивалентный профиль позволяет сравнивать условия движения на разных дорогах и производить приближенные расчеты показателей движения (времени хода, средней скорости и др.).

---

\* Погрешность измерений определяли путем сравнения измеренных уклонов с данными технического нивелирования.

\*\* М. М. Корунов. Техническое нормирование средних скоростей движения лесовозных поездов. Журн. «Лесная промышленность» № 12, 1955.

Поступила 20 октября 1967 г.

УДК 629.114.3

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ЛЕСОВОЗНОГО АУТОПОЕЗДА

**А. Н. ПИКУШОВ, Н. Я. КУДРЯШОВ**

(Кавказский филиал ЦНИИМЭ)

Одним из мероприятий, направленных на увеличение надежности лесовозного автопоезда, является совершенствование его кинематики с целью снижения напряженности в кинематических звеньях. Если вопросами кинематики автопоезда в горизонтальной плоскости занимались многие исследователи, то кинематика автопоезда в вертикальной плоскости остается недостаточно изученной.

Получивший наибольшее распространение в лесной промышленности автопоезд для перевозки хлыстов составляется из тягача и роспуска при помощи тягово-сцепного устройства, состоящего из тягового крюка (на тягаче) и серьги (на дышле роспуска) \*.

---

\* Тросы крестообразной сцепки не принимаются во внимание, так как они не оказывают существенного влияния на кинематику автопоезда в вертикальной плоскости.

Конструкция технологического оборудования автопоезда для перевозки хлыстов предполагает, что в процессе движения хлысты не перемещаются относительно коника тягача. Для этой цели на конике устроены гребенки. Иными словами, в точке  $O_1$  (рис. 1, а) имеет место так называемый плоский шарнир. Коник роспуска делают «гладким», чтобы хлысты перемещались относительно него. Однако из практики известно, что хлысты относительно коника роспуска или вовсе не перемещаются, или только при достижении сдвигающих усилий значительных величин, что дополнительно нагружает технологическое оборудование. В различных случаях это происходит по разным причинам: в одном — сучья ложатся на коник или по обе его стороны (особенно это характерно для дуба и бука); в другом — коник так сильно врежется в хлысты, что перемещение их относительно коника невозможно без снятия (срезания) значительного объема древесины; в третьем — тросы, стягивающие стойки коника, препятствуют перемещению хлыстов, так как в местах контакта с хлыстами возникают значительные удельные давления.

В большинстве случаев все эти явления наблюдаются одновременно, а поэтому можно считать, что в точке  $A_1$  мы также имеем плоский шарнир. Единственным эластичным звеном в сцепке этого типа является пружина тягового крюка тягача. Схематично это изображено на рис. 1, а.

Для условий лесозаготовок характерно наличие большого числа кривых малого радиуса не только в горизонтальной, но и в вертикальной плоскостях (особенно в горных местностях). При переезде длиннобазного автопоезда через седловины, водотоки и другие препятствия угол  $\beta$  может достигать  $\pm 14^\circ$ .

Рассмотрим кинематику автопоезда в составе тягача МАЗ-501 и роспуска 2-Р-15т в вертикальной плоскости (рис. 1, а). Возьмем на роспуске любую точку, допустим  $A_1$ . При повороте роспуска относительно тягача точка  $A_1$  вращается вокруг разных центров:  $O$  и  $O_1$ . Для того чтобы это было возможно, звенья автопоезда должны менять свою длину. Так, например, если угол  $\beta$  положителен, то по мере его возрастания звено  $O_1A_1$  должно уменьшаться, а  $OB_1$  — увеличиваться и наоборот. В действительности длина звена  $O_1A_1$  остается постоянной, меняется положение точки  $O$  в результате деформации эластичного звена тягового крюка. Графически нетрудно получить зависимость необходимого перемещения точки  $O$  вдоль оси  $x$ , при котором возможно движение точки  $A_1$  по одной траектории вокруг различных центров вращения  $O$  и  $O_1$  от угла поворота  $\beta$ . Зависимость  $x = f(\beta)$  для автопоезда, состоящего из тягача МАЗ-501 и роспуска 2-Р-15т, приведена на рис. 1, б. Расстояние между кониками принято 12 м.

Известно [2], что рабочая деформация пружины тягового крюка составляет 28 мм (для МАЗ-501). При полном ее использовании роспуск может повернуться на угол  $\beta_1 = \pm 2^\circ 36'$ . Из-за кинематического несовершенства рассматриваемого автопоезда, при повороте роспуска относительно тягача на угол  $\beta > \beta_1$ , в звеньях автопоезда возникают дополнительные сжимающие (или растягивающие) усилия, которые ухудшают управляемость (особенно при движении на повороте), вызывают явления «распирания» (или «стягивания») коников и даже поломки роспуска и технологического оборудования тягача.

Для устранения этих недостатков необходимо совместить точки  $O$  и  $O_1$ . Это достигается креплением дышла за коник на тягаче (рис. 1, б).

При таком соединении точка  $A$  вращается вокруг одного центра  $O$  и в звеньях автопоезда практически не возникает дополнительных усилий, так как исключена необходимость в изменении длины звеньев.

Крепление дышла за коник тягача желательно и с точки зрения совершенства кинематики автопоезда в горизонтальной плоскости (управляемости). К такому выводу приходят исследователи, изучающие вопросы управляемости длиннобазных автопоездов на кривых малых радиусов [1].

В Кавказском филиале ЦНИИМЭ спроектирован, изготовлен и испытан опытный образец роспуска седельного типа 2-РС-15т\*, у которого передний конец дышла крепится к балке переднего коника (рис. 2), опирающегося на тягач через опорно-сцепное устройство. Роспуск состоит из двухосной балансирной тележки с тормозами (2-Р-15т), заднего и переднего коников, опорно-сцепного устройства и дышла с шарниром. Передний коник представляет собой пустотелую балку со сварными стойками коробчатого сечения. Стойки поддерживаются тросами с обычными замковыми устройствами.

На опорно-сцепное устройство (рис. 3) коник опирается плитой и присоединяется к нему шкворнем 1. Опорно-сцепное устройство состоит из сварного корпуса, в верхней части которого имеется опорная плита с ребрами жесткости. В подшипниках качения 2 помещен ролик 3, выполняющий роль тяговой балки крестообразной сцепки. К серьгам 4 крепятся тросы крестообразной сцепки. К ролику 3 приварены два фланца 5 с ребрами.

Дышло (рис. 2) состоит из металлической оконцовки 2, которая жестко крепится к переднему конику, и деревянной части, соединяющейся шкворнем с тележкой роспуска. В металлической части дышла помещен шарнир, позволяющий тележке роспуска поворачиваться относительно тягача в поперечной плоскости на угол 45° в обе стороны.

На тягаче (рис. 3) устанавливается рама 6 с двумя самозакрывающимися захватами 7 и подпружиненными клиньями 8. Для того чтобы захваты открылись, необходимо рычагом управления 9 утопить клинья 8 в корпус 10.

При расцепке клинья 8 утапливаются, опорные лапы опускаются в нижнее положение. Тягач отъезжает, захваты 7 открываются, ролик 3 перекачивается по раме 6, а опорные лапы становятся на землю. В таком положении роспуск может быть оставлен в любом месте.

Перед сцепкой автопоезда клинья 8 освобождаются и под действием пружин выдвигаются в крайнее положение. Тягач подъезжает к роспуску, рама 6 подводится под ролик 3, и он начинает перекачиваться по наклонной плоскости. При помощи реборд фланцев, приваренных к ролику, последний центрируется относительно рамы. Ролик накатывается до тех пор, пока опорные поверхности фланцев не закроют захваты 7. Клинья 8 автоматически фиксируют захваты в закрытом состоянии. Ролик жестко соединяется с рамой на тягаче и является, таким образом, тяговой балкой крестообразной сцепки.

Конструкция опорно-сцепного устройства практически не повышает начальной высоты погрузки (по сравнению с обычным технологическим оборудованием), что очень важно также с точки зрения устойчивости автопоезда. Так как при сцепке ролик не скользит, а перекачивается, то усилие, необходимое для сцепки, незначительно. Поэтому описанное опорно-сцепное устройство обеспечивает сцепление автопоезда при низком коэффициенте сцепления колес с дорогой, а также при неблагоприятных положениях тягача относительно роспуска: перекосах, несовпадении осей и т. д. Благодаря такому устройству точки вращения дышла и хлыстов практически совмещены. В продольной вертикальной плоскости роспуск с хлыстами вращается вокруг подшипников 2 (рис. 3), в горизонтальной — вокруг шкворня 1, а в поперечной — вокруг шарнира в дышле.

Для сравнительной оценки проведены специальные наблюдения за работой автопоезда с роспуском 2-РС-15т и обычных автопоездов при вывозке хлыстов на наиболее сложных участках горных лесовозных автодорог. Эти наблюдения показали, что автопоезд с роспуском 2-РС-15т значительно легче и надежнее в управлении, особенно при

\* Для этого же роспуска были изучены вопросы сменности прицепного состава на вывозке хлыстов. Поэтому на рисунках видны опорные лапы, которые предназначены для поддержания переднего коника роспуска, когда он оставляется без тягача для предварительной погрузки хлыстами. В данной статье эти вопросы не рассматриваются.



переезде через препятствия с поперечным наклоном дороги. При этом опорно-сцепное устройство во всех случаях обеспечивало надежное соединение тягача с роспуском.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

Крепление дышла за коник на тягаче и применение описанного опорно-сцепного устройства значительно улучшает кинематическую связь звеньев автопоезда, позволяет преодолевать препятствия в вертикальной плоскости без возникновения дополнительных усилий в его звеньях и использовать сменный прицепной состав на вывозке леса в хлыстах.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. П. Лахно, Р. П. Лахно. Автомобильные лесовозные поезда. Гослесбумиздат, 1961. [2]. М. М. Щукнин. Сцепные устройства автомобилей и тягачей. Машгиз, 1961.

Поступила 26 ноября 1965 г.

УДК 531:634.05

### О ВЛИЯНИИ ПОПЕРЕЧНЫХ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТВОЛА НА СОУДАРЕНИЕ ДЕРЕВА

А. А. ДЕБЕРДЕЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

В настоящей статье выясняется вопрос о влиянии поперечных изгибных колебаний ствола дерева на удар. Предлагаемое решение задачи основывается на методе С. П. Тимошенко [6], представляющем обобщение теорий Герца и Сен-Венана.

Задача ставится следующим образом. Пусть дерево падает на подвижную опору  $A$  (например, на машину), имея к моменту соприкосновения с опорой скорость центра масс  $v_c$  и угловую скорость  $\omega$  и образуя с горизонтом угол  $\beta$  (рис. 1). Это положение ствола\* и машины будем считать начальными и рассмотрим их малые движения из этого положения за малое время удара, отсчитываемое от начального состояния.

Поперечные смещения  $U(x_0, t)$  по оси  $u$  сечения  $x = x_0$  ствола при этом ударе, очевидно, сложатся из составляющих по оси  $u$  смещений опоры  $A$ , а также из сближения  $\alpha$  соударяющихся тел вследствие контактных деформаций

$$U(x_0, t) = \xi \sin \beta + \eta \cos \beta + \alpha, \quad (1)$$

где  $\xi$  и  $\eta$  — горизонтальные и вертикальные смещения опоры  $A$  во время удара.

Соотношение (1) является основным уравнением, связывающим смещения сечения  $x = x_0$  ствола со смещениями опоры и сближением  $\alpha$ . Остается найти выражения  $U$ ,  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\alpha$  в зависимости от искомой ударной силы  $P$  и времени  $t$ . Тогда уравнение (1) будет представлять функциональное уравнение для определения  $P$  в зависимости от времени  $t$ .

\* Ранее [2] было показано, что крона дерева в ударе не участвует и следует рассчитывать лишь удар ствола.

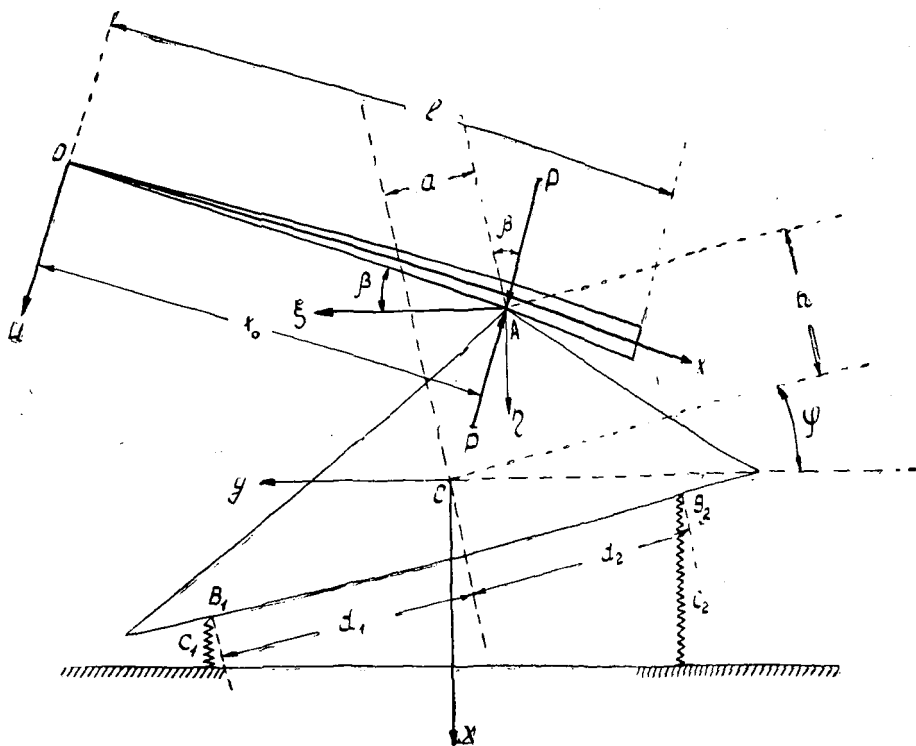


Рис. 1.

1. Нахождение поперечных смещений ствола  $U(x_0, t)$ . Убирая по принципу освобожденности из-под ствола опору, заменив ее действие искомой силой  $P$ , считаем, что имеем совершенно свободный ствол со свободными концами, на который в течение некоторого времени, равного продолжительности удара  $\tau$ , действует сосредоточенная ударная сила  $P$ , приложенная в точке соударения ствола и опоры  $A$  со стороны последней (рис. 1).

Полное движение ствола по оси  $u$  во время удара будет складываться из поступательного движения  $u_c$  всего ствола вместе с центром масс, вращения ствола  $\varphi$  вокруг центра масс и вынужденных поперечных колебаний ствола  $u$  под действием ударной силы  $P(t)$ . Поэтому

$$U(x, t) = u_c + (x_c - x)\varphi + u(x, t). \quad (2)$$

Функция  $U$  должна удовлетворять следующим начальным условиям:

$$\left. \begin{aligned} U &= 0 \text{ при } t=0 \text{ и при всех } x; \\ \frac{\partial U}{\partial t} &= v_{cu} + \omega(x_c - x) \text{ при } t=0 \text{ и при всех } x, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $v_{cu}$  — проекция на ось  $u$  скорости центра масс ствола к началу удара;

$\omega$  — угловая скорость ствола к началу удара.

Величины  $u_c$  и  $\varphi$  найдутся из дифференциальных уравнений движения центра масс и вращения вокруг центра масс ствола

$$M_c \ddot{u}_c = -P(t); \quad J_c^0 \ddot{\varphi} = -(x_c - x)P(t)$$

при начальных условиях  $u_c = 0$ ,  $\dot{u}_c = v_{cu}$ ,  $\varphi = 0$ ,  $\dot{\varphi} = \omega$  при  $t = 0$ , а именно

$$u_c = v_{cut} - \frac{1}{M_c} \int_0^t P(\tau) (t - \tau) d\tau; \quad \varphi = \omega t - \frac{x_c - x}{J_c^c} \int_0^t P(\tau) (t - \tau) d\tau, \quad (4)$$

где  $M_c$ ,  $J_c^c$  — соответственно масса и центральный момент инерции ствола.

Поперечные колебания ствола должны характеризоваться дифференциальным уравнением

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( EJ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) + \rho F \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = F(x, t), \quad (5)$$

а также отвечать граничным и начальным условиям

$$\left. \begin{aligned} EJ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial x} \left( EJ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) = 0 \text{ при } x = 0 \text{ и } x = l \\ u = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial t} = 0 \text{ при } t = 0, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где  $EJ$  — жесткость ствола на изгиб;

$\rho$  — плотность ствола;

$F$  — площадь поперечного сечения ствола с координатой  $x$ ;

$F(x, t)$  — возмущающая сила, отнесенная к единице длины ствола, удовлетворяющая в нашем случае условиям:  $F(x, t) = 0$

$$\text{при } 0 \leq x \leq x_0 - \varepsilon \text{ и при } x_0 + \varepsilon \leq x \leq l, \quad \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{x_0 - \varepsilon}^{x_0 + \varepsilon} F(x, t) dx = -P(t), \text{ причем } x_0 \neq 0 \text{ и } x_0 \neq l.$$

Тогда, как легко видеть, сумма (2) решает задачу по нахождению  $U$ , удовлетворяющую начальным условиям (3).

Поперечные колебания ствола  $u(x, t)$  найдем, принимая, что ствол имеет форму конуса\*. Помещая начало координат в вершине конуса (рис. 1), имеем:

$$R = \frac{x}{l} R_0, \quad F = \frac{x^2}{l^2} F_0, \quad J = \frac{x^4}{l^4} J_0, \quad (7)$$

где  $R$ ,  $R_0$ ,  $F$ ,  $F_0$ ,  $J$ ,  $J_0$  — радиусы, площади и моменты инерции поперечных сечений конуса соответственно с абсциссой  $x$  и  $l$ .

Тогда уравнение (5) может быть переписано в виде

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( x^4 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) + \frac{\rho l^2 F_0}{E J_0} x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{l^4}{E J_0} F(x, t). \quad (8)$$

Собственные функции форм колебаний конуса являются решениями уравнения

$$\frac{d^2}{dx^2} \left( x^4 \frac{d^2 y}{dx^2} \right) = k^2 x^2 y, \quad (8')$$

получающегося из однородного уравнения (8) после подстановки искомого решения в форме  $u = y(x) \sin(pt + \delta)$ , и имеют вид [7]

\* Это предположение относится лишь к определению поперечных колебаний ствола. В остальных случаях исходим из его реальной формы.

$$y = \frac{1}{\xi^2} [AJ_2(\xi) + BI_2(\xi)], \quad (9)$$

где

$$\xi = 2\sqrt{kx}, \quad k^2 = \frac{\rho l^2 F_0}{EJ_0} p^2; \quad (10)$$

$p$  — собственная частота конуса;  
 $J_2, I_2$  — функции Бесселя второго порядка;  
 $A, B$  — постоянные интегрирования.

Удовлетворив собственные функции (9) граничным условиям (6), которые в силу соотношений (7) принимают вид:

$$\frac{x^4}{l^4} \frac{d^2 y}{dx^2} = 0; \quad \frac{d}{dx} \left( \frac{x^4}{l^4} \frac{d^2 y}{dx^2} \right) = 0,$$

после соответствующих выкладок приходим к следующему уравнению частот:

$$\begin{vmatrix} J_4(\mu) & I_4(\mu) \\ -J_5(\mu) & I_5(\mu) \end{vmatrix} = 0, \quad (11)$$

где  $\mu = 2\sqrt{kl}$ .

Тогда собственные функции (9) принимают вид

$$y_i(x) = \frac{1}{\mu_i^2} \frac{l}{x} \left[ I_5(\mu_i) J_2\left(\mu_i \sqrt{\frac{x}{l}}\right) + J_5(\mu_i) I_2\left(\mu_i \sqrt{\frac{x}{l}}\right) \right], \quad (12)$$

где  $\mu_i$  — корни уравнения частот (11), которые, согласно формулам (10) и (11), связаны с  $\xi$  соотношением  $\xi = 2\sqrt{k_i x} = \mu_i \sqrt{\frac{x}{l}}$ ;  
 $J_5, I_5$  — функции Бесселя пятого порядка.

Ввиду нулевых начальных условий (6) решение однородного уравнения (8) будет  $u = 0$ .

Частное же решение неоднородного уравнения (8) имеет вид

$$u = \sum_{i=0}^{\infty} y_i(x) T_i(t), \quad (13)$$

где  $T_i(t)$  — некоторые функции времени;

$y_i(x)$  — собственные функции форм колебаний конуса, определяемые по формуле (12).

Применяя общие методы, находим [4]

$$T_i(t) = -\frac{l^2 y_i(x_0)}{\rho F_0 H_i p_i} \int_0^t P(\tau) \sin p_i(t - \tau) d\tau,$$

так что решение неоднородного уравнения (8) согласно (13) будет

$$u(x, t) = -\frac{l^2}{\rho F_0} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{y_i(x_0) y_i(x)}{H_i p_i} \int_0^t P(\tau) \sin p_i(t - \tau) d\tau, \quad (14)$$

где

$$H_i = \int_0^l x^2 [y_i(x)]^2 dx. \quad (15)$$

2. Нахождение смещений опоры  $\xi$  и  $\eta$ . Для определения горизонтального и вертикального смещений опоры  $A$   $\xi(t)$  и  $\eta(t)$  рассмотрим малые движения подрессоренной части машины под действием той же ударной силы  $P(t)$ , но приложенной со стороны ствола (рис. 1). Эти смещения опоры  $A$  очевидно составят при малых углах  $\varphi$

$$\xi = y + h\varphi; \quad \eta = x - a\varphi. \quad (16)$$

Выражения кинетической и потенциальной энергий системы, а также элементарной работы непотенциальных сил

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + \frac{1}{2} J \dot{\varphi}^2; \\ \Pi &= \frac{1}{2} c_1 \lambda_1^2 + \frac{1}{2} c_2 \lambda_2^2 = \frac{1}{2} (c_1 + c_2) x^2 + \frac{1}{2} (c_1 d_1^2 + c_2 d_2^2) \varphi^2 + \\ &+ (c_1 d_1 - c_2 d_2) x\varphi; \\ \delta A &= P \cos \beta \delta x + P \sin \beta \delta y + (Ph \sin \beta - Pa \cos \beta) \delta \varphi, \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

где  $c_1, c_2$  — жесткости упругих элементов подвесок машины;  
 $\lambda_1 = x + d_1 \varphi$  и  $\lambda_2 = x - d_2 \varphi$  — смещения точек  $B_1$  и  $B_2$ ;  
 $x, y$  — вертикальное и горизонтальное перемещения центра тяжести подрессоренной части машины;  
 $\varphi$  — угол поворота подрессоренной части машины вокруг своего центра тяжести  $C$ ;  
 $m, J$  — масса и поперечный центральный момент инерции подрессоренной части машины.

Перейдя к главным координатам  $\Theta_1$  и  $\Theta_2$  посредством преобразований

$$x = \alpha_1 \Theta_1 + \alpha_2 \Theta_2; \quad \varphi = \Theta_1 + \Theta_2, \quad (18)$$

получаем выражения для  $T, \Pi$  и  $\delta A$ :

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{2} (a_1 \dot{\Theta}_1^2 + a_2 \dot{\Theta}_2^2 + m \dot{y}^2); \quad \Pi = \frac{1}{2} (b_1 \Theta_1^2 + b_2 \Theta_2^2); \\ \delta A &= P [(\alpha_1 - a) \cos \beta + h \sin \beta] \delta \Theta_1 + P [(\alpha_2 - a) \cos \beta + \\ &+ h \sin \beta] \delta \Theta_2 + P \sin \beta \delta y, \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

где

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= m\alpha_1^2 + J; \quad a_2 = m\alpha_2^2 + J; \\ b_1 &= (c_1 + c_2) \alpha_1^2 + (c_1 d_1^2 + c_2 d_2^2) + 2(c_1 d_1 - c_2 d_2) \alpha_1; \\ b_2 &= (c_1 + c_2) \alpha_2^2 + (c_1 d_1^2 + c_2 d_2^2) + 2(c_1 d_1 - c_2 d_2) \alpha_2, \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

причем на  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  наложены определенные условия: они являются корнями некоторого квадратного уравнения [5]

$$\alpha_{1,2} = \frac{(c_1 + c_2) \frac{J}{m} - (c_1 d_1^2 + c_2 d_2^2)}{2(c_1 d_1 - c_2 d_2)} \pm \sqrt{\left[ \frac{(c_1 + c_2) \frac{J}{m} - (c_1 d_1^2 + c_2 d_2^2)}{2(c_1 d_1 - c_2 d_2)} \right]^2 + \frac{J}{m}}. \quad (21)$$

Тогда дифференциальные уравнения движения подрессоренной части в главных координатах будут:

$$\ddot{\Theta}_1 + k_1^2 \Theta_1 = h_1 P(t); \quad \ddot{\Theta}_2 + k_2^2 \Theta_2 = h_2 P(t); \quad \ddot{y} = \frac{\sin \beta}{m} P(t), \quad (22)$$

где, согласно (19), обозначено:

$$\left. \begin{aligned} k_1 &= \frac{b_1}{a_1}; \quad k_2 = \frac{b_2}{a_2}; \\ h_1 &= \frac{(\alpha_1 - a) \cos \beta + h \sin \beta}{a_1}; \quad h_2 = \frac{(\alpha_2 - a) \cos \beta + h \sin \beta}{a_2}. \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

Так как решения уравнений (22) при нулевых начальных условиях представимы в виде

$$\begin{aligned} \Theta_1 &= \frac{h_1}{k_1} \int_0^t P(\tau) \sin k_1(t - \tau) d\tau; \quad \Theta_2 = \frac{h_2}{k_2} \int_0^t P(\tau) \sin k_2(t - \tau) d\tau; \\ y &= \frac{\sin \beta}{m} \int_0^t P(\tau)(t - \tau) d\tau, \end{aligned}$$

то выражения для смещений опоры  $\xi$  и  $\eta$ , согласно выражениям (16) и (18), будут:

$$\left. \begin{aligned} \xi(t) &= \frac{\sin \beta}{m} \int_0^t P(\tau)(t - \tau) d\tau + \int_0^t P(\tau) \left[ \frac{hh_1}{k_1} \sin k_1(t - \tau) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{hh_2}{k_2} \sin k_2(t - \tau) \right] d\tau; \\ \eta(t) &= \int_0^t P(\tau) \left[ \frac{(\alpha_1 - a)h_1}{k_1} \sin k_1(t - \tau) + \frac{(\alpha_2 - a)h_2}{k_2} \sin k_2(t - \tau) \right] d\tau. \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

В частности, если для машины выполнены условия  $c_1d_1 = c_2d_2$ , то дифференциальные уравнения движения, как это следует из формул (17), принимают особенно простой вид

$$\ddot{x} + k^2 x = \frac{\cos \beta}{m} P(t); \quad \ddot{y} = \frac{\sin \beta}{m} P(t); \quad \ddot{\varphi} + p^2 \varphi = \frac{h \sin \beta - a \cos \beta}{J} P(t), \quad (25)$$

где

$$k^2 = \frac{c_1 + c_2}{m}; \quad p^2 = \frac{c_1 d_1^2 + c_2 d_2^2}{J}, \quad (26)$$

так что подставляя в выражения (16) решения уравнений (25) при нулевых начальных условиях, аналогично с (24) получаем для этого случая  $c_1d_1 = c_2d_2$ :

$$\left. \begin{aligned} \xi(t) &= \frac{\sin \beta}{m} \int_0^t P(\tau)(t - \tau) d\tau + \frac{h^2 \sin \beta - ah \cos \beta}{Jp} \int_0^t P(\tau) \sin p(t - \tau) d\tau; \\ \eta(t) &= \frac{\cos \beta}{km} \int_0^t P(\tau) \sin k(t - \tau) d\tau + \\ &\quad + \frac{a^2 \cos \beta - ah \sin \beta}{Jp} \int_0^t P(\tau) \sin p(t - \tau) d\tau. \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

3. Получение функционального уравнения для определения ударной силы  $P(t)$  в случае падения дерева на одну опору. Подставив в формулу (2) выражения (4) и (14), предварительно положив в них  $x = x_0$ , получим функцию  $U(x_0, t)$ , выражающую полное движение сечения  $x = x_0$  ствола по

оси  $u$  во время удара. Подставив затем найденное таким образом выражение (2), а также (24) или (27) в формулу (1), получим основное функциональное уравнение для определения искомой ударной силы  $P(t)$ . Однако это уравнение можно значительно упростить, если предварительно учесть следующее. Во-первых, для практических целей ограничимся лишь первым членом ряда (14), соответствующим основному колебанию конуса с частотой  $p_0$ .

Во-вторых, в оставшемся уравнении (14), а также в выражениях (24) и (27) ограничимся в разложениях  $\sin p_0(t-\tau)$ ,  $\sin k_1(t-\tau)$  и т. д. лишь первыми членами, так как ввиду малой продолжительности удара  $\tau$  величины  $p_0(t-\tau)$ ,  $k_1(t-\tau)$ ,  $k_2(t-\tau)$ ,  $k(t-\tau)$  и  $p(t-\tau)$  малы. В самом деле, для конуса высотой 25 м и с диаметром у основания 35 см из материала с модулем упругости Юнга (для дерева)  $E = 0,005 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$  будет  $p_0 = 8,55 \text{ 1/сек}$ , а для машины с периодами главных колебаний  $T_1 = T_2 = 0,5 \text{ сек}$   $k_1 = k_2 = k = p = 12,6 \text{ 1/сек}$ . Поскольку, как показывают эксперименты и расчеты, продолжительность удара  $\tau$  не превышает  $0,02 \text{ сек}$ , то тем более  $|t-\tau| \ll 0,02 \text{ сек}$  и, следовательно,  $|p_0(t-\tau)| \ll 0,171$ ;  $|k_1(t-\tau)| \ll 0,252$  и т. д.

Поэтому заменяя соответствующие синусы первыми членами их разложений в ряд, допускаем относительные погрешности

$$\Delta_0 \leq \frac{|p_0(t-\tau)|^2}{3!} \leq 0,5\%; \Delta_1 = \Delta_2 \leq \frac{|k_1(t-\tau)|^2}{3!} \leq 1\% \text{ и т. д.} \quad (28)$$

Отметим еще, что при этой замене в выражениях (24) частоты  $k_1$  и  $k_2$  соответственно сокращаются и при подстановке значений входящих туда постоянных из уравнений (20), (21) и (23) и после соответствующих выкладок выражение (24) принимает вид, идентичный виду формул (27).

Итак, с учетом только что высказанных соображений и того, что  $J_c^c = 0,048 M_c l^2$ ,  $x_c = 0,692 l$ , плотность для конуса  $\rho = \frac{3M_c}{F_0 l}$ , основное уравнение (1) для определения искомой ударной силы  $P(t)$  принимает следующий вид (независимо от того, выполнены ли для машины условия  $c_1 d_1 = c_2 d_2$ ):

$$\alpha = v_{cu} t + \omega (x_c - x_0) t - \left\{ \frac{1}{M_c} \left[ 1 + \frac{(0,692 - \frac{x_0}{l})^2}{0,048} + 1,14 (y_0(x_0))^2 \right] + \frac{1}{m} + \frac{(h \sin \beta - a \cos \beta)^2}{J} \right\} \int_0^t P(\tau) (t - \tau) d\tau. \quad (29)$$

Первый ненулевой корень  $\mu_0$  уравнения частот (11) нами найден. После этого по формуле (12) можно найти и собственную функцию формы основного колебания конуса, а по выражению (15) вычислить значение  $H_0$ . Таким образом, величины, входящие в уравнение (29), имеют значения

$$\left. \begin{aligned} y_0(x_0) &= \frac{1}{\mu_0^3} \frac{l}{x_0} \left[ I_5(\mu_0) J_2\left(\mu_0 \sqrt{\frac{x_0}{l}}\right) + J_5(\mu_0) I_2\left(\mu_0 \sqrt{\frac{x_0}{l}}\right) \right]; \\ \mu_0 &= 8,35; H_0 = 0,293 l^3; I_5(\mu_0) = 127; J_5(\mu_0) = 0,104. \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

Сближение  $\alpha$ , входящее в уравнение (29), зависит от ударной силы  $P(t)$ . При соударении однородных изотропных тел в пределах упругих деформаций эта зависимость, как известно, имеет вид [3]

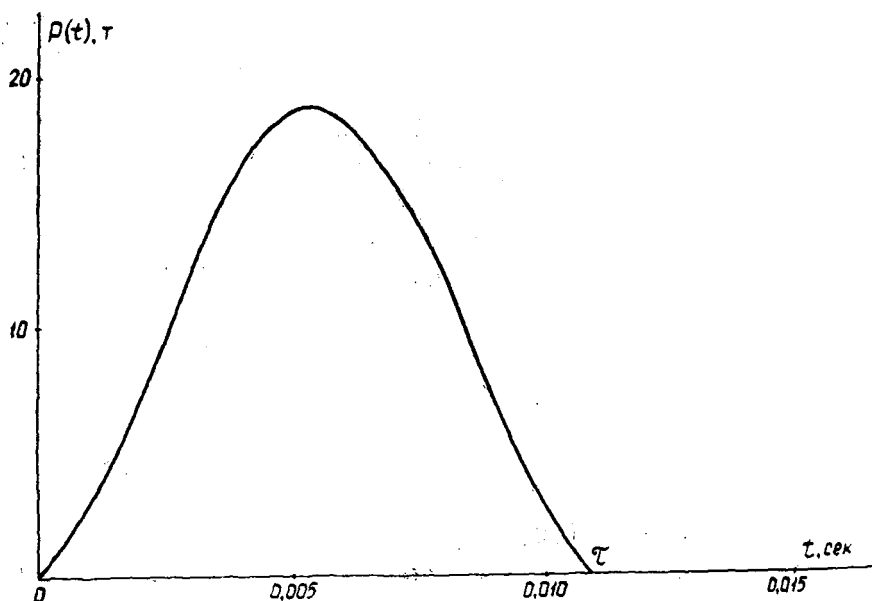


Рис. 2.

$$\alpha = fP^{2/3} \text{ или } P = f^{-3/2} \alpha^{3/2}, \tag{31}$$

где  $f$  — коэффициент, определяемый упругими характеристиками, геометрическими формами и взаимной ориентацией поверхностей соударяющихся тел.

Функциональное уравнение (29) при наличии соответствующей зависимости (31) сближения  $\alpha$  от силы  $P$  содержит лишь одну неизвестную величину — ударную силу  $P(t)$ . Решая это уравнение каким-либо способом (например, численными методами), получаем таблицу и график искомой ударной силы. Кроме того, на оси времен получаем также и величину продолжительности удара  $\tau$  (рис. 2).

В частности: а) в случае повала дерева путем опрокидывания его вокруг нижнего основания  $v_{cu} = \omega(l - x_c)$ . Поэтому в уравнении (29) вместо первых двух членов будет стоять выражение  $v_{cu}t + \omega(x_c - x_0)t = \omega(l - x_0)t$ ; б) в случае поступательного падения дерева (при бросании его)  $\omega = 0$ . Тогда в выражении (29) второй член  $\omega(x_c - x_0)t$  будет отсутствовать.

Следует обратить внимание на то, что в уравнении (29) члены, соответствующие движениям машины, имеют вид, как если бы вовсе не было упругих подвесок у подрессоренной части, то есть она была бы свободным телом.

Это еще раз подтверждает ранее высказанное утверждение [1], что для достаточно мягких подвесок удар дерева о подрессоренную часть машины можно рассчитывать как соударение со свободным телом, причем, согласно оценкам (28), это можно делать в случаях, если величины

$$6,58 \left( \frac{\tau}{T_i} \right)^2 \tag{32}$$

достаточно малы,

где  $\tau$  — продолжительность удара;

$T_i$  — периоды собственных колебаний машины и ствола.



4. Получение уравнений для определения ударных сил  $P_1(t)$  и  $P_2(t)$  в случае удара дерева о две опоры. Повторив все предыдущие рассуждения для случая двух опор (и соответственно двух сил  $P_1$  и  $P_2$ ), а затем в полученном основном уравнении, аналогичном уравнению (1), делая последовательно  $x = x_1$  и  $x = x_2$ , получим следующие два уравнения для определения ударных сил  $P_1(t)$  и  $P_2(t)$  при ударе дерева о две опоры:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 = & \omega(x_2 - x_1)t - \left\{ \frac{1}{M_c} \left[ 1 + \frac{(0,692 - \frac{x_1}{l})^2}{0,048} + 1,14(y_0(x_1))^2 \right] + \right. \\ & \left. + \frac{1}{m_1} + \frac{(h_1 \sin \beta - a_1 \cos \beta)^2}{J_1} \right\} \int_0^t P_1(\tau)(t - \tau) d\tau - \frac{1}{M_c} \left[ 1 + \right. \\ & \left. + \frac{(0,692 - \frac{x_1}{l})(0,692 - \frac{x_2}{l})}{0,048} + 1,14y_0(x_1)y_0(x_2) \right] \int_0^t P_2(\tau)(t - \tau) d\tau; \\ \alpha_2 = & -\frac{1}{M_c} \left[ 1 + \frac{(0,692 - \frac{x_1}{l})(0,692 - \frac{x_2}{l})}{0,048} + \right. \\ & \left. + 1,14y_0(x_1)y_0(x_2) \right] \int_0^t P_1(\tau)(t - \tau) d\tau - \left\{ \frac{1}{M_c} \left[ 1 + \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{(0,692 - \frac{x_2}{l})^2}{0,048} + 1,14(y_0(x_2))^2 \right] + \frac{1}{m_2} + \right. \\ & \left. + \frac{(h_2 \sin \beta - a_2 \cos \beta)^2}{J_2} \right\} \int_0^t P_2(\tau)(t - \tau) d\tau. \end{aligned} \right\} (33)$$

Вид этих формул, как и уравнения (29), не зависит от того, выполнены ли для опор условия  $c_1 d_1 = c_2 d_2$ .

В уравнениях (33) обозначения имеют тот же смысл, что и в формуле (29), а индексы при соответствующих величинах означают принадлежность их соответственно к опоре с координатами  $x_1$  или  $x_2$ , отсчитываемыми от вершины ствола.

Полученные уравнения (29) и (33) дают возможность найти ударную силу, продолжительность удара, а затем и весь ударный импульс с учетом влияния поперечных изгибных колебаний ствола практически для любых случаев повала дерева на различные опоры.

#### Выводы

1. Влияние поперечных колебаний ствола на ударный импульс может быть выражено формулой

$$S^* = \lambda S, \quad (34)$$

где  $S^*$  — ударный импульс, вычисленный с учетом поперечных колебаний ствола;

$S$  — ударный импульс, вычисленный без учета этих колебаний по классической теории, то есть как при ударе абсолютно негибкого ствола;

$\lambda$  — коэффициент влияния поперечных колебаний ствола на удар.

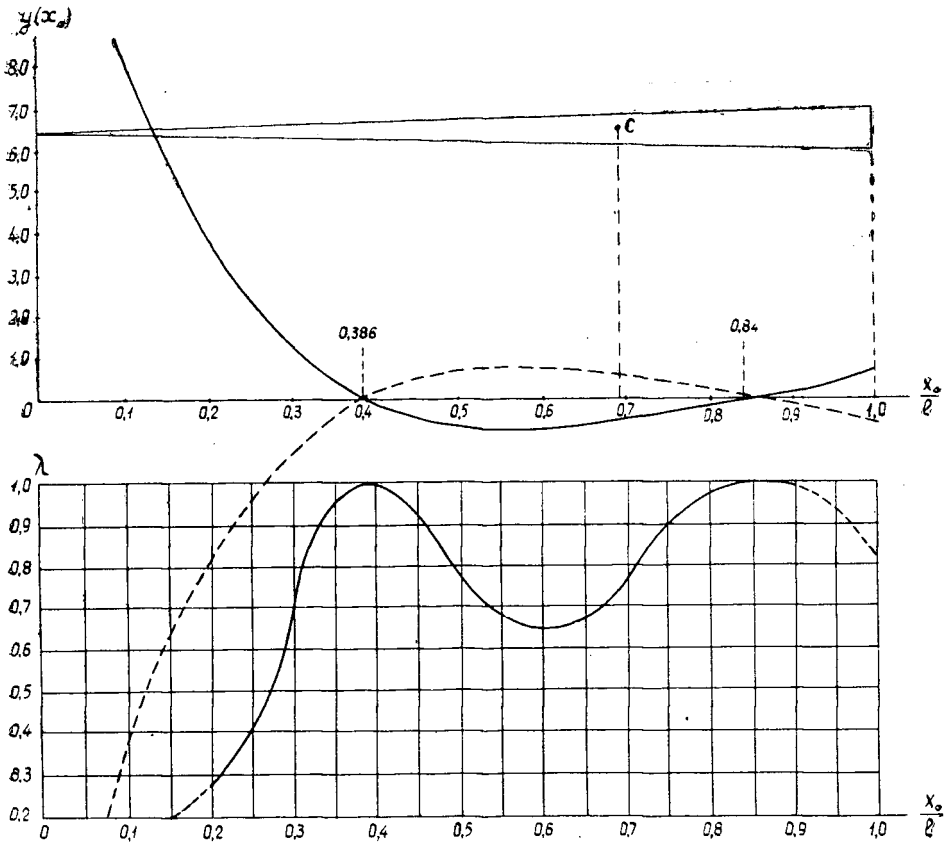


Рис. 3.

Оказалось, что этот коэффициент зависит лишь от точек соударения ствола через форму собственных поперечных колебаний ствола (30) и не связан с остальными факторами и условиями удара: массой, высотой, диаметром ствола, скоростями до удара и т. д. Зависимость  $\lambda$  от точек соударения ствола приведена на рис. 3.

2. Максимальные значения ударной силы  $P_{max}^*$  с учетом поперечных колебаний ствола выражаются соотношением

$$P_{max}^* = 1,83 \frac{\lambda S}{\tau} \quad (35)$$

3. Поперечные изгибные колебания ствола смягчают соударение дерева. Из сравнения графиков коэффициента влияния  $\lambda$  и формы основного тона собственных колебаний конуса (ствола) видно (рис. 3), что влияние изгибных колебаний ствола на удар увеличивается по мере удаления точки удара от узловых точек собственных колебаний ствола (то есть по мере увеличения амплитуды собственных колебаний), а при ударе в узловых точках  $x_0 = 0,386l$  и  $x_0 = 0,86l$  влияние это, естественно, вообще сводится к нулю. В средней части ствола между узловыми точками влияние это достигает 35%, а в вершинной оказывается даже значительно больше.

4. Формулы (34) и (35) и коэффициент влияния  $\lambda$  (рис. 3) при практических расчетах по определению ударного импульса  $S^*$  и мак-

симального значения ударной силы  $P_{max}^*$  с учетом поперечных колебаний ствола освобождают от сложных вычислений по уравнениям (29) или (33), так как значения  $S$  легко могут быть вычислены по классической теории удара ранее предложенными методами [1] и [2].

5. Все сказанное применимо к соударениям ствола во всех его точках, за исключением концов ствола. Однако это ограничение для практики не существенно.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Дебердеев. Определение ударных импульсов с учетом отдачи машины и прицепа при падении деревьев на транспортные средства. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1960. [2]. А. А. Дебердеев. О влиянии кроны на соударение дерева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1963. [3]. А. Н. Динник. Удар и сжатие упругих тел. Избранные труды, т. I, АН УССР, Киев, 1952. [4]. А. Н. Крылов. О некоторых дифференциальных уравнениях математической физики, имеющих приложение в технических вопросах. Собрание трудов, т. III, ч. 2, АН СССР, М.—Л., 1949. [5]. Л. Г. Лойцянский, А. И. Лурье. Курс теоретической механики. Т. II, М., 1955. [6]. С. П. Тимошенко. К вопросу о действии удара на балку. Известия СПб. политехнического института, т. XVII, 1912. [7]. N. Monpouze. Die Eigenschwingungen eingespannter Stäbe von Veränderlichem Querschnitt. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, Bd. I, Heft 4, S. 444—451, 1921.

#### ПОПРАВКА

В статью Г. К. Матвеева, Г. М. Парфенова, Л. М. Дидковской «О типе тракторов и составе бригады на прелевке и прямой вывозке леса» («Лесной журнал» № 5, 1968 г.) необходимо внести следующие уточнения:

	Напечатано	Следует читать
Подпись под рис. 1 (стр. 51).	...выполненной по методике авторов	...выполненной по методике авторов норм выработки 1960 г.
Стр. 51, строка 12 сверху.	(определенной по нормам выработки, предложенным авторами).	(определенной по методике авторов норм выработки).

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 621.933.6

К ВОПРОСУ О ВЕЛИЧИНЕ ХОДА  
И ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПИЛЬНОЙ РАМКИ  
У ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

В. Ф. ФОНКИН

(Московский лесотехнический институт)

Все выпускаемые в Советском Союзе лесопильные рамы имеют прямолинейное перемещение пильной рамки, а в США большинство рам предусматривает движение пильной рамки по замкнутой криволинейной траектории с отходом от дна пропила в зоне нижней мертвой точки (НМТ). Весьма значительны различия и в величинах ходов пильных рам, выпускаемых в разных странах для одного и того же по диаметру сырья.

*Процесс срезания и перемещения стружек  
при прямолинейном перемещении пильной рамки*

По результатам наших исследований основными составляющими процесса пиления являются: а) интенсивное уплотнение древесины в зоне срезания стружки. В этой зоне удельные давления упрессовки превышают 200 атм, из стружки выделяется свободная влага. Стружка пластифицируется, интенсивно выдавливается в междузубую впадину и в зазоры между стенками пропила и полотном пилы; б) смещаясь в междузубую впадину, элементы стружки восстанавливают свои размеры благодаря упругим деформациям, частично впитывают в себя ранее выдавленную влагу и под действием сил трения о боковые поверхности пропила и о переднюю грань зуба в компактном состоянии формируются в брикеты; в) под действием сил трения бrikета стружек о боковые поверхности пропила часть стружек затягивается в зазоры между стенками пропила и полотном пилы. Этот процесс становится особенно интенсивным, когда сечение элементов стружек (подача на зуб пилы) оказывается меньше величины уширения зубьев на сторону.

В конце рабочего хода часть стружек остается в междузубых впадинах, находящихся в пропилах. В период холостого хода эти стружки перемещаются вверх и, если величина хода пильной рамки больше высоты пропила, выбрасываются у верхней кромки пропила. В том случае, когда высота пропила равна высоте хода пильной рамки или больше ее, часть междузубых впадин никогда не выходит за пределы пропила. Естественно, что при этом не может происходить прямого выбрасывания стружек из впадин.

В таких условиях процесс может проходить в двух вариантах: 1) размеры элементов стружек меньше величины уширения зубьев на сторону ( $U_z < S'$ ). Все стружки из междузубых впадин, не выходящих за пределы пропила, затягиваются в зазоры между стенками пропила и полотном пилы. Режим (скорость подачи) пиления определяется интенсивностью затягивания и выдавливания стружек в зазоры; 2) размеры элементов стружек значительно превышают зазоры между стенками

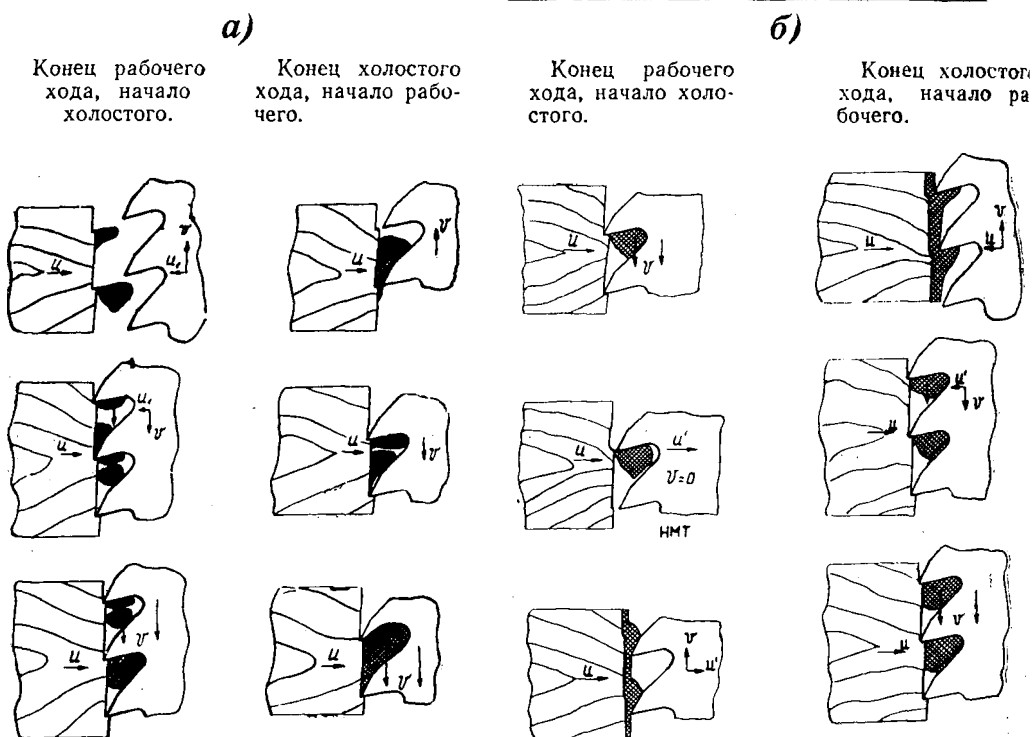


Рис. 1.

пропила и полотном пилы ( $U_z > S'$ ). В этом случае затягивание стружек из брикета в зазоры между полотном пилы и стенками пропила незначительное, к началу каждого нового рабочего хода часть стружек останется в междузубых впадинах (не выходящих за пределы пропила). При следующем цикле к ним добавятся новые порции стружек. Интенсивное трение брикета стружек о боковые поверхности пропила ведет к нагреванию и спеканию брикета. В дальнейшем процесс пиления прекращается из-за невозможности отвода стружки из зоны резания.

Схема процесса накопления стружек в междузубых впадинах, в случае когда ход пильной рамки меньше высоты пропила, показана на рис. 1, а (перемещение пильной рамки прямолинейное). Если высота пропила равна ходу пил или превышает его, необходимо, чтобы подачи на зуб пилы не были больше величины уширения зубьев на сторону. При таких условиях пиления возможные скорости подачи (посылки) оказываются ниже, чем в том случае, когда ход пильной рамки превышает высоту пропила. Если учесть, что основным параметром лесопильных рам является их просвет, то можно определить величины минимально допустимых ходов пильных рамок, исходя из условий обеспечения полного очищения всех междузубых впадин от стружек при прямом их выбрасывании за пределы пропила.

Примем, что ход пильной рамки не должен быть меньше  $1,1 h$  ( $h$  — величина наибольшей высоты пропила при массовых распиловках). Тогда минимально допустимый ход рамки определим по формуле

$$H \geq 0,9D_b, \quad (1)$$

где  $D_b$  — наибольший типичный диаметр бревна в вершине.

Наибольший диаметр бревна в комле, который можно распилить на лесопильной раме с принятыми точностями базирования,

$$D_k = 0,87П, \quad (2)$$

где  $П$  — просвет пильной рамки.

Соотношение (2) получено нами на основании рекомендации (проверенной практикой лесопиления в ряде стран), по которой для лесопильных рам с просветом 750 мм наибольший диаметр распиливаемого бревна в комле равняется 650 мм. По нашему мнению, формула (2) более правильно отражает технологические возможности использования просвета пильных рамок, чем принятая в настоящее время.

Вершинный диаметр бревна определим по формуле

$$D_v = D_k - LC, \quad (3)$$

где  $C$  — средний сбеги бревна;

$L$  — длина бревна, м.

Подставляя значение  $D_k$  из формулы (2) в выражение (3), а значение  $D_v$  из равенства (3) в формулу (1), получим

$$H = 0,9(0,87П - LC). \quad (4)$$

В табл. 1 приведены рассчитанные нами по формуле (4) минимально допустимые ходы пильных рамок для принятого в СССР ряда просветов пильных рамок.

Таблица 1

Просвет пильной рамки по ГОСТу, мм . . . . .	500	630	800	1000
Минимальный допустимый ход пильной рамки, мм	335	430	567	745

*Процесс срезания и перемещения стружек при перемещении пильной рамки по эллиптической траектории с отходом от дна пропила в НМТ*

В результате отхода зубьев пил от дна пропила в конце рабочего и в начале холостого ходов брикеты стружек не перемещаются вверх, а остаются зафиксированными между стенками пропила. По мере подъема пил задние грани зубьев деформируют эти брикеты, превращая их в подпрессованный столбик, прижатый к дну пропила. В период следующего рабочего хода этот столбик будет выброшен из пропила нижними зубьями пилы. Во всех случаях стружки выбрасываются только вниз. Может оказаться, что высота пропила в несколько раз будет превышать ход пильной рамки, тогда стружки будут выбрасываться за несколько этапов, причем за каждый из них стружки переместятся вниз на величину хода пильной рамки. Выбрасывание стружек, направленное только вниз, сокращает общий путь их перемещения в пропиле и, что особенно важно, создает условия хорошего очищения междузубных впадин от стружек при любых соотношениях хода и высоты пропила.

На рис. 1, б показана схема перемещения стружек в случае движения зубьев пил по эллиптическим траекториям с отходом от дна пропила в зоне НМТ, когда ход пильной рамки меньше высоты пропила. Определяя минимально возможную величину хода пил при эллиптической траектории движения пильной рамки, устанавливаем, что теоретически ход пил может быть уменьшен вплоть до величины двойного шага разведенных зубьев пилы и одного шага расплюснутых зубьев.

*Влияние высоты пропила, хода и траектории движения пильной рамки на удельную работу пиления*

Работа пиления складывается из затрат на срезание стружек, их перемещение и на работу сил трения пил о стружки, вдавленные в стенки пропила. Первая составляющая затрат работы практически не зависит от конструкции лесопильной рамы, две другие непосредственно связаны с конструкцией рамы. Известно, что при прочих равных условиях удельная работа пиления увеличивается с ростом высоты пропила. Это объясняется, прежде всего, возрастанием пути, по которому перемещаются брикеты стружки. В случае прямолинейного движения пильной рамки с увеличением высоты пропила растут затраты на перемещение брикетов на участках как рабочего хода, так и холостого.

На рис. 2 приведены кривые зависимости удельной работы пиления от высоты пропила для трех высот ходов пильной рамки в случае прямолинейного ее движения\*. Причиной интенсивного роста удельной работы пиления, в случае когда высота пропила становится равной ходу пильной рамки или превышает его, являются значительные затраты работы на перемещение части стружек в пропила.

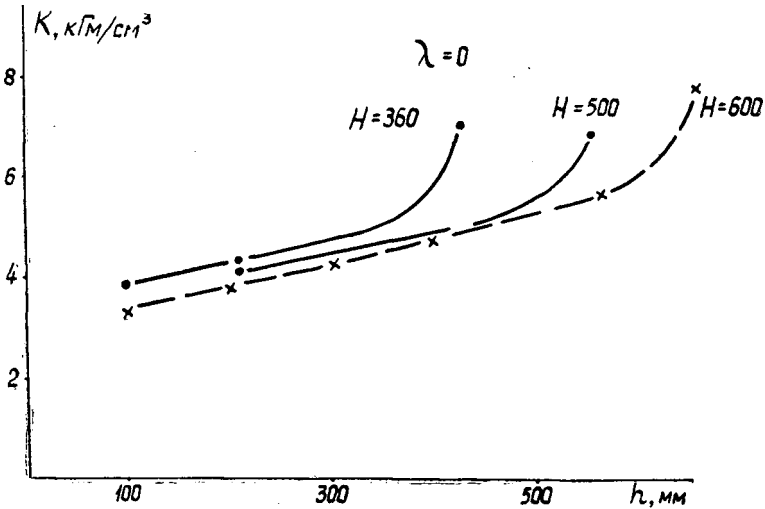


Рис. 2.

Дополнительное качение пильной рамки в направлении подачи превращает прямолинейную траекторию движения пильной рамки в эллиптическую. Установлено, что размах дополнительного качения пильной рамки оказывает влияние на удельную работу пиления. Данные зависимостей удельной работы пиления от размаха дополнительного качения пильной рамки приведены на рис. 3 (ход пильной рамки 360 мм) и на рис. 4 (ход пильной рамки 500 мм).

Из рис. 3 и 4 видно, что во всех случаях увеличение размаха дополнительного качения пильной рамки сначала уменьшает удельную работу пиления; при этом наиболее значительно удельная работа снижается для высот пропила, превышающих ход пильной рамки. В зоне, где размах дополнительного качения рамки примерно равен половине

\* Скорости подачи выбраны в соответствии с инструкцией по расчету производственных мощностей лесопильных заводов (Комитет леса, 1963).

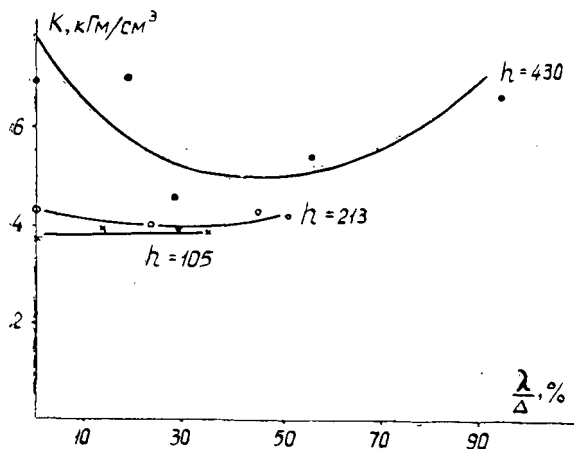


Рис. 3.

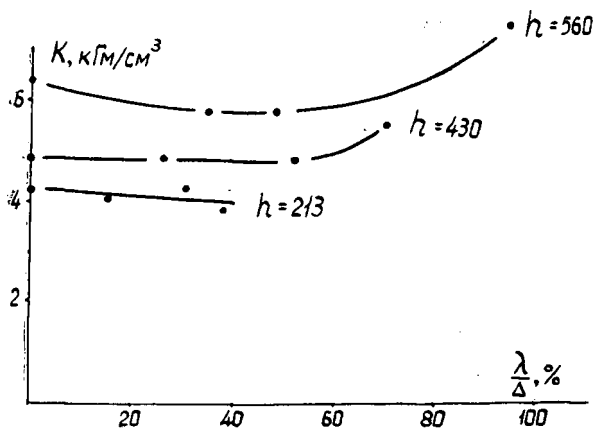


Рис. 4.

величины подачи на один оборот коленчатого вала, удельная работа пиления оказывается наименьшей. Дальнейшее увеличение величин размаха дополнительного качания пильной рамки (за пределы  $\lambda > 0,5 \Delta$ ) приводит к возрастанию удельной работы пиления.

На рис. 5 приведены кривые зависимости удельной работы пиления от высоты пропила при разных ходах пильной рамки (360 и 500 мм) в случае перемещения ее по эллиптической траектории с оптимальным размахом дополнительного качания\*.

Из сопоставления кривых на рис. 5 и 2 видно, что для равных высот пропила удельная работа пиления при эллиптических траекториях движения пильной рамки несколько меньше, чем при прямолинейном перемещении ее. Удельная работа пиления в зависимости от высоты пропила (рис. 5) увеличивается везде равномерно. Отсюда следует вывод о том, что для лесопильных рам разных просветов можно унифицировать такой важный параметр, как ход пильной рамки.

\* Скорости подачи выбраны в соответствии с инструкцией по расчету производственных мощностей лесопильных заводов (Комитет леса, 1963).



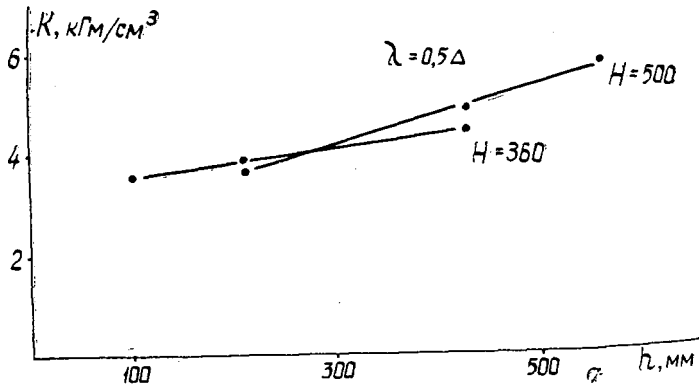


Рис. 5.

*Влияние высоты хода и траектории движения  
пильной рамки на чистоту поверхности пропила*

Установлено, что качество пропила практически одинаково при эллиптической и прямолинейной траекториях движения пильной рамки. Однако в практике лесопиления часто наблюдается образование «уса» — вырывание значительных кусков древесины по нижней кромке пропила.

Оценивая влияние траектории движения пильной рамки на образование уса, можно предположить, что дополнительное качание пильной рамки должно устранять или уменьшать появление такого дефекта распиловки.

При прямолинейной траектории силы резания в конце рабочего хода интенсивно увеличиваются и вполне естественно образование уса. При движении пил по эллиптической траектории предполагается значительное уменьшение образования уса, так как при этом снижается сила резания в конце рабочего хода.

В настоящее время на одном из машиностроительных заводов изготовлен опытно-промышленный образец лесопильной рамы Р6З-2, у которого пильная рамка подвешена в системе качающихся коромысел с опорами качения. Пильная рамка этой лесопильной рамы перемещается по эллиптической траектории.

Поступила 22 марта 1967 г.

УДК 634.0.812

**ВЫБОР ТИПА ИЗЛУЧАТЕЛЯ  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ДРЕВЕСИНЫ**

**В. Б. ПРЕЛОВСКИЙ**

(Архангельский лесотехнический институт)

Вопросам исследования возможностей применения ионизирующих излучений при изучении физико-механических показателей (плотность, влажность и т. п.) и внутреннего состояния древесины (наличие гнилей, червоточин, смоляных сумок и т. п.) посвящено значительное ко-

личество работ [5], [6], [10]. Их анализ приводит к выводу, что исследователи, применяя различные источники ионизирующих излучений, не уделяют должного внимания выбору такого типа излучателя, при котором получаются наилучшие результаты эксперимента. Вместе с тем разработаны и обстоятельно обоснованы критерии выбора излучателей, обеспечивающих максимальную точность экспериментов по изучению свойств материалов с помощью проникающей радиации [1], [9].

При выводе критерия исходят из того, что точность работы приемника излучения существенно обусловлена статистическими погрешностями, которые неизбежны, ибо они вызваны статистическим характером процесса распада радиоактивных ядер. Влияние других причин, снижающих точность эксперимента (аппаратурные погрешности и т. п.), может быть уменьшено выбором соответствующей схемы измерений и условий проведения опыта. Тогда для упрощения рассмотрения вопроса можно считать, что

$$\delta I \approx \delta I_{\text{ст}}, \quad (1)$$

где  $\delta I$  — относительная погрешность измерения интенсивности регистрируемого излучения;

$\delta I_{\text{ст}}$  — относительная погрешность измерения интенсивности, обусловленная статистическим характером радиоактивного распада.

Если считать, что вылет из источника излучения некоторого числа  $n$  частиц или гамма-квантов подчиняется закону Пуассона, то значение средней квадратичной погрешности счета числа импульсов на выходе детектора излучения

$$\delta n = \sqrt{n}, \quad (2)$$

а относительная погрешность

$$\delta n = \frac{\delta n}{n} = \frac{1}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

так как статистические флуктуации  $I_{\text{ст}}$  и  $n$  обусловлены одной и той же причиной, то

$$\delta I_{\text{ст}} = \delta n = \frac{1}{\sqrt{n}}. \quad (4)$$

Если за время измерения величины  $t_{\text{изм}}$  приемником излучения, обладающим эффективностью регистрации  $\nu$ , зафиксирована интенсивность излучения  $I_{\text{пр}}$ , то

$$n = t_{\text{изм}} \nu I_{\text{пр}}, \quad (5)$$

а

$$\delta I_{\text{ст}} = \frac{1}{\sqrt{t_{\text{изм}} \nu I_{\text{пр}}}}. \quad (6)$$

Учитывая далее, что интенсивность регистрируемого приемником излучения  $I$  исследуемого материала, прошедшего через контролируемый участок, функционально связана с измеряемым параметром  $x$  (плотность, влажность, химический состав и т. п.) некоторым соотношением

$$I = f(x), \quad (7)$$

можно установить [6], что относительная погрешность измерения контролируемого параметра

$$\delta x = \frac{dx}{x} = \frac{\delta I}{x [\ln f(x)]}. \quad (8)$$

Обычно при исследованиях используют экспоненциальную зависимость интенсивности прошедшего излучения от величины контролируемого параметра

$$f(x) = I_{\text{пр}0} e^{-\mu_m \rho d}, \quad (9)$$

где  $I_{\text{пр}0}$  — интенсивность излучения, испускаемого источником;  
 $\mu_m$  — массовый коэффициент ослабления излучения;  
 $\rho$  — плотность контролируемого участка;  
 $d$  — толщина просвечиваемого слоя.

Полагая  $x = \rho d$  и подставляя в формулу (8) значение  $\delta I_{\text{ст}}$  из выражения (6) и  $f(x)$  из уравнения (9), получим

$$\delta(\rho d) = \frac{e^{\mu_m \rho d}}{\mu_m \rho d \sqrt{I_{\text{изм}} I_{\text{пр}}}}. \quad (10)$$

Исследование уравнения (10) показывает, что минимальная погрешность в измерении  $\rho d$  имеет место при

$$\mu_m \rho d = 2. \quad (11)$$

Если принять во внимание, что наряду со статистическими погрешностями вклад в суммарную погрешность измерения вносит неточность работы измерительной аппаратуры, то считая, что погрешность измерения обусловлена только этими причинами (по аналогии с изложенным выше), можно положить

$$\delta I = \delta I_{\text{ап}}, \quad (12)$$

где  $\delta I_{\text{ап}}$  — относительная погрешность регистрации излучения, обусловленная несовершенством измерительной аппаратуры.

Учитывая, что  $\delta I = \frac{\delta I_{\text{ап}}}{I_{\text{пр}}}$ , после подстановки этого уравнения в формулу (8) получим выражение

$$|\delta(\rho d)| = \frac{d I_{\text{ап}} e^{\mu_m \rho d}}{\mu_m \rho d I_{\text{пр}0}}, \quad (13)$$

которое имеет минимум при

$$\mu_m \rho d = 1. \quad (14)$$

Соотношения (11) и (14) являются теми критериями, на основании которых выбирают источник радиоактивного излучения, так как при заданных  $\rho$  и  $d$  можно определить величину массового коэффициента ослабления, а по нему установить энергию частиц или гамма-квантов. Имея в виду приведенные выше критерии, определим диапазон энергий гамма-квантов радиоактивных излучателей, пригодных для исследований древесины.

Для хозяйственно ценных пород плотность древесины находится в пределах от 0,81 г/см<sup>3</sup> для граба до 0,38 г/см<sup>3</sup> для пихты сибирской [8]. Диапазон толщин пиломатериалов, выпускаемых лесопильными предприятиями (в соответствии с требованиями ГОСТов и техническими условиями на экспортную пилопродукцию), составляет 1,3—10 см. Учитывая эти значения  $\rho$  и  $d$ , находим диапазон возможных изменений произведения  $\rho d$  (г/см<sup>2</sup>)

$$0,49 \leq \rho d \leq 8,1. \quad (15)$$

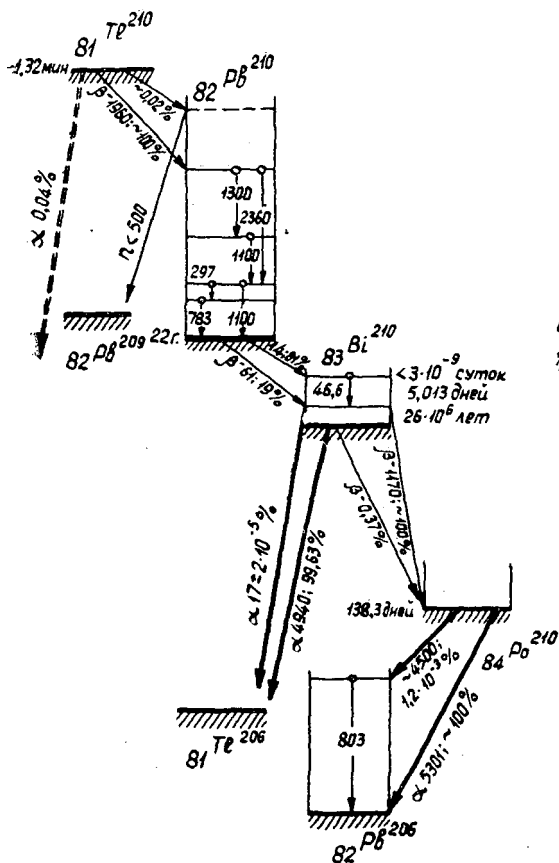


Рис. 1.

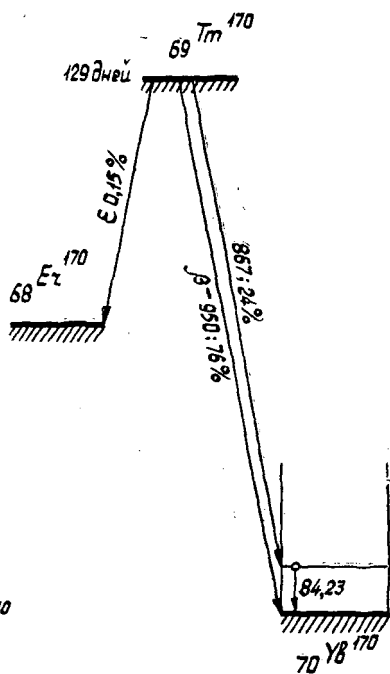


Рис. 2.

Если далее учесть критерии (11) и (14), то можно установить, что для достижения максимальной точности измерений коэффициент  $\mu_m$  должен находиться в пределах ( $см^2/г$ )

$$\frac{1}{8,1} \leq \mu_m \leq \frac{2}{0,49},$$

то есть

$$0,12 \leq \mu_m \leq 4,8. \tag{16}$$

Этому диапазону изменения величины  $\mu_m$  соответствует весьма широкий диапазон спектра энергий гамма-квантов (мэв)

$$0,01 < E_\gamma < 0,10. \tag{17}$$

Устанавливая диапазон энергий гамма-квантов, мы исходим из того, что эффективный порядковый номер древесины, которым, как известно, определяется степень воздействия гамма-квантов на вещество, находится в следующих пределах [7]:

$$6,1 < Z_{эфф} < 7,43. \tag{18}$$

Так как до настоящего времени для древесины зависимость  $\mu_m$  от энергии гамма-квантов не изучена, то для определения диапазона

энергий использованы таблицы значений  $\mu_m$  для углерода и азота [4], имеющих атомный номер, близкий к эффективному атомному номеру древесины.

С целью выбора излучателя, испускающего гамма-кванты с энергией, меньшей 0,1 мэв, были рассмотрены схемы радиоактивного распада всех излучаемых до настоящего времени изотопов [3]. При этом мы принимали во внимание длительность периода полураспада, наличие и интенсивность сопутствующих излучений, если энергия их превышала 100 кэв. Результаты анализа дают возможность указать на перспективность применения изотопа свинца  $Pb^{210}$  для исследования древесины. Этот изотоп обладает большим периодом полураспада (22 года) и после испускания электрона (рис. 1) переходит в возбужденное состояние изотопа  $Bi^{210}$ . Последний снимает возбуждение путем испускания гамма-кванта с энергией 46,4 кэв.

Последующее испускание висмутом альфа- и бета-частиц не может оказать существенного влияния на процесс измерения, так как эти излучения поглощаются в очень тонких слоях древесины и не достигают чувствительного объема детектора. Гамма-кванты с энергией 803 кэв, возникающие после альфа-распада  $Pb^{210}$ , можно не учитывать, так как их число составляет всего  $1,2 \cdot 10^{-3}\%$  от общего числа распавшихся ядер  $Pb^{210}$ . К сожалению, в нашей стране массовый выпуск этого излучателя не налажен, поэтому в качестве еще одного из возможных излучателей гамма-квантов, пригодного для исследований древесины, можно рекомендовать изотоп тулия  $Tm^{170}$ , схема распада которого приведена на рис. 2. Надо учитывать, однако, что  $Tm^{170}$  имеет незначительный период полураспада (129 дней), и при длительных измерениях вводить поправку на распад.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Богачев, Б. И. Верховский, А. Н. Макаров. К теории метода измерения толщины при помощи радиоактивного излучения. Журн. «Заводская лаборатория» № 7, 1955. [2]. Б. И. Верховский. Радиоактивные изотопы в приборостроении. Журн. «Авиационная промышленность» № 12, 1956. [3]. Б. С. Желепов, Л. Пекер. Схемы распада радиоактивных ядер. Изд. АН СССР, М.—Л., 1958. [4]. К. Зигбан. Бета- и гамма-спектроскопия. М., Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. [5]. Б. К. Лакатош. Гаммаскопия древесины. Ростов-на-Дону, 1958. [6]. П. В. Ласточкин. Дефектоскопия древесины и возможности ее применения в автоматизированных разделочных установках. Гослесбумиздат, М., 1962. [7]. В. М. Поройков, М. И. Минаев. Ослабление рентгеновских лучей древесиной. Научные труды МЛТИ, вып. I, М., 1950. [8]. Б. Н. Уголев. Испытание древесины и древесных материалов. Изд. «Лесная промышленность», М., 1965. [9]. Н. Н. Шумиловский, Л. В. Мельцер. Основы теории устройств автоматического контроля с использованием радиоактивных изотопов. М., Изд. АН СССР, 1959. [10]. W. E. Loos. A review of methods for Determining Moisture Content and Density of Wood by Nuclear Radiation Techniques. «Forest Prod. J.» Vol. XV, № 3, 1965, p. 102—106.

Поступила 31 мая 1967 г.

УДК 634.0.812

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ СУЧКОВ СОСНЫ

В. П. ЛЕВЧЕНКО

(Украинская сельскохозяйственная академия)

Во многих случаях практики необходимы сведения о свойствах древесины сучков. В литературе мы нашли лишь одну работу, посвященную этому вопросу\*, но полученные В. А. Лопотко данные вызывают сомнения и противоречивы.

Для исследований нами взяли древесину сучков сосны. Попытка изготовить из древесины сучков образцы нормальных размеров не увенчалась успехом ввиду того, что тело сучка в стволе сравнительно небольшое и по форме приближается к конусу. На поперечном сечении образцов наблюдалась резкая асимметрия в расположении годовых слоев, а по высоте часть из них отклонялась от прямолинейного направления или появлялся недопустимый косослой. Эти неподдающиеся учету и устранению особенности исказили бы результаты исследований.

В связи с этим нами были приняты следующие размеры образцов (в два раза меньше стандартных):  $10 \times 10 \times 15$  мм — для установления коэффициентов линейной усушки, определения объемного веса и испытаний на сжатие вдоль волокон,  $10 \times 10 \times 5$  мм — для определения линейного разбухания (последний размер по длине волокон). При изготовлении образцов допускались отклонения от указанных размеров в пределах  $\pm 0,5$  мм. Уменьшение линейных размеров позволило получить чистые образцы. Из сучков образцы вырезали выше и ниже сердцевинной трубки на участках до выхода сучков со ствола. Для сравнения были взяты образцы со стволов на 100 мм выше и ниже сердцевинной трубки сучков. При этом разметку проводили так, что в образцы, взятые со стволов и сучков, попадали годовые слои, отложенные в один и тот же период. Такая схема разметки обеспечила возможность получения сопоставимых данных.

Испытания на сжатие вдоль волокон проведены на разрывной машине Р-5; при этом поправку на масштабность образцов не вводили ввиду того, что исследования имели чисто сравнительный характер. Процент поздней древесины определяли при помощи микроскопа от прессы Бринелля с точностью до 0,1 мм на торцах образцов, предназначенных для испытаний на сжатие вдоль волокон. Кроме того, был произведен количественный микроскопический анализ строения древесины годовичного слоя сучка и ствола.

Данные математической обработки результатов определения физико-механических свойств древесины сучков и ствола приведены в табл. 1. Сопоставление этих данных показало, что неравномерность линейной усушки в поперечном направлении — отношение тангенциальной усушки к радиальной — меньше выражена для древесины сучка (1,47) и больше — для древесины ствола (1,75). По коэффициенту объемной усушки древесину сучка (по принятой классификации) следует отнести к малоусыхающей, а древесину ствола — к среднеусыхающей. Полное линейное разбухание для древесины сучка почти одинаково в радиальном и тангенциальном направлениях, в то время как для древесины ствола в тангенциальном направлении оно в два с лишним раза больше, чем в радиальном.

\* В. А. Лопотко. О физико-механических свойствах древесины ветвей и сучков. Труды ЛТА, № 54, 1939.

Таблица 1

Показатели	Число опытов $n$	Средняя величина $M$	Среднее квадратическое отклонение $\pm \sigma$	Ошибка средней величины $\pm m$	Коэффициент вариации $v, \%$	Показатель точности $p, \%$
Процент поздней древесины	140	58,7	9,04	0,764	15,40	1,30
	140	26,1	11,51	0,973	43,98	3,72
Коэффициент линейной усушки:	140	0,15	0,033	0,003	21,95	1,86
	140	0,16	0,031	0,003	19,21	1,62
в радиальном направлении	140	0,22	0,042	0,004	19,39	1,64
	140	0,28	0,040	0,003	14,63	1,24
в тангенциальном направлении . . . . .	140	0,430	0,050	0,004	11,62	0,93
	140	0,501	0,054	0,005	10,77	1,00
Полное линейное разбухание, %:	140	3,55	1,007	0,085	28,35	2,40
	140	3,60	0,914	0,077	25,38	2,14
в радиальном направлении	140	3,75	0,866	0,073	23,07	1,95
	140	7,95	1,099	0,093	13,84	1,17
в тангенциальном направлении . . . . .	140	0,852	0,061	0,005	7,20	0,61
	140	0,417	0,050	0,005	14,36	1,21
Объемный вес, $г/см^3$ :	140	0,961	0,080	0,007	8,33	0,73
	140	0,474	0,064	0,005	13,61	1,15
при 15%-ной влажности . . . . .	140	521,6	55,95	47,3	10,73	0,91
	140	290,8	41,82	3,53	14,38	1,21
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, $кг/см^2$ , при 15%-ной влажности . . . . .	140					
	140					

Примечание. В числителе данные для древесины сучков; в знаменателе — для ствола.

По имеющимся в литературе данным, у хвойных пород тангенциальная усушка древесины значительно превосходит радиальную. Исследованиями установлено, что поздняя зона слоя усыхает больше ранней и почти одинаково в обоих направлениях.

Усушка ранней зоны слоя в тангенциальном направлении в два-три раза больше, чем в радиальном, но в то же время меньше усушки поздней зоны. Причина различия в радиальном и тангенциальном направлениях до настоящего времени не выяснена.

Произведенный нами количественный анатомический анализ строения древесины в какой-то степени поможет объяснить обнаруженные особенности ее линейной усушки. На рис. 1 показаны поперечные срезы ранней и поздней зон годичного слоя сучка и ствола сосны (увеличение в 600 раз). Из рис. 1 легко обнаружить идентичность строения древесины сучка и ствола и различия в размерах анатомических элементов. Данные математической обработки результатов измерений трахеид годичного слоя сучка и ствола приведены в табл. 2. Трахеиды, составляющие древесину сучка, в поперечном сечении приближаются к квадрату и по размерам почти одинаковы в ранней и поздней зонах слоя. У трахеид слоя ствола в ранней зоне большим является радиальный диаметр, а в поздней — тангенциальный. Трахеиды слоя сучка почти в два раза меньше, чем трахеиды ствола. Для трахеид ранней зоны сучка и ствола отношение радиальных диаметров равняется 0,52, тангенциальных — 0,66; для трахеид поздней зоны эти же от-

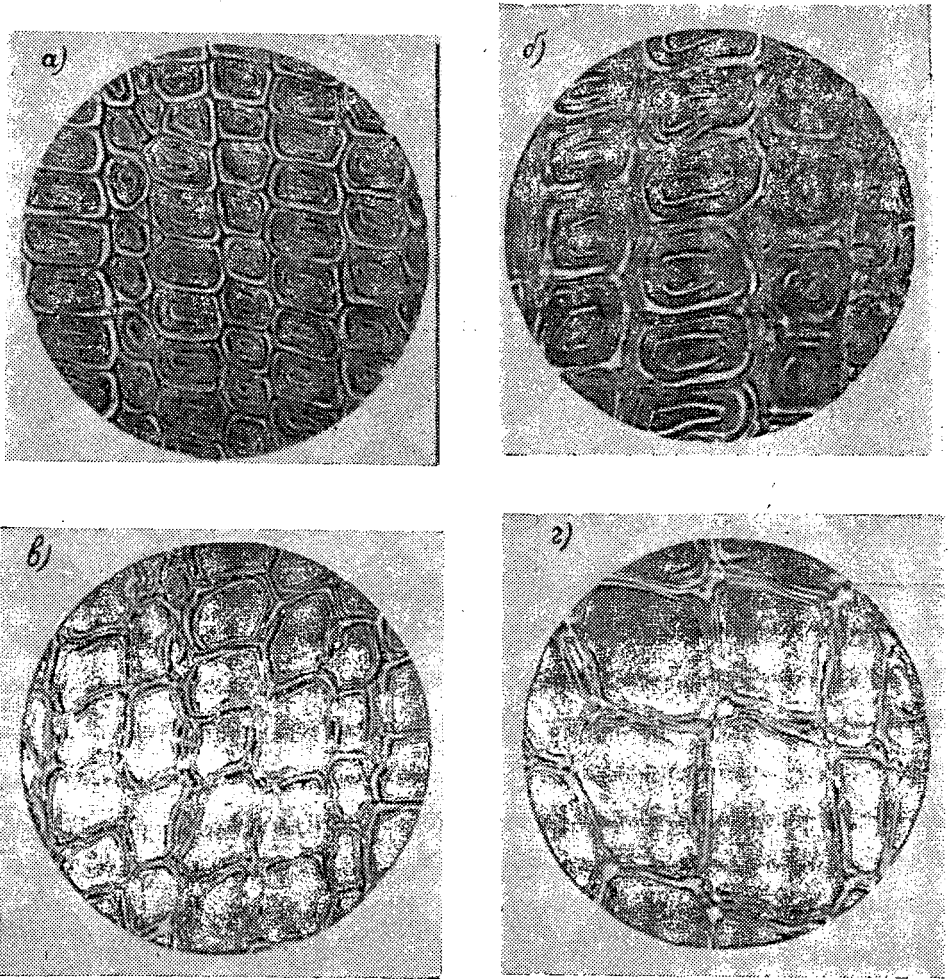


Рис. 1.

*a* -- для поздней зоны слоя сучка; *б* -- для поздней зоны ствола; *в* -- для ранней зоны сучка; *г* -- для ранней зоны ствола.

ношения равны 0,91 и 0,64. Из данных табл. 2 видно, что контраст в размерах стенок ранних и поздних трахеид меньше выражен для годичного слоя сучка, чем ствола. Это объясняется тем, что трахеиды ранней зоны слоя сучка имеют более толстые стенки по сравнению с трахеидами слоя ствола.

Размеры линейной усушки поперек волокон, по-видимому, в большой степени зависят от формы поперечного сечения анатомических элементов, толщины их стенок и ориентации сторон относительно сердцевинных лучей. Действительно, ранние и поздние трахеиды слоя ствола имеют форму прямоугольников, стенки различной толщины и располагаются большими сторонами в ранней и поздней зонах во взаимно перпендикулярных направлениях. По нашему мнению, это одна из важных причин, обуславливающих неравномерность усушки.

По полученным данным, объемный вес древесины сучка в два раза больше, чем древесины ствола. Как известно, объемный вес древесины варьирует в широких пределах в зависимости от порозности.



Таблица 2

Показатели	Зона слоя	n	$M \pm m$
Диаметр трахеид: радиальных . . . . .	Ранняя	870	$24,1 \pm 0,108$
		405	$46,6 \pm 0,313$
" . . . . .	Поздняя	822	$17,2 \pm 0,077$
		448	$18,9 \pm 0,313$
тангенциальных . . . . .	Ранняя	870	$23,0 \pm 0,114$
		405	$35,1 \pm 0,207$
" . . . . .	Поздняя	822	$22,6 \pm 0,100$
		448	$35,1 \pm 0,213$
Толщина стенок трахеид: радиальных . . . . .	Ранняя	870	$3,38 \pm 0,035$
		405	$2,53 \pm 0,011$
" . . . . .	Поздняя	822	$4,35 \pm 0,023$
		448	$5,92 \pm 0,065$
тангенциальных . . . . .	Ранняя	870	$3,39 \pm 0,026$
		405	$2,48 \pm 0,011$
" . . . . .	Поздняя	822	$4,26 \pm 0,026$
		448	$4,21 \pm 0,047$

Примечание. В числителе данные для годовичных слоев сучка; в знаменателе — для ствола.

На микрофотографиях (изготовленных при большом увеличении) торцовых срезов обнаружена высокая плотность ранней и поздней зон слоя сучка. При подсчетах планиметром мы получили следующие величины порозности (в процентах): для годовичного слоя сучка в ранней зоне слоя 51,5, в поздней 29,9; для годовичного слоя ствола в ранней зоне слоя 76,9, в поздней 20,0. Однако необходимо принимать во внимание ширину ранней и поздней зон слоя, которые в силу ряда причин имеют разное строение. Средняя порозность годовичного слоя сучка с учетом ширины зон оказалась равной 38,8%, порозность слоя ствола — 62,1%, то есть плотность древесины сучка почти в два раза выше. Этим и объясняется увеличение объемного веса древесины сучков.

При сжатии вдоль волокон древесины сучка оказала большое сопротивление. При разрушении образцов из сучков во всех случаях наблюдался сдвиг — тип разрушения, характерный для древесины с высокими показателями механических свойств; в образцах из ствола чаще встречалось смятие торцов. Для древесины сучков предел прочности при сжатии вдоль волокон оказался в два раза выше, чем для древесины ствола.

Поступила 18 ноября 1967 г.

УДК 678.046.52

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПО РАСЧЕТУ  
РАСХОДА ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ВИТОЙ СТРУЖКИ —  
ЗАПОЛНИТЕЛЯ ЩИТОВ**

*Г. В. КУДРЯВИН*

(ЦНИИМОД)

В последние два десятилетия в производстве столярных и строительных изделий, а также мебели большое распространение получили щитовые конструкции. Один из способов снижения стоимости таких конструкций при прочих равных условиях — правильный выбор заполнителя.

В табл. 1 приведены данные стоимости заполнителя различных конструкций на 1 м<sup>2</sup> щитовой двери, облицованной твердой ДВП, а в табл. 2 — данные стоимости материалов на 1 м<sup>2</sup> щитовой двери.

Таблица 1

Заполнение	Стоимость заполнителя на 1 м <sup>2</sup> полотна, руб.	Примечание:
Сплошное из брусков . . . . .	0,46	По данным ЦНИИМОДа
Решётчатое из брусков . . . . .	0,34	"
Изоляционная древесноволокнистая плита (ДВП) . . . . .	0,45	"
Твердая ДВП . . . . .	0,20	"
Витая стружка . . . . .	0,05	"

Таблица 2

Щитовая дверь	Стоимость 1 м <sup>2</sup> сырья и материалов, руб.	Примечание
С применением пластика . . . . .	5,75	По расчетам ЦНИИМОДа
Облицованная твердой ДВП с заполнением витой стружкой	2,80	"
Из экструзионной древесностружечной плиты с отделкой бумагой . . . . .	3,79	По данным ВНИИДрева

Как видно из анализа стоимости различных конструкций дверей, самой перспективной является дверь, облицованная твердой ДВП с заполнением витой стружкой. Такая стружка получается при резании древесины вдоль волокон (рис. 1).

Определение формы витой стружки (математическое описание), выявление зависимостей между параметрами витка и расходом древесины представляют как теоретический, так и практический интерес. Форма и размеры витков зависят от влажности древесины, косослоя,

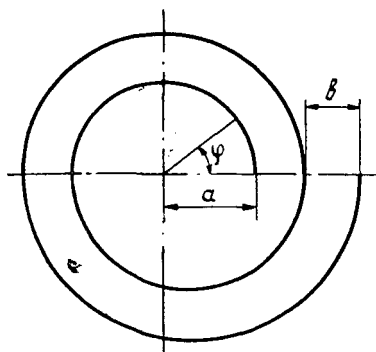


Рис. 1. Математическая модель витка.

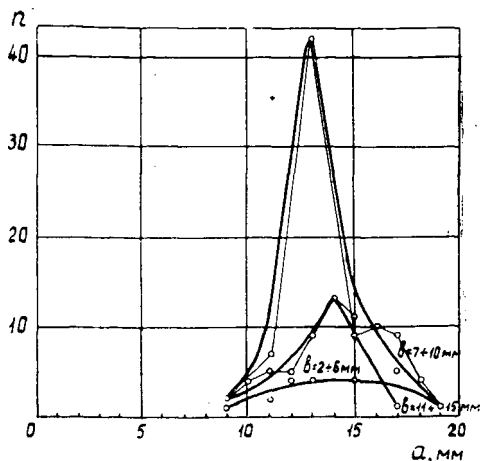


Рис. 2.

толщины стружки, угла резания. Оптимальные размеры витков установлены, исходя из условия устойчивости при транспортировке их ленточным транспортером и условия допустимой величины втягивания рубашки (0,1 мм). Каждый виток имеет строго определенные параметры:  $a$  и  $b$  ( $a$  — расстояние от полюса до начала витка,  $b$  — прирост полярного радиуса при изменении полярного угла на  $2\pi$ ). Величина отклонений размеров параметров для каждого витка составляет  $\pm 1$  мм.

На рис. 2 приведены кривые распределения витков различной формы (полученных в производственных условиях) при толщине стружки 0,8—0,9 мм. Кривые показывают, с какими параметрами витки встречаются наиболее часто в практике работы ( $n$  — частота встречаемости витков).

Уравнение витка имеет следующий вид:

$$r = a + \frac{b}{2\pi} \varphi, \quad (1)$$

где  $r$  — полярный радиус;  
 $\varphi$  — полярный угол;  
 $a$  и  $b$  — параметры витка.

Станки, производящие витую стружку, рассчитаны на заготовки длиной 300 мм. Для определения площади, занимаемой витком при различных значениях параметров  $a$  и  $b$ , необходимо найти величины полярного угла при заданной длине спирали. Длину дуги спирали определяем по формуле\*

$$L = \int_0^{\varphi} \sqrt{dr^2 + r^2 d\varphi^2}; \quad (2)$$

$$dr = \frac{b}{2\pi} d\varphi;$$

$$L = \int_0^{\varphi} d\varphi \sqrt{\left(a + \frac{b}{2\pi} \varphi\right)^2 + \left(\frac{b}{2\pi}\right)^2} = \int_0^{\varphi} \frac{2\pi a + b\varphi}{2\pi} \sqrt{1 + \left(\frac{b}{2\pi a + b\varphi}\right)^2} d\varphi. \quad (3)$$

Данный интеграл является табличным, но он не решается относительно переменной  $\varphi$ .

Приближенное решение интеграла находим путем разложения функции в степенной ряд. Ряд сходящийся, так как второй член меньше единицы при  $\varphi \geq \pi$ . Прак-

\* М. Я. Выгодский. Справочник по высшей математике. М., 1962.

тически витки считаются кондиционными при  $\varphi \geq 3\pi$ , значит в указанных пределах изменения угла  $\varphi$  ряд всегда будет сходящимся.

Разложив подынтегральную функцию (3) в степенной ряд ограничимся первыми четырьмя членами. После интегрирования получим

$$L = \frac{(2\pi a + b\varphi)^2}{4\pi b} - \frac{\pi a^2}{b} + \frac{b}{4\pi} \ln(2\pi a + b\varphi) - \frac{b}{4\pi} \ln 2\pi a + \\ + \frac{b^3}{32\pi(2\pi a + b\varphi)^2} - \frac{b^3}{128\pi^3 a^2} - \frac{b^5}{128\pi(2\pi a + b\varphi)^4} + \frac{b^5}{128 \cdot 16\pi^3 a^4}. \quad (4)$$

При максимальных параметрах  $a_{max} = 45$  мм,  $b_{max} = 40$  мм,  $L = 300$  мм,  $\varphi \approx 2\pi$  наибольшее значение третьего члена ряда (4) равняется 2,36 мм, пятого — 0,0000188 мм. Если опустить все члены ряда, кроме первых двух, ошибка составит не более 0,78%.

Следовательно,

$$L = \frac{(2\pi a + b\varphi)^2}{4\pi b} - \frac{\pi a^2}{b}. \quad (5)$$

Решим уравнение (5) относительно  $\varphi$

$$\varphi = \frac{\sqrt{a^2 + \frac{b}{\pi} L} - a}{b} 2\pi. \quad (6)$$

При  $a = 0$  виток примет форму архимедовой спирали

$$L = \int_0^\varphi \frac{b}{2\pi} \sqrt{\varphi^2 + 1} \cdot d\varphi = \frac{b}{2\pi} \int_0^\varphi \sqrt{\varphi^2 + 1} d\varphi = \frac{b}{4\pi} [\varphi \sqrt{\varphi^2 + 1} + \ln(\varphi + \sqrt{\varphi^2 + 1})]. \quad (7)$$

Найдем максимальное значение второго члена ( $b_{max} = 40$  мм,  $\varphi \approx 2,5$ )

$$\frac{b}{4\pi} \ln(\varphi + \sqrt{\varphi^2 + 1}) = 8,8 \text{ мм.}$$

Максимальная ошибка  $\frac{8,8}{300} \cdot 100 = 2,94\%$ .

Вторым членом пренебрегаем, тогда равенство (7) выразится

$$L = \frac{b}{4\pi} \varphi \sqrt{\varphi^2 + 1}. \quad (8)$$

Решение уравнения (8) относительно  $\varphi$  имеет следующий вид:

$$\varphi = \sqrt{\frac{1}{2b} \sqrt{b^2 + 64\pi^2 L^2} - \frac{1}{2}}. \quad (9)$$

Площадь, ограниченную кривой и радиусом-вектором (проходящим через конец витка), в полярной системе координат определяем по формуле

$$S = \frac{1}{2} \int_0^\varphi r^2 d\varphi = \frac{1}{2} \int_0^\varphi \left(a + \frac{b}{2\pi} \varphi\right)^2 d\varphi = \frac{1}{2} \int_0^\varphi \left(a^2 d\varphi + \frac{ab}{\pi} \varphi d\varphi + \frac{b^2}{4\pi^2} \varphi^2 d\varphi\right) = \\ = \frac{1}{2} \varphi \left(a^2 + \frac{ab}{2\pi} \varphi + \frac{b^2}{12\pi^2} \varphi^2\right). \quad (10)$$

При  $a = 0$

$$S = \frac{b^2}{12\pi^2} \varphi^3. \quad (11)$$

По формулам (6), (9), (10) и (11) произведены расчеты для различных значений параметров  $a$  и  $b$ . Данные приведены на рис. 3 и 4.

Допустимые параметры витков, исходя из технологических требований, находят из условий минимального наружного диаметра витка 40 мм (устойчивость при транспортировке ленточным транспортером) и максимального внутреннего диаметра 70 мм (величина втягивания составляет не более 0,1 мм)

$$D_{вн} = 2a + \frac{3}{4} b \leq 70 \text{ мм}; \quad (12)$$

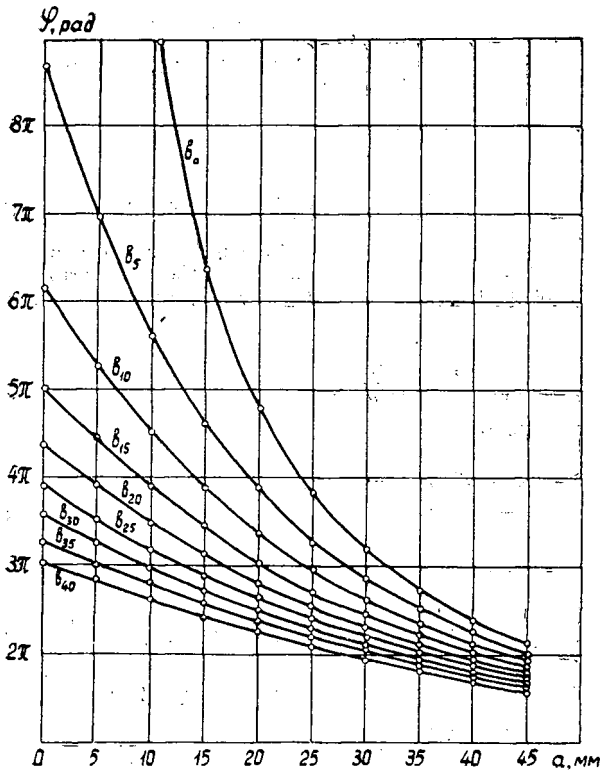


Рис. 3. Зависимость центрального угла витка  $\varphi$  от параметров  $a$  и  $b$  ( $L = 300$  мм).

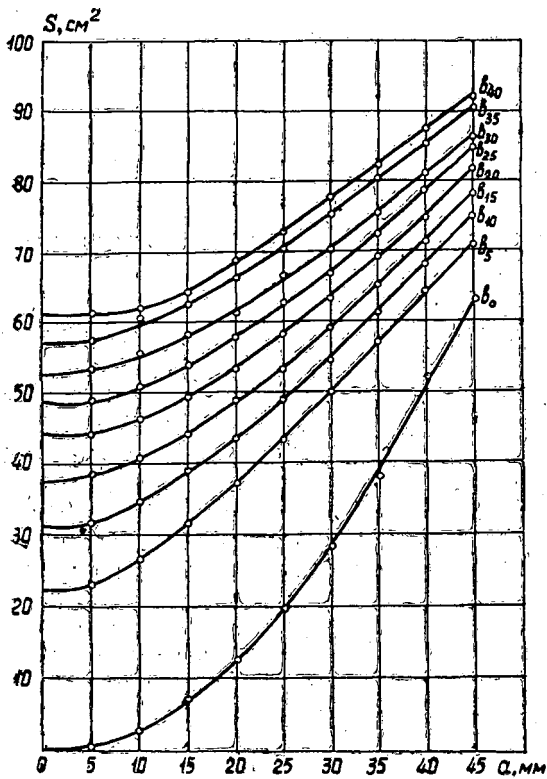


Рис. 4. Зависимость площади витка  $S$  от параметров  $a$  и  $b$  ( $L = 300$  мм).

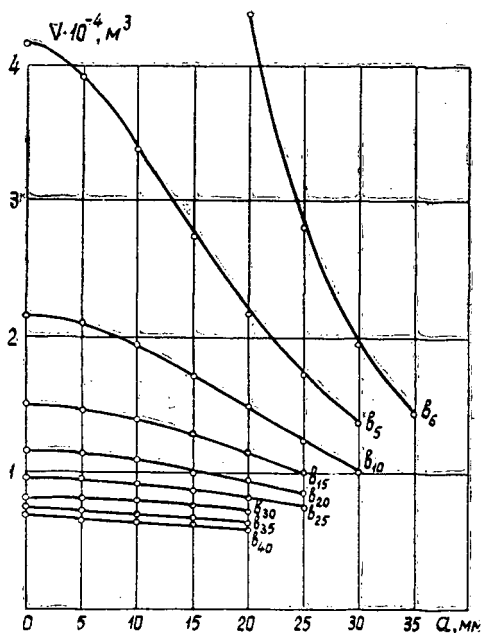


Рис. 5.

$$D_{\text{нар}} = 2r - \frac{b}{2} \geq 40 \text{ мм.} \quad (13)$$

Кубатура одного витка составляет  $5,28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  (толщина стружки 0,8 мм, высота 22 мм, длина 300 мм).

Для заполнения витой стружкой брали глухую щитовую дверь размером  $800 \times 2000 \text{ мм}$  при ширине брусков рамки 50 мм, площадь витков находили по кривым рис. 4. При расчете потребного количества витков их располагали рядами по ширине и высоте двери с учетом коэффициента на упрессовку 1,2. Данные расхода древесины  $V$  на витую стружку в зависимости от параметров витка приведены на рис. 5. При другой ширине двери необходимо пользоваться переводным коэффициентом, представляющим отношение заполняемой витками ширины двери к заполненной двери при ширине 800 мм. Приведенные зависимости позволяют определить с достаточной точностью потребный расход древесины на витую стружку при различных значениях ее параметров.

Поступила 27 октября 1967 г.

УДК 674.05

## К ИССЛЕДОВАНИЮ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА ОДНОСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ

Ю. А. ВАРФОЛОМЕЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Для осуществления движения подачи режущих инструментов или заготовок в деревообрабатывающей промышленности широко используются пневматические цилиндры, но их параметры и способы регулирования процессами часто выбирают без достаточных обоснований. Это

приводит к неудовлетворительной работе механизмов [2]. В настоящей статье даны результаты экспериментального исследования цилиндра одностороннего действия с возвратом под влиянием сил тяжести для выявления наилучших способов регулирования и оптимальных параметров цилиндра.

В процессе опытов изменяли следующие параметры [1], [3]: площадь сечения дросселя на входе воздуха в цилиндр ( $f$ ); площадь сечения дросселя на выходе из полости противодавления ( $f_B$ ); давление воздуха в питающей магистрали ( $p_m$ ); нагрузку на штоке цилиндра ( $P$ ).

В качестве базового механизма экспериментальной установки использовали торцовочный станок типа ЦКБ-3. Для привода механизма подачи станка применен цилиндр диаметром 82,5 мм, разработанный на основе нормалей МН 2936-62—2952-62, с манжетными уплотнениями по ГОСТу 6678—53. Ход штока 117 мм. Шток цилиндра соединялся с рамкой станка на расстоянии 320 мм от оси качания рамки [2]. Сжатый воздух для питания цилиндра подавался из специальной пневматической системы.

Чтобы оценить работу цилиндра, в процессе опытов осциллографом Н-700 записывали следующие показатели [1], [3]: 1) положение штока в любой момент времени. Датчик положения — реостат со скользящим контактом; измерительная схема мостового типа с питанием от аккумулятора; 2) скорость штока. Датчик скорости основан на индуктивном принципе. Внутри катушки с медной изолированной обмоткой перемещается постоянный магнит, синхронно с магнитом по обмотке движется скользящий контакт. Ток, пропорциональный скорости движения, снимается со скользящего контакта и обоих концов обмотки, которые между собой закорочены; 3) давление воздуха в рабочей полости цилиндра. Датчик давления — упругая мембрана (толщиной 0,7 мм), изготовленная как одно целое с кольцом. Деформация мембраны измерялась тензометрическим методом при помощи усилителя ЗТС-23-7; 4) усилие на штоке. Датчик усилия изготовлен в виде пружинящего кольца, деформация которого регистрировалась посредством тензометрических датчиков и усилителя ЗТС-23-7.

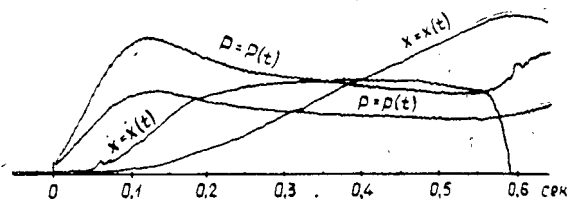


Рис. 1.

На рис. 1 приведена осциллограмма, полученная на установке при  $f = 0,148 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ,  $p_m = 5,5 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$  и  $f_B = 0,785 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ . На этом рисунке кривая  $x = x(t)$  — для перемещения поршня;  $\dot{x} = \dot{x}(t)$  — для скорости движения поршня;  $p = p(t)$  — для давления воздуха в рабочей полости цилиндра;  $P = P(t)$  — для усилия на штоке цилиндра.

Результаты опытов представлены только в виде графиков  $\dot{x} = \dot{x}(t)$ , так как показатель скорости является основным для оценки работы механизма; остальные характеристики процесса использованы при совместном анализе данных эксперимента и аналитических расчетов.

На рис. 2 даны кривые работы цилиндра при различных степенях открытия дросселя на входе. В опытах в качестве дросселя применяли специальную заслонку, которая включалась в магистраль непосредственно перед цилиндром. Кривые показывают, что дросселирование воздуха на входе оказывает значительное влияние как на характер изменения скорости в процессе движения, так и на величину установившегося значения скорости. В приведенных вариантах продолжительность полного цикла изменяется в пределах от 0,25 до 3,9 сек. При больших сечениях дросселя ( $0,785 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  и  $0,395 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ) скорость растет до конца цикла почти по равноускоренному закону, при

$f = 0,223 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  поршень достигает установившейся скорости к концу хода, при  $f = 0,148 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  значительную часть цикла поршень движется с установившейся скоростью, а при малых сечениях ( $0,082 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ) почти весь цикл движения проходит с примерно постоянной скоростью. Величина открытия дросселя влияет и на подготовительный процесс, продолжительность которого колеблется от 0,01 до 0,30 сек.

На практике давление воздуха в питающей магистрали можно регулировать редуцированным клапаном, в опытах давление устанавливали по манометру путём дополнительной подкачки воздуха в ресивер. На рис. 3 представлены кривые изменения скорости движения штока при различных давлениях воздуха в магистрали. Согласно кривым, редуцирование воздуха также можно использовать для регулирования процесса, причем характер скорости при различных давлениях почти не меняется, и подготовительный период увеличивается незначительно.

Влияние дросселирования воздуха на выходе из полости противодействия цилиндра показано на рис. 4. Период трогания поршня с места и период разгона практически не зависят от противодействия, возникающего в штоковой полости, но дальнейшая скорость движений поршня при малых отверстиях на выходе ( $f_b = 0,0314 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  и  $f_b = 0,785 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ ) снижается, и время полного цикла увеличивается с 0,57 до 1,95 сек. Такое значительное влияние сечения на выходе может объясняться не только сжатием воздуха, находившегося в полости противодействия, но и его неизбежной утечкой через уплотнение поршня, так как сжатый воздух, проникая из рабочей полости в штоковую, создает дополнительную тормозную силу.

Для торцовочного станка ЦКБ-3 (при числе оборотов пилы  $n = 1500 \text{ об/мин}$  и числе зубьев  $z = 96$ ) из условия допустимой чистоты поверхности максимальную скорость подачи рекомендуют брать  $\approx 0,49 \text{ м/сек}$  [4] или в пересчете на шток цилиндра  $\approx 0,260 \text{ м/сек}$ . При давлении воздуха  $5,5 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$ , сечении дросселя на входе  $0,148 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  и на выходе  $0,785 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  цилиндр удовлетворяет этому условию, так как скорость  $\dot{x} \leq 0,260 \text{ м/сек}$  и цикл имеет наименьшую продолжительность из рассмотренных вариантов.

На рис. 5 приведены кривые движения поршня цилиндра при распиловке сосновых пиломатериалов различных сечений. Анализируя эти кривые, можно сказать, что силы отжима, возникающие при резании, резко снижают скорость, которая падает более чем в 3,5 раза при распиловке пиломатериалов сечением  $50 \times 280$ . Однако цикл удлиняется всего на 30%, так как период разгона остается постоянным, и по окончании действия сил отжима потенциальная сила сжатого воздуха резко увеличивает скорость движения в конце хода.

Такое изменение процесса в период резания не оказывает отрицательного влияния на качество распиловки, так как скорость подачи не превышает допустимой величины; удлинение же цикла при распиловке пиломатериалов крупных сечений незначительно скажется на производительности станка. Следует отметить, что подобная распиловка создает благоприятные условия для работы двигателя резания и пилы, так как регулирует нагрузку на них. На этой же установке исследовали цилиндр  $D = 56,5 \text{ мм}$ , который соединялся с рамкой станка на расстоянии 680 мм от оси качания рамки. Этот цилиндр также обеспечивает рекомендуемую скорость подачи пилы  $\approx 0,49 \text{ м/сек}$  при  $f = 0,148 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  и  $p_m = 5,5 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$ .

Если технология требует некоторого снижения скорости подачи по сравнению с максимально допустимыми значениями, то предпочтение



следует отдать способу редуцирования воздуха, так как при этом подготовительный период и период разгона изменяются крайне незначительно, а величина установившейся скорости может плавно снижаться (рис. 3). Однако никакие изменения давления воздуха в магистрали не приведут к заданному циклу, если завышена площадь сечения дросселя на входе в цилиндр (например,  $f = 0,785 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ;  $0,395 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ;  $0,223 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  на рис. 2 и 3), а в практике, как правило, площади сечения на входе превышают допустимые значения [2].

Для регулирования процесса движения штока цилиндра достаточно эффективным является способ дросселирования воздуха на входе, но при этом значительно изменяется характер процесса. Дросселирование воздуха на выходе из полости противодействия следует применять, если требуется снизить скорость движения во второй (ориентировочно) половине хода, не изменяя периода разгона.

Результаты настоящих экспериментов можно использовать для уточнения методики расчета [1], [2], [3] и для дальнейших теоретических исследований с целью определения оптимальных начальных параметров и способов регулирования пневматических цилиндров одностороннего действия.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Н. Бежанов. Пневматические механизмы. Машгиз, 1957. [2]. Ю. А. Варфоломеев. Анализ пневмопривода торцовочного станка ЦКБ-3. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1967. [3]. Е. В. Герц, Г. В. Крейнин. Динамика пневматических приводов машин-автоматов. Машиностроение, 1964. [4]. Ф. М. Манжос. Деревообрабатывающие станки. Гослесбумиздат, 1963.

---

Поступила 30 марта 1968 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 54

О ДЕЙСТВИИ БРОМИСТОГО ВОДОРОДА НА  $\alpha$ -ПИНЕН  
В ПРИСУТСТВИИ ПЕРЕКИСИ БЕНЗОИЛА

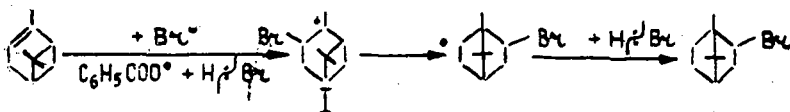
В. И. ЕСАФОВ, Г. Ф. ОВЧИННИКОВ

(Уральский государственный университет)

Со времени открытия Харашем и Майо перекисного эффекта в 1933 г. [5] радикальное присоединение бромистого водорода изучалось на различных олефинах, в том числе на  $\alpha$ -олефинах, циклоолефинах, непредельных галогенопроизводных, алкинах и т. д. [1]. Хоббс [3] получил смесь камфенгидробромида и изоборнилбромида при действии бромистого водорода на камфен и в отсутствии перекисей.

Настоящее исследование проведено с целью получения из  $\alpha$ -пинена (путем его гидробромирования в присутствии перекиси бензоила) моногидробромида (3-бромпинана) или дигидробромида (2,6-дибромментана), которые можно использовать в синтезах различных соединений ментанового и пинанового рядов. Важно было выяснить порядок присоединения HBr по двойной связи и поведение пицеановой связи.

Изучение реакции гидробромирования  $\alpha$ -пинена показало, что в присутствии перекиси бензоила образуется борнилбромид. Причину этого предположительно можно объяснить изомеризацией первоначально возникающего радикала (I) в более устойчивый радикал (II) камфанового ряда, который, присоединяя водород, превращается в борнилбромид



## Экспериментальная часть

Для реакции использовали свежеперегнанный над металлическим натрием  $\alpha$ -пинен: т. кип. 156,5—158° (762 мм),  $d_4^{20} = 0,8560$ ;  $n_D^{20} = 1,4643$ ;  $[\alpha]_D^{20} = +28,54^\circ$ . Бромистый водород получали бромированием тетралина [4]. Для улавливания возможных примесей паров брома и воды газ последовательно пропускали через V-образные трубки с тетралином и красным фосфором, нанесенными на пемзу, а также хлористым кальцием.

Гидробромирование проводили на рассеянном свете в четырехгорлой колбе, содержащей раствор  $\alpha$ -пинена и перекиси бензоила в сухом бензоле. Колба была снабжена мешалкой с ртутным затвором, термометром, хлоркальциевой трубкой и трубкой для пропускания HBr, которое начиналось после охлаждения реакционной массы. Условия проведения реакции гидробромирования  $\alpha$ -пинена приведены в табл. 1.

После окончания реакции бензольный раствор промывали 10%-ным водным раствором соды\*, затем водой и высушивали. Из отфильтрованного раствора бензол отгоняли, остаток при охлаждении закристаллизовывался. Кристаллы отсасывали на фильтре и очищали путем возгонки в вакууме с последующей перекристалли-

\* Из содовых растворов (опыты 2, 3, 4) была выделена бензойная кислота, т. пл. 121—122°.

Таблица 1

№ опытов	Количество веществ, использованных в реакциях, г-моль				Температура опытов, °С	Продолжительность опытов, час
	$\alpha$ -пинен	растворитель (бензол)	перекись бензоила (мол % от пинена)	НВг		
1	0,1	0,2	—	0,21	-10	3,5
2	0,1	0,2	5,8	0,21	-10	3,3
3	0,2	0,4	5,1	0,42	-10	5,5
4	0,1	2,0	10,0	0,21	+3	1,75

заций из этанола. Физико-химические константы и данные анализа полученных продуктов гидробромирования  $\alpha$ -пинена приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ опытов	Выход кристаллических продуктов $C_{10}H_{17}Br$ , % теоретического	Т. пл.*, град	$[\alpha]_D^{20}$ ( $C=8,0$ в этаноле)	Величина молекулярного веса		Содержание брома, %	
				вычислено для $C_{10}H_{17}Br$	найдено	вычислено $C_{10}H_{17}Br$	найдено
1	60,2	92—93	+17,4	—	—	—	—
2	42,2	92—93	—	217,16	210	—	—
3	53,6	93	+17,4	—	—	36,79	36,2
4	61,0	92—93	—	217,16	211	36,79	37,2

\* Для борнилбромида из *l*-пинена т. пл. 92° [2].

Депрессии т. пл. смесей продуктов от разных опытов не наблюдалось. Для окончательного установления химической природы продукты гидробромирования с т. пл. 92—93° (опыты 1 и 3) подвергали дегидробромированию по методу Валлаха [6]. В итоге в обоих случаях был получен камфен с т. пл. 49°.

На основании физико-химических констант, данных анализа и факта образования камфена вещество с т. пл. 92—93° следует считать бромистым борнилом. Остатки от выделения бромистого борнила, не перегоняющиеся при 110° (5 мм), представляли собой темные смолистые вязкие жидкости, выход которых достигал 20—25% от продуктов гидробромирования.

### Выводы

1. Показано, что при взаимодействии  $\alpha$ -пинена с бромистым водородом в присутствии различных количеств перекиси бензоила главный продукт реакции — борнилбромид.
2. Предложена схема течения реакции гидробромирования  $\alpha$ -пинена по радикальному механизму.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ф.-У. Стэси, Дж. Ф. Гаррис. Органические реакции, 13, 258, 1966.  
 [2]. Beilst., IV изд., т. V, 99. [3]. L. M. Hobbs. Dissertation, Chem. Revs., 27, 362, 1940. [4]. Houben-Weyl. Methoden der Organischen Chemie, Bd. 1/2, Stuttgart, 1959. [5]. M. S. Kharasch, F. R. Mayo. J. Am. Chem. Soc. 55, 2468, 1933.  
 [6]. O. Wallach. Lieb. Ann. 239, 1, 1887.

УДК 634.0.813

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОЦЕСС ЭКСТРАКЦИИ СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОСМОЛА В ПОТОКЕ

**И. П. СИДОРОВСКАЯ, Л. В. МЕНЬШИКОВА, З. С. КАЛУГИНА**

(Архангельский институт леса и лесохимии)

**С. Я. КОРОТОВ**

(Ленинградская лесотехническая академия)

Эффект извлечения смолистых веществ из осмольной щепы в потоке растворителя в известной степени зависит от гидродинамических условий протекания диффузионного процесса, так как скорость и характер движения экстрагента оказывают заметное влияние на движущую силу диффузии — градиент концентрации и на толщину ламинарного слоя, удерживаемого на поверхности щепы [1], [3], [5].

Для оценки влияния гидродинамических условий на процесс извлечения смолистых веществ из древесины в потоке и установления определяющей стадии данного способа экстракции была проведена настоящая работа. В соответствии с поставленной задачей в процессе работы меняли скорости потока растворителя (при прочих равных условиях) и полученные результаты сравнивали. Экспериментальные данные обрабатывали с помощью теории подобия по ранее приведенному методу [2], [4].

### Методика исследования

Во всех опытах по экстракции в потоке в качестве сырья были использованы образцы модельной щепы в форме параллелепипеда длиной 10 мм (по волокну) и поперечным сечением 4 × 4 мм. Щепу приготавливали из пневого осмола, обозначенного ранее Б-III и Б-IV [3]. Характеристика щепы приведена в табл. 1.

Таблица 1

Образец	Влажность, %	Содержание канифоли, %		Содержание летучих в абс. сухом образце, %	Удельный вес летучих, г/см <sup>3</sup>
		в абс. сухом образце	в абс. сухом и обессмоленном образце		
Б-III (10 мм)	8,43	22,30	31,15	6,12	0,8853
Б-IV (10 мм)	5,40	17,45	22,05	3,28	0,9243

В качестве экстрагента был использован бензин марки БР-2. Опыты ставили при одной и той же температуре 50°C. Экстракцию проводили в экстракторе цилиндрической формы, снабженном термометром, подогревателем бензина и пробоотборником. За начало опыта принимали момент заполнения экстрактора бензином до уровня сливной трубки, после чего, отрегулировав заданную скорость потока, начинали непрерывно отбирать пробы.

Экстракцию проводили при пяти различных режимах движения жидкости, которые характеризовались следующими числами Рейнольдса: 0,3—0,4; 0,7; 1,8; 3,6—3,7; 7,1. Продолжительность опыта составляла 5 час. Всего за этот период отбирали по 17 проб мисцеллы. Содержание канифоли в пробах определяли путем титрования 0,1 н. спиртовым раствором КОН в присутствии фенолфталеина. По окончании опыта оставшуюся в экстракторе мисцеллу сливали, измеряли ее объем и определяли содержание канифоли.

Данные опытов обрабатывали и строили кривые экстракции  $G = f(\tau)$  ( $G$  — количество извлеченной канифоли, г на 100 г абс. сухой обессмоленной щепы;  $\tau$  — время экстракции, мин). Численные значения критерия Рейнольдса для каждого из выбранных режимов вычисляли по известной формуле

$$Re = \frac{w d_0}{\nu},$$

где  $\nu$  — кинематическая вязкость раствора,  $см^2/сек$ ;

$w$  — скорость потока,  $см/сек$ ;

$d_0$  — эквивалентный диаметр каналов,  $см$ .

Графическое выражение зависимости  $G = f(\tau)$  для опытов, поставленных при различных скоростях потока (рис. 1), показывает, что

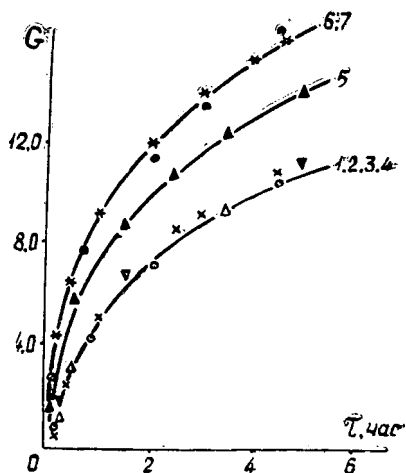


Рис. 1. Кривые извлечения канифоли  $G = f(\tau)$ .

1, 2, 3, 4 —  $Re=0,4$ ; 5 —  $Re=1,7$ ; 6, 7 —  $Re=3,6$ .

по мере увеличения скорости кривые извлечения смещаются вверх. Это подтверждает исходные предположения о влиянии скорости омывающего потока экстрагента на процесс экстракции смолистых веществ из древесины (в диапазоне невысоких чисел Рейнольдса от 0,3 до 7,0).

#### Обработка полученных результатов

При обработке экспериментальных данных было принято, что процесс экстракции распадается на 3 периода: 1) пропитка; 2) от конца пропитки до конца растворения канифоли; 3) от конца растворения до конца экстракции.

Щепа пропитывается за короткий промежуток времени, и так как установить границу между первым и вторым периодами не удалось, то для первого периода расчетов не производили. Поскольку второй и третий периоды также смещены во времени и момент перехода от второго периода ( $C_n = \text{const}$ ,  $l \neq \text{const}$ ) к третьему ( $C_n \neq \text{const}$ ,  $l = L = \text{const}$ ) установить нельзя, то все опытные данные были обработаны по формулам второго и третьего периодов. При расчете было сделано допущение, что концентрация в щепе (по длине капилляра) меняется по закону прямой линии.

Второй период. Величина  $l$  изменяется от 0 до  $l = L$ ;  $C_n = \text{const}$ . Исходная формула

$$\frac{\Delta G}{\Delta \tau} = - D_n \frac{\Delta C_{cp}}{l_{cp}} f.$$

$$\Delta C_{\text{ср}} = C_{\text{н}} - C_{\text{ср}}; \quad C_{\text{н}} = \frac{G}{V_{\text{п}}},$$

где  $l$  — длина капилляра, на которой меняется концентрация раствора, см;

$L$  — средняя приведенная длина капилляра, см;

$C_{\text{н}}$  — начальная концентрация раствора в щепе, г/мл;

$V_{\text{п}}$  — объем пор в 100 г абс. сухой обессмоленной щепы, мл;

$G_{\text{н}}$  — начальное содержание смолистых в щепе, г;

$C_{\text{ср}}$  — средняя концентрация раствора вне щепы, г/мл;

$D_{\text{п}}$  — коэффициент диффузии в порах, см<sup>2</sup>/сек;

$\Delta G$  — количество вещества, извлеченное за период  $\Delta \tau$  ( $\Delta G = C_{\text{ср}} V_{\tau}$ );

$V_{\tau}$  — объем отобранной пробы, мл;

$f_{\text{п}}$  — сечение пор на 100 г абс. сухой обессмоленной щепы, см<sup>2</sup>.

Величину  $l_{\text{ср}}$  находим из уравнения

$$l_{\text{ср}} = \frac{(\sum C_{\text{ср}} V_{\tau} + V_0 \epsilon C_{\text{ср}}) 2L}{V_{\text{п}} (C_{\text{н}} - C_{\text{ср}})}$$

Подставив найденные значения  $l_{\text{ср}}$  и  $C_{\text{ср}}$  в исходную формулу и решив ее относительно  $D_{\text{п}}$ , получим

$$D_{\text{пн}} = \frac{\Delta G_{\text{н}} l_{\text{н}}}{\Delta \tau_{\text{н}} \Delta C_{\text{срн}} f} = \frac{\Delta G_{\text{н}} \left[ \sum_{i=1}^{i=n} C_{\text{ср}i} V_{\tau_i} + V_0 \epsilon C_{\text{ср}3} \right] 2L^2}{\Delta \tau_{\text{н}} \sigma_{\text{п}}^2 (C_{\text{н}} - C_{\text{срн}})^2},$$

где  $C_{\text{ср}i}$  — средняя концентрация раствора, снятого за исследуемый промежуток времени, г/мл;

$V_{\tau_i}$  — объем раствора, снятого за исследуемый промежуток времени, мл;

$C_{\text{ср}3}$  — средняя концентрация в экстракторе ( $C_{\text{ср}3} = \frac{C_{\text{ср}i} + C_{\text{ср}i+1}}{2}$ ), г/мл.

Пользуясь этой формулой, можно подсчитать коэффициент диффузии в порах древесины за каждый данный промежуток времени  $\Delta \tau$ .

Для дальнейшей обработки экспериментальных данных была использована зависимость  $Pr' = f(Eu'_n)$ , предложенная нами ранее для описания процесса диффузии в капиллярах древесины [2]. Для второго периода диффузионный критерий Эйлера выразится так:

$$Eu'_n = \frac{\Delta C_{\text{ср}} r^2 g}{l_{\text{ср}} \rho \omega_{\text{м}}^2} = \frac{\Delta C_{\text{ср}}^2 V_{\text{п}} r^2 g}{2L \omega_{\text{м}}^2} \cdot \frac{1}{\left( \sum_{i=1}^{i=n} C_{\text{ср}i} V_{\tau_i} + V_0 \epsilon C_{\text{ср}3} \right) \rho},$$

где  $V_{\text{п}}$ ,  $r^2$ ,  $L$ ,  $\omega_{\text{м}}^2$ ,  $g$  — постоянные для данного периода величины; величина  $\Delta C_{\text{ср}}$  — практически меняется очень мало и тоже может быть принята за постоянную величину ( $\Delta C_{\text{ср}} = C_{\text{н}} - C_{\text{ср}}$ ).

Обозначим

$$\frac{\Delta C_{\text{ср}}^2 V_{\text{п}} r^2 g}{2L \omega_{\text{м}}^2} = \text{const} = K_1.$$

Окончательная формула для подсчета критерия Эйлера имеет вид

$$Eu'_n = K_1 \cdot \frac{1}{\left( \sum_{i=1}^{i=n} C_{\text{ср}i} V_{\tau_i} + V_0 \epsilon C_{\text{ср}3} \right) \rho}.$$

Критерий Прандтля  $Pr'$  подсчитываем по формуле

$$Pr' = \frac{D_n}{\nu},$$

где  $\nu$  — кинематическая вязкость раствора в капиллярах,  $см^2/сек.$

Третий период. Величина  $L = const$ ;  $C_1$  меняется от  $C_n$  до  $C_1 = C_2$ .

Исходная формула

$$\frac{\Delta G}{\Delta \tau} = -D_n \frac{\Delta C_{cp}}{L} f;$$

$$\Delta C_{cp} = C_{ш} - C_{cp},$$

где  $C_{ш}$  — концентрация раствора в щепе.

$$\frac{C_{ш} + C_{cp}}{2} V_n = G_n - \sum_{i=1}^{i=n} C_{срi} V_{\tau_i};$$

$$C_{ш} = 2 \left[ C_n - \frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_{срi} V_{\tau_i}}{V_n} \right] - C_{cp};$$

тогда

$$\Delta C_{cp} = 2 \left( C_n - C_{cp} - \frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_{срi} V_{\tau_i}}{V_n} \right).$$

Подставляя значение  $\Delta C_{cp}$  в исходное уравнение и решая его относительно  $D_n$ , получим следующую формулу для подсчета численных значений коэффициента диффузии смолистых веществ в капиллярах древесины для III периода

$$D_n = \frac{2G_n L^2}{2\Delta \tau_n \left[ (C_n - C_{cp}) V_n - \sum_{i=1}^{i=n} C_{срi} V_{\tau_i} \right]}.$$

Критерий Эйлера для третьего периода подсчитывали по формуле

$$Eu'_n = \frac{\Delta C_{cp} r^2 g}{L \rho \omega_m^2} = \frac{\Delta C_{cp}}{\rho} \cdot \frac{r^2 g}{L \omega_m^2},$$

где комплекс  $\frac{r^2 g}{L \omega_m^2} = const = K_2$ ;

$$Eu'_n = K_2 \cdot \frac{\Delta C_{cp}}{\rho} = K_2 \frac{2 \left( C_n - C_{cp} - \frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_{срi} V_{\tau_i}}{V_n} \right)}{\rho}.$$

Критерий Прандтля определяли так же, как и для второго периода. Но поскольку при невысоких скоростях потока на суммарный процесс диффузии оказывает влияние ламинарный слой, то в связи с этим представляло интерес подсчитать критерий  $Eu'_n$  с учетом условной толщины слоя  $l_n$ , а также установить характер критериальной зависимости  $Pr' = f(Eu'_n)$ .

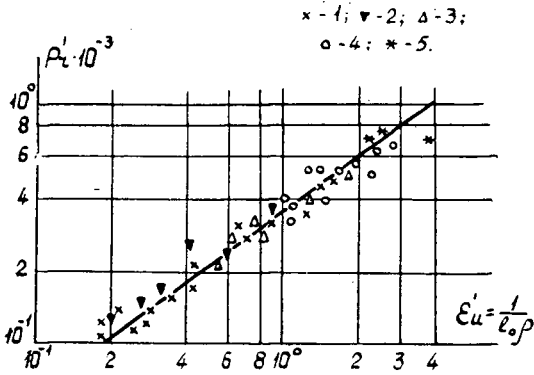


Рис. 2. Зависимость  $Pr' = f(Eu'_n)$  с учетом толщины ламинарного слоя.

1 —  $Re = 0,3 \div 0,4$ ; 2 —  $Re = 0,7$ ; 3 —  $Re = 1,8$ ;  
4 —  $Re = 3,6 \div 3,7$ ; 5 —  $Re = 7,1$ .

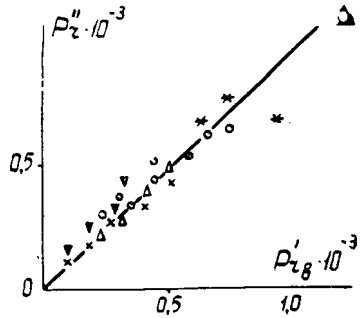


Рис. 3.

Относительное значение  $l_n$  подсчитывали по формуле

$$l_n = D_m \left[ \frac{\Delta C_0 F}{U} - \frac{l_{вн}}{D_n} \right],$$

где  $D_m$  — коэффициент молекулярной диффузии смолистых веществ в бензине,  $см^2/сек$ ;

$l_{вн}$  — подсчитываем по формуле  $l_{ср}$  для II периода;

$D_n$  — коэффициент диффузии в порах (значения  $D_n$  для  $t = 50^\circ C$  и  $l = 10$  мм были взяты из проведенной ранее работы по диффузии в капиллярах [2]);

$U$  — общая скорость процесса.

$$\Delta C_0 = C_n - C_p,$$

здесь  $C_p$  — концентрация на границе ламинарная пленка — раствор,  $г/мл$ ;

$$F = \frac{V_n}{L_{пр}} [3].$$

Подсчет численных значений  $l_n$  показал, что к концу процесса толщина пленки увеличивается в 7—10 раз в опытах с  $Re = 0,3 \div 0,4$  и в 1,5—2 раза в опытах с  $Re = 3,5 \div 7,0$ . Цифры подтверждают исходное предположение о том, что по мере затухания диффузионных потоков возрастает толщина пленки и процесс диффузии замедляется. Кроме того, полученные для различных опытов значения  $l_n$  показывают, что при увеличении скорости потока величина  $l_n$  уменьшается в 7—10 раз. Можно считать, что при дальнейшей турбулизации потока  $l_n$  будет стремиться к нулю и процесс диффузии будет ограничиваться только внутренним сопротивлением, так как внешнее сопротивление ничтожно мало.

Численные значения критерия Эйлера с учетом толщины наружной пленки были найдены по формуле

$$Eu'_n = \frac{1}{l_{0\rho}},$$

где  $l_0 = l_n + l_{вн}$ .

Зависимость  $Pr' = f(Eu'_n)$  для всех опытов, проведенных с различными скоростями потока, на логарифмической сетке представляет одну прямую линию, около которой достаточно близко укладываются точки



всех опытов (рис. 2). Это позволяет нам обработать экспериментальные данные по степенному уравнению

$$Pr' = A (Eu')^n.$$

В результате графической обработки материала были определены показатель степени  $n$  и коэффициент  $A$  и получен следующий конкретный вид критериального уравнения, описывающего процесс экстракции смолистых веществ из древесины в потоке растворителя

$$Pr' = 0,35 \cdot 10^{-3} (Eu_n')^{0,74}.$$

Для проверки точности полученного уравнения построен корреляционный график (рис. 3), где на оси абсцисс отложены расчетные значения  $Pr'$ , а на оси ординат экспериментальные. Отклонение расчетных величин от опытных составляет в среднем 5—7%.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Я. Коротов. Труды ВЗЛТИ 3, 1958, [2]. С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1961. [3]. Л. В. Меньшикова и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962. [4]. Л. В. Меньшикова и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1963. [5]. Л. В. Меньшикова и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965.

Поступила 23 февраля 1968 г.

УДК 634.0.813

## О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ КЕДРА СИБИРСКОГО

Н. А. ЯРЦЕВА

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

Изучению химического состава древесины кедров посвящен ряд работ [3], [5], [6], [7], [9], [11], [12], [13]. Однако в литературе мы не встретили данных о химическом составе сучьев, ветвей, коры и лесосечных отходов кедров.

Цель нашей работы — сравнительное исследование химического состава отдельных частей дерева. Для изучения были взяты четыре модельных дерева кедров сибирского с двух пробных площадок Красноярского края, Шушинского района, Ермаковского лесхоза, Танзыбейского лесничества. Таксационная характеристика модельных деревьев и условия их произрастания приведены в табл. 1.

Сердцевина первого модельного дерева оказалась пораженной двумя типами гнили — первый распространялся от комлевой части до

Таблица 1

№ модельных деревьев	Дата рубки	Номер пробной площади	Тип и состав леса	Класс бонитета	Возраст, лет	Диаметр дерева на 1,3 м, см	Высота дерева, м
1	21. III-66 г.	7-К	Кедровник щитовниково-зеленомошный 7КЗП+Б	II	195	75	32
2	1. VII-66 г.	4-Б	Кедровник чернично-долгомошный 6КЗПЕ+Б	III	180	30	19
3					185	35	21
4					190	32	18

середины дерева, постепенно сходя на нет, гниль была вызвана грибом *Ionontus heinrichii* (Pil.) Bond. et Sing.; в верхней части ствола, между серединой и вершиной располагался второй тип гнили, вызванный грибом «сосновая губка» — *Phellinus pini* (Thore ex Fr.) Pil.\*

Из каждого модельного дерева было вырезано пилой по 7 образцов в виде колец толщиной 5—7 см (из первого дерева выделено шесть образцов): 1) комель на уровне 0,5 м от основания дерева; 2) середина дерева; 3) вершина (средняя проба из обрезков через каждые 2 м по длине вершины); 4, 5) сучья и ветки (средние пробы через каждые 2 м по высоте всей кроны дерева); 6) средняя проба коры ствольной части дерева; 7) средняя проба из сучьев с корой, из веток с корой и из вершины с корой. В дальнейшем образец 7 будем называть «лесосечными отходами».

Образцы 1—5 были освобождены от коры. Все образцы древесины вручную дробили до щепы. Щепу подсушивали до воздушно сухого состояния, квартованием выделяли пробу, которую полностью дробили на дисковой дробилке. Анализировали фракцию опилок (размер частиц от 0,25 до 1 мм) по общепринятым методикам [1], [8], [10]. После определения влажности древесину экстрагировали эфиром в аппарате Сокслета в течение 6 час. Остаток древесины, после испарения эфира на воздухе, экстрагировали горячей водой в эрленмейеровской колбе с обратным холодильником в течение 3 час на кипящей водяной бане. Затем опилки высушивали на воздухе до воздушно сухого состояния. В экстрагированной эфиром и горячей водой древесине определяли лигнин (по методу Кенига с 72%-ной серной кислотой), пентозаны (методом Толленса), целлюлозу (по Кюршнеру и Хоферу), легко- и трудногидролизуемые полисахариды (методом Кизеля и Семигановского).

Соотношения между отдельными моносахаридами в гидролизатах определяли методом бумажной хроматографии [2], [4], уроновые кислоты — методом Волской [1], золу в исходной древесине — путем сжигания и прокалывания остатка до постоянного веса. Каждое определение произведено не менее двух раз и при хорошей сходимости результатов вычислены средние значения. Все данные выражены в процентах к исходной абс. сухой древесине и коре. Кроме того, вычислены средние данные химического состава древесины, коры и лесосечных отходов для трех деревьев, отобранных с одной пробной площади. Результаты приведены в табл. 2 и 3 в процентах к исходной абс. сухой древесине.

Как следует из приведенных данных, между отдельными частями дерева выявлена значительная разница в содержании некоторых компонентов. Древесина ветвей содержит наименьшее количество целлюлозы, наибольшее ее количество находится в середине ствольной части дерева. Содержание пентозанов, лигнина и веществ, растворимых в горячей воде, наибольшее в древесине ветвей. Подобно содержанию пентозанов и целлюлозы изменяется количество легко- и трудногидролизуемых полисахаридов.

В гидролизатах первой группы (легкогидролизуемые полисахариды) во всех частях дерева, включая и кору, найдены галактоза, глюкоза, манноза, арабиноза, ксилоза, в гидролизатах второй группы (трудногидролизуемые) определены глюкоза, манноза и ксилоза. В отдельных частях дерева соотношения их различны. В гидролизатах первой группы наибольшее количество маннозы содержится в древесине ствольной части. В древесине сучьев и ветвей оно уменьшается в 2 раза, а в коре — почти в 5 раз по сравнению с древесиной ствольной части. Содер-

\* Виды гнили определены Г. Н. Лебковой в лаборатории фитопатологии Института леса и древесины СО АН СССР.

№ модельных деревьев	Образец	Зола	Экстрагируемые вещества		Целлюлоза Кюппера	Пентозаны	Длинн	Легкогидролизуемые полисахариды, единиц РВ						Трудногидролизуемые полисахариды, единиц РВ						Полуроново-кислоты			
			эфиром	горячей водой				в том числе		в том числе		общее количество	глюкоза	манноза	арабиноза	ксиланоза	общее количество	в том числе			глюкоза	манноза	ксиланоза
								галактаза	глюкоза	манноза	арабиноза							галактаза	глюкоза				
1	Комель	0,185	2,62	3,47	44,70	8,20	36,51	18,56	10,27	2,62	2,32	1,11	2,24	38,32	32,87	3,42	2,03	4,70					
	Середина	0,232	2,09	7,76	55,76	8,38	27,44	16,32	4,54	3,14	5,06	2,56	45,37	38,15	6,64	0,58	3,46						
	Вершина	0,315	7,915	12,49	36,52	9,75	26,13	19,31	2,97	2,59	5,89	2,62	32,86	26,88	5,35	0,63	2,73						
	Сучья	0,325	8,98	10,83	35,40	9,12	26,26	18,56	3,46	1,77	5,93	2,32	32,64	25,24	6,59	0,81	3,12						
	Ветки	0,963	4,55	19,29	28,03	6,94	23,37	16,32	2,12	2,58	2,45	4,18	26,27	20,25	3,75	2,27	5,89						
	Лесосечные отходы	1,10	9,61	13,25	30,11	9,78	28,87	18,72	3,42	0,89	4,36	6,66	27,09	22,92	3,71	0,46	3,65						
2	Комель	0,302	5,68	5,94	47,88	4,92	25,12	18,13	1,41	2,92	7,73	3,72	2,35	44,67	41,05	2,91	0,71	4,48					
	Середина	0,200	3,72	6,46	50,2	6,31	25,06	18,68	1,41	3,65	7,63	2,11	3,88	44,59	36,81	7,78	Следы	2,42					
	Вершина	0,242	3,03	7,08	46,24	7,46	26,04	23,42	2,57	8,28	6,96	2,40	3,21	44,31	33,83	9,77	0,71	3,19					
	Сучья	0,282	6,70	10,72	45,37	7,14	28,78	21,40	6,32	2,21	4,26	2,58	6,03	29,81	22,98	6,15	0,68	4,28					
	Ветки	0,575	4,79	10,66	36,68	8,09	29,08	23,05	6,87	1,80	4,07	3,73	6,58	29,90	21,22	7,99	1,20	—					
	Кора	0,871	8,04	17,61	22,84	7,07	33,02	17,54	3,41	4,19	1,80	2,52	5,62	20,19	17,19	2,34	0,66	5,87					
	Лесосечные отходы	0,974	8,31	11,94	30,38	8,20	29,88	20,13	4,89	2,13	2,88	5,02	5,21	25,01	19,26	5,75	Следы	5,42					
3	Комель	0,122	5,19	5,58	56,22	4,99	26,37	18,29	3,20	3,01	8,14	1,25	2,69	46,81	39,54	5,04	2,23	2,44					
	Середина	0,253	9,28	5,70	49,15	5,08	24,95	19,04	2,23	3,27	7,26	1,92	4,36	41,74	36,88	3,92	0,94	3,11					
	Вершина	0,311	2,45	8,56	46,80	6,22	25,89	21,17	2,95	2,62	7,80	2,41	5,39	42,09	32,88	8,22	0,99	3,18					
	Сучья	0,218	5,75	10,85	46,98	7,72	29,00	19,16	4,83	1,93	4,48	2,45	5,47	31,28	24,58	5,58	1,12	2,78					
	Ветки	0,460	5,70	9,62	37,36	8,32	30,61	23,06	5,86	3,31	3,73	4,46	5,70	28,70	23,62	5,08	Следы	4,78					
	Кора	0,876	14,21	16,93	23,05	7,13	27,70	16,29	2,48	3,04	1,24	4,72	20,04	17,13	2,45	0,46	6,36						
	Лесосечные отходы	1,042	9,24	13,91	32,45	7,92	28,82	21,20	4,98	2,49	3,23	5,16	5,34	24,18	21,78	1,60	0,80	5,16					
4	Комель	0,100	4,34	3,88	52,44	4,94	29,85	20,77	4,55	4,37	6,0	2,0	3,87	41,69	34,89	6,21	0,59	2,43					
	Середина	0,212	3,90	6,43	46,85	6,07	26,27	20,68	3,13	3,15	7,75	1,95	4,70	48,74	36,64	8,33	3,13	2,86					
	Вершина	0,294	2,86	7,11	43,88	6,42	28,08	22,14	4,62	2,50	7,52	3,06	4,44	40,84	36,23	3,24	1,37	3,71					
	Сучья	0,336	4,29	9,58	41,39	7,06	29,05	23,28	7,50	4,55	3,57	3,19	4,57	33,49	24,82	6,72	1,95	3,68					
	Ветки	0,619	5,61	10,88	38,96	8,79	28,09	23,85	4,75	2,59	4,40	5,43	6,68	29,77	25,57	2,67	1,53	5,15					
	Кора	0,869	11,52	20,73	20,57	7,12	29,26	17,93	1,89	3,80	1,31	6,69	4,24	17,76	15,65	1,59	0,527	6,10					
	Лесосечные отходы	1,085	10,70	13,51	30,43	7,37	27,83	21,24	4,82	2,59	3,74	4,97	5,12	25,36	22,54	2,24	0,58	4,48					

Таблица 3

№ модельных деревьев	Образец	Зола	Экстрагируемые вещества		Целлюлоза	Пентозаны	Лигнин	Легкогидролизуемые полисахариды, единиц РВ						Трудногидролизуемые полисахариды, единиц РВ					
			эфром	горячей водой				галана	глюкоза	манноза	арабиноза	ксилоза	общее количество	глюкоза	манноза	ксилоза	общее количество		
																		в том числе	
Среднее из деревьев 2-4	Комель	0,165	5,07	5,13	52,15	4,95	27,45	3,05	3,43	7,29	2,32	2,97	38,49	4,72	1,18	44,39	3,12		
	Середина	0,221	5,63	6,20	48,73	5,82	25,42	2,26	3,36	7,54	2,00	4,31	36,82	6,68	1,35	44,83	2,80		
	Вершина	0,283	2,78	7,58	45,64	6,70	26,67	3,35	4,48	7,43	2,62	4,35	34,31	7,08	1,02	42,41	3,36		
	Сучья	0,279	5,58	10,38	44,58	7,31	28,94	2,28	2,89	4,10	2,73	5,35	24,12	6,15	1,25	31,53	3,58		
	Ветки	0,551	5,37	10,38	37,70	8,37	29,26	23,32	5,83	2,57	4,07	4,54	29,46	5,05	0,94	29,46	4,96		
	Кора	0,872	11,28	18,09	22,15	7,11	30,00	17,25	2,59	3,66	1,45	4,64	19,33	2,13	0,55	19,33	6,11		
	Лесосечные отходы	1,03	9,41	13,11	31,08	7,83	28,84	20,88	4,90	2,40	3,28	5,05	24,85	3,19	0,46	24,85	5,02		

жание ксилозы, наоборот, больше в ветвях и сучьях и меньше — в древесине стволовой части. Подобным же образом изменяется и количество галактозы. В содержании глюкозы и арабинозы колебания менее резки. В гидролизатах второй группы наибольшее количество из трех сахаров приходится на глюкозу. В древесине стволовой части ее больше, чем в сучьях и ветках. Маннозы же, наоборот, больше в гидролизатах древесины сучьев и ветвей по сравнению с гидролизатами стволовой части. Наибольшее количество золы содержится в древесине веток и сучьев, наименьшее — в древесине комлевой части. Колебания остальных компонентов незначительны.

Химический состав коры резко отличается от химического состава древесины всех частей дерева большим содержанием золы, водорастворимых и смолистых веществ и меньшим количеством целлюлозы. Пентозанов найдено в коре значительно больше, чем в стволовой части дерева, и почти одинаковое количество с содержанием их в древесине ветвей и сучьев.

Все эти данные относятся к средним по трем модельным деревьям (2, 3, 4), отобранным с одной пробной площади. Для первого дерева подобной закономерности в содержании пентозанов не найдено. В его коре количество пентозанов наименьшее. В химическом составе древесины первого дерева и трех других наблюдается существенная разница, которую частично можно объяснить значительным поражением дерева гнилью. Содержание целлюлозы и экстрактивных веществ в древесине комлевой части первого дерева в 2 раза меньше, чем в древесине трех других деревьев.

По высоте ствола от основания дерева к вершине увеличивается содержание золы, пентозанов и растворимых в горячей воде веществ, в гидролизатах первой группы возрастает количество ксилозы, в гидролизатах второй группы — маннозы. В том же направлении уменьшается

содержание целлюлозы, в гидролизатах первой группы — маннозы, в гидролизатах второй группы — глюкозы.

Какой-либо закономерности для лигнина не обнаружено, колебания его, как и остальных компонентов, незначительны и составляют 1—2,5%. Как уже указывалось выше, колебания в содержании компонентов в одной и той же части дерева более значительны для различных деревьев; даже для тех, условия произрастания которых одинаковы. Так, в средней части третьего дерева содержание смол в 2—4 раза выше, чем, в этой же части других деревьев. То же самое можно сказать о количестве целлюлозы, пентозанов и лигнина для комлевой части различных деревьев и для других частей.

Для химического состава лесосечных отходов характерно низкое содержание целлюлозы и трудногидролизуемых полисахаридов и повышенное содержание золы и экстрактивных веществ по сравнению с древесиной стволовой части, а также с древесиной сучьев и ветвей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Оболенская и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [2]. И. З. Емельянова, Т. А. Батракова. ЖАХ, № 1, 142, 1958. [3]. Л. П. Жеребов, Л. В. Гордон, В. Н. Комаровский, Г. А. Кан. Труды ЦНИЛХИ, вып. 2, 1933, стр. 8. [4]. Г. Н. Зайцева, Т. П. Афанасьева. Биохимия, т. 22, 1935, 1957. [5]. Е. А. Зороастрова. Вестник Дальневосточного филиала АН СССР, № 33, 198, 1939. [6]. В. Н. Козлов, О. В. Морозова. ЖПХ, т. 29, 12, 1956. [7]. Г. С. Косая. Научные труды ЦНИИБа, вып. 44, 1960. [8]. Н. И. Никитин. Химия древесины. АН СССР, М.—Л., 1962. [9]. В. А. Пентегова. ЖПХ, т. 23, № 9, 1950. [10]. Т. И. Руднева, С. Д. Антоновский. Руководство к практическим работам по химии древесины и целлюлозы. Изд. ЛТА, 1951. [11]. И. С. Хуторщиков. Труды ЛТА; секция химико-технологическая, вып. 85, Л., 1960. [12]. И. С. Хуторщиков. Журн. «Бумажная промышленность» № 1, 15, 1960. [13]. В. И. Шарков, С. В. Собецкий. Журн. «Лесохимическая промышленность» № 8, 17, 1940.

Поступила 17 апреля 1967 г.

УДК 634.0.813.13

## К ВОПРОСУ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ СЕРЫ ПРИ СУЛЬФАТНОЙ ВАРКЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

**Р. П. СИДОРОВА, Б. Д. БОГОМЛОВ, В. С. БУЦАЛЕНКО**

(Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института)

Выяснение роли сернистых соединений ( $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{NaSH}$ ) в процессе делигнификации при сульфатной варке продолжает привлекать внимание исследователей. В связи с этим полезно изучить превращения сернистых соединений и распределение серы между отдельными группами веществ черного щелока и целлюлозной массы на различных температурных стадиях сульфатных варок. Результаты предварительных исследований по этим вопросам приведены в данной статье.

Проведено две серии варок с модулем 6, расходом активной щелочи 20%, концентрацией около 42 г/л (данные в единицах  $\text{NaOH}$ ) и сульфидностью щелока 20% в первой серии и 30% во второй. Варки выполняли без сдувок по типовому графику со временем разогрева до 100° в течение 1 часа и подъемом температуры на каждые 10° за 0,5 часа. Конечные температуры варок, их продолжительность и распределение по сериям представлены в табл. 1.

Разнотемпературные варки каждой серии составляли, таким образом, как бы одну, в которой через полчаса на определенных температурных стадиях отбирали и

Таблица 1

Конечная температура варки, °С	Общая продолжительность варки, час	№ варок 1-й серии (сульфидность 20%)	№ варок 2-й серии (сульфидность 30%)
110	1,5	48	—
120	2,0	49А, 49В	52А, 52В
130	2,5	50А, 50В	53А
140	3,0	51А	54С
150	3,5	40	55А, 55В
160	4,0	38	56А
170	4,5	36, 37	57А, 57В
170 (стоянка на этой температуре 0,5 час)	5,0	33	58А, 58В
170 (стоянка на этой температуре 1 час)	5,5	32	—

анализировали пробы черного щелока и массы. Варки проводили в стальных хромированных трехлитровых автоклавах, помещаемых в кожухи с электрообогревом. Для варок использовали сосновые опилки размером 0,5—3 мм, содержавшие для 1-й и 2-й серий соответственно целлюлозы (по Кюршнеру) 47,8 и 48,2%, лигнина (по Комарову) 28,5 и 27,2% и смолистых веществ 3,6%. Белый щелок готовили из химикатов реактивных кондиций. Белый и черный щелока анализировали общепринятыми методами.

Сваренную массу отделяли от щелока на фильтре с последующим прессованием под давлением около 200 атм. В тщательно промытой и высушенной массе определяли содержание лигнина (по Комарову) и серы (методом Эшка с добавлением  $H_2O_2$ ).

Общее содержание сернистых соединений в черном щелоке, называемое в дальнейшем серой I, делили на две части: серу II — в веществах, высаживаемых этанолом, и серу III — спиртового фильтрата. Серу разделяли на части II и III путем обработки черного щелока 95%-ным этанолом при модуле 10 в течение суток; высаживаемую при этом сульфатную серу учитывали и приплюсовывали к III сере. Обработка этанолом давала возможность выделить органические вещества в более мягких условиях и снижала вероятность окисления сульфидной и сульфитной серы, а также реакций разложения сернистых соединений.

Хотя сделанное допущение о том, что высаживаемые этанолом вещества содержат увлекаемую органическими веществами серу II, а в фильтрате остаются минеральные соединения серы, несколько условно, сопоставление полученных данных для различных стадий варки интересно. Серу I, а также II и III определяли весовым методом с предварительным окислением исследуемых образцов перекисью водорода. Для нахождения сульфатной серы отдельные пробы черного щелока подвергали длительной горячей обработке концентрированной соляной кислотой. Полученный осадок выщелачивали водой и серу выделяли в виде сульфата бария.

Содержание серы в образцах лигнина, выделяемых 2 н. соляной кислотой из черного щелока разнотемпературных стадий, определяли калориметрическим методом. Перед определением серы лигнина освобождали от водорастворимых и обрабатывали четыреххлористым углеродом.

В табл. 2 и 3 сведен баланс серы на 100 г загруженной древесины и обобщены результаты проведенных исследований.

Из данных табл. 2 видно, что уже на начальных стадиях варки от 70 до 85% серы, заданной на варку, высаживается из черного щелока в виде серы II, что свидетельствует о ее тесном взаимодействии с органическими веществами древесины, растворяющимися в щелоке. Весьма возможно, что значительная часть серы, выделяющейся с органическими веществами, связана с ними непрочно, а возможно, и совсем химически не связана, так как ее количество снижается к концу варки до 55—75% в зависимости от сульфидности, а количество удерживаемой лигнином серы увеличивается. Приведенные данные также показывают, что некоторая часть серы, удержанной органическими соединениями в начале варки, в дальнейшем выходит из варочного цикла.

Серия варок	№ варок	Температура, °С	Количество серы, заданное на варку, г			
			всего	сульфидной	сульфитной и тиосульфатной	сульфатной
I	48	110	2,41	2,05	0,25	0,10
	49A	120	2,41	2,05	0,25	0,10
	49B	120	2,41	2,05	0,25	0,10
	50A	130	2,41	2,05	0,25	0,10
	50B	130	2,41	2,05	0,25	0,10
	51A	140	2,41	2,05	0,25	0,10
	40	150	2,85	2,05	0,66	0,14
	38	160	2,85	2,05	0,66	0,14
	36	170	2,85	2,05	0,66	0,14
	37	170	2,85	2,05	0,66	0,14
	38	170	2,85	2,05	0,66	0,14
	32	170	2,85	2,05	0,66	0,14
	II	52A	120	3,84	3,00	0,69
52B		120	3,84	3,00	0,69	0,08
53A		130	3,84	3,00	0,69	0,08
54C		140	3,42	2,98	0,37	0,05
55A		150	3,14	3,00	0,37	0,05
55B		150	3,43	2,99	0,37	0,05
56A		160	3,34	2,92	0,37	0,04
57A		170	3,42	2,98	0,37	0,05
57B		170	3,46	3,02	0,37	0,05
58A		170	3,42	2,98	0,37	0,05
58B		170	3,42	2,98	0,37	0,05

Примечание. На каждую варку загружали около 400 г абс. сухой древесины варок.

Таблица 3

Серия варок	№ варок	Температура варок, °С	Выход массы от древесины, %	Лигнин в массе, %	Серя в массе, %	Серя в щелочном лигнине, %	Серя щелочного лигнина от серы II, %
I	48	110	92,2	28,01	0,09	—	—
	49A	120	83,5	27,47	0,11	3,0	9,0
	49B	120	83,9	27,85	0,09	—	—
	50A	130	77,6	27,80	0,11	—	—
	50B	130	80,1	27,27	0,16	—	—
	51	140	77,6	25,20	0,10	3,22	18,8
	40	150	71,4	25,60	0,09	2,98	18,1
	38	160	63,2	20,78	0,13	2,30	21,3
	36	170	56,4	15,85	0,20	2,25	28,2
	37	170	56,2	15,66	0,18	2,62	33,1
	33	170	48,1	6,87	0,14	2,50	38,2
	32	170	52,6	—	0,14	—	—
	II	52A	120	86,5	27,66	0,12	4,0
52B		120	84,6	27,04	0,15	4,0	3,3
53A		130	79,2	24,85	0,13	5,15	9,8
54C		140	74,2	25,2	0,17	5,05	14,7
55A		150	65,3	22,05	0,15	3,1	14,0
55B		150	69,5	24,2	0,16	3,36	11,0
56A		160	60,4	21,9	0,15	3,17	17,1
57A		170	52,1	13,14	0,20	3,28	25,9
57B		170	53,1	13,97	0,17	3,12	23,9
58A		170	50,4	10,61	0,12	3,26	25,9
58B		170	52,7	11,28	0,13	3,28	25,7

Таблица 2

Количество полученной от варки серы						Баланс по сульфитной и сульфидной сере, %	Баланс по сульфатной сере, %
III, г	III без сульфатной, г	сульфатной, г	III, %	II, г	II, %		
0,45	0,29	0,16	18,6	1,93	80,1	12,6	160,0
0,52	0,38	0,14	21,5	1,88	78,0	16,5	140,0
0,61	0,41	0,20	25,3	1,78	73,8	17,8	200,0
0,68	0,48	0,20	28,2	1,71	70,9	20,9	210,0
0,69	0,46	0,23	28,6	1,55	64,3	20,0	230,0
0,65	0,43	0,22	27,0	1,70	70,5	18,7	220,0
1,08	0,69	0,39	37,9	1,75	61,4	25,5	279,0
0,87	0,47	0,40	30,5	1,90	66,7	17,3	286,0
1,00	0,58	0,42	35,1	1,65	57,9	21,4	300,0
1,21	0,60	0,61	42,4	1,56	54,8	22,1	436,0
1,07	0,64	0,43	37,5	1,67	58,6	23,6	307,0
1,10	0,56	0,54	38,6	1,68	58,9	20,6	386,0
0,54	0,46	0,08	14,1	3,30	85,9	12,5	100,0
0,52	0,42	0,09	13,5	3,30	85,9	11,6	113,0
0,30	0,22	0,08	7,8	3,46	90,1	6,0	106,0
0,83	0,57	0,26	24,2	2,54	74,4	17,0	520,0
0,70	0,39	0,31	20,4	2,70	78,6	11,6	620,0
0,74	0,42	0,32	21,6	2,62	76,4	12,2	640,0
0,75	0,40	0,35	22,4	2,40	71,8	12,1	875,0
0,85	0,38	0,47	24,7	2,42	70,8	11,3	940,0
0,86	0,43	0,43	24,8	2,46	71,1	12,7	860,0
0,74	0,37	0,37	21,6	2,51	73,4	11,0	740,0
0,72	0,42	0,30	21,0	2,57	75,3	12,5	600,0

ны. Под № 48, 52А, 53А, 54А, 55А, 56А, 57А приведены результаты двух параллель-

В процессе варки непрерывно увеличивается количество сульфатной серы (табл. 2), достигая к концу 400% от исходного в первой серии и 800% во второй. По-видимому, это можно объяснить разложением образовавшихся вначале непрочных сероорганических соединений.

Существенных колебаний в количестве серы, удерживаемой массой (табл. 3), не наблюдается. Это позволяет предполагать, что в твердой фазе древесный комплекс не образует прочных химических соединений с серой. Содержание серы в щелочном лигнине (табл. 3) достигает наибольшей величины при 130—140°. В варках на конечных температурах процент серы в лигнине снижается, в то же время растет абсолютное количество серы II, удерживаемой щелочным лигнином. В первой серии присоединение серы к щелочному лигнину более или менее равномерное на протяжении всей варки. Во второй серии наиболее интенсивное присоединение серы к лигнину наблюдается при 130—140°, затем до температуры 160° количество связанной со щелочным лигнином серы остается без изменения. После 160° содержание серы щелочного лигнина увеличивается, достигая максимума к концу варки.

В обеих сериях количество серы, связанной лигнином, достигает к концу варки 19,4—22,4% от заданной или 26—38% от серы II.

Поступила 5 ноября 1968 г.



КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 65.011.56

ОБ ОЦЕНКЕ ОПЕРАТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА  
РАСКРЯЖЕВОЧНОГО АГРЕГАТА

А. А. КУДИНОВ

(Брянский технологический институт)

Конструирование сложной системы «человек — машина», которую мы имеем в конкретном случае при управлении раскряжевочным агрегатом, требует оценки количества информации, которое перерабатывает оператор при выработке решения о схеме раскряжения каждого конкретного хлыста.

Основная задача человека как звена системы управления раскряжевается через соотношение, связывание «входа» системы управления (информация, получаемая о хлысте) и «выхода» системы (схема раскряжения хлыста, выдаваемая оператором через органы управления раскряжевочного агрегата с целью воздействия на хлыст). На рис. 1 показана система «человек — машина».

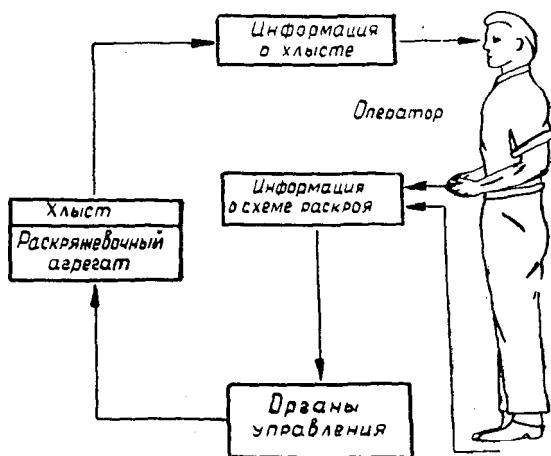


Рис. 1.

Очевидно, соотношение между входом и выходом системы описывается сложной функцией вида

$$I_{сх} = F(I_{хл}), \tag{1}$$

где  $I_{сх}$  — количество информации о схеме раскряжения;  
 $I_{хл}$  — количество информации о хлысте.

В ряде работ [2], [4], [5] дана количественная оценка информации об объекте труда — хлысте. Количество информации о хлысте определяется в среднем 140 двоичными единицами на хлыст, количество же информации, содержащееся в сообщении о схеме раскряжения, оценивается 10 двоичными единицами на хлыст. В связи с этим возникает вопрос о

том, каким образом перерабатывается информация, поступившая на вход (то есть в мозг оператора) для выдачи решения на выходе, то есть для определения программы действий рук (и ног) человека по воздействию на органы управления.

Задача нахождения функции в формуле (1) становится сложной еще и потому, что нет возможности заглянуть в «черный ящик» мозга человека с точки зрения определения количества перерабатываемой информации, однако можно попытаться составить схему мышления оператора или разметчика — раскряжевщика.

В табл. 1 дана структурная схема мышления разметчика, составляющего схему раскряга хлыста по разделочным таблицам акад. Н. П. Анучина, так как это пока единственный четко описанный и доступный способ для человека, ограниченного временем производственного процесса раскряжки.

Разметчик должен быть вооружен мерной вилкой с нанесенной на нее разделочной таблицей и мерной палкой (длиной от 1,5 до 2,5 м) с полуметровыми делениями, а также резчиком или топором для нанесения меток проектируемого реза.

Таблица 1

№ п/п	Структурная схема мышления	Количество информации, двоичных единиц
1	После замера толщины хлыста на 1 м от торца комля (во избежание ошибок отсчетов, вызываемых сложностью форм комлевого среза) необходимо запомнить цифровое значение толщины — оперативная память: да . . . нет — повторение замера	1
2	Прибавить к запомненной величине 1 см для определения диаметра торца хлыста и запомнить — оперативная память: да . . . нет — ошибка в работе, брак	1
3	Отыскать в разделочной таблице запомненную величину (пункт 2) методом сравнения этой величины с табличной — поиск. (Поиск облегчен тем, что по величине цифры уменьшаются сверху вниз. По горизонтали расположены цифры, в основном, с одинаковыми первыми значениями — десятками: 61, 62, 63 и т. д.; 51, 52, 53 и т. д.)	3,08 (пояснение ниже)
4	Под найденной цифрой (пункт 3) в таблице прочитать и запомнить значение рационального диаметра, который необходимо придать бревну в вершине: да . . . нет — повторение поиска (пункты 3, 4)	1
5	На средней длине сортимента отыскать фактический диаметр, замерить и запомнить: да . . . нет — повторение операции	1
6	Сравнить рациональный (п. 4) и фактический (п. 5) диаметры и выяснить, что разница в размерах между ними равна нулю или меньше нуля (а); больше нуля (б)	1
7	При а (п. 6) необходимо удлинить сортимент на величину 0, или 0,5, или 1,0, или 1,5 м.   При б (п. 6) необходимо укоротить сортимент на 0,5, или 1,0, или 1,5 м.	2,0/1,5
8	Определение длины сортимента с учетом удлинения или укорочения (п. 7): да . . . нет — повторить операции, или брак в работе.	1

Продолжение табл. 1

№ п/п	Структурная схема мышления	Количество информации, двоичных единиц
9	Проверить сбег на последнем метре сортимента, для чего из диаметра на 1 м от вершинного торца проектируемого сортимента необходимо вычесть диаметр вершинного торца сортимента: да . . . нет	1
10	Сравнить полученное значение (п. 9) с контрольной табличкой сбегов разделочных таблиц Н. П. Анучина: совпадает — длина сортимента остается без изменений   не совпадает — длину сортимента уменьшить на 1 м	1
11	Согласовать проектируемую длину с требованиями ГОСТа на градации длин: совпадает   не совпадает — необходимо удлинить или укоротить до требуемой градации	1
12	Произвести отметку спроектированной длины сортимента (зарубка, затеска, отметка) да . . . нет — брак в работе	1
Итого, количество информации по первому сортименту, двоичных единиц.		15,08/14,58

Затем проектируют последующий сортимент.

Процессы запоминания и логических решений по сути дискретны и описываются событиями «да» или «нет», что количественно оценивается одной двоичной единицей (п. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 в табл. 1). При поиске необходимого значения в разделочной таблице (84 цифры, расположенные по десяти горизонтальным строкам) количество информации (п. 3) определяют по формуле

$$I_{(\beta, \alpha)} = H(\alpha) - H_{\beta}(\alpha), \quad (2)$$

где  $I_{(\beta, \alpha)}$  — количество информации при поиске цифры в группе из 84 цифр при условии их расположения в определенном порядке (пункт 3, табл. 1);

$H(\alpha)$  — информация искомой цифры  $\alpha$  в группе из 84 цифр табл. 1;

$H_{\beta}(\alpha)$  — информация, которую получаем при исходе  $\alpha$ , если предварительно осуществлен исход  $\beta$  ( $\beta$  — номер одной из десяти горизонтальных строк).

$$H(\alpha) = -\lg p_{\alpha}; \quad (3)$$

здесь  $p_{\alpha}$  — вероятность цифры  $\alpha$ ;

$$p_{\alpha} = \frac{1}{84}; \quad H(\alpha) = 6,4 \text{ дв. ед.};$$

$$H_{\beta}(\alpha) = -\lg \frac{1}{10} = 3,32 \text{ дв. ед.}$$

Общее количество информации, перерабатываемое оператором при определении оптимальной схемы раскроя, получим из выражения

$$I = I_c n, \quad (4)$$

где  $I_c$  — количество информации, перерабатываемое при проектировании одного сортимента;

$n$  — число сортиментов.

При средней длине хлыста  $L_{cp} = 24$  м и средней длине проектируемого сортимента  $l_{cp} = 4$  м число сортиментов  $n = \frac{L_{cp}}{l} = 6$ , тогда количество информации  $I = 88 \div 90$  дв. ед. на хлыст.

Так как оператору нужно принять информацию о хлысте, переработать ее и выдать информацию о схеме раскря, то, очевидно, при прохождении всех видов информации последовательно через оператора общая загрузка составит 240 двоичных единиц. При производительности раскряжевочных агрегатов свыше  $150 \text{ м}^3$  за смену пропускная способность оператора должна составлять более 8 дв. ед. в секунду, что выше психологического уровня, определенного в инженерной психологии [3] для операторов, решающих сложные задачи величиной в 5 дв. ед. в секунду. Это приводит к выводу о необходимости снижать загрузку операторов при проектировании высокопроизводительных раскряжевочных агрегатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин. Новый способ раскряжевки хвойных деревьев, изд. 2-е доп., Гослестехиздат, М., 1934. [2]. Г. А. Вильке. О психологической нагрузке оператора раскряжевочного агрегата. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [3]. Инженерная психология. Сборник под ред. А. Н. Леонтьева, В. П. Зинченко, Д. Ю. Панова, изд-во Московского университета, 1964. [4]. А. А. Кудинов. Определение критериев психологической нагрузки человека — оператора раскряжевочного агрегата. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [5]. Л. В. Леонов. О количестве информации, определяющей сучковатость хлыстов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966.

Поступила 19 июня 1968 г.

УДК 65.011.56

### ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ОСВОЕНИЯ ЛЕСОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ МЕТОДАМИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Г. А. БОРИСОВ, Б. С. ГЕРАСИМОВ, Р. А. СЮКНЯЙНЕН

(КарНИИЛП)

При сложившейся методике проектирования лесозаготовительных предприятий схему транспортного освоения лесосырьевой базы разрабатывают с учетом сильно изменяющихся местных условий — рельефа, сети рек, озер и болот, грунтовых условий, размеров и формы базы, распределения запасов ликвидной древесины, расположения нижнего склада, лесозаготовительного оборудования.

Параметры транспортной сети оптимизируют путем нахождения минимума суммарных затрат, выражаемых аналитически через искомые параметры — размеры элементов лесотранспортной сети [1], [2], [4], [5], [6], [7], [9], [10], [11]. При таком методе сначала аналитически записывают зависимость суммарных затрат от расстояний между усами, по-

грузочными пунктами, ветками и магистралями. Затем ее дифференцируют по параметрам и при каждом дифференцировании приравнивают к нулю. В общем случае получают систему нелинейных уравнений, решая которую находят оптимальные значения параметров. Обычно зависимость суммарных затрат несколько упрощают и снижают количество оптимизируемых переменных параметров сети. Это приводит к отклонению от глобального оптимума на 1—5%.

Чтобы решить аналитическими методами на минимум зависимость суммарных затрат от искоемых параметров, принимают следующие допущения: 1) форма лесосырьевой базы прямоугольная; 2) плотность запасов древесины постоянна по всей базе; 3) стоимость сооружения путей одного вида постоянна; 4) стоимость транспортировки по путям одного вида одинакова; 5) пути одного вида примыкают к другим под одним и тем же углом; 6) длина путей одного вида постоянна по всей лесосырьевой базе; 7) запасы древесины сконцентрированы в отдельных точках; 8) наличие рек, озер и болот не учитывают. Эти допущения нивелируют большинство сильно изменяющихся местных условий, вследствие чего ни одна запроектированная схема лесотранспортной сети не похожа на те идеализированные схемы, которые легли в основу аналитического метода.

Таким образом, в настоящее время различают два подхода к проектированию лесотранспортных сетей — интуитивный и аналитический. Первый основан на опыте проектировщиков и сравнении ограниченного числа вариантов, он учитывает основные местные условия и получил повсеместное признание; второй — строгий, основан на нахождении точного минимума, он не учитывает основных местных условий и получил признание только для рекомендаций, ориентирующих в усредненных условиях. Многолетняя практика проектирования лесотранспортных сетей показала, что нужно отдать предпочтение более точному учету местных условий при неточном методе решения вместо точного решения при неточном методе учета условий. Очевидно, эти методы не противостоят друг другу и каждый имеет достоинства, отсутствующие у другого. Поэтому, видимо, полезно объединить достоинства обоих методов в один, что может принести новое качество.

Основной недостаток аналитического метода — резкое увеличение трудоемкости решения на оптимум с увеличением числа переменных. Этот недостаток отсутствует в методах математического программирования, которые позволяют решать задачи на ЭВМ с несколькими сотнями переменных.

Сформулируем задачу проектирования оптимальной транспортной сети в терминах нелинейного программирования.

Пусть вся лесосырьевая база разбита на  $n$  участков произвольной формы и размера. Внутри каждого  $i$ -го участка считают неизменными рельеф, плотность запасов древесины, гидрогеологические условия. Имеется единственный пункт  $M$ , через который должна проследовать вся древесина, заготавливаемая в лесосырьевой базе. Считают, что запас древесины с каждого участка концентрируется в центре тяжести запаса — предполагаемом месте погрузочного пункта. Известны зависимости стоимости сооружения 1 км пути от  $k$ -х условий внутри  $i$ -го участка, а также объем перевозок и стоимость перевозки 1 м<sup>3</sup> древесины на 1 км в  $k$ -х условиях  $i$ -го участка. Требуется соединить пункт  $M$  с пунктами  $i$  так, чтобы сумма затрат на сооружение и содержание путей и на транспортирование древесины по ним была минимальной.

В пункте  $j$  сети из  $i$ -й точки можно ввозить объем  $x_{ij}$  или заготавливать —  $a_j$ , а потреблять объем  $b_j$  или провозить транзитом —  $x_{jj}$ , а также вывозить из  $j$ -го в  $K$ -й пункт объем  $x_{jK}$ .

Тогда для каждого пункта сети разность между общим количеством направляемой в пункт  $j$  древесины и транзитным объемом древесины равна чистому потреблению.

$$\sum_{i \neq j} x_{ij} - x_{jj} = b_j \quad (1)$$

или разность между общим количеством вывезенной из  $j$ -го пункта древесины и транзитным объемом древесины равна чистому объему заготавливаемой древесины

$$\sum_{k \neq j} x_{jk} - x_{jj} = a_j \quad (2)$$

Найти

$$\text{Min } L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3)$$

Величина приведенных затрат  $c_{ij}$  нелинейно зависит от объема вывозки  $x_{ij}$  и местных условий на участках  $i_j$ .

В таком виде задача (1) — (3) типична для нелинейного программирования. Решение ее при значениях  $x_{ij} \neq 0$  даст возможность определить наиболее целесообразные, с точки зрения критерия (3), соединения точек в сети. Так как выполнение задачи при нелинейной функции цели (3) в требующейся размерности затруднено, то можно применить приближенный метод, использующий линейное программирование. В этом случае задачу решают поэтапно. На каждой стадии решения величину  $c_{ij}$  считают постоянной и зависящей от значения  $x_{ij}$ , полученного на предыдущей стадии. На первом этапе величину  $c_{ij}$  можно принимать любой возможной; мы брали ее равной максимально возможной. На каждом этапе решение можно получить распределительным методом линейного программирования при  $c_{ij} \neq \text{var } x_{ij}$ . Число этапов определяют величиной улучшения целевой функции, практически уже несущественной.

На первом этапе операции выполняют в следующей последовательности: 1) лесосырьевую базу разбивают на элементарные участки и находят «центры тяжести» запасов древесины на участке; 2) центры тяжести участков соединяют путями; 3) в зависимости от длины путей, рельефа, по которому проходят пути, гидрогеологических условий, наличия болот и рек определяют стоимость пути при соединении двух центров тяжести; 4) стоимость путей вводят в квадратную матрицу [3]; 5) матрицу, представляющую транспортную задачу с промежуточными пунктами, решают на электронной вычислительной машине по стандартной программе и определяют ненулевые значения  $x_{ij}$ . На втором и последующем этапах матрицу составляют вновь, но в нее проставляют величины  $c_{ij}$ , вычисленные на основании соответствующих значений  $x_{ij}$ , полученных на предыдущих этапах. Пункты 4 и 5 на каждом этапе тоже повторяют.

Такую модель транспортной сети Южной магистрали Войницкой автодороги Ухтинского леспромхоза Карельской АССР разрабатывали в Карельском НИИ лесной промышленности; при этом лесосырьевую базу разбивали на участки, равные кварталам. Это давало возможность легко найти запасы древесины в каждом квартале. Первый опыт разработки такой модели позволил определить, что соединение центров тяжести участков имеет практический смысл только с центрами, отстоящими не более, чем на два участка; целесообразно ввести пункты с нулевым объемом заготовок, то есть чисто транзитные; в области озер и больших болот стоимость 1 км путей следует принимать равной очень большой величине, для приемлемого улучшения первоэтапного решения потребовалось еще три этапа, на последнем улучшение равнялось 1,5% от суммарного значения целевой функции на предыдущем этапе.

Решение проводили на ЭВМ «Минск-22», один этап матрицы (размером  $40 \times 40$ ) выполняли не более, чем за 10 мин машинного времени.

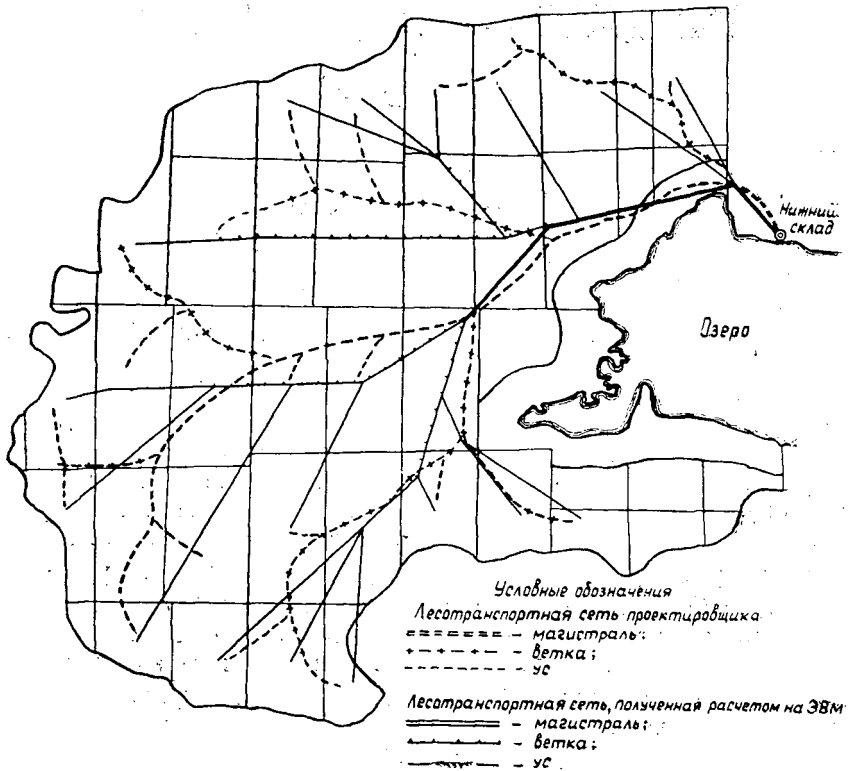


Рис. 1.

В результате получили сеть, не противоречащую, с точки зрения проектировщиков, здравому смыслу.

Лесотранспортная схема проектировщика и полученная на ЭВМ показаны на рис. 1. Оптимизированная схема по суммарным затратам, принятым для расчета, оказалась лучше на 15,6%.

Так как при определении стоимости соединения путями двух точек лесосырьевой базы учитывают локальные условия, то вся получающаяся сеть оказывается построенной с учетом местных условий. Это позволяет не делать допущений 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, свойственных аналитическому методу. Хотя в результате приближенного способа решения задачи нелинейного программирования получают не точное значение оптимума, с практической точки зрения оно намного экономичнее решения проектировщика. Таким образом, предлагаемый метод позволяет объединить преимущества ранее упоминавшихся способов — учет местных условий и оптимизацию решения. Этот метод требует специфической формы представления значения  $c_{ij}$ , определяемого по формуле

$$c_{ij} = \frac{d_{ik} + d_{jk}}{2} \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} + f, \quad (4)$$

где  $d_{ik}, d_{jk}$  — удельные суммарные расходы на сооружение, эксплуатацию пути и вывозку леса по нему в квартале  $i$  и  $j$  (руб./м<sup>3</sup>км);

$x, y$  — координаты центров тяжести запаса в квартале;

$f$  — стоимость дополнительных сооружений, не укладываемая по рельефно-грунтовой характеристике в стоимость  $d_{ik}$  (для мостов, дамб и других сооружений).

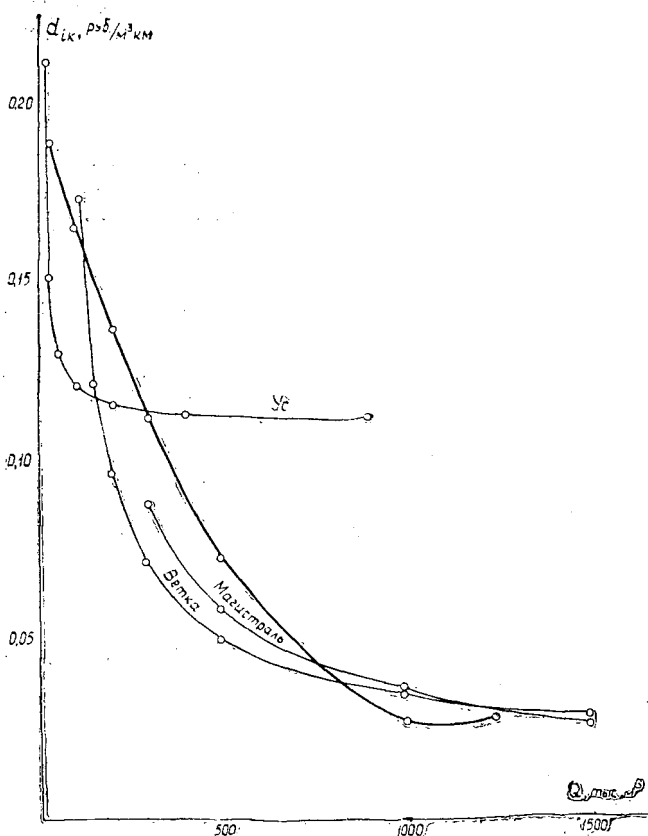


Рис. 2.

Удельные суммарные расходы  $d_{ik}$  составляют на основе показателей [8] и приводят к  $1 \text{ м}^3 \text{ км}$  по расходам на усы, ветки, магистрали в одинаковых условиях рельефа и грунта. Кривые зависимости удельных суммарных расходов  $d_{ik}$  от объема вывозимой древесины  $Q$  приведены на рис. 2. Из этого рисунка видно, что при определенных значениях суммарного объема вывезенной древесины удельные суммарные расходы равны по усам и веткам, а также по веткам и магистралям. Это позволяет построить общую кривую, аппроксимируемую полиномом, справедливым для  $0 \leq Q \leq \infty$  в одинаковых условиях рельефа и грунта. Например, для условий Ухтинского леспромхоза II категории местности имеем зависимость

$$d_{ik} = 0,197 - 0,334 \cdot 10^{-3} Q + 0,187 \cdot 10^{-6} Q^2 - 0,227 \cdot 10^{-10} Q^3. \quad (5)$$

Эта зависимость получена путем интерполирования совокупности расчетных точек методом наименьших квадратов на ЭВМ «Минск-1».

В заключение следует добавить, что данную модель и метод можно использовать не только для определения конфигурации транспортной сети внутри лесосырьевой базы, но также для решения вопросов по обоснованию зоны лесовозной дороги, ее пункта примыкания, оценки эффективности применяемого типа лесотранспорта, сочетания наземного транспорта и сплавных путей. Модель должна охватить лесосырьевые базы смежных дорог, и в нее должны быть введены все пункты



примыкания лесовозной дороги. Выбор зоны действия дороги и пункт ее примыкания будут определяться поэтапным распределительным методом.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ю. Н. Венценовцев. Основы теории лесопромышленных производств. Изд. «Лесная промышленность», М., 1966. [2]. П. И. Горышин и др. Экономическое обоснование прямой автомобильной вывозки лесоматериалов. Карельское книжное издательство, 1962. [3]. Дж. Данциг. Линейное программирование. Изд. «Прогресс», М., 1966. [4]. Б. А. Ильин. Проектирование и организация лесозаготовительных предприятий. Гослесбуиздат, М.—Л., 1955. [5]. С. К. Лебедев. Лесорубочный участок, его наивыгоднейшие размеры и расстояние трелевки. Изд. НИСа АЛТИ, Архангельск, 1939. [6]. Н. М. Невеский. Новые методы составления планов лесозаготовки лесных массивов. М., Гостехиздат, 1930. [7]. М. В. Плаксин. Основы рационального построения производственного процесса лесозаготовок. Изд. Львовского университета, 1958. [8]. Техничко-экономические показатели для проектирования лесозаготовительных предприятий. Гипролестранс, Л., 1967. [9]. А. Н. Фаллер. Оптимальные расстояния трелевки и прямой вывозки леса тракторами. Труды ЦНИИМЭ, сб. VII, 1957. [10]. А. К. Шихов. Повышение экономической эффективности автомобильного транспорта. Реферативный сборник «Лесное хозяйство и лесозаготовка», № 24, 1966. [11]. В. В. Шелкунов, Н. И. Скрипов. Эффективность применения различных типов лесовозных дорог. М., Гослесбуиздат, 1963.

---

Поступила 3 июня 1968 г.

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.79

## О СОДЕРЖАНИИ ПОНЯТИЯ «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ»

В. Н. КЛЮКОВКИН

(Львовское отделение института экономики АН УССР)

В экономической литературе и в отраслевых инструкциях по расчету производственных мощностей промышленных предприятий не всегда четко разграничиваются факторы, влияющие на величину мощности и на улучшение ее использования. Многие положения методологического и методического порядка остаются до настоящего времени дискуссионными.

В нашей статье ставится задача определения тождества и различия характеристик: «производственная мощность», «использование производственной мощности» и «выпуск продукции».

Общепризнано, что количество выпускаемой продукции зависит как от величины производственной мощности, так и от степени ее использования. Следовательно, выпуск продукции по составу (количеству) определяющих его факторов шире каждого из этих двух понятий (мощности и степени ее использования); он зависит от количества оборудования (рабочих мест), от производительности его в единицу времени работы и от продолжительности работы.

В экономической литературе наиболее распространено понимание мощности как максимально возможного выпуска продукции в календарный период времени (год). Но это означает, что мощность и ее использование ставятся в зависимость от всех трех факторов, определяющих выпуск продукции, то есть эти характеристики и понятия отождествляются качественно и различаются лишь количественно.

Однако производственная мощность зависит не от времени работы оборудования, а лишь от количества станков и интенсивности их работы. В этом состоит принципиальное отличие мощности от выпуска как понятий и экономических характеристик производственных подразделений.

Производственная способность средств труда не зависит от степени экстенсивного использования, не увеличивается и не уменьшается с изменением частоты и продолжительности возможных или необходимых перерывов в работе машин, не исчезает и не возникает с началом или окончанием функционирования средств труда. Считать, что величина производственной мощности зависит от продолжительности и частоты перерывов, значит признать, что средства труда имеют мощность только во время работы. А это приводит к абсурдным выводам: а) две идентичные автоматические линии, используемые в одну и две смены, имеют разную производственную мощность; б) при двухсменной работе предприятие ежедневно на 16 час приобретает мощность и на 8 час теряет ее; в) предприятие имеет производственную мощность с понедельника до пятницы и не имеет ее по субботам и воскресеньям и т. д.

Таким образом, признание зависимости производственной мощности от перерывов в работе практически ведет к тому, что искусственно занижаются производственные возможности, сознательно скрываются резервы увеличения выпуска продукции.

Мощность изменяется, она характеризует производственную способность, является данной величиной лишь на каждый определенный момент времени — таковы общепризнанные положения. Но тогда продолжительность времени работы не имеет никакого отношения к величине мощности, так как фактический объем производства в каждый данный момент времени зависит только от количества станков (фронт производства) и от интенсивности их работы.

При этом надо разграничивать измеряемое, измеритель и текущее время. Измеряемым является производственная способность на определенный момент текущего времени, а не за период этого времени (не за первое число месяца, месяц, квартал, год, а на первое число месяца, начало, середину, конец месяца, квартала, года). Измеритель — это количество продукции в единицу времени, но не текущего, а времени как такового.

Принимаемое за единицу измерения производственной мощности годовое время отождествляют с годовым временем текущего года. В текущем году всегда есть перерывы в работе, и отраслевые инструкции по расчету производственных мощностей рекомендуют их вычитать. Но уменьшив годовое время  $\Phi$  на ожидаемые потери в текущем году  $\Pi$ , мы получим возможное количество продукции не за время текущего года, как это принято считать, а за время  $\Phi - \Pi$ , то есть за единицу времени работы.

Мощность отражает возможную потенциальную способность средств труда, которая не зависит от того, функционируют они в данное время или нет. Это означает, что остановки предприятий по любым организационным причинам (нерабочая смена, два выходных дня и т. д.) не влекут за собой потерю мощности, потерю способности к производству, так как на них имеются готовые к использованию средства труда и достигнутая на тот или иной момент времени степень их освоения. Работоспособность средств труда и определенные навыки к труду — единственное необходимое и достаточное условие наличия производственной мощности.

Привлечение средств труда к производству продукции означает не возникновение несуществовавшей ранее мощности, а начало использования ее; прекращение производства — не исчезновение мощности, а окончание ее использования.

Таким образом, под производственной мощностью предприятия, цеха, участка, рабочего места (то есть производственного подразделения) следует понимать их способность производить максимальное количество продукции в единицу времени работы. Например, показатель суточной мощности будет характеризовать количество продукции, которое может быть произведено за 24 часа. Если же плановое использование суточной мощности равно 16 час, а величина плановой суточной мощности — 120 изделиям, то суточный выпуск продукции составит  $120 : 24 \times 16 = 80$  изделий.

Производственная мощность определяется основными элементами процесса труда: самим трудом, средствами труда и предметами труда, а также взаимодействием этих элементов в процессе труда.

Количество и качество средств труда определяет время, в течение которого производственное подразделение способно изготавливать единицу продукции. Например, с увеличением количества оборудования создаются условия для расширения производства в пространстве, а с по-

вышением его качества повышается производительность в единицу времени работы. Величина производственной мощности не зависит от того, имеет предприятие сырье и необходимые материалы или нет. Этот фактор определяет использование производственной мощности и влияет на выпуск продукции. Качество же сырья и материалов оказывает существенное влияние на производительность. Чем выше качество сырья, топлива, материалов, полуфабрикатов, чем меньше требуется времени и труда на их переработку, тем больше готовой продукции может быть произведено в единицу времени работы оборудования, тем выше производственная мощность промышленного предприятия.

В совокупности факторов, влияющих на повышение производительной силы труда, важное значение имеют и совершенствование организации производства и труда, и степень искусства рабочего.

Немаловажную роль в улучшении использования производственных мощностей и увеличении выпуска продукции играют специализация и кооперирование. Однако величина производственной мощности не зависит от предметной специализации предприятия, так как изменение последней влечет за собой изменение номенклатуры и количественных соотношений изделий в производственной программе, а следовательно, качественной характеристики производственной мощности.

Специализация же производственных подразделений (участков, цехов) при неизменной общей специализации предприятий влияет на величину производственной мощности. При этом изменяется как качественная, так и количественная характеристика производственной мощности подразделений предприятия, но остается постоянной количественная характеристика производственной мощности предприятия в целом.

Конструкция изделия и технология его изготовления — важные факторы, влияющие на величину производственной мощности. В деревообработке переход на новые технологические процессы (сушка древесины и изделий из нее токами высокой частоты, облагораживание древесины, применение новых синтетических материалов и клеев в производстве мебели и т. д.), как правило, намного увеличивает производственную мощность предприятий.

Совершенствование конструкций изделий, нормализация и стандартизация деталей и узлов, выбор рациональной формы и размеров за-

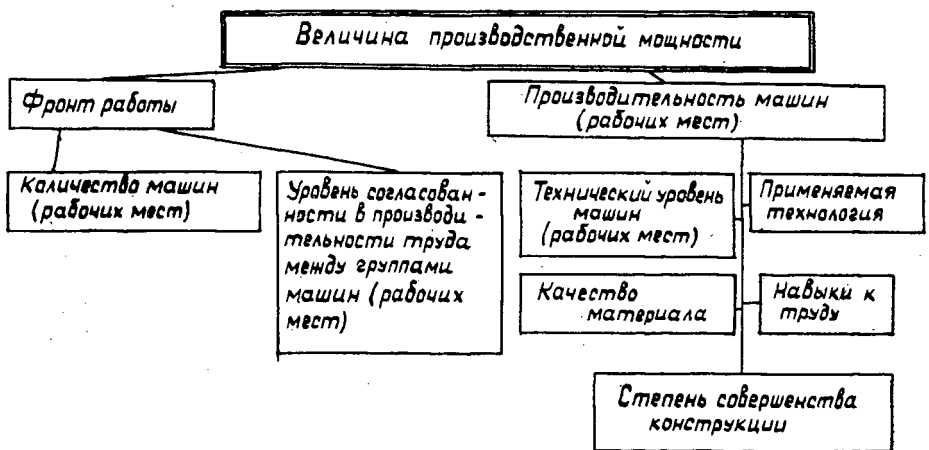


Рис. 1.

готовок, припусков и допусков, а также вида исходного материала являются путями дальнейшего технического прогресса. Например, в мебельном производстве это дает возможность организовать выпуск сборной мебели, что высвобождает значительное количество производственных площадей, ранее занятых под сборкой.

Одним из важных факторов, определяющих величину производственной мощности, является степень соответствия оборудования характеру изготавливаемой продукции. Чем она выше, тем больше производственная мощность предприятия, и наоборот. Однако необходимо учесть, что комплектность оборудования как фактор, влияющий на величину производственной мощности, проявляется только тогда, когда условие комплектности нарушено.

Перечисленные нами основные факторы можно классифицировать и показать схематично (рис. 1).

Анализ и классификация факторов, влияющих на величину производственной мощности, дают возможность четко разграничивать такие понятия, как «производственная мощность», «использование производственной мощности» и «выпуск продукции», а также выработать единые методологические принципы определения величины производственной мощности.

Поступила 24 июня 1968 г.

УДК 634.0.79

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФОРМ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ЕЕ УРОВНЯ

**Т. С. ЛОБОВИКОВ**

(Ленинградская лесотехническая академия)

Принято считать, что концентрация производства выражается в укрупнении предприятий и характеризуется их размером. Однако при одном и том же объеме вывозки леспромхоз, работающий на базе одной дороги с крупным грузооборотом, имеет производство явно более концентрированное, чем леспромхоз, работающий на базе нескольких дорог с малыми грузооборотами; расширение леспромхоза вследствие увеличения числа работающих лесопунктов экономически неравнозначно таксму же расширению в результате повышения грузооборотов дорог.

Все это вызывает необходимость различать формы процесса концентрации производства и измерять степень действительной концентрации производства с учетом ее форм.

Сложный характер процессов концентрации производства подмечен давно, но проблема форм концентрации еще не привлекла должного внимания. Н. С. Сачко [9], [10], [2] предложил различать концентрацию однородного производства и концентрацию производства вообще. И. А. Бородин [1] применительно к сельскому хозяйству указывал необходимость решать проблему концентрации производства на уровне предприятий и на уровне их подразделений. Л. И. Итин, Р. Е. Лещинер, Л. И. Улицкий [8], [2] говорят о концентрации производства (имея в виду технически однородное производство) и о концентрации предприятий; они не употребляют понятия форм концентрации, но указывают на возможность различных путей укрупнения предприятий. Я. Б. Кваша [2] называет четыре формы концентрации — агрегатную, технологическую, заводскую и организационно-хозяйственную, различая их по классам подразделений производства: отдельный агрегат, технологический поток, предприятие, объединение.

В лесозаготовительной промышленности понятие форм концентрации производства стали употреблять значительно раньше [5], [6], когда было рекомендовано различать типы предприятий (одноочаговый, многоочаговый, сетевой). Конкретные исследования концентрации производства в этой отрасли с 1952 г. ведутся не только по предприятиям (ЛПХ), но и по их подразделениям (лесовозная дорога + склад) [4], [7].

В 1967 г. нами предложена система понятий о формах концентраций производства [8]; в отличие от схемы Я. Б. Кваши, эти формы различаются не по объекту, в отношении которого оценивается концентрация, а по характеру самого процесса концентрации.

Мы выделяем формы: ауктивную — непосредственное увеличение масштаба каждого из автономных производственных процессов, обычно проявляющееся в увеличении мощности основных производственных потоков и подразделений (в ЛПХ — повышение грузооборота дорог и складов); агрегативную — увеличение числа автономных производственных процессов (участков, потоков, цехов, лесопунктов) в одном предприятии; ассоциативную — органическое слияние отдельных элементов автономных процессов, агрегированных в рамках предприятия (функции технического обслуживания, объединение сходных операций различных процессов в едином специализированном процессе).

Реальный процесс концентрации производства осуществляется как своеобразное в каждом случае сочетание этих трех форм; первые две формы результируются в показателе размера предприятия, а третья определяет степень его внутреннего единства, степень консолидации производства в предприятии.

Представим себе три леспромхоза с объемами производства и структурой, указанными в табл. 1.

Таблица 1

Леспромхозы	Общий объем вывозки Г, тыс. м <sup>3</sup>	В том числе по дорогам		
		№ 1 (z <sub>1</sub> )	№ 2 (z <sub>2</sub> )	№ 3 (z <sub>3</sub> )
А	400	200	200	—
Б	400	350	50	—
В	600	200	200	200

Если уровень концентрации производства оценивать размером предприятия по его общему объему производства, то в предприятиях А и Б концентрация одинакова. Но это, очевидно, не так, поскольку одно из подразделений предприятия Б значительно крупнее любого из подразделений предприятия А. В условиях высокой концентрации производства здесь исполняется  $\frac{7}{8}$  общего объема производства, на которые и распространяется эффект концентрации.

Показатель среднего масштаба производственных процессов, если определить его как простую среднюю, оказывается для всех трех предприятий одинаковым; ясно, что он не раскрывает различия концентрации производства. Если средний масштаб процессов вычислить как взвешенный (например, по объему производства  $\bar{z} = \frac{\sum z^2}{\sum z}$ ), он отразит большую степень концентрации в предприятии Б, но не вскроет различия предприятий А и В, из которых В явно крупнее. Следовательно, и этот показатель неполноценен, хотя он решает важную задачу отражения масштаба производственных процессов в предприятии.

Объединение нескольких производственных процессов в предприятии означает не только централизацию управления, но и укрупнение функций технического обеспечения производства, материального снаб-

жения, а иногда и некоторых элементов основных процессов производства. Оно позволяет реализовать все связанные с таким укрупнением эффекты.

Соизмерив в том или ином выражении функции предприятия как целого с функциями, выполняемыми в составе отдельно осуществляемых процессов, и назвав долю первых символом  $e$ , а долю вторых  $1-e$ , получаем возможность выразить единым показателем масштаб деятельности предприятия с учетом масштаба отдельных процессов, количества их в предприятии и масштаба функций, объединенных по предприятию в целом. В этом показателе будет отражена концентрация производства во всех ее формах.

Такой показатель в его общем виде является приведенным масштабом производства, который можно определять различно: через объем производства, количество занятых лиц, занятые фонды.

Если выразить его объемом производства, то показатель следует назвать приведенным объемом производства  $\Gamma_{\text{прив}}$

$$\Gamma_{\text{прив}} = e\Sigma z + (1 - e)\bar{z} \quad (1)$$

или, считая  $\Sigma z = \Gamma$  и учитывая  $\bar{z} = \frac{\Sigma z^2}{\Sigma z}$ ,

$$\Gamma_{\text{прив}} = e\Gamma + (1 - e)\frac{\Sigma z^2}{\Gamma} \quad (2)$$

Приняв в нашем примере  $e = 0,15$ , имеем приведенный объем производства в предприятии А — 230; Б — 326; В — 260 тыс. м<sup>3</sup>. Новый показатель отражает все различия размеров предприятий и масштабов процессов производства.

Показатель приведенного объема производства прямо и полно характеризует общий уровень концентрации производства в предприятии.

Средневзвешенный масштаб производственных процессов  $\bar{z}$  всегда больше (или, по крайней мере, равен) простой средней  $\frac{\Gamma}{n}$ . Отношение этих средних выражает степень сосредоточения производства в относительно крупных по масштабу процессах и может быть названо коэффициентом аутивной формы  $K_{\text{ау}}$

$$K_{\text{ау}} = \frac{\bar{z} \cdot n}{\Gamma} = \frac{n\Sigma z^2}{\Gamma^2} \quad (3)$$

Этот коэффициент равен единице, если все отдельные процессы имеют равные масштабы; он тем больше единицы, чем больше дифференцированы масштабы процессов.

Общий объем производства в предприятии  $\Gamma$  можно представить как произведение среднего (взвешенного) масштаба производства на коэффициент, который может быть назван коэффициентом концентрации агрегативной формы  $K_{\text{аг}}$ .

$$\Gamma = \bar{z} \cdot K_{\text{аг}}; \quad K_{\text{аг}} = \frac{\Gamma}{\bar{z}} = \frac{\Gamma^2}{\Sigma z^2} \quad (4)$$

Этот коэффициент равен единице, если в рамках предприятия функционирует только один процесс; он тем больше единицы, чем больше процессов объединено в предприятии.

Уровень концентрации производства, выраженный приведенным объемом производства ( $\Gamma_{\text{прив}}$ ), меньше действительного общего объема, если осуществляемые в предприятии процессы слабо объединены (недостаточно ассоциативная форма концентрации).

Приведенный объем производства можно представить как произведение действительного объема на коэффициент, который следует называть коэффициентом концентрации ассоциативной формы

$$\Gamma_{\text{прив}} = \Gamma \cdot K_{\text{ас}}; \quad K_{\text{ас}} = \frac{\Gamma_{\text{прив}}}{\Gamma}. \quad (5)$$

Из формул (2) и (5) следует

$$K_{\text{ас}} = e + \frac{(1-e)\Sigma z^2}{\Gamma^2}. \quad (6)$$

Этот коэффициент равен единице, когда доля объединенных функций  $e = 1$  (этот предельный случай обозначает, что все процессы в предприятии полностью объединены; во всех иных случаях он меньше единицы и в тем большей степени, чем меньше  $e$ ).

Из формул (3), (4) и (5) следует, что

$$\Gamma_{\text{прив}} = \frac{\Gamma}{n} \cdot K_{\text{ау}} \cdot K_{\text{аг}} \cdot K_{\text{ас}}. \quad (7)$$

Такое выражение уровня концентрации производства раскрывает степень влияния отдельных форм концентрации на общий ее уровень.

Согласно формулам (3), (4), (6), (7) в предприятии Б (см. пример)

$$\Gamma_{\text{прив}} = \frac{400}{2} \cdot 1,56 \cdot 1,28 \cdot 0,814 = 326 \text{ тыс. м}^3.$$

Простая средняя грузооборотов дорог в данном предприятии равна 200 тыс. м<sup>3</sup> ( $\frac{400}{2}$ ). Но то обстоятельство, что размеры его подразделений неодинаковы и большая часть объема производства сосредоточена в крупном подразделении, обеспечило повышение концентрации производства в 1,56 раза. Соединение в одном предприятии двух подразделений (хотя и не одинаковых по масштабу) повысило концентрацию производства еще в 1,28 раза; но слабость связей этих подразделений (объединенные функции составляют всего 0,15 общего объема работ) снижает уровень концентрации в 0,814 раза.

Представим, что предприятия Б и А объединились, сохранив структуру своих подразделений и степень органического объединения функций  $e$ . В объединенном предприятии объем производства удвоится по сравнению с предприятием Б до объединения, но действительный уровень концентрации почти не возрастет

$$\Gamma_{\text{прив}} = \frac{800}{4} \cdot 1,28 \cdot 3,12 \cdot 0,422 = 337 \text{ тыс. м}^3.$$

Останется прежним средний (простой) масштаб процесса; возрастет в 2,43 раза коэффициент агрегативной концентрации, но снизится в 1,22 раза коэффициент ауктивной концентрации (и средневзвешенный грузооборот) и в 1,93 раза — коэффициент ассоциативной концентрации. Приведенный объем производства, рассчитанный по формуле (2), оказался в предприятии В меньше, чем в предприятии Б, хотя действительный объем производства в первом случае в 1,5 раза больше. Это значит, что при высокой доле раздельно осуществляемых функций  $(1-e)$  масштаб производственных процессов  $\bar{z}$  влияет сильнее, чем общий объем производства  $\Gamma$ ; при уменьшении  $(1-e)$  рост общего объема производства будет влиять сильнее\*.

\* Если в нашем примере принять  $e = 0,4$ , то  $\Gamma_{\text{прив}}$  составит в предприятии А — 280, в предприятии Б — 347 и в предприятии В — 360.



В классификации типов лесозаготовительных предприятий, предложенной нами в 1955 и 1958 гг. [5], предприятия, осуществляющие весь объем производства одним, единым процессом (то есть на базе одной лесовозной дороги и одного нижнего склада), получили название одноочаговых; работающие на базе нескольких лесовозных дорог и складов — многоочаговыми; предприятия, работающие рассредоточенно, но эксплуатирующие не отдельные лесовозные дороги, а их сеть, называются сетевыми.

В одноочаговом предприятии масштаб единого производственного процесса обычно достаточно велик для того, чтобы было экономически оправдано самостоятельное существование такого предприятия и не было сильных побуждений к включению в его состав других лесовозных дорог со складами. Здесь достигнута высокая степень концентрации производства ауктивной формы и, вместе с тем, ассоциативной (поскольку все функции осуществляются в приложении к одному, единому процессу). Именно поэтому слабо действуют или не действуют тенденции агрегативной формы концентрации.

В многоочаговом предприятии масштабы отдельных производственных процессов недостаточны, чтобы оправдать самостоятельное существование каждого участка (дорога + склад) в качестве предприятия: это побуждает к их объединению в рамках одного предприятия. Говоря иначе, недостаточный уровень ауктивной и ассоциативной форм концентрации производства компенсируется здесь концентрацией агрегативной формы.

Сетевые предприятия создаются в условиях, когда невозможно сосредоточить крупный объем производства в одном процессе (и в одном пункте) и экономически не оправдано существование мелких самостоятельных лесовозных дорог. Органически объединяя ряд важных элементов автономных процессов (например, вывозку древесины), удается компенсировать недостаточность ауктивной и агрегативной форм концентрации производства развитием концентрации ассоциативной формы.

Формирование действительного уровня концентрации производства в леспромхозах различного размера происходит не одинаково. Закономерное своеобразие его характеризуется данными табл. 2 (по предприятиям многолесных районов).

Таблица 2

Группы ЛПХ по общему объему вывозки, тыс. м <sup>3</sup>	Количество ЛПХ	Среднее количество дорог в ЛПХ	Средний общий объем производства ЛПХ, тыс. м <sup>3</sup>	Средний приведенный объем производства, тыс. м <sup>3</sup>	Формирование приведенного объема			
					средний грузооборот дорог	$K_{ау}$	$K_{аг}$	$K_{ас}$
До 50	10	1,0	33	33	33	1,0	1,0	1,0
51—100	42	1,5	76	51	42	1,15	1,47	0,71
101—200	113	2,3	155	94	63	1,38	1,78	0,61
201—300	174	3,0	250	122	74	1,46	2,32	0,49
301—400	142	3,6	343	151	87	1,49	2,66	0,44
401—500	58	5,3	448	144	78	1,41	4,07	0,32
501—700	38	6,0	574	169	86	1,44	4,62	0,30
701 и более	10	7,0	830	221	109	1,40	5,43	0,27
Всего . .	587	3,4	289	124	78	1,36	2,73	0,43

Примечание. Производство среднего грузооборота дороги на число дорог в ЛПХ отличается от общего объема производства на объем прямой вывозки.

Таким образом, формирование типов и размеров лесозаготовительных предприятий тесно связано с взаимодействием форм концентрации производства.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. А. Бородин. Об оптимальных размерах совхозов. Журн. «Вопросы экономики» № 12, 1963. [2]. Вопросы оптимального размера предприятий в промышленности СССР. Сборник института экономики АН СССР, М., 1968. [3]. Л. И. Игин, Р. Е. Лещинер, Л. И. Улицкий. Вопросы методики обоснования концентрации и специализации производства, М., 1967. [4]. Т. С. Лобовиков. Исследование уровня концентрации производства в лесозаготовительной промышленности. Труды Лесотехнической академии, № 79, 1957. [5]. Т. С. Лобовиков. Опыт классификации типов лесозаготовительных предприятий. Научные доклады высшей школы. Журн. «Лесоинженерное дело» № 1, 1958. [6]. Т. С. Лобовиков. Вопросы развития типов лесозаготовительных предприятий. Труды Лесотехнической академии, № 88, 1959. [7]. Т. С. Лобовиков. Влияние концентрации производства в лесозаготовительной промышленности на экономические показатели производства. Труды Лесотехнической академии, № 101, 1963. [8]. Т. С. Лобовиков. Формы и показатели концентрации производства. Техническая информация Лесотехнической академии, 1963. [9]. Н. С. Сачко. Концентрация производства и оптимальный размер предприятий. Журн. «Вопросы экономики» № 2, 1963. [10]. Н. С. Сачко. Концентрация производства в промышленности. М., 1968.

---

Поступила 17 декабря 1968 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 634.0.2

**ОБ УСТАНОВЛЕНИИ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛЕСИСТОСТИ  
В МНОГОЛЕСНЫХ РАЙОНАХ**

**А. И. НОСЕНКОВ**

(Лаборатория лесоведения АН СССР)

Существует мнение, что установление размера оптимальной лесистости и ее регулирование — первостепенная задача только для малолесных и для некоторых среднелесных областей, а для многолесных этот вопрос не актуален. Такое мнение ошибочно. Надо учитывать не только площадь, занятую лесами, но и характер размещения их с учетом природных условий и возможности развития эрозийных процессов.

В статье «Опыт определения оптимальной лесистости бассейна реки Вори»\* мы рассказали о принципах выделения защитных лесов на примере верхней части бассейна р. Вори Загорского района Московской области, где при довольно высокой общей лесистости (47%) гидрографическая сеть значительно обезлесена и леса размещены неравномерно.

В целях наиболее производительного использования земель территорию этого бассейна надо, как показали наши исследования, перераспределить (см. табл. 1).

Таблица 1

Распределение лесопокрытой площади	Имеется в настоящее время	Дополнительно проектируется	Необходимое количество
Существующие леса, %	47	—	—
из них переводится в другой вид удобий, %	12	—	—
входит в состав оптимальной лесистости, %	35	19	54
В процентах от необходимого количества	65	35	100
в том числе зеленая зона, %	24	—	24
защитные леса, %	11	19	30
В процентах от необходимого количества	37	63	100

Таким образом, площадь лесов увеличится на 7%. Это вызвано необходимостью создания вокруг проектируемого водохранилища на р. Вори лесопарковой зоны отдыха, которая будет состоять из зеленой зоны — массива, выделяемого из существующих лесов (24%) и защитных лесов (30%), частично выделенных из существующих (11%) и вновь создаваемых (19%). Эти леса будут подразделяться на водоохранно-защитные, поле-почвозащитные и защитные полосы вдоль дорог.

Как показали расчеты, почти две трети (63%) необходимого количества защитных лесов приходится создавать заново, что требует больших материально-технических и трудовых затрат. Поэтому уже сейчас (тем более, что это не вызовет дополнительных расходов) в многолесных районах страны следует провести нормирование лесистости, что позволит целесообразно ее регулировать и избавит от необходимости заниматься впоследствии облесением непродуманно оголенных территорий.

\* Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1963.

УДК 634.0.232.216

## К ВОПРОСУ О СРАВНИТЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ

В. Б. ЛАРИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Для получения данных о правильном выборе способа обработки почвы при искусственном лесовозобновлении нами проведены опыты в квартале 27 Вельского лесничества, Вельского лесхоза, Архангельской области.

Участок культур заложен на вырубке 1966 г. с огневой очисткой лесосеки. Захламленность слабая. Среднее количество пней на 1 га — 900 шт. Напочвенный покров представлен в первом ярусе — иван-чаем и вейником лесным, во втором — брусничкой, кошачьей лапкой, геранью лесной и костяницей, в третьем — оленьим мхом и *Pleurozium Schreberi* (Brid.) Mitt. Степень проективного покрытия травяно-кустарничковой растительностью — 0,1, мхами и лишайниками — 0,3. Почва подзолистая супесчаная на аллювиальном наносе. Состав древостоя до рубки 8С2Е, ед. Б.

Весной 1966 г. после обработки почвы в благоприятные агротехнические сроки произведены посевы сосны и ели семенами II класса качества по 50 шт. в посевное место и посадка сосны на площади около 6 га.

Если при посадках на второй год не отмечено существенной разницы, то при посевах заметно влияние способа обработки почвы на успешность лесных культур.

Некоторые результаты осенних учетов посевов приведены в табл. 1, из которой видно, что во всех вариантах опыта грунтовая всхожесть ели оказалась значительно ниже по сравнению с сосной, но для обеих пород она варьирует в зависимости от способа предпосевной обработки почвы. Например, на полосах, приготовленных якорным покровосдирателем, грунтовая всхожесть выше на 32,3% для сосны и на 24,5% для ели, чем в пластах, образованных двухотвальным плугом ПКЛ-70. Существенное колебание этого показателя можно объяснить различиями в водно-воздушном и тепловом режимах, созданных в результате воздействия орудий на почву. Так, влажность почвы в процентах от абс. сухого веса в верхнем слое плужного пласта (0—5 см) в некоторые дни во второй и третьей декадах июня 1966 г. опускалась до 2,5%. В пластах ПКЛ-70 и в полосах, приготовленных КЛБ-1,7 и, в меньшей степени, ЯП-1, отмечался более резкий перепад температур, чем в плужных бороздах и в полосах, минерализованных рыхлителем РЛ-1,8.

Заселенность по посевным местам была довольно высокой во всех вариантах, но для ели она все же была несколько ниже. Различия в средней высоте сеянцев в первый год невелики.

Самый большой средний прирост в высоту за вегетационный период 1967 г. был в культурах по плужным бороздам и на полосах, образованных рыхлителем РЛ-1,8.

Сравнение по способам обработки показывает, что наибольшее различие в показателях наблюдается при определении приживаемости сеянцев к концу второго вегетационного периода. Если в бороздах сохранилось 95,3% сеянцев сосны и 68,5% ели, то в полосах, приготовленных культиватором КЛБ-1,7, только 35,4 и 25,4% соответственно.

Таким образом, анализ табл. 1 и проведенные нами исследования работы перечисленных орудий, с учетом их влияния на микросреду, позволяют считать культуры более успешными в тех случаях, когда почва обрабатывалась без интенсивного рыхления. Это согласуется с мнением ряда авторов, занимавшихся изучением агротехники создания культур в различных районах таежной зоны на вырубках с естественно-дренированными песчаными почвами (С. В. Алексеев, А. И. Стальский, А. С. Синников, М. С. Синькевич, В. И. Шубин и Л. В. Попов, А. В. Побединский и О. Т. Новицкая и др.).

Следует отметить, что РЛ-1,8 в отличие от других рыхлящих орудий (ЯП-1, КЛБ-1,7), как показало определение объемного веса почвы, даже несколько уплотняет поверхность минерализованных полос.

Таблица 1

Способ обработки почвы	Метод производства культур	Порода	Количество посеянных мест на 1 га, шт.	Количество засеянных посевных мест, %	Грунтовая всхожесть семян, %	Количество семян на 1 га, шт.	Показатели на второй год		
							приживаемость семян, %	средняя высота семян, см	средний прирост семян, см
Борозды, приготовленные плугом ПКЛ-70	Ручной посев	С	3550	92,3	34,2	60600	95,3	6,2	3,4
		Е	3550	91,6	21,2	37800	68,5	4,7	2,5
Полосы, приготовленные рыхлителем лесным РЛ-1,8	Посев высевальным приспособлением к плугу ПКЛ-70	С	—	—	—	58300	92,4	5,6	3,0
		Е	—	—	—	52100	72,4	4,8	2,6
Полосы, приготовленные якорным покровосдирателем ЯП-1	Ручной посев	С	3460	91,5	40,1	55200	87,2	4,9	2,3
		Е	3460	88,4	19,4	34500	65,1	3,8	1,4
Полосы, приготовленные якорным покровосдирателем ЯП-1	Посев высевальным приспособлением к ЯП-1	С	5100	98,3	44,5	114000	40,4	4,4	1,6
		Е	5100	88,1	33,7	84500	28,2	3,3	0,8
Полосы, приготовленные культиватором лесным КЛБ-1,7	Ручной посев	С	—	—	—	23170	68,4	4,5	1,7
		Е	—	—	—	24560	32,1	3,2	0,9
Полосы, приготовленные плугом ПКЛ-70	Ручной посев	С	3900	86,0	30,6	58500	35,4	3,8	1,3
		Е	3900	80,0	16,2	31300	25,4	3,1	0,7
Полосы, приготовленные плугом ПКЛ-70	Ручной посев	С	3550	72,8	12,2	21830	32,0	4,0	1,5
		Е	3550	67,0	9,2	16400	12,2	2,4	0,6

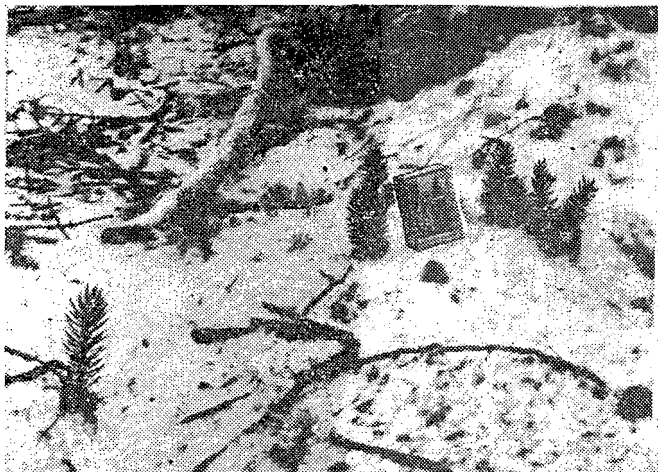


Рис. 1. Двухлетние культуры ели в бороздах, подготовленных плугом ПКЛ-70 с одновременным высевом семян.

Развитие напочвенного покрова на лесокультурной площади протекает неравномерно. Например, уже на второй год после обработки полосами КЛБ-1,7 иван-чая было в 5,2 раза больше, чем при плужной обработке, и в 3,5 раза больше, чем на полосах, созданных рыхлителем РЛ-1,8. Травянистая растительность может оказать заглушающее влияние на лесные культуры, особенно в условиях дефицита влажности.

Орудия ЯП-1, ПКЛ-70, ПСТ-2А, имеющие высевающие приспособления, на практике используются редко. В то же время, как показал опыт, их применение в некоторых лесорастительных условиях может быть вполне успешным (рис. 1).

Исходя из учета перечисленных факторов, считаем возможным на естественно-дренированных почвах данного лесорастительного района рекомендовать использование легких лесных плугов и избегать применения орудий, интенсивно рыхлящих почву.

Поступила 21 декабря 1967 г.

УДК 581.43

## РАЗВИТИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРОЕНИЯ ПОЧВОГРУНТА

И. С. МАТЮК

(Москва)

Корневые системы древесных пород мы изучали в 1962 г. в смешанных насаждениях, созданных посадкой 2-летних сеянцев на территории Измайловского, Лосино-островского, Мытищинского и Яузского лесопарков Подмосковья. Одновременно раскапывали корни двух-трех деревьев разных пород, расположенных на расстоянии 1,0—1,5 м друг от друга.

На рис. 1 показаны корневые системы сосны обыкновенной и дуба черешчатого в 17-летнем насаждении. Рельеф участка ровный. Деревья, корневые системы которых были раскопаны, имеют такие показатели роста: сосна — диаметр 7,0 см; высоту 6,0 м; дуб соответственно — 6,5 см и 6,9 м. Как видно из рисунка, строение корневых систем деревьев различно.

На рис. 2 представлены корневые системы сосны обыкновенной и дуба черешчатого в насаждении 17-летнего возраста, где почвенно-грунтовые условия иные. Рельеф

сф участка — слабый склон возвышенного плато. Деревья сосны, у которых откапывали корневые системы, имели диаметр 8,5 см, высоту — 5,5 м; дуба — соответственно 7,1 см и 5,5 м.

Как видим, супесчано-песчаный почвогрунт на развитие корневых систем сосны и дуба оказывает совершенно иное влияние, чем суглинистый.

Рис. 3 иллюстрирует корневые системы дуба черешчатого и рябины обыкновенной в 17-летнем насаждении. Рельеф участка — ровный. Деревья, корни которых изучались, имели следующие показатели роста: у дуба диаметр — 11,0 см, у рябины — 5,0 см; высота соответственно — 9,0 и 8,0 м.

В связи с различным расположением корневых систем рябины и дуба в почвогрунте (корни рябины в одном горизонте, а дуба — в трех) конкуренция между ними за влагу и питательные вещества ослабевает.

На рис. 4 изображены корневые системы лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в насаждении 17-летнего возраста. Рельеф участка — слабый склон возвышенного плато.

Так как корневые системы сосны и лиственницы находятся во всех горизонтах почвогрунта, то нужно полагать, что между ними в какой-то степени существует конкуренция за влагу и питательные вещества.

Рис. 5 характеризует корневые системы березы бородавчатой, ели обыкновенной и сосны обыкновенной 11-летнего возраста. Рельеф участка — равнинное понижение. Показатели роста деревьев, корни которых были раскопаны, следующие: диаметр березы — 12 см, ели — 2 см, сосны — 7 см; высоты соответственно 10,0, 2,8 и 6,0 м.

На рис. 6 представлено развитие корневых систем сосны обыкновенной и березы бородавчатой в насаждении 10-летнего возраста. Рельеф участка — вершина гряды. Диаметр сосны составлял 4,0 см, березы 5,4 см; высота соответственно — 3,7 и 5,4 м.

Таким образом, строение почвогрунта, в основу которого входит механический состав отдельных слоев, является определяющим фактором в характере развития корневых систем древесных пород. Корневые системы дуба черешчатого и березы бородавчатой во всех горизонтах почвогрунтов, различных по механическому составу, развиваются лучше, чем у сосны обыкновенной. По мощности развития корневых систем дуб черешчатый стоит на первом месте, береза бородавчатая — на втором, лиственница сибирская — на третьем, сосна обыкновенная — на четвертом, ель обыкновенная — на пятом.

Поступила 8 октября 1965 г.

УДК 634.0.114.351

## ЛЕСНАЯ ПОДСТИЛКА В ИСКУССТВЕННЫХ ГОРНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ И ЕЕ МЕЛИОРАТИВНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

К. С. БОТМАН

(Среднеазиатский НИИЛХ)

Величина и характер распределения лесной подстилки, ее влияние на эрозию почвы в искусственных насаждениях представляют определенный интерес. Мы проводили исследования в горных насаждениях (в возрасте 60 лет), выращенных на террасах в Акташском лесничестве Ташкентской области с целью борьбы с формирующимися здесь в прошлом селевыми потоками.

Изучению была подвергнута лесная подстилка под ореховым (типа «мүлль») и дубовым (типа «модер») насаждениями различной полноты (от 0,2 до 1,0) на склонах крутизной 30°. Цель работы — определить закономерности распределения лесной подстилки между террасами. Для этого мы воспользовались методом Н. А. Панковой\* по учету надземной массы, несколько изменив его. Учетные площадки размером 1 м<sup>2</sup> располагали на однородном участке размером 30 × 25 м<sup>2</sup> вдоль склона, от одной террасы к другой. На межтеррасном пространстве протяженностью 12 м было заложено 6 учетных площадок в трех повторностях (всего 138). Весовым методом на каждой площадке определен состав воздушно-сухой подстилки; количество

\* Н. А. Панкова. О гумусообразовании в некоторых почвах степного пояса Ферганского хребта. Работы по химии и агрохимии почв, т. XXXI, 1950.

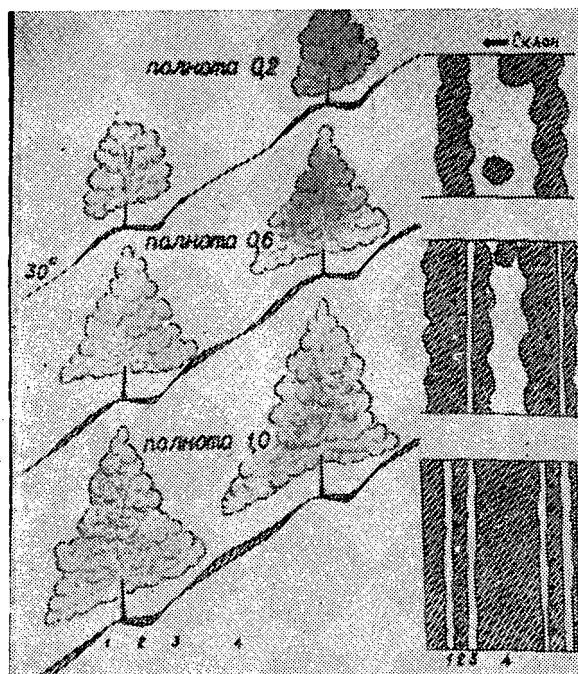


Рис. 1.

1 — внешний откос; 2 — дно террасы; 3 — материковый откос; 4 — межтеррасное пространство.

травяного опада, листьев деревьев, веточек, плодов, полуразложившегося опада без земляных частиц, в котором трудно разобрать составные части.

В ореховом насаждении полнотой 1,0 накапливается до 120 ц лесной подстилки на 1 га, при годовичном опаде 26 ц/га. Насаждения полнотой 0,8—0,6 дают около 90—70 ц/га, при годовичном опаде 18—14 ц/га; полнотой 0,4—0,2 — соответственно 60—57 ц/га, при годовичном опаде 10—8 ц/га.

В дубовом насаждении гораздо больше лесной подстилки; при полноте 1,0—200 ц/га, при годовичном опаде 48 ц/га. Мощность лесной подстилки для орехового насаждения равна 1—3 см, для дубового — 2—10 см.

В зависимости от полноты меняется и состав подстилки. В насаждении полнотой 1,0 под дубом совершенно отсутствует травяной опад, а под орехом он составляет всего лишь 5% от общего веса опада; при полноте 0,8 соответственно 1,5 и 18,5%; при полноте 0,6 — 4 и 27,5% и т. д.

На рис. 1 показано распределение лесной подстилки по площади в насаждениях различной полноты. На дне террасы в сомкнутом дубовом насаждении скапливается такое количество подстилки, что она не успевает гумифицироваться и оторфовываться (рис. 2). Такое явление для жаркого климата Средней Азии является исключительным.

Если количество лесной подстилки на межтеррасном пространстве в сомкнутом насаждении принять за 100%, то окажется, что под дубовым насаждением на дне террасы скапливается 360%, на материковом откосе 30% и на внешнем откосе — 70% (в расчете на 1 м<sup>2</sup>); в ореховом соответственно 270, 50 и 80%. Под ореховым насаждением сильнее развит травяной покров, который своими стеблями как бы прикрепляет лесную подстилку к тому месту, куда она успела выпасть.

Все пониженные элементы микрорельефа заполнены лесной подстилкой до общего уровня. Это говорит о том, что агентом перераспределения подстилки в горах является ветер.

Листопад в горах начинается в конце августа и продолжается до глубокой осени. К весне лесной опад образует довольно плотный ковер объемным весом для дуба 0,44, для ореха — 0,20. К апрелю — маю, когда наступает критический период в развитии эрозионных процессов, лесная подстилка представляет собой хороший буфер, способный вместить большое количество влаги и противостоять размывающей силе воды. Для определения весовым методом водоудерживающей способности лесной подстилки брали свежий осенний опад и опад прошлых лет под насаждениями дуба,





Рис. 2.

ореха, фисташки и арчи, состоящий только из листьев. За 100% принимали вес воздушно сухих листьев. Намачивание в воде в течение 15 и 30 мин производили путем дождевания на сите с диаметром ячеек 0,5 мм. В дальнейшем для экспозиции 1, 2, 4, 8, 16 и 32 час лесную подстилку помещали в марлевые мешочки и замачивали в стоячей воде. Температура воды изменялась в пределах 18—35°C. Результаты опыта (средние из двух повторностей) приведены на рис. 3.

Характер водопоглощения лесной подстилки различных лесных пород неодинаков, так как листочки и веточки арчи, например, пропитаны смолистыми веществами, листья фисташки имеют большую толщину, покрыты смолистой кутикулой, содержат дубильные вещества, препятствующие проникновению воды внутрь листа и его набуханию; листья дуба и ореха имеют тонкую листовую пластинку, поэтому смачивается большая площадь и резко увеличивается водоудерживающая способность подстилки. Влагоемкость листьев ореха самая высокая (485% от веса). Сначала она резко повышается, а затем плавно снижается. Вес листьев дуба в первые 2 часа после поверхностного смачивания не увеличивается, что связано с наличием в них большого количества дубильных веществ. После растворения этих веществ проникновение влаги в листовую пластинку усиливается.

Сравнение влагоемкости листьев одной и той же породы (особенно таких, как арча и фисташка), но различного возраста опада (свежий и прошлогодний) показывает, что у более старой подстилки влагоемкость выше.

Количество ежегодного древесного и травяного опада достигает примерно 3—6 т на 1 га. К наземному опаду ежегодно добавляется отмирающая масса корней, которая в 30-сантиметровом слое почвы составляет примерно еще такую же величину.

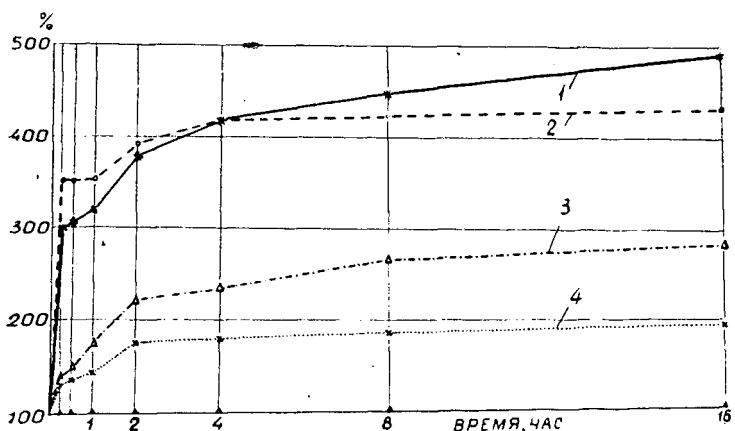


Рис. 3.

1 — орех грецкий; 2 — дуб летний; 3 — фисташка; 4 — арча.

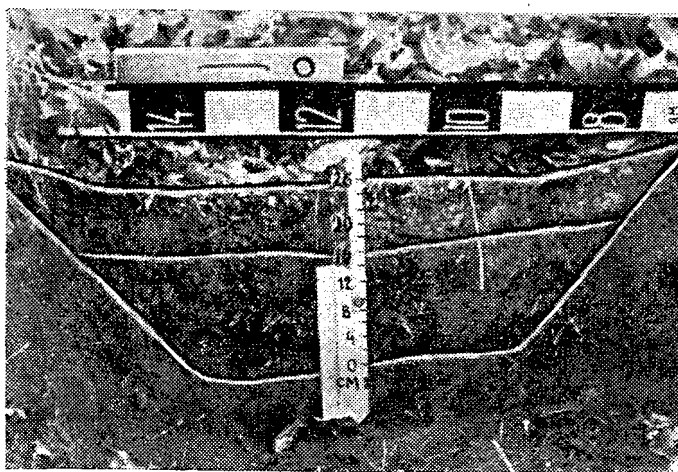


Рис. 4. Кольматационный слой на полотне террасы. Нижний слой отлагается без участия лесной подстилки. Верхний слой содержит большое количество органических остатков.

ну. В общей сложности в почву ежегодно поступает около 6—12 т растительных остатков на 1 га.

В почвах под ореховым и дубовым насаждениями имеется большой запас растительного материала для образования гумуса, а также условия, способствующие интенсивной гумификации этой массы. Увеличение гумуса, с одной стороны, и улучшение водно-физических свойств, с другой, приводит к восстановлению плодородия этих почв, подвергшихся в прошлом эрозии.

Сравнение четырех почвенных шурфов, заложенных в 100 м от опушки в глубь леса и поля в совершенно одинаковых экологических условиях, показало, что под дубовым насаждением полнотой 0,7 содержание гумуса в горизонте А на 70% выше, чем в тех же условиях на пашне (3,08 против 1,82%). В нижних горизонтах эта разница возрастает. Мощность гумусового горизонта под лесом на 90% больше (143 против 75 см). Горизонт вскипания карбонатов под лесом на 160% ниже (106 против 40 см). Это говорит о меньшем поражении эрозией почвы под лесом и лучшим ее восстановлении. Сравнение почвенных разрезов под лесным насаждением и выгоном показывает еще большую разницу.

В механическом составе почвы под лесом в верхних горизонтах больше глинистых фракций, к низу количество их уменьшается. Под пашней и выгоном, наоборот,

повышенное содержание фракций физической глины приходится на нижние горизонты. Под лесом процессы смыва прекратились и идет накопление и удержание глинистых фракций в верхних горизонтах вследствие коагулирующей способности лесной подстилки. Вместе с этим улучшились и физические свойства почвы. Так, порозность, характеризующая водопроницаемость почв, под дубовым насаждением увеличилась на 22—53% по сравнению с выгоном и пашней (в горизонте А порозность под дубом в межтеррасном пространстве составляет 55%, а на террасе 69%, против 45% на выгоне).

Террасы, построенные на горных склонах, дают возможность коагулировать на них твердый сток, смываемый с 10—20-метровых межтеррасных пространств. Межтеррасные пространства с развитием на них леса постепенно защищаются лесной подстилкой, и эрозийные процессы развиваются здесь очень слабо, лишь в неблагоприятные по осадкам годы. При этом коагуляция твердого стока также происходит на полотно террасы (рис. 4).

УДК 634.0.522

## СЕТЧАТЫЙ ВЫСОТОМЕР-КРОНОМЕТР

А. Г. ЛЕОНТЬЕВ

(Марийский политехнический институт)

Для определения высоты дерева мы предлагаем сетчатый высотомер, основанный на геометрических принципах, с использованием сети параллельных нитей, натянутых в четырехугольной рамке (рис. 1). Стороны рамки соединены между собой подвижно, с помощью осей, благодаря чему интервалы между нитями можно изменять, преобразуя прямоугольник в параллелограмм, и сделать их такими, что отрезок  $BC$  между нитями (рис. 2) будет содержать  $n$ -интервалов  $x$ , а высота дерева  $H$  соответственно —  $n$ -отрезков  $h$ ; отсюда высота дерева  $H = nh$ .

Для соблюдения постоянного расстояния ( $AC = l$ ) от глаза наблюдателя до сети к основанию рамки приставляют рычаг из проволоки длиной  $l = 250$  мм, на конце которого имеется пластмассовый наконечник; во время наблюдения его слегка прижимают к щеке (рис. 1). К сетчатому высотомеру приложена тесьма длиной  $h = 1$  м, которую прикалывают к нижней части дерева, или это расстояние в 1 м (базис) наносят мелом на ствол дерева.

Чтобы определить высоту дерева или ширину кроны, необходимо отойти от дерева примерно на расстояние, равное двойной высоте дерева, сжать семь нитей так, чтобы базис  $h$  размещался в пределах интервала  $x$  и подсчитать число интервалов  $n$ , в которых разместилась высота дерева. Число интервалов  $nx$  есть высота дерева в метрах. Аналогично можно вычислить протяженность кроны. Для нахождения ширины кроны, когда интервал между нитями соответствует базису  $h$ , необходимо высотомер взять так, чтобы нити были в отвесном положении. Подсчитав число интервалов, в пределах которых видна крона, определяем ширину кроны.

Человеческий глаз способен видеть предмет в целом, без перемещения глаза и головы наблюдателя, при расстоянии до предмета, равном его двойной высоте. При высоте деревьев от 20 до 40 м следует отходить от них на расстояние 20—80 м и пользоваться одинарными интервалами.

Основная ошибка при определении высоты или ширины предмета — ошибка совмещения линий визирования  $AD$  с  $AE$  и  $AC$  с  $AK$  (рис. 2). Ошибка положения линий визирования  $AD$  зависит от разрешающей способности глаза  $\alpha$ , которая на расстоянии 0,25 м составляет около  $60''$ , что в радианной мере

выразится как  $\rho = \frac{60}{206265}$ .

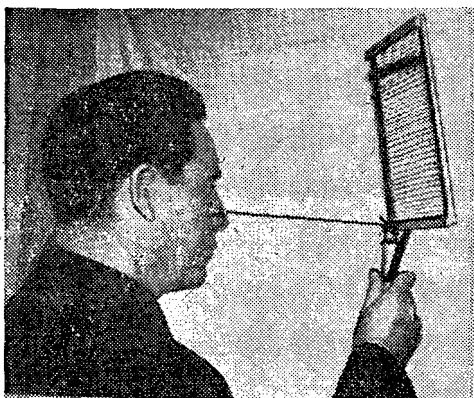


Рис. 1.

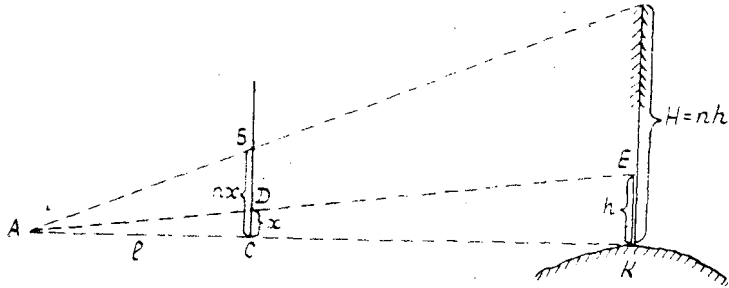


Рис. 2.

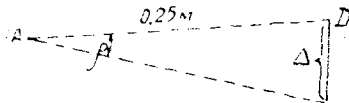


Рис. 3.

При расстоянии  $l$  от глаза наблюдателя до сетки, равном  $0,25$  м, для линии визирования  $AD$  ошибку положения этой линии  $\Delta$  найдем следующим образом (рис. 3):

$$\Delta = 0,25 \rho = 0,25 \frac{60}{206265} = 0,000072 \text{ м.}$$

При ошибке положения линии визирования  $\Delta = 0,000072$  м и при расстоянии до дерева  $AE = 40$  м (рис. 4)

$$\frac{\Delta h}{40,00} = \frac{0,000072}{0,25}$$

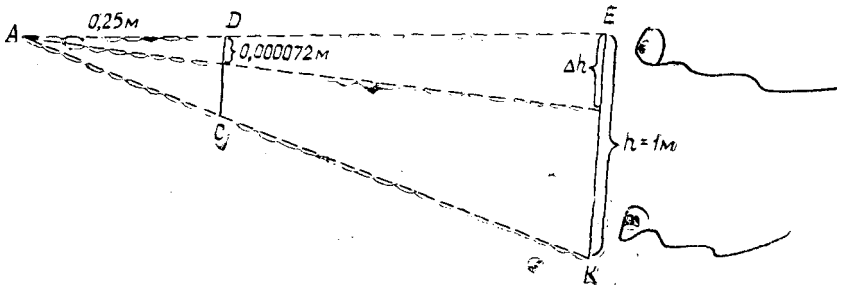


Рис. 4.

Отсюда ошибка визирования в вертикальном базисе  $\Delta h$  по линии визирования  $AE$  равняется  $0,0012$  м. Суммарная ошибка по линиям визирования  $AE$  и  $AK$  в  $\sqrt{2}$  раз больше

$$\Delta h = 0,0012 \cdot \sqrt{2} = 0,0017 \text{ м.}$$

Высоту дерева определяем числом интервалов сетки, в пределах которых оно размещено. Максимальное число интервалов у сетчатого высотомера  $40$ , отсюда максимальная суммарная ошибка

$$\Delta h_m = 40 \cdot 0,0017 = 0,068 \text{ м.}$$

При расстоянии до дерева  $40$  м предельная ошибка определения высоты дерева не будет превышать  $\pm 0,2$  м

$$\Delta h_{\text{пред}} = 3 \cdot 0,068 = 0,204 \approx \pm 0,2 \text{ м.}$$

При увеличении расстояния до дерева в 2 раза (80 м), очевидно, ошибка возрастает в 2 раза и будет составлять  $\pm 0,4$  м. Другие ошибки можно установить лишь опытным путем.

В результате исследования сетчатого высотомера получены опытным путем средние квадратические ошибки определения ширины предмета (табл. 1).

Таблица 1

Расстояние до предмета, м	Ширина предмета, м	Число наблюдений	Средняя квадратическая ошибка $\Delta$ , м
10	5	25	0,13
10	10	24	0,33
20	10	21	0,66
20	20	24	0,31
37	20	13	0,78
37	30	21	0,38
50	30	22	0,55
37	40	15	0,50
50	40	24	1,02
—	—	189	—

Из данных всех наблюдений средняя квадратическая ошибка  $\Delta = \pm 0,61$  м.

Таким образом, при расстояниях до дерева от 10 до 50 м сетчатый высотомер позволяет определить высоту дерева, ширину и протяженность кроны со средней точностью  $\pm 0,61$  м. С увеличением расстояния от наблюдателя до дерева, очевидно, ошибка будет возрастать прямо пропорционально расстоянию. Недостаток высотомера — его значительные размеры (30 × 23 см) и хрупкость.

Поступила 5 августа 1967 г.

УДК 674.093 : 382.6

## ПОГРУЗКА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПАКЕТАМИ

Е. А. ЦВЕТКОВ

(Ленинградская контора В/О «Экспортлес»)

Среди наших экспортных лесоматериалов ведущее место занимают пиломатериалы. Их перевозят морскими судами. Укладка досок в трюмах судов требует большого умения. Она должна быть плотной, чтобы было максимально использовано трюмное пространство, и равномерной, чтобы сохранялась остойчивость судна. Каждый портовый рабочий, работающий на штивке пиломатериалов в судах, должен ежедневно уложить до 15—20 т груза. Это напряженный, физически тяжелый труд.

Ленинградский лесной порт — один из крупных транзитных специализированных портов нашей страны. С берегов Невы на внешний рынок отправляют пиломатериалы, фанеру, балансы, пропсы, а также шпалы и, частично, пиловочные бревна. Одним из профилирующих и самым трудоемким товаром являются пиломатериалы, полностью перерабатываемые в Лесном порту. Уровень комплексной механизации складских и погрузочно-разгрузочных работ в порту до сих пор очень низкий, а штивка пиломатериалов в судах по-прежнему производится полностью вручную.

В 1964 г. Ленинградский лесной порт в качестве эксперимента впервые отгружал на экспорт пиломатериалы в жестких пакетах; при этом пакеты формировали вручную. Производительность труда рабочих-стивидоров в среднем на одного работающего повысилась на 33,8% и составила 40 м<sup>3</sup> на человеко-смену (по сравнению с 30 м<sup>3</sup> при обычном ручном способе укладки пиломатериалов). По-видимому, при дальнейшем освоении пакетированной погрузки должно уменьшиться и количество рабочих в бригаде; при достаточной удобной конструкции судна рабочим почти не придется затрачивать физических усилий. Функции подъема пакета и постановки его на определенное место будут выполнять кран, лебедка и, если потребуются, электропогрузчик.

Отсутствие пакетиформировочных и сортировочных машин сейчас не позволяет показать максимальную эффективность прогрессивного способа перевозки пиломатериалов в жестких пакетах. Однако опыт перевозки пакетированных пиломатериалов иностранными морскими судами говорит о значительно более высокой эффективности

использования грузоместимости судов, благодаря машинной единообразной форме пакета с двумя равными торцами каждого пакета; при этом получается весьма высокая плотность укладки пакетов в трюмах и на палубе судна.

Иностранные фирмы-экспортеры имеют машины для формирования пакетов пиломатериалов. Финские и шведские пакетоформировочные машины увязывают доски в пакеты стальной лентой, а канадские машины — стальной проволокой. Более того, ряд фирм-лесоимпортеров («Саутернс» и «Феникс Тимбе» в Англии, «Снауерт» в Бельгии), получив пиломатериалы от экспортеров россыпью, считают экономически оправданным запаковать доски на своем складе и в таком виде транспортировать пиломатериалы внутри склада и отправлять к потребителям, минуя ручные работы в перевалке.

Перевозка на экспорт пиломатериалов в пакетах значительно повышает провозную способность морского флота, в результате чего можно получить экономию по фрахтованию тоннажа в размере около 2 млн. инвалютных рублей на каждые 100 тыс. стандартов. Кроме того, стоимость товара повышается на 25—40 шиллингов за стандарт в качестве экстраплаты за увязку товара в пакеты, а затраты труда на погрузочные работы в портах и на лесозаводах и на формирование пакетов специальными машинами резко сократятся против ручной подготовки и укладки (штивки) досок в судах. Более высокий уровень комплексной механизации производственных процессов на таком массовом и объемном товаре, как пиломатериалы, приведет к резкому росту производительности труда, снижению себестоимости, увеличению оборачиваемости транспорта.

Опытные перевозки на экспорт пиломатериалов в жестких пакетах из советских портов, а также зарубежная практика достаточно убедительно показывают целесообразность перехода на этот прогрессивный метод.

Необходимо принять действенные меры по созданию условий для портов и крупных (на первое время) лесозаводов в оснащении их производительными пакетоформировочными машинами для успешного внедрения перевозки морскими судами экспортных пиломатериалов в жестких пакетах, разработать и внедрить поощрительную систему оплаты труда за отгрузку пиломатериалов пакетами.

Следует поставить на обсуждение еще одну чрезвычайно важную проблему. В настоящее время мы и наши конкуренты и импортеры стоим на принципиально различных позициях по внедрению комплексной механизации, связанной с транспортировкой пиломатериалов на складах и перевозкой их морскими судами в пакетах.

Наши конкуренты формируют пакеты весом в 2 т и меньше в зависимости от сечения пакета и длины досок. Эксперименты, проведенные в нашей стране, подтвердили высокую эффективность пакетов весом свыше 3 т (до 4,5 т), то есть объемом около одного стандарта.

Мы думаем, что настало время унификации пакета во всех странах — экспортерах пиломатериалов. Должен быть установлен единый стандарт на пакет пиломатериалов и разработана соответствующая механизация на складах и в портах, а также определена серия морских судов, удобных для погрузки и выгрузки перевозимых пиломатериалов в пакетах.

Наши конкуренты, в основном, поставляют пиломатериалы в пакетах сечением 20 × 20 дюймов. Для нашей стороны более экономичен размер большого пакета сечением по ширине не свыше 42 дюймов и по высоте 36 дюймов. Необходимо, чтобы размер нашего пакета был принят рынками. Для этого целесообразно созвать международную конференцию по перевозке пиломатериалов в пакетированном виде. По нашему мнению, такая конференция могла бы сыграть положительную роль в разработке наиболее приемлемого веса пакета пиломатериалов как для лесоэкспортеров, так и для лесоимпортеров.

УДК 634.0.232

## ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ПЕСКАХ ПО ТРАССЕ КАРАКУМСКОГО КАНАЛА

**М. ШИРМАМЕДОВ**

(Репетекская песчано-пустынная станция Института пустынь АН Туркменской ССР)

В течение трех лет (1963—1965 гг.) мы проводили опыты по выращиванию лесных культур по трассе Каракумского канала им. В. И. Ленина на песках при близком залегании уровня грунтовых вод. В задачу наших исследований входило изучение лесорастительных условий песчаных берегов канала и фильтрационных озер с

целью проведения агролесомелиоративных мероприятий. Особое внимание было обращено на приживаемость, сохранность опытных лесных культур, на рост и развитие надземных и подземных органов растений. Изучен также водный режим древесных пород — интенсивность транспирации, динамика влажности, водоудерживающая способность и сосущая сила клеточного сока листьев.

Для выявления наиболее производительных пород, которые можно использовать при облесении песчаных берегов Каракумского канала первой очереди, мы испытали около 30 видов древесно-кустарниковых растений, приобретенных в различных лесхозах Туркменской ССР. Привезенные растения высаживали на песчаных берегах канала и фильтрационных озер. При этом мы применяли методы посадки, принятые в агроправилах по лесным культурам в Туркмении, но расположение посадок было иным. Для всех саженцев выкапывали посадочные ямы размером  $0,8 \times 0,8$  м, которые располагали по краям пояса капиллярного увлажнения. Расстояния от уреза воды 6—8 м. Посадку производили двумя способами в зависимости от ширины берегов — террасно-рядовым на узких крутых берегах и вертикальными рядами от уреза воды к вершинам песчаных гряд на широких пологих берегах. В обоих случаях расстояния между рядами 3 м, а в ряду 0,5 м.

Приживаемость саженцев и сеянцев учитывали в начале мая путем полного перечета прижившихся и неприжившихся растений во всех рядах для каждой породы в отдельности. Сохранность прижившихся растений устанавливали аналогичным перечетом вегетирующих растений в конце вегетационного периода. В результате наблюдений установлено, что в приживаемости опытных растений на берегах канала и фильтрационных озер нет существенного различия, однако к концу вегетации сохранность на берегах канала была больше. Причиной этого может быть различное влияние условий обитания и биологические особенности испытываемых пород.

Наряду с выяснением возможности произрастания опытных растений в условиях песчаной пустыни мы ежемесячно замеряли эти растения для выяснения их прироста в различные периоды вегетации. Прирост лесных культур в песчаной пустыне отличается от прироста тех же пород, произрастающих в оазисах, так как лесорастительные условия оазисов и пустыни различны. В последней почвенный субстрат весьма подвижен, крупнозернист и беден питательными веществами. Ежемесячные замеры прироста опытных растений дали возможность установить влияние внешней среды на рост оазисных растений в песчаной пустыне: в летние жаркие месяцы (июль, август), несмотря на увлажнение грунта, опытные породы имели ничтожный прирост, а у некоторых, как аморфа и маклюра, в самый жаркий месяц (июль) прирост совсем не было; в остальные летние месяцы он был ничтожно мал (1—5 см). Наибольший прирост опытных растений наблюдался в апреле — мае. Более энергично на песках росли лишь несколько пород — ива, туранга, айлант, акация белая, лох, карагач. Большинство пород, кроме ивы и туранги, в первый год после посадки дало меньший годовой прирост, чем в последующие годы. Возможно, в первый год эти породы приспособлялись к непривычным для них условиям произрастания в песчаной пустыне.

Для изучения мелиоративного значения деревьев и создания устойчивых и производительных древесных насаждений необходимо знать характер их корневых систем, так как это дает возможность определить, из каких горизонтов почвы корни растений откачивают воду. Чтобы выявить характер корневых систем деревьев, произрастающих на песчаных берегах канала и фильтрационных озер, мы раскопали корневые системы нескольких видов. При этом установлено, что основная масса корней развивается в горизонте, увлажненном капиллярным поднятием. Корни смыкаются в рядах и между рядами, проникая за пределы прилегающего междурядья и пересекая прилегающий ряд культур, радиус их распространения обычно превышает высоту дерева. Корни следуют рельефу и с удалением от берегов направляются вверх по склону пород. Особенно важно отметить, что корневая система туранги, развиваясь в поверхностном слое и давая вегетативные побеги, как бы блокирует песчаные гряды, и склоны постепенно, начиная от уровня воды и до вершины, покрываются зарослями туранги.

В настоящее время для создания лесных насаждений на песках по трассе Каракумского канала с близким залеганием уровня грунтовых вод можно рекомендовать следующие древесно-кустарниковые породы: иву, турангу, лох, гребенщики — для песчаных берегов фильтрационных озер; иву, турангу, лох, гребенщики, акацию белую, айлант, аморфу, абрикос, карагач, маклюру, тополь и шелковицу — для песчаных берегов канала. При этом иву, гребенщики, тополь и другие влаголюбивые породы можно высаживать на песках с избыточным увлажнением, то есть у уреза воды, а там, где капиллярная влажность, выходит на поверхность, можно посадить лох, турангу, шелковицу, акацию белую, айлант. На склоне песчаных гряд, где глубина залегания грунтовых вод до 2 м, можно выращивать маклюру, гледичию, карагач, аморфу, а также плодовые — абрикос, персики, виноград, груши и яблони с проведением агротехнических уходов. На вершине песчаных гряд, где влияние грунтовых вод исключено, следует посадить псаммофитные древесные растения — черкезу, саксаул, кандыи, песчаную акацию.

УДК 674.032.475.8(470.53)

## КУЛЬТУРЫ КЕДРА СИБИРСКОГО В ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. МАРУСОВ

(Вижайский леспромхоз Пермской области)

Начиная с 1960 г. в Вижайском лесничестве Вижайского леспромхоза Пермской области в питомнике и на лесокультурных площадях производили посев и посадку кедра сибирского. Обследованы культуры этого кедра и во Всесвятском лесничестве.

Весной 16 мая 1960 г. кедр сибирский был посеян в питомнике нестратифицированными семенами. Высеяно 30 кг семян I класса качества местного сбора (норма высева 30 г на 1 пог. м, глубина заделки 2—3 см). Почвы в питомнике — тяжелые суглинки. После посева посевные бороздки уплотняли брусом, а пространство между ними мульчировали опилками. Расстояние между посевными строчками принимали равным 20 см. В течение лета проводили прополку и рыхление. В первый год появились единичные всходы кедра, весной следующего года — обильные всходы. Выход двухлетних сеянцев с 1 пог. м составил в среднем 20 шт.

В феврале 1961 г. лесничество получило 100 кг семян кедра из Горно-Алтайской автономной области. Семена были собраны в период с 5 по 15 октября 1960 г. Состав насаждения 8К2П ед. Ос.Б, тип леса разнотравный. Высота над уровнем моря 700—1200 м. Семена II класса качества, готовили их к посеву по способам Е. П. Заборовского [1] и О. П. Олисовой [3].

В питомнике в одинаковых условиях высевали равное количество семян кедра, стратифицированных каждым из описанных способов. Все семена проходили стратификацию: до посева в питомнике 72 дня, до посева на лесокультурной площади 83 дня. Техника посева в питомнике была принята такая же, как и в 1960 г., почвенно-грунтовые условия также аналогичны условиям посева 1960 г., всходы появились через 16 дней.

При выращивании сеянцев в питомнике необходимо заразить их микоризой. Осмотр корневой системы однолетних сеянцев посева 1961 г. показал, что на них микориза отсутствует. По рекомендации Б. П. Колесникова, осматривавшего посевы кедра весной 1962 г., мы внесли микоризную землю из-под старых деревьев кедра между строчками посева, а часть посевов оставили контрольными. Внесение такой земли положительно сказалось на росте и развитии всходов. Обследование показало, что там, где внесена микоризная земля, сеянцы имели на корневой системе микоризу и росли лучше.

Выход посадочного материала в условиях лесничества можно признать удовлетворительным. Средняя высота двухлетних сеянцев 7 см, длина корня до 20 см, диаметр шейки корня 3—4 см. Цвет хвои темно-зеленый. Средняя высота трехлетних сеянцев до 15 см, корневая система развита и имеет длину до 25 см с хорошо развитой микоризой.

В квартале 166 на площади 6 га 4 июня 1961 г. были посеяны семена кедра в лунки (группами). Вырубка 1956 г., почва суглинистая, свежая, местами влажная. Тип леса — ельник травяной. Почва была подготовлена бульдозером осенью 1960 г. При посеве почву рыхлили граблями. В лунку высевали до 10 орешков кедра на глубину 4—5 см. Сверху семена покрывали землей. На однометровой площадке — 5 посевных мест, всего на 1 га 5000 посевных мест. В течение трех лет мы наблюдали за посевом кедра. Детальное обследование и инвентаризацию проводили осенью 1961 и 1964 гг. При учете определяли и общее количество всходов на однометровой площадке. Часть всходов появилась к концу вегетационного периода и на следующий год. Поздно появившиеся всходы не окрепли и погибли. В основном, они погибли там, где взойшли отдельными экземплярами на минерализованной почве. Группы сохранились лучше. Несмотря на отпад, на гектаре осталось до 8000 шт. сеянцев, что вполне достаточно для формирования в будущем насаждения с преобладанием кедра.

При подготовке почвы бульдозером или корчевателем на количество всходов кедра на 1 м<sup>2</sup> влияет место посева. При проходе бульдозера от ножа образуются микропонижения с обнаженной подзолистой почвой и микроповышения, где снята дернина, а также места с гумусовым горизонтом почвы (бровки полосы). Лучшие места для посева семян кедра — с наличием гумусового горизонта почвы и подстилки.

В 1963 г. в лесничестве помимо посева произведены опытная посадка сеянцев кедра сибирского в возрасте двух лет на площади 1 га в квартале 205, а также легкая посадка в квартале 231 через 10 дней [2]. Почвы на участках суглинистые, свежие. Тип леса до рубки — ельник травяной. Почву подготавливали плугом ПКЛ-70. Посадка под меч Колесова в пласт и дно борозды. Всего высаживали 6500 шт. двухлетних сеянцев из питомника. Средняя приживаемость сеянцев кедра в 1963 г. составила 91,9%, в 1964 г. — 86,4%.



В мае 1965 г. в квартале 207 Вижайского лесничества на старой вырубке посажены сеянцы кедра в возрасте 3—4 лет. Почва суглинистая, свежая, подготовлена осенью плугом ПКЛ-70. Тип леса — ельник травяной. Посадка под меч Колосова в дно борозды и в пласт. Всего было высажено 1328 шт. Средняя приживаемость сеянцев кедра составила 96,6%. Осенью 1964 г. обследованы опытные посадки кедра во Всевятском лесничестве Чусовского леспромхоза в кварталах 45 и 61 площадью 20 га.

Культуры кедра созданы весной 1960 г. путем посадки в площадки размером  $0,7 \times 0,7$  м. Почва подготовлена осенью 1959 г. вручную лопатами. Вырубка 1955 г. Тип леса — ельник травяной. Почвы суглинистые, свежие. Площадки расположены местами. Имеется естественное возобновление осины и березы. В площадку высаживали 5 двухлетних сеянцев кедра, всего 5000 шт. на 1 га. Приживаемость в 1960 г. составила 98%, в 1961 г. — 91% и в 1964 г. — 81%. Средняя высота сеянцев до 30 см. В течение трех лет производили прополку и рыхление, окашивание вокруг площадок. Состояние культур удовлетворительное.

Как показали наши наблюдения, в питомнике в 1962 г. выжимание сеянцев кедра составило 2,3%, в 1964 г. — 18,1%, в культурах при посадке в пласт — 14,1%. В питомнике были выжаты всходы, которые взшли на второй год посева на бровках гряд и которые были единичны на посевных строчках (примерно до 10 шт. на 1 пог. м). На увеличение выжимания в питомнике и на лесокультурной площади повлияли полка и рыхление почвы между посевными строчками на грядках и вокруг посадочных мест в культурах.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Е. П. Заборовский. О предпосевной подготовке семян кедра сибирского. Бюллетень научно-технической информации ЛенНИИЛХА, 2, 1956. [2]. А. А. Марусов. Посадка хвойных на юге Среднего Урала. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1964. [3]. О. П. Олисова. Методические указания по подготовке к посеву семян кедра сибирского. Техническая информация. Красноярск, 1956.

УДК 634.0.5

## СТРОЕНИЕ ДЕВСТВЕННЫХ ПИХТОВО-БУКОВЫХ ЛЕСОВ АБХАЗИИ

Г. Н. ГИГАУРИ, Г. П. ЛИПАРТЕЛИАНИ

(Тбилисский институт леса)

К. Л. ТУГУШИ

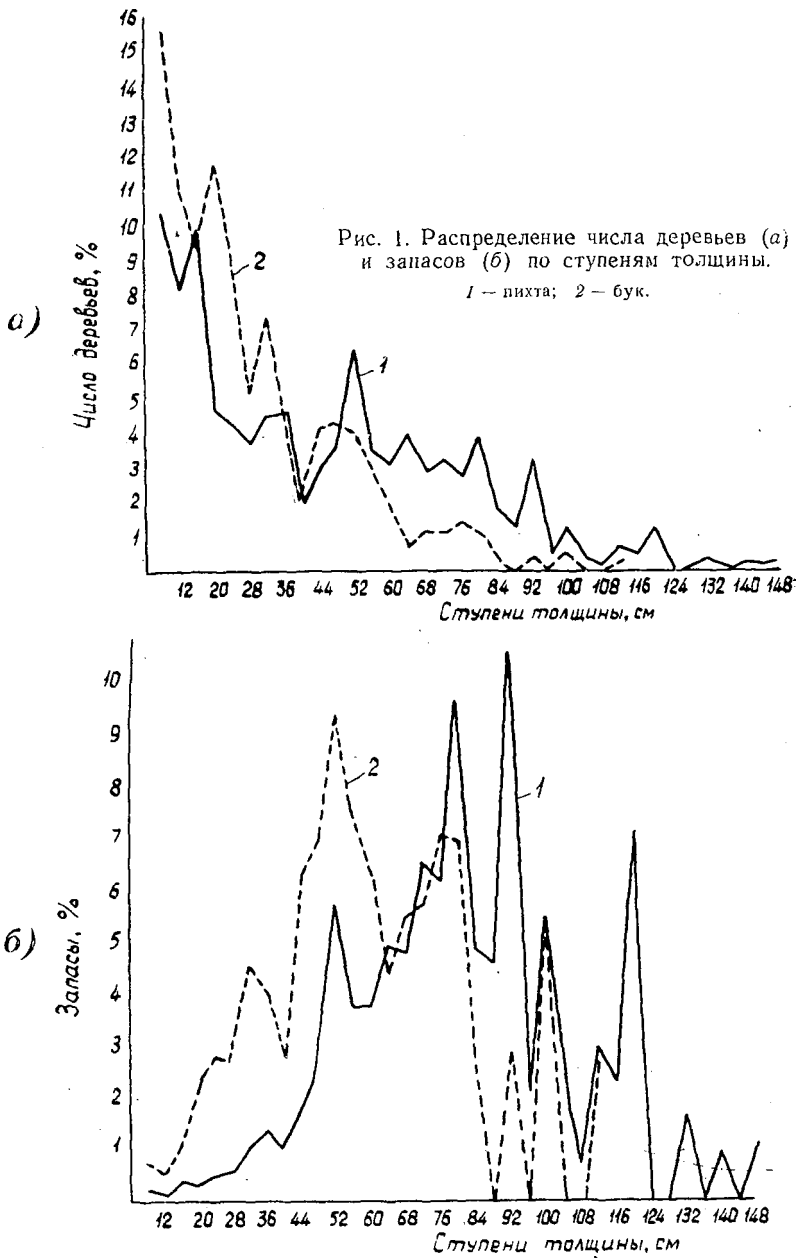
(Абхазская НИЛОС Тбилисского института леса)

Пихтово-букковые леса Кавказа характеризуются сложной разновозрастной структурой. Несмотря на проведенные исследования, особенности строения девственных пихтово-букковых лесов Грузии, в частности, Абхазии, все еще недостаточно изучены. Хозяйственные мероприятия проводят без учета особенностей строения разновозрастного леса.

Структура древостоя в широком значении этого термина означает всю совокупность таксационных признаков, но в настоящей статье мы ограничимся рассмотрением строения пихтово-букковых древостоев по высоте, диаметру и возрасту.

Экспериментальные работы проведены в Гагрском лесхозе и Рицинском заповеднике. Заложено 30 пробных площадей размером 0,5—1,0 га. На каждой пробе было не менее 200 деревьев пихты и бука, не считая подроста. По ступеням толщины срублены модельные деревья для сложного анализа ствола. Для установления возрастной структуры на соседних участках промышленных рубок дополнительно обследовано 718 пней. Кроме этого, вдоль и поперек склона прорублено три полосы шириной 2—4 м и длиной 250—500 м, на них срублены все деревья, включая и подрост. Всего взято и обработано 216 деревьев пихты и 127 — бука. Ход роста пихтовых древостоев отражен в литературе [4].

По данным наших исследований девственные пихтово-букковые леса Абхазии характеризуются разновозрастностью, обуславливающей сложную структуру древостоев с вертикальной сомкнутостью полога. Высоты деревьев, не включая подроста, колеблются в больших пределах: пихты — 6—55 м и бука — 6—40 м. Коэффициент вариации для пихты в среднем составляет 23,2% (14,5—37,4), для бука 25,4% (12,8—40,9). Значительные колебания высот деревьев создают вертикальную многоступенчатую



смыкнутость полога. В профиле девственные пихтово-буковые леса имеют очертания многовершинной ломаной линии. Фактически они многоярусные, но резкого разделения на ярусы не наблюдается, в натуре их трудно выделять. Одним из примеров многоярусного строения пихтово-буковых древостоев может служить пробная площадь 11 (состав 6Пх4Бк), на которой можно выделить три яруса (табл. 1).

Диаметры стволов в разновозрастных пихтово-буковых лесах также колеблются в значительно больших пределах, чем в одновозрастных древостоях. На пробных площадях были представлены деревья с диаметром от 12 до 148 см (не считая подраста). Коэффициент вариации для пихты в среднем составляет 57,0% (33,8—95,3), для бука 50,9% (26,7—86,4). Среднее по диаметру дерево по данным наших пробных площадей находится на 71—75% от наименьшей ступени толщины. Кривая распределения стволов по ступеням толщины также подтверждает неоднородность древостоя. В девственном пихтово-буковом лесу кривая эта многовершинна (рис. 1).

Таблица 1

Ярус	Порода	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Количество стволов	Запас, м <sup>3</sup>
I	Пх Бк	230	43	86	15	162,7
		200	39	68	10	64,0
		220	42	78	25	226,7
II	Пх Бк	170	33	62	60	300,0
		170	32	60	35	116,0
		170	33	62	95	416,0
III	Пх Бк	110	26	36	40	48,0
		150	26	52	45	110,5
		140	26	44	85	158,5
Итого	Пх Бк	—	—	—	115	510,7
		—	—	—	90	290,5
		—	—	—	205	801,2

Таблица 2

Поколение	Возраст, лет	Полнота	Порода	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Количество стволов	Запас, м <sup>3</sup>
I	181 и старше	0,5	Пх Бк	84	40	53	559
				76	33	11	71
				84	39	64	630
II	121—180	0,2	Пх Бк	48	27	71	185
				46	26	33	70
				48	27	104	255
III	41—120	0,1	Пх Бк	24	16	107	42
				24	15	98	39
				24	16	205	81
Итого	—	0,8	Пх Бк	—	—	231	786
				—	—	142	180
				—	—	373	966

Разновозрастность девственных пихтово-букowych лесов обусловлена: биоэкологическими особенностями пихты кавказской и бука восточного, специфичностью естественного возобновления в окнах и условиями местопроизрастания, в частности, рельефа. Амплитуда колебаний возрастов в древостоях составляет десятки и сотни лет. Обследованные деревья (не включая подроста) имели возраст от 40 до 572 лет.

Средние показатели древостоя в целом не могут характеризовать разновозрастный лес из-за его неоднородности. Его следует таксировать по сравнительно однородным частям, возрастным поколениям [1], [5], [6].

Многоступенчатая сомкнутость полога, большие колебания высот и диаметров, отсутствие прямой зависимости между таксационными показателями и возрастом усложняют выделение поколений в натуре. Расчленение разновозрастных лесов на поколения по диаметрам, высотам и другим морфологическим признакам без установления фактического возраста в какой-то степени неточно и условно, но оно необходимо для характеристики лесного фонда и проектирования хозяйственных мероприятий.

При расчленении древостоев на поколения следует руководствоваться [1]: характером хода роста древостоев по основным таксационным показателям; распределением числа стволов по диаметрам и высотам; лесохозяйственными мероприятиями, проводимыми в отдельных поколениях леса.

В девственных пихтово-буковых древостоях выделяем три поколения: I — спелое и перестойное; II — приспевающее и средневозрастное; III — молодое.

В табл. 2 приведена таксационная характеристика 1 га разновозрастного пихтово-букового древостоя (8Пх2Бк) по поколениям, составленная на основании средних данных пробных площадей (табл. 2). Спелое и перестойное поколение составляет 17,2% по количеству стволов и 65,2% по запасу, приспевающее и средневозрастное соответственно 27,9 и 26,4%, молодое 54,9 и 8,4%. Количество молодняка значительно больше, чем спелых и перестойных деревьев. Мнение о сплошной перестойности пихтово-буковых лесов Абхазии, подлежащих немедленной рубке из-за неминуемой естественной гибели, ошибочно.

Как видно из приведенных данных (табл. 2), в девственных пихтово-буковых древостоях (если их рассматривать в целом) представлены все возрастные поколения в соотношениях, обеспечивающих непрерывное существование этих лесов.

Рубки в пихтово-буковых лесах Абхазии должны соответствовать их своеобразной структуре. По исследованиям Тбилисского института леса [2], [3], [5], природе разновозрастных пихтово-буковых лесов наиболее соответствуют комплексно-выборочные рубки, при которых на единице площади одновременно проводятся рубки главного пользования в I поколении и рубки ухода во II и III поколениях. Рубка ведется в размере годовичного прироста, что обеспечивает непрерывное пользование лесом. Комплексно-выборочные рубки, доводящие до минимума период угнетенного роста деревьев, повышают продуктивность и улучшают общее состояние деревьев.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Н. Гигаури. Структура горных темнохвойных и буковых лесов Грузии и ее значение для ведения хозяйства в них. Труды Тбилисского института леса, т. XIV, изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [2]. Материалы совещания по горному лесоводству. Труды Тбилисского института леса, т. XIV, изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [3]. П. А. Метрели. Рубки главного пользования в елово-пихтовых лесах Грузии. Тбилиси, 1956. [4]. В. И. Мирзашвили, Г. Н. Гигаури. Характер роста пихтарников Грузии и оптимальный возраст рубки в них. Труды Тбилисского института леса, т. XII, Тбилиси, 1963. [5]. Д. Г. Сараджишвили. Строение елово-пихтовых лесов Грузии. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1965. [6]. П. Н. Ушатиш. Основы организации лесного хозяйства в горных лесах СССР. Гослесбуиздат, М., 1962.

УДК 674.032.475.542

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КУЛЬТУР ЕЛИ НА НЕРАСКОРЧЕВАННЫХ ЛЕСОСЕКАХ НА СОХРАННОСТЬ И РОСТ КУЛЬТУР

В. Е. УДОД

(Марнупольская лесная опытная станция)

В северо-западной части БССР на территории Плиской экспериментальной базы и Глубокского лесхоза на свежих нераскорчеванных лесосеках нами были созданы опытные культуры ели. Почву подготавливали осенью плугом ПКЛ-70 и рыхлителем РЛН-50. Опытные культуры закладывали в трехкратной повторности лесопосадочной машиной марки ЛМД-1 во второй половине апреля.

На 1 га лесосеки имели 610—640 пней средним диаметром от 28 до 36 см и высотой от 19 до 30 см. Живой напочвенный покров представлен черникой, брусникой и мхами. Почвы участков супесчаные дерново-подзолистого типа разной степени оподзоленности. Тип условий местопроизрастания  $S_2$  и  $S_{2-3}$ . На таких лесосеках пропуски составляют 20—15%. При средней глубине борозды 10 см ширина плужных борозд составляет 60—70 см. Безотвальное рыхление проводили на глубину до 35 см.

Данные влияния способов механизированной обработки почвы на ее объемный вес для типа условий местопроизрастания  $S_{2-3}$  представлены в табл. 1. Объемный вес определяли по общепринятым методикам в шестикратной повторности. Агротехника подготовки почвы оказывает существенное влияние на ее объемный вес в верхних горизонтах.

Таблица 1

Глубина взятия образцов, см	Объемный вес почвы					
	без предварительной подготовки почвы		по глубокому безот- вальному рыхлению		по широким бороздам	
	в ряду	в между- рядьях	в полосе	в между- рядьях	в борозде	в между- рядьях
0—5	1,26	1,23	1,24	1,36	1,43	1,20
6—12	1,16	1,18	1,15	1,24	1,66	1,26
15—25	1,25	1,32	1,41	1,41	1,58	1,35
30—40	1,49	1,39	1,47	1,42	1,54	1,51

Применение разных вариантов почвообработки изменяет также запасы валовых и подвижных форм N, P, K в зоне ризосферы корневых систем.

В 116 квартале Плисской экспериментальной базы получены следующие данные. При глубоком безотвальном рыхлении в начале вегетационного периода на глубине 0—5 см содержание валовых форм N, P, K составляет соответственно 0,050; 0,111 и 0,056%, запас их подвижных форм в фазе интенсивного роста на этой глубине равен 0,010; 0,049 и 0,0035%. В широких бороздах в начале вегетационного периода на глубине 0—5 см содержание валовых форм N, P, K составляет 0,020; 0,077 и 0,053%, запас подвижных форм в фазе интенсивного роста — 0,007; 0,036 и 0,0026%.

При производстве культур в качестве посадочного материала использовали двухлетние сеянцы ели. Данные приживаемости и сохранности культур ели при разных способах подготовки почвы показаны в табл. 2.

Таблица 2

Способ подготовки почвы	Воз- раст, лет	Тип усло- вий место- произ- растания	Прижи- ваемость на 1 июля, %	Сохранность, %, в конце веге- тационного периода		
				первого	второго	третьего
Широкие борозды . . . . .	5	C <sub>2-3</sub>	99,0	94,6	90,1	90,2
Глубокое безотвальное рых- ление . . . . .	5	"	96,8	90,2	88,2	88,2
Без подготовки . . . . .	5	"	98,4	80,4	73,3	73,3
Широкие борозды . . . . .	4	C <sub>2</sub>	98,5	94,0	93,6	—
Глубокое безотвальное рых- ление . . . . .	4	"	99,0	95,5	95,5	—
Широкие борозды . . . . .	3	C <sub>2-3</sub>	98,7	93,6	—	—
Глубокое безотвальное рыхле- ние . . . . .	3	"	99,4	93,2	—	—
Без подготовки . . . . .	3	"	94,5	93,0	—	—

Таблица 3

Способ подготовки почвы	Вега- таци- онный период	Диаметр культур, мм	Высота культур, см	Накопление органической массы, г		
				корневой системы	стволика	хвои
Широкие борозды . . . . .	I	—	7,4	—	—	—
	II	5,10	17,8	1,52	1,68	2,62
	III	7,9	34,0	4,12	6,78	11,15
Глубокое безотвальное рых- ление . . . . .	I	—	9,4	—	—	—
	II	4,9	19,0	1,56	1,72	2,30
	III	8,4	35,0	4,10	7,13	10,06
Без подготовки . . . . .	I	—	8,1	—	—	—
	II	5,10	18,2	1,55	1,57	2,51
	III	8,3	35,2	4,08	7,23	10,58
Широкие борозды . . . . .	I	3,7	19,5	1,14	1,31	1,67
	II	7,0	29,7	2,26	2,48	3,03
	III	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 3

Способ подготовки почвы	Веgetационный период	Диаметр культур, мм	Высота, культур, см	Накопление органической массы, г		
				корневой системы	стволика	хвои
Глубокое безотвальное рыхление . . . . .	I	4,2	20,8	1,05	0,99	1,25
	II	6,2	30,1	2,37	2,66	3,42
	III	—	—	—	—	—
Широкие борозды . . . . .	I	3,7	14,2	0,37	0,44	0,65
	II	—	—	—	—	—
	III	—	—	—	—	—
Глубокое безотвальное рыхление . . . . .	I	3,8	14,5	0,46	0,50	0,69
	II	—	—	—	—	—
	III	—	—	—	—	—
Без подготовки . . . . .	I	3,7	15,0	0,47	0,49	0,74
	II	—	—	—	—	—
	III	—	—	—	—	—

В первый вегетационный период в варианте без предварительной подготовки почвы накопление органической массы корневой системы и надземной части саженца составляет 1,8 г, по глубокому безотвалному рыхлению 1,65 г и широким бороздам 1,46 г. В конце третьего периода органическая масса растений в целом по глубокому безотвалному рыхлению, широким бороздам и без предварительной подготовки почвы становится равной, следовательно, наши варианты частичной подготовки почвы уже не оказывают существенного влияния на накопление органической массы.

Технология почвообработки существенно влияет на плотность почвы, запасы валовых и подвижных форм N, P, K в зоне ризосферы корневых систем и рост саженцев в первый и второй вегетационные периоды.

УДК 634.0.116

## СКОРОСТЬ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВОДЫ В ТЕМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ В ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСАХ ХАКАССИИ

А. Ф. ЛИСЕНКОВ

(Сибирский технологический институт)

При изучении водорегулирующей роли лиственничных лесов и защитных лесных насаждений, для определения скорости передвижения растворов удобрений, гербицидов и биологически активных веществ в почве очень важно знать водопроницаемость различных слоев почвы, скорость просачивания воды через почву под действием силы тяжести и передвижения ее в горизонтальном направлении, скорость поднятия воды по капиллярам.

Объектом нашего исследования\* служили культуры лиственницы сибирской в возрасте 6 и 11 лет в ур. Луков лог Сонского лесхоза Красноярского края. Высота культур 1,2 и 3,4 м. Сомкнутость крон 0,4 и 0,5. Они произрастают на темно-серых лесных почвах, преобладающих в лиственничных лесах Хакассии. По механическому составу эти почвы относятся к суглинкам с однородной комковато-ореховой структурой по всему профилю.

Скорость передвижения воды в почве определяли по методике Н. А. Качинского с помощью стеклянных трубок. Стеклянные трубки диаметром 1,5—1,6 см устанавливали в шести слоях почвы: под лесной подстилкой или луговым войлоком, в горизонте А<sub>1</sub> на глубине 5 см, АВ—20 см, В—30 см, ВС—35 см и С—50 см. Для опре-

\* В полевых работах принимали участие аспирант Л. Р. Нипа и студентка Г. П. Сафронова.

деления водопроницаемости трубки слегка вдавливали в почву. В них наливали воду на высоту 2 см. Время прохождения двухсантиметрового слоя воды через почву определяли с точностью 1 сек (повторность опыта шестикратная).

Для определения скорости просачивания воды через почву в стеклянные трубки вдавливали столбик почвы без значительного нарушения ее структуры. Высоту столбика почвы измеряли с точностью 1 мм, она колебалась в пределах 2 см. Затем в трубку наливали воду слоем 2 см и определяли время, за которое вода проходила через столбик почвы, а также время, за которое просачивался весь двухсантиметровый слой воды (повторность опыта шестикратная для каждого почвенного горизонта).

Для установления скорости капиллярного поднятия воды в почве стеклянные трубки с 2—3-сантиметровым столбиком почвы устанавливали в банки с водой на глубину 0,5 см. Затем определяли время, за которое вода поднималась до верхней границы столбика.

Скорость передвижения воды в почве в горизонтальном направлении изучали с помощью Г-образных стеклянных трубок. В нижнее колено трубки помещали почву ненарушенной структуры. В незаполненную часть этого колена трубки наливали воду и определяли время, за которое вода промачивала столбик почвы (повторность 4—6-кратная).

Скорость передвижения воды в почве определяли в три срока: 3—4 июня, 22—23 июня и 16 августа 1966 г., то есть при различной влажности почвы, колебавшейся на глубине 5—50 см от 20 до 29% от веса сухой почвы.

Водопроницаемость верхних слоев почвы 3 июня 1966 г. в 10-летних культурах лещины сибирской показана в табл. 1.

Таблица 1

Место взятия образцов почвы	Интенсивность впитывания воды почвой, мм/мин
Под лесной подстилкой . . .	16,0±0,90
Под луговым войлоком . . .	9,1±0,40
Под пологом разнотравья . .	5,7±0,13
Около дернин типчака . . . .	2,1±0,06
Бесструктурный слой почвы без растительности . . . . .	0,25±0,03

Примерно такие же цифры получены для шестилетних культур, следовательно, злаки, уплотняя верхние слои почвы, вызывают снижение ее водопроницаемости в 5—8 раз по сравнению с участками, покрытыми луговым войлоком или лесной подстилкой.

Интенсивность впитывания воды почвой в течение всего лета была примерно одинаковой (табл. 2), то есть практически она не зависела от колебаний влажности почвы, которые наблюдались в период наших исследований от 2 июня до 16 августа.

Таблица 2

Почвенные горизонты	Количество частиц < 0,01 мм, %	Интенсивность впитывания воды почвой, мм/мин		
		3 июня	22 июня	16 августа
A <sub>0</sub> под лесной подстилкой	—	16,0±0,90	—	14,2±0,80
A <sub>0</sub> под луговым войлоком	—	9,1±0,40	8,2±0,35	8,6±0,36
A <sub>1</sub> на глубине 5 см	34,4	6,4±0,24	5,9±0,45	5,3±0,40
AB " 20 "	36,5	3,0±0,27	3,3±0,37	—
B " 30 "	40,7	1,5±0,09	1,7±0,07	1,4±0,07
BC " 35 "	—	1,0±0,10	1,4±0,13	1,1±0,11
Cγ " 50 "	35,0	0,8±0,03	0,8±0,05	0,9±0,05

Различные горизонты почвы резко различались по водопроницаемости (табл. 2). Наблюдалось значительное снижение интенсивности впитывания воды по мере перехода от верхних почвенных горизонтов к нижним.

Корреляционная зависимость водопроницаемости почвы  $y$  от глубины расположения почвенного горизонта  $x$  выражается уравнением

$$\lg y = -0,71 \lg x + 1,242. \quad (1)$$

Корреляционное отношение равно 0,86, что свидетельствует о тесной связи между водопроницаемостью почвенных горизонтов и глубиной их расположения.

Скорость передвижения воды в почве вниз под действием силы тяжести (табл. 3) увеличивалась до горизонта АВ (примерно до 20 см), а затем вновь уменьшалась. Однако в зоне расположения основной массы корней древесных растений вода передвигалась со скоростью 30—100 мм/мин. Следовательно, вода, а также растворенные в ней удобрения, могут за несколько минут достигнуть сосущих корневых окончаний у древесных растений.

Таблица 3

Почвенные горизонты	Скорость передвижения воды в почве, мм/мин		
	сверху вниз	по горизонталям	по капиллярам снизу вверх
А <sub>0</sub> под лесной подстилкой	59,3 ± 3,3	—	0,85 ± 0,10
А <sub>0</sub> под луговым войлоком	31,9 ± 3,1	—	0,65 ± 0,08
А <sub>1</sub> на глубине 5 см	87,4 ± 9,8	28,8 ± 1,8	1,52 ± 0,18
АВ " 20 "	96,0 ± 9,6	22,2 ± 1,1	3,20 ± 0,25
В " 30 "	54,0 ± 3,3	24,0 ± 1,4	1,52 ± 0,20
ВС " 35 "	30,1 ± 3,2	23,1 ± 1,2	0,59 ± 0,08
С " 50 "	8,6 ± 0,9	—	0,46 ± 0,03

Корреляционная зависимость скорости передвижения воды в почве сверху вниз  $y$  от глубины залегания почвенного горизонта под лесной подстилкой  $x$  выражается уравнением

$$y = \frac{144}{0,013x^2 - 0,38x + 2,9} \quad (2)$$

Корреляционное отношение этой связи равно 0,932.

В горизонтальном направлении вода передвигалась в почве со скоростью 22—29 мм/мин. Такая высокая скорость объясняется, по-видимому, тем, что вода движется благодаря не столько капиллярным силам, сколько гравитационным. Скорость капиллярного поднятия воды колебалась от 0,46 до 3,2 мм/мин (табл. 3).

По наблюдению Л. Р. Нила, растворы аммиачной селитры и хлористого калия (концентрации от 0,5 до 2,0%) передвигались в почве под действием силы тяжести примерно с такой же скоростью, как и вода. Растворы двойного гранулированного суперфосфата вызвали заиливание почвы и уменьшение ее водопроницаемости (чем выше концентрация раствора, тем хуже водопроницаемость).

Результаты исследований показали, что водопроницаемость темно-серых лесных почв очень высока, поэтому процессы смыва и размыва на них выражены слабо. Передвижение воды внутри почвы во всех направлениях происходит с большой скоростью, и растворы удобрений, гербицидов и биологически активных веществ могут быстро достигать корней древесных растений. Древесная растительность и лесная подстилка способствуют повышению водопроницаемости почвы.

УДК 634.0.2

## О ШИРИНЕ И НАПРАВЛЕНИИ КОРИДОРОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МАЛОЦЕННЫХ МОЛОДНЯКОВ

И. А. ПАВЛЕНКО

(Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства)

Несмотря на большое количество работ, посвященных коридорному способу реконструкции малоценных молодняков, до настоящего времени в литературе нет единого мнения по вопросам ширины и направления коридоров. Некоторые исследователи [2], [5], [6] указывают на преимущества меридионального направления коридоров, другие [1], [4], [9] наиболее эффективным считают широтное направление. Ширина коридоров, рекомендуемых разными авторами, — от 0,5 до 1,5—2,0 высоты кулис. Работами



физиологов В. Н. Любименко [7], Л. А. Иванова [3], А. А. Ничипоровича [8] и многих других достоверно установлено, что для ассимиляции углекислоты солнечный свет наиболее эффективен в ранние утренние и поздние вечерние часы.

При малых высотах солнца почти всю падающую энергию видимой части спектра (400—750 мкм) поглощает хлорофилл, но с 25—30° высоты солнца над горизонтом начинается расхождение между падающей и поглощаемой энергиями, а около полудня хлорофилл не поглощает почти 25% падающей радиации видимой части спектра. Поэтому в утренние часы фотосинтетический аппарат растений особенно активен и интенсивность фотосинтеза возрастает практически прямо пропорционально интенсивности света, достигая обычно максимума к 9—12 час. утра. Затем начинается часто наблюдаемый полуденный спад, который к 4—5 час. дня сменяется вторичным, но менее сильным подъемом.

Работа по изучению освещенности выполнена нами на опытном участке Архаринского мехлесхоза Амурской области в квартале № 40. Реконструируемые насаждения представлены порослевыми молодняками дуба монгольского и березы даурской. Средний возраст 7 лет, средняя высота 2,0 м. Использовали люксметр типа Ю-16.

По нашим наблюдениям, коридоры меридионального направления в сравнении с аналогичными по ширине коридорами широтного направления в ясную безоблачную погоду получают солнечного света в среднем за день на 23—36%, а в пасмурную — на 13—23% меньше. Освещенность в коридорах меридионального направления уменьшается в утренние и вечерние часы, когда тени от кулис перекрывают большую часть их площади. Так, в ясную погоду в 7 час. утра такие коридоры получают всего 22—46% света от количества его в коридорах широтного направления, а в 19 час. вечера — 25—50%. Таким образом, коридоры, направленные с севера на юг, получают меньше именно той солнечной энергии, которая наиболее богата физиологической радиацией.

Исходя из изложенного выше, можно заключить, что при коридорном способе реконструкции малощенных молодняков следует выбрать широтное направление, так как только в этом случае в утренние и вечерние часы коридоры будут освещены прямыми солнечными лучами. Освещенность в коридорах зависит не только от направления, но и от их ширины и высоты кулис.

Нами выведена формула и рассчитана ширина коридоров с направлением восток — запад в зависимости от высоты реконструируемого молодняка.

Если ширину коридоров принять равной двойной длине тени, отбрасываемой южной кулисой в полуденные часы, то вершины саженцев по осевой линии коридоров не будут отгнетаться кулисами практически в продолжение всего светового дня. Отсюда

$$N = 2h, \quad (1)$$

где  $N$  — ширина коридоров, м;

$h$  — длина тени, отбрасываемой южной кулисой в полдень, м.

Длину тени рассчитывали по следующей формуле:

$$h = H \operatorname{ctg} \alpha, \quad (2)$$

где  $H$  — средняя высота реконструируемого молодняка (кулис), м;

$\alpha$  — высота стояния солнца над горизонтом.

Высоту стояния солнца над горизонтом в полдень определяли так:

$$\alpha = 90 - (\varphi - \sigma), \quad (3)$$

где  $\varphi$  — географическая широта местности, для которой производили расчет;

$\sigma$  — склонение солнца.

Подставляя в формулу (2) значение  $\alpha$  из выражения (3), а в равенство (1) найденное выражение для  $h$ , получим

$$N = 2H \operatorname{ctg} (90 - \varphi + \sigma). \quad (4)$$

Зная высоту реконструируемого молодняка и географические координаты места работ (склонение солнца определяли по таблицам астрономических справочников), ширину коридоров можно рассчитать для любого географического пункта.

Необходимо отметить, что при ширине коридоров, рассчитанной по предлагаемой формуле (4), световые условия для роста вводимых пород будут оптимальными только в первые годы жизни культур. В дальнейшем потребуются лесоводственные меры ухода для обеспечения нормального роста и развития главной породы до выхода ее в полог реконструируемого молодняка и образования смешанного древостоя. Сроки проведения мер ухода зависят от типа условий местопроизрастания, способа введения главной породы, агротехники подготовки почвы в коридорах и уходов за культурами, от биологических особенностей как вводимых, так и составляющих реконструируемое насаждение пород.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. М. Безденежных. Изучение условий среды и культур ели в коридорах, созданных с применением ЛКА-2 при реконструкции лиственных молодняков. Автореферат диссертации. Л., 1964. [2]. Н. М. Горшенин. Повышение продуктивности и ценности лесов путем их реконструкции. Госсельхозиздат УССР, Киев, 1957. [3]. Л. А. Иванов. Свет и влага в жизни наших древесных пород. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946. [4]. П. И. Изюмский. Методы обновления малоценных насаждений. М., Изд-во «Лесная промышленность», 1965. [5]. М. В. Колпиков. Биологические особенности коридоров при рубках ухода за дубом в молодняках. «Лес и степь» № 4, 1951. [6]. Б. И. Логгинов, Г. В. Дубинин. Вопросы коренного улучшения (реконструкции) грабовых молодняков. Труды Украинской сельскохозяйственной академии, т. IX, 1957. [7]. В. Н. Любименко. Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире. М.—Л., Сельхозгиз, 1935. [8]. А. А. Ничипорович. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. XV Тимирязевские чтения. М., Изд-во АН СССР, 1956. [9]. В. П. Тимофеев. Основные принципы реконструкции малоценных лесных насаждений в подзоне смешанных лесов европейской части СССР. Проблемы повышения продуктивности лесов, т. I, М.—Л., 1959.

УДК 634.0.524.34

## ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗАПАСА ДРЕВОСТОЯ ЧЕРЕЗ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ МОДЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ

М. Л. ДВОРЕЦКИЙ

(Марийский политехнический институт)

Определение запаса стоящего древостоя с рубкой и обмером модельных деревьев, выполненных обычным способом, довольно трудоемко, поэтому количество моделей должно соответствовать желаемой точности конечного результата. Однако вопрос о рационализации способов учета запаса разработан пока еще недостаточно. Н. П. Анучин\* приводит такое теоретическое соотношение между количеством  $n$  учетных деревьев и процентом вероятной ошибки  $p$  в запасе:

$n =$	5	10	15	20	30
$p = \pm$	5,7	4,0	3,4	2,8	2,4

С целью уточнения вопроса автор статьи использовал данные секционного обмера стволов при сплошной рубке сосновых древостоев разных возрастов (от 26 до 80 лет), полнотой 0,7—0,8 на пяти пробных площадях для расчета:

а) процента вероятной ошибки по формуле

$$p = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \sqrt{1-r^2}, \quad (1)$$

где  $C_v$  — коэффициент изменчивости объемов стволов, равный 73% для 26—64-летних сосновых древостоев;

$r$  — коэффициент корреляции между объемами стволов и площадями их поперечного сечения на высоте груди (0,97) или между объемами стволов и диаметрами (0,90);

б) средних квадратических ошибок путем обработки 187 выборок учетных модельных деревьев при разных их количествах (табл. 1).

Из приведенных данных следует: 1) вероятные (расчетные) и средние квадратические ошибки близки; 2) ошибки в определении запаса отдельного древостоя практически (в 95% случаев) могут достигать двукратных значений вероятных, приведенных в табл. 1; 3) проценты вероятных ошибок, полученные автором статьи, оказались систематически в 1,4 раза больше, чем теоретически полученные проф. Н. П. Анучиным (последние соответствуют коэффициенту изменчивости объемов стволов древостоя 51%, наблюдаемому у средних модельных деревьев).

В целях отыскания способов, дающих более высокую точность при том же количестве учетных модельных деревьев, на отмеченных выше пяти пробных площадях

\* Н. П. Анучин. Лесная таксация. Гослесбумиздат, М.—Л., 1960.

Таблица 1

Количество учетных мо- дельных де- ревьев	Проценты ошибок при определе- нии запаса		
	вероятные	"средние" квадрати- ческие	практичес- ки предель- ные
10	±5,8	±5,5	±11—12
15	±4,8	±4,2	±10,0
20	±4,1	±3,9	±8,0
30	±3,4	±2,8	±6,7

и дополнительно для возрастов 20 и 40 лет шестидесятилетнего древостоя пробы VI, все стволы которой были подвергнуты полному анализу по однометровым отрезкам, были вычислены два вида относительных объемов стволов без коры путем деления объема ствола  $v$ : 1) на диаметр на высоте груди  $d$  в сантиметрах ( $v' = \frac{v}{d}$ ), 2) на площадь сечения на высоте груди  $g$  в квадратных метрах ( $v'' = \frac{v}{g}$ ), которые и были подвергнуты статистическому анализу. В табл. 2 приведены значения коэффициентов изменчивости относительных объемов  $v'$  и  $v''$  и коэффициентов корреляции связи их с диаметрами на высоте груди для 80—90-летних древостоя.

Таблица 2

Относительные объемы	Коэффициент изменчи- вости С, %		Коэффициент корреляции $r$	
	средний	колебания	средний	колебания
$v'$	40	36—45	+0,95	0,94—0,97
$v''$	18	16—22	+0,70	0,65—0,75

Таким образом, принимая за 100% коэффициенты изменчивости абсолютных объемов, для коэффициентов изменчивости относительных объемов мы получили следующие значения: для  $v'$ —57%, для  $v''$ —26%. Коэффициент корреляции объемов стволов с их диаметрами оказался для  $v'$  (0,95) несколько выше, чем для  $v$  (0,90), а для  $v''$  значительно ниже (0,70).

Расчет вероятных ошибок в определении запаса древостоя с использованием относительных объемов ствола, произведенный по формуле (1), привел к показателям точности, представленным в табл. 3.

Таблица 3

Количество мо- дельных учет- ных деревьев	Вероятные проценты ошибок при опреде- лении запаса			
	по $v'$	по $v''$	по $v$	по $v'$ и $v''$ *
5	±5,64	±5,74	—	±11,0
10	±4,06	±4,08	±5,8	±8,1
15	±3,26	±3,34	±4,8	±6,6
20	±2,83	±2,88	±4,1	±5,7
25	±2,53	±2,57	—	±5,1
30	±2,31	±2,35	±3,4	±4,7
40	±1,99	±2,03	—	±4,0
50	±1,76	±1,82	—	±3,6
60	±1,65	±1,66	—	±3,3

\* Предельные проценты ошибок при вероятности 0,95.

Как видно, при вычислении запаса по относительным объемам учетных деревьев результаты получились одинаковые, поэтому для практических целей лучше пользоваться первым относительным объемом  $v'$  как более простым и удобным для вычислений.

Из сопоставления показателей точности, приведенных в табл. 3 и 1, следует, что использование относительных объемов стволов (вместо действительных) приводит к значительному (почти в 1,5 раза) повышению точности результата: ошибки в запасах, вычисленных по относительным объемам стволов, составили около 0,70% ошибок при определении запасов по абсолютным объемам. Для получения запаса древостоя с одинаковой точностью по новому способу требуется обмерять вдвое меньше модельных деревьев, чем при обычном способе.

Любопытно, что вероятные проценты ошибок, вычисленные по относительным объемам учетных деревьев, почти в точности совпадают с теоретически вычисленными Н. П. Анучиным и в то же время очень близки к средним квадратическим ошибкам обычного способа определения запаса при том же количестве средних модельных деревьев (разница составляет +0,2 — 0,3%).

Вероятные проценты ошибок по относительным объемам средних модельных деревьев (для которых получилось  $C_v = 35\%$ , а  $r = 0,80$ ) значительно ниже, чем для учетных деревьев, и составляют:

Число средних моделей	5	10	15	20	25	30
Проценты ошибок	±4,7	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9

Из всего изложенного вытекает, что при вычислении запасов древостоев целесообразно пользоваться относительными объемами стволов, получаемыми путем деления объема ствола на его диаметр на высоте груди. При этом можно применять графический способ определения запаса — по прямой связи относительных объемов с диаметрами на высоте груди. При желаемой точности результата в  $\pm 3\%$  моделей по новому способу следует брать: средних — 10, а учетных (статистических) — не менее 14.

Запас древостоя  $v$  в этом случае может быть вычислен: 1) по ступеням толщины — взятые с графика величины  $v'$  умножаются на значения соответствующих ступеней толщины  $d$  (в см), а затем на число их стволов  $n$  с последующим суммированием результатов  $v = \sum v' dn$  или

2) по формуле

$$v = \frac{\sum v' d}{\sum n} \cdot \frac{D_{\text{ср}}}{d_{\text{ср}}} \cdot N,$$

где  $\sum v' d$  — сумма выравненных средних объемов моделей ступеней толщины;

$\sum n$  — количество их;

$D_{\text{ср}}$  и  $d_{\text{ср}}$  — соответственно средние диаметры древостоя и моделей;

$N$  — число стволов на пробной площади.

Поступила 10 июня 1967 г.

УДК 634.0.524.12

## О ПОЛНОДРЕВЕСНОСТИ СОСНЫ В СМЕШАННЫХ СОСНОВО-БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. НЕВОЛИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Исследование связей коэффициента формы  $q_2$  с высотой деревьев и полнотой сосны в смешанных насаждениях имеет большое практическое и теоретическое значение, так как ранее в условиях Европейского Севера изучались лишь чистые сосняки ([11], [2] — [6] и др.).

Обмерив 583 модельных дерева сосны, срубленных в сосново-березовых насаждениях кислично-травяного (*Pinetum betuleto-oxalidoso-herbosum*), кисличного (*Pinetum betuleto-oxalidosum*) и черничного (*Pinetum betuleto-myrtillosum*) типов леса и обработав экспериментальные материалы, мы получили основные статистические показатели коэффициента формы  $q_2$ , приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Типы леса и классы бонитета	Количество стволов, взятых при исследовании	Статистические показатели			
		$M \pm m$	$\sigma$	$C$	$P$
Pinetum betuleto-oxalidosum, I	103	0,719 ± 0,005	± 0,049	± 6,8	± 0,67
Pinetum betuleto-oxalidosum, II	178	0,732 ± 0,004	± 0,048	± 6,6	± 0,50
Pinetum betuleto-myrtillosum, III	302	0,735 ± 0,003	± 0,056	± 7,6	± 0,44
В целом	583	0,732 ± 0,002	± 0,052	± 7,1	± 0,29

Типы леса (в пределах исследуемых) не оказывают заметного влияния на колебания  $q_2$  и распределение стволов сосны по классам коэффициента формы.

В кислично-травяном типе сосново-березового леса  $q_2$  у сосны колеблется от 0,60 до 0,84, в кисличниках от 0,60 до 0,87 и в черничниках от 0,57 до 0,87. Изменчивость  $q_2$  у сосны по типам леса мало различается и в среднем составляет ± 7,1%. По данным В. И. Левина [4], коэффициент вариации  $q_2$  в чистых сосняках Севера равен ± 6,6%. Отсюда можно сделать вывод, что варьирование  $q_2$  сосны в смешанных сосново-березовых насаждениях и чистых сосняках практически одинаково. Средние  $q_2$  по типам леса не имеют между собой существенного различия ( $t < 3$ ), а ряды распределения деревьев по классам  $q_2$  статистически однородны и приближаются к нормальному. Связь коэффициента формы  $q_2$  с высотой деревьев оказалась довольно высокой ( $r = -0,501 \pm 0,031$ ).

В результате исследований нами найдено общее уравнение связи  $q_2$  с высотой  $H$  для сосны

$$q_2 = 0,662 + 0,879:H.$$

В. И. Левин [3] нашел, что закономерная связь между  $q_2$  и высотой в чистых сосняках Архангельской области хорошо передается уравнением

$$q_2 = 0,641 + 0,908:H.$$

Вычисленные по этим уравнениям средние коэффициенты формы  $q_2$  представлены в табл. 2.

Таблица 2

Насаждения	Коэффициент формы $q_2$ при высоте ствола, м				
	10	15	20	25	30
Сосново-березовые (по нашим данным) . . . . .	0,750	0,721	0,706	0,697	0,691
Чистые сосняки (по В. И. Левину) . . . . .	0,732	0,702	0,686	0,677	0,671

В лесоустроительной практике для сосны принят средний  $q_2 = 0,65$ , что, как видно, не соответствует действительности (табл. 2).

Видовые числа сосны в смешанных сосново-березовых насаждениях и чистых сосняках приведены в табл. 3.

Таблица 3

Насаждения	Видовые числа у сосны при высоте ствола, м				
	10	15	20	25	30
Сосново-березовые (по нашим данным) . . . . .	0,557	0,517	0,497	0,484	0,476
Чистые сосняки (по В. И. Левину) . . . . .	0,542	0,501	0,480	0,467	0,458

Следует подчеркнуть, что видовое число не отражает формы ствола, а характеризует его полндревесность.

Сопоставление коэффициентов формы  $q_2$  (табл. 2) и видовых чисел (табл. 3) показывает, что сосна в смешанных сосново-березовых насаждениях Севера формирует более полндревесные стволы, чем в чистых сосняках. Об этом важном биологическом явлении свидетельствуют исследования А. И. Котова [1] в Брянской области, В. С. Мирошникова [7] в Белоруссии, Г. П. Тимофеева [10] в Татарии.

Наши исследования [8] показывают, что выращивание на Европейском Севере сосняков с примесью березы позволит в будущем полнее решить важную народнохозяйственную проблему обеспечения потребностей лесопиления и лесозэкспорта в высококачественной сосновой древесине.

Использование в практике лесоустройства установленных закономерных связей  $q_2$  и видового числа с высотой у сосны в смешанных сосново-березовых насаждениях и результатов исследования полндревесности северной березы [9] будет способствовать повышению точности учета таежных лесов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Котов. Исследование роста сосново-березовых насаждений высшей производительности. Автореферат диссертации, Воронеж, 1949. [2]. В. И. Левин. К вопросу о строении сосняков Архангельской области. Труды АЛТИ, т. 13, Архангельск, 1959. [3]. В. И. Левин. Ход роста полных одновозрастных сосновых древостоев Архангельской области по классам бонитета. Труды АЛТИ, т. 14, Архангельск, 1954. [4]. В. И. Левин. Взаимосвязь и варьирование основных таксационных элементов деревьев сосны и ели в лесах Архангельской области. Труды АЛТИ, т. 17, Архангельск, 1957. [5]. В. И. Левин. Результаты исследования динамики сосновых насаждений Архангельской области, Архангельск, 1959. [6]. В. И. Левин. Сосняки Европейского Севера. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [7]. В. С. Мирошников. Смешанные сосново-березовые насаждения БССР, их строение, лесоводственное и хозяйственное значение. Автореферат диссертации, Минск, 1955. [8]. О. А. Неволин. Строение и рост сосново-березовых насаждений Архангельской области и организация лесного хозяйства в них. Автореферат диссертации, Минск, 1966. [9]. О. А. Неволин. О полндревесности северной березы. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965. [10]. Г. П. Тимофеев. Особенности развития и роста сосны и березы при совместном произрастании в условиях свежего бора Раифского лесхоза. Автореферат диссертации, Л., 1958. [11]. А. В. Тюрин. Исследование хода роста нормальных сосновых насаждений в Архангельской губернии. Труды по лесному опытному делу в России, вып. 45, СПб. 1913.

Поступила 7 декабря 1967 г.

УДК 674.032.475.4

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ

Е. Н. САМОШКИН

(Брянский технологический институт)

Эффективность воздействия химических мутагенов на высшие растения описана в ряде работ, однако лишь некоторые из них посвящены изучению этого явления у лесных пород [3], [6].

Для наших опытов была подобрана хорошо развитая сосна обыкновенная двадцатилетнего возраста, растущая на опушке леса (Карачижско-Крыловское лесничество Брянского учебно-опытного лесхоза, тип леса — сосняк-брусничник, почва средне-подзолистая, песчаная на флювиогляциальных песках). В январе 1966 г. с южной стороны кроны дерева были собраны шишки, которые затем высушивали при комнатной температуре. Самые мелкие и пустые семена были удалены, остальные до весны хранили в стеклянной посуде в сухом неотопляемом помещении.

По предложению отдела химической генетики Института химической физики АН СССР, где обрабатывали семена \*, было испытано пять сильнодействующих мутагенов:

\* За помощь и содействие в работе автор выражает признательность сотрудникам отдела химической генетики Института химической физики АН СССР во главе с докт. биологических наук И. А. Рапопортом.

Название мутагена-№ варианта	Концентрация раствора мутагена, %	Число семян в выборке	Количественные признаки сеянцев											
			высота, см		длина подсемядольного колена, см		диаметр подсемядольного колена, мм		число семядолей					
			$\bar{x}$	$\frac{v_1}{v_2} - F$	$t$	$\bar{x}$	$\frac{v_1}{v_2} - F$	$t$	$\bar{x}$	$\frac{v_1}{v_2} - F$	$t$	$\bar{x}$	$\frac{v_1}{v_2} - F$	$t$
НЭМ-1	0,1	15	2,94	5	9,421	2,84	5	1,496	0,94	5	6,000	4,60	5	2,463
" -2	0,05	200	3,93	179	7,041	2,86	174	2,758	0,81	173	0,474	5,36	173	1,001
" -3	0,025	375	4,83	272,1	2,542	2,97	3,04	1,716	0,85	3,05	1,415	5,37	2,45	0,956
" -4	0,012	530	4,95		1,950	2,84		2,948	0,82		0,000	5,36		1,001
" -5	0,01	470	5,70		1,793	3,19		0,380	0,83		0,474	5,75		0,963
НММ-1	0,025	390	5,62		1,239	3,38		2,240	0,82		0,000	5,75		
" -2	0,012	330	5,49		0,664	3,35		1,947	0,78		1,966	5,70		
" -3	0,01	360	6,13		3,486	3,22		0,682	0,87		2,461	5,80		
" -4	0,006	405	6,38		4,612	3,32		1,655	0,88		2,962	5,86		
" -5	0,004	430	6,02		3,003	3,45		2,921	0,84		0,983	5,72		
ДАБ-1	0,2	430	6,53		4,512	3,18		0,257	0,86		2,029	5,66		
" -2	0,13	485	6,31		3,679	3,26		0,943	0,86		2,029	5,69		
" -3	0,1	520	5,55		0,796	3,46		2,657	0,83		0,508	5,72		
" -4	0,07	480	5,12		0,834	2,93		1,885	0,83		0,508	5,75		
" -5	0,05	445	5,53		0,721	3,21		0,514	0,83		0,508	5,75		
ДЭС-1	0,2	8												
" -2	0,1	410	5,70		1,885	3,11		0,388	0,84		1,045	5,58		
" -3	0,05	445	5,67		1,729	3,09		0,583	0,80		1,045	5,72		
" -4	0,025	485	5,06		1,469	3,07		0,777	0,80		1,045	5,58		
" -5	0,012	455	5,19		1,786	3,46		3,011	0,80		1,045	5,61		
ЭИ-1	0,02	163	4,77		1,952	2,73		2,825	0,87		1,960	5,52		
" -2	0,01	320	5,02		1,179	3,29		1,011	0,78		1,687	5,41		
" -3	0,008	250	5,54		0,798	3,09		0,465	0,86		1,801	5,63		
" -4	0,005	485	5,19		0,598	3,16		0,077	0,78		1,801	5,56		
" -5	0,0025	355	4,57		3,071	2,64		1,999	0,85		1,352	5,25		
Контроль		228	5,34			3,15			0,82			5,56		

Примечание.  $\bar{x}$  — среднее значение;  $v_1$  и  $v_2$  — числа степеней свободы;  $F$  — дисперсионное отношение;  $t$  — показатель существенности различия средних значений. \* Для диаметра подсемядольного колена и числа семядолей в НЭМ-3  $n_x = 35$ ; \*\* для высоты в контроле  $n_x = 36$ .

N-нитрозоэтилмочевина (НЭМ), N-нитрозометилмочевина (НММ), 1,4-бисдиазоацетилбутан (ДАБ), диэтилсульфат (ДЭС), этиленимин (ЭИ).

За неделю до посева сухие семена в марлевых мешочках (по 1600 шт.) на 18 час погружали в водные растворы мутагенов различной концентрации, затем отмывали струей водопроводной воды. Раствора брали в 10 раз больше по сравнению с весом семян. Посевы произведены в дендрарии Брянского учебно-опытного лесхоза. Почва на участке торфянисто-подзолистая со следами оглеения на флювиогляциальных песках. Все опыты выполнены в двукратной повторности. В октябре сеянцы учитывали и измеряли их количественные признаки. Для оценки влияния различных доз мутагенов на рост сеянцев применяли дисперсионный анализ ([1], [2], [4], [5]). Уровень значимости принят равным 5%, величина вероятности при этом равна 0,05.

Данные влияния химических мутагенов на рост сеянцев сосны обыкновенной приведены в табл. 1. Как видно из табл. 1, каждый мутаген обладает специфичностью действия. Под влиянием растворов нитрозоэтилмочевины произошло ослабление роста сеянцев в высоту (первый — третий варианты), уменьшение длины (второй и четвертый варианты) и увеличение диаметра (первый вариант) подсемядольного колена, а также сокращение числа семядолей (первый вариант).

Большинство концентраций растворов нитрозометилмочевины оказало стимулирующее влияние на рост сеянцев. Так, растения третьего, четвертого и пятого вариантов по высоте, первого и пятого — по длине, третьего и четвертого вариантов по диаметру подсемядольного колена превосходили контрольные (лишь у сеянцев второго варианта диаметр подсемядольного колена был меньше).

Обработка семян растворами 1,4-бис-диазоацетилбутана способствовала лучшему росту сеянцев в высоту (первый и второй варианты), увеличению длины (третий вариант) и диаметра (первый и второй варианты) подсемядольного колена.

В опыте с диэтилсульфатом в первом варианте вошли лишь единичные семена и то с опозданием на две недели, во всех остальных вариантах сеянцы оказались на уровне контрольных. У растений пятого варианта отмечено увеличение длины подсемядольного колена, существенно также различие между высотами во втором и четвертом вариантах и между диаметром подсемядольного колена во втором и последующих вариантах. Этиленимин слабо подействовал на рост сосны. Ниже, чем в контроле, были только высота сеянцев в пятом варианте и длина подсемядольного колена их в первом и пятом вариантах.

Из анализа полученных результатов видно также, что большинство концентраций мутагенов (21 из 25) стимулировало всхожесть семян: если контрольный вариант имел 228 сеянцев, то в других вариантах опыта количество сеянцев достигало 500 и более.

Морфологических отклонений у сеянцев не обнаружено. Цитологических исследований пока не проводили.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. Физматгиз, М., 1961. [2]. Н. А. Плохинский. Биометрические методы в генетических исследованиях. Сб. «Актуальные вопросы современной генетики». Под редакцией и с предисловием проф. С. И. Алиханяна. Изд-во Московского университета, 1966. [3]. Г. Ф. Привалов. Экспериментальные мутации вегетативных органов древесных растений. Доклады АН СССР, № 3, 1963, 150. [4]. Д. Ж. У. Снедекор. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. Перевод с англ. В. Н. Перегудова. Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, М., 1961. [5]. Р. А. Фишер. Статистические методы для исследователей. Перевод с англ. В. Н. Перегудова. Госстатиздат, М., 1958. [6]. James W. Hanover. Effect of the chemical mutagen ethyl methanesulfonate on western white pine. *Silvae genetica*, № 1, 14, 1965.

Поступила 11 октября 1967 г.

УДК 674.815-41

## СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Г. Ф. ПОТУТКИН

(Архангельский лесотехнический институт)

При недостатке стружки в цехах древесностружечных плит с сушильных барабанов стружка выходит с меньшей влажностью, чем требуется для изготовления плит. На смешивание со связующим древесная стружка часто идет абс. сухая, что вызывает



повышенный расход смолы и снижает физико-механические показатели плит. Повышенный расход смолы можно объяснить так: древесная стружка — пористо-капиллярное тело, поэтому вместе с водой в сухую стружку впитывается большая часть смолы. Это вызывает уменьшение количества смолы на поверхности, что является причиной снижения прочности плит. А сам процесс пересушивания стружки экономически не оправдан.

Нами выполнены работы в цехе древесностружечных плит ДОКа по предварительному увлажнению древесной стружки (до влажности 5% при изготовлении наружных слоев плит и до 3% — внутренних слоев), предназначенной для получения стружечных плит, и по применению более разбавленной смолы для изготовления трехслойных плит.

Исходным материалом для изготовления плит служила стружка цеха древесностружечных плит, высушенная в барабанных сушилках. Влажность этой стружки оказалась равной 0,2%. На стружку напыляли в периодически действующем смесителе рассчитанное количество воды и для выравнивания влажности выдерживали в цехе. В качестве связующего использовали смолу М-19-62, полученную в цехе карбамидных смол того же ДОКа, имеющую вязкость (по ВЗ-4) 20 сек, коэффициент рефракции 1,461,  $n_D=8$ , время отверждения 54 сек. После разбавления до 45% концентрации смола имела коэффициент рефракции 1,434 и вязкость (по ВЗ-4) 14 сек. Отвердители стандартного состава (15% хлористого аммония, 30% мочевины, 55% воды) вводили в смолу в количестве 6% перед напылением.

Методика получения плит описана нами ранее\*. Плиты прессовали на прессе ПГЛ-60 с применением подпрессовки. Удельное давление прессования  $20 \text{ кг/см}^2$ , температура  $160^\circ\text{C}$ , время прессования 13 мин. Режим прессования — подъем давления и выдержка при давлении  $20 \text{ кг/см}^2$  — 2 мин, выдержка при давлении  $8 \text{ кг/см}^2$  — 5 мин, выдержка при давлении  $4 \text{ кг/см}^2$  — 5 мин, выдержка без давления — 1 мин. Готовые плиты были испытаны по ГОСТам 10634—63, 10635—63 и 10636—63. Результаты физико-механических испытаний трехслойных древесностружечных плит, запрессованных на смоле М-19-62, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Опыты	Расход связующего, %		Объемный вес, $\text{г/см}^3$	Влажность, %	Водопоглощение, %	Разбухание, %	Предел прочности, $\text{кг/см}^2$	
	наружный слой	внутренний слой					на статический изгиб	на разрыв
По ГОСТу	—	—	0,66—0,80	Не более 10	—	Не более 25	170—215	Не менее 3,5
Рабочие	10	8	0,72	8,8	34	9,0	391	4,0
	12	9	0,77	9,2	40	7,8	470	4,9
	12	8	0,75	9,2	41	8,7	405	4,7
	10	9	0,80	9,9	38	10,0	450	4,7
Контрольные	10	8	0,66	7,6	91	25,3	215	2,5
	12	9	0,70	7,3	89	19,4	242	3,7
	12	8	0,62	7,3	83	15,8	264	2,4
	10	9	0,66	6,5	77	20,8	240	3,3

Проведено две серии опытов: в первой стружку увлажняли до требуемой влажности, выдерживали для выравнивания влажности и затем напыляли связующее; во второй серии расчетное количество воды вводили в смолу, туда же добавляли отвердитель, а затем смолу напыляли на стружку. Физико-механические показатели плит, полученных в обеих сериях, идентичны. В качестве контрольных опытов плиты прессовали с использованием исходной стружки, без введения воды.

Из табл. 1 видно, что при использовании стружки с влажностью, ниже требуемой, в смолу необходимо вводить дополнительное количество воды; при этом физико-механические показатели древесностружечных плит улучшаются.

\* Г. Ф. Потуткин. Реферативная информация «Механическая обработка древесины». Сб. 8, ЦНИИТЭИлеспром, М., 1967, стр. 12.

УДК 634.0.265

ИЗ ОПЫТА СОЗДАНИЯ  
СНЕГОЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В ТУНДРЕ

Ю. А. ОРФАНИТСКИЙ

(Всесоюзный НИИ ж. д. транспорта)

А. С. ИЛЮШИН, Н. С. РУСАНОВСКИЙ

(Котласская дистанция защитных насаждений)

Перед лесоводами стоит сложная задача создания снегозащитных лесонасаждений на тундровых почвах, где в настоящее время нет естественной лесной растительности.

С 1966 г. лаборатория защитных лесонасаждений Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта начала разработку научно-обоснованных приемов выращивания защитных лесонасаждений в тундре, опираясь на опыт производственников (Котласская дистанция защитных насаждений и Сейдинская опытно-производственная станция).

Усилиями энтузиастов-производственников Ф. И. Ятченко, А. С. Илюшина, Н. С. Русановского в районе деятельности Сейдинской опытной станции создано около 19 га посадок. Этот опыт защитного лесоразведения в тундре и лесотундре частично изложен в ряде работ [1]—[5]. Сложным и трудным был путь пионеров защитного лесоразведения, много было неудач. Потребовалось несколько лет, прежде чем были найдены приемы мелиорации тундровых почв, испытан ряд древесных и кустарниковых пород. Далеко не все посадки оказались удачными. За 15-летний период лесоводы-железнодорожники доказали возможность выращивания снегозащитных лесонасаждений на тундровых почвах. Особенно интересный объект — защитная полоса близ железнодорожной станции Сейда. Эта полоса (площадь 0,6 га, протяженность вдоль пути 60 м) самостоятельно задерживает снег до февраля месяца. Она заложена на тундровом участке среди березового криволесья. По рельефу — это верхняя часть расчлененной приречной полосы правого коренного берега р. Усы. Участок занимает плоскую вершину местного водораздела между ложбинками, имеющими здесь глубину порядка 8—10 м. Ширина водораздела около 100—120 м. Микрорельеф на прилегающем к полосе участке тундры представлен бугорками высотой 5—20 см. Растительный покров тундры состоит из мхов, лишайников и кустарничков с карликовой березкой на наиболее высоких бугорках.

Эта защитная лесная полоса создана в 1954 г. осенней посадкой привезенных из Печорского питомника 2—3-летних сеянцев лиственницы, рябины, черемухи, березы, яблони сибирской и заготовленных в пойме р. Усы черенков ивы. Размещение сеянцев — 1,5 × 0,7 м. Почву подготавливали путем нарезки пластов всвал плугом ПЛ-70. Зимой 1961—1962 гг. на участок был вывезен навоз (50 т/га), заделанный мотыгами в почву, после чего рост посадок резко улучшился. Уход за культурами проводили вручную — мотыгами. Посадки неоднократно дополняли. В настоящее время средняя высота защитной полосы составляет около 2 м, отдельные экземпляры лиственниц и черемухи достигают 2,5—3 м. Состояние деревьев удовлетворительное. Культуры сомкнуты в рядах.

В конце июля 1966 г. были заложены два почвенных разреза — один в полосе (в междурядье) и другой в 40 м от полосы (за пределами снежного шлейфа) в тундре на ровном участке между бугорками (такие участки здесь преобладают). При сравнении этих двух разрезов было важно выявить, имеются ли изменения лесорастительных свойств почвы под полосой по сравнению с тундрой.

Естественно было ожидать, что обработка целинной тундровой глеевой оподзоленной легкосуглинистой почвы, внесение навоза и произрастание в течение 12 лет древесно-кустарниковой растительности (влияние опада, корней) изменят свойства почвы. Накопление снега в полосе утепляет почву. Так, 28 июля мерзлый слой в тундре залегал на глубине 70 см, а в полосе температура почвы на глубине 1 м была еще +3°C. Это способствовало глубокому проникновению корней в почву. Единичные древесные корни отмечены в полосе на глубине 75 см. Глеевый тиксотропный горизонт морфологически не выражен в обоих разрезах.

Обе почвы близки между собой по содержанию физической глины и ила, поэтому правомерно сравнивать химические свойства рассматриваемых почвенных разрезов. Почва в лесной полосе менее кислая, здесь значительно возросла сумма обменных оснований (особенно в пахотном горизонте) и насыщенность основаниями. Существенные изменения произошли в составе обменных катионов. Наиболее важным обстоятельством следует считать резкое возрастание содержания обменного кальция в пахотном горизонте почвы защитной полосы при одновременном снижении в этом же слое количества обменного алюминия. В целом изменения химических свойств почвы в лесной полосе по сравнению с тундрой невелики, но все же вполне четко выражены.

Удовлетворительный рост древесной растительности в защитной полосе, благоприятные изменения в почве (а эти изменения, несомненно, усилятся, когда лесная полоса будет сложившимся фитоценозом с сомкнутым пологом и лесной обстановкой) позволяют оптимистически смотреть на решение задачи создания защитных лесонасаждений на тундровых почвах.

Исследования по дальнейшей разработке приемов создания снегозащитных прижелезнодорожных лесонасаждений в тундре нужно проводить, естественно, на биогеоценологической основе, то есть комплексно. Вместе с тем постоянно следует иметь в виду и практическую направленность работы, экономическую обоснованность предлагаемых мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Н. Балабышев. О лесоразведении на Крайнем Севере. «Путь и путевое хозяйство» № 2, 1960. [2]. А. С. Илюшин. Лесные полосы вырастим в тундре. «Путь и путевое хозяйство» № 6, 1957. [3]. Н. О. Русановский. И в тундре зашумят леса. «Путь и путевое хозяйство» № 6, 1961. [4] Ф. И. Ятченко. К проблеме создания защитных лесных полос в тундре. «Лесное хозяйство» № 6, 1955. [5]. Ф. И. Ятченко. Создание защитных лесных полос в тундре на Печорской железной дороге. В книге «Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение». Вып. 1. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1956.

Поступила 16 июля 1968 г.

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК 06.091

## ПРОФЕССОР МИХАИЛ ЕЛЕВФЕРЬЕВИЧ ТКАЧЕНКО

(К 90-летию со дня рождения)

М. Е. Ткаченко родился 2 (15) ноября 1878 г. в г. Валки бывш. Харьковской губ. в семье крестьянина. В 1899 г. он окончил Харьковское земледельческое училище и поступил в Петербургский лесной институт.

Блестящие способности студента М. Е. Ткаченко и его большое трудолюбие обратили на себя внимание преподавателей института. По окончании курса в 1904 г. молодой специалист был оставлен для подготовки к профессорской деятельности в качестве «стипендиата высшего оклада» (что соответствует нынешнему понятию аспиранта) при кафедре почвоведения. Первые годы он работал под научным руководством проф. П. С. Коссовича при консультации проф. М. М. Орлова. Ему была поручена тема «О роли леса в почвообразовании». В качестве объекта исследования были выбраны Моховое и Алексеевское Орловской губ. За два года напряженной работы М. Е. Ткаченко провел блестящие исследования и написал оригинальный труд по почвоведению.

С 1906 г. по 1908 г. М. Е. Ткаченко работал ассистентом при кафедре лесостроительства и лесной таксации под руководством М. М. Орлова. В этот период по поручению Лесного департамента он совершил две летние каникулярные поездки, план которых был разработан М. М. Орловым, а анализы почв выполнены под руководством П. С. Коссовича. Результатом этих поездок явились капитальные труды «Леса Севера» (1911) и «Закон объема древесных стволов» (1911), получившие широкую известность.

В 1908 г. М. Е. Ткаченко был направлен на один год в Германию для изучения лесного хозяйства этой страны, а в 1911 г. в США. По материалам второй командировки он опубликовал книгу «Леса, лесное хозяйство и деревообрабатывающая промышленность Североамериканских Соединенных Штатов» (1914), которая с интересом читается и сейчас, и очерк «Высшее лесохозяйственное образование в САСШ» (1915).

В 1917 г. М. Е. Ткаченко перешел в Сельскохозяйственный ученый комитет,

преобразованный в 1924 г. в Государственный институт опытной агрономии (ГИОА); здесь он заведовал лесным отделом, объединявшим всю научно-исследовательскую работу по лесному хозяйству в стране до 1928 г.

В 1919 г. Михаил Елевферьевич был избран по конкурсу профессором Петроградского лесного института, преобразованного позднее в Лесотехническую академию им. С. М. Кирова. Здесь он сначала читал курс частного лесоводства (1919—1921 гг.), а затем с 1921 г. и до конца жизни возглавлял кафедру общего лесоводства, которую принял от своего учителя Г. Ф. Морозова.

С первых лет заведования кафедрой общего лесоводства М. Е. Ткаченко приступил к созданию капитального труда «Общее лесоводство», первое издание которого появилось в свет в 1939 г.; второе, посмертное, дополненное и исправленное издание этого труда вышло под редакцией и с предисловием акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехова в 1952 г. Эта непревзойденная по широте охвата вопросов и глубине их изложения работа выходит далеко за пределы обычного курса лесоводства для студентов лесохозяйственных факультетов. В ней автор не только использовал свой личный научный багаж, но и обобщил опыт зарубежных стран по всем вопросам лесоводства за последние 50 лет. Этот фундаментальный труд получил признание во всем мире.

Будучи руководителем кафедры, М. Е. Ткаченко объединил вокруг себя коллектив студентов, которые проводили научно-исследовательскую работу в учебно-опытных лесничествах института. Впоследствии многие из его учеников стали видными учеными. Исследованиями кафедры были охвачены все важнейшие вопросы лесного хозяйства, получившие отражение в сборнике статей «Исследования по лесоводству», опубликованном в 1931 г. под редакцией и с предисловием руководителя.

Характерной чертой всей жизни М. Е. Ткаченко было то, что он чувствовал нужды лесного хозяйства и умел быстро откликаться на них. Так появились его обстоятельные работы, содержащие глубокий анализ мирового опы-

та по затрагиваемым в них вопросам — «Очистка лесосек» (1931), «Концентрированные рубки, эксплуатация и возобновление леса» (1931), ряд статей о водоохранном и защитном значении леса, а также неопубликованная рукопись «Водоохранно-защитные леса».

М. Е. Ткаченко — публицист и популяризатор лесных знаний. Он написал много брошюр и статей по различным вопросам лесной науки и некоторых других областей естествознания (озеленение городов, география лесов, история лесоводства, лесная политика и лесная экономика).

С 1944 г. по 1946 г. М. Е. Ткаченко заведовал лабораторией лесоводства Института леса АН СССР, в организации которой он принимал активное участие. Он был консультантом в ряде научных учреждений и членом ученых советов ВНИАЛМИ, ЦНИИЛХа, научно-технических советов Министерства лесной промышленности, Главлесоохраны, Главного управления по заповедникам при СНК СССР и др. Много раз он выступал с докладами по вопросам лесоводства и лесного хозяйства в Госплане СССР. Он систематически получал персональные приглашения на международные конгрессы по лесному опытному делу.

М. Е. Ткаченко провел большую работу по организации кафедры лесоводства в Архангельском лесотехническом институте, где он периодически читал лекции. Осенью 1941 г. он эвакуировался в Свердловск, где заведовал кафедрой лесоводства в Уральском лесотехническом институте до 1945 г. Но как только возобновились занятия в Лесотехнической академии, Михаил Елевферьевич возвратился в Ленинград.

Умер М. Е. Ткаченко 25 декабря 1950 г. Он похоронен в парке Ленинградской лесотехнической академии, с которой в течение 50 лет были тесно связаны его жизнь и работа.

Михаил Елевферьевич Ткаченко был подлинным патриотом, кристально честным и прямолинейным человеком. Вся его жизнь отличалась высокой принципиальностью, он не переносил научного карьеризма, не терпел поверхностного отношения к научной работе. Эти качества, организаторские способности и глубокое знание лесного дела позволили ему быть главою советского лесоводства на протяжении трех десятилетий.

**Л. Ф. Правдин.**

(Лаборатория лесоведения АН СССР)..

**П. И. Войчаль.**

(Архангельский лесотехнический институт).

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК (049.3)

## НЕУДАЧНОЕ ПОСОБИЕ ПО ДЕКОРАТИВНОЙ ДЕНДРОЛОГИИ \*

В предисловии к пособию сказано, что «учебное пособие преследует цель помочь студентам строительных, архитектурных и лесотехнических вузов изучить декоративные, биологические и экологические свойства древесно-кустарниковых пород, шире использовать их при разработке курсовых и дипломных проектов, связанных с озеленением и благоустройством городов и поселков».

В главе первой «Районирование европейской части СССР в связи с зеленым строительством» авторы утверждают, что лесная зона заканчивается на линии Житомир — Киев — Куйбышев (стр. 6) и к югу от этой линии лесная зона переходит в лесостепь. Откуда такие сведения? Они противоречат установившемуся представлению, по которому линия Житомир — Киев — Куйбышев является границей между лесостепью и степью. Граница же между лесной зоной и лесостепью проходит значительно севернее и северо-восточнее. В разделе «Рельеф, почвы и растительность» ничего не сказано о своеобразной провинции приазовских и предкавказских черноземов, занимающей значительную территорию, а также об Украине.

Предлагаемое районирование базируется только на климатических факторах. В основу его положена сумма активных температур за период времени со среднесуточными температурами больше 10°. Такой односторонний подход привел к тому, что, например, в 65-й Саратовский район вошли такие почвенно-климатические антиподы, как Саратов (степная зона) и Эльтон (зона полупустыни), в 62-й район — Ирбит и Магнитогорск, в 67-й — Нижне-Чирская и Дивное и т. д. Если в Саратове с успехом можно применять для озеленения липу, то в Эльтоне она обречена на гибель. Практика выработала также различные ассортименты пород для Ирбита и Магнитогорска, для Дивного и Нижне-Чирской.

Очень путанно изложен раздел «Засоленность почв и солеустойчивость растений» (стр. 15). В классификации

засоленных почв для целей озеленения решающее значение имеет характер анионного засоления (содовое, хлоридное, хлоридно-сульфатное и сульфатное), а не признаки содержания катионов, как указывается в разделе (натриевое и т. д.). Вся современная литература по солеустойчивости древесных и кустарниковых пород зиждется на изучении их отношения к хлоридам, сульфатам и соде (Шахов, 1956; Ковда, 1937, 1950; Земляничский, 1939). Авторам, видимо, неизвестны эта литература и опыт озеленения Астрахани, Волгограда, Гурьева и других городов, расположенных на засоленных почвах.

В главе второй «Декоративные древесные и кустарниковые растения» приводится их описание. В декоративной дендрологии большое внимание должно быть уделено ведущим садовым формам растений, без которых немислимо озеленение населенных мест. Необходимо, чтобы учащиеся подробно знали о декоративных особенностях этих растений, их латинском и русском названиях. В книге нет этих данных, что обесценивает ее как руководство для практического использования.

По приводимым в книге описаниям морфологических признаков древесных и кустарниковых пород во многих случаях невозможно определить вид растений, не говоря уже о садовых формах. Так, на стр. 51—54 помещены данные ботанических описаний лиственниц европейской, сибирской, даурской и лиственницы Сукачева. По этим материалам нельзя определить видовые различия лиственниц: отсутствуют данные описания шишек и молодых побегов, очень мало сказано о хвое. Авторы, видимо, совершенно не имеют представления, какие данные нужно взять из литературных источников для характеристики видовых различий древесных пород. Это подтверждается и примером для вязов (стр. 119—120).

Декоративная дендрология должна вооружать читателей, и особенно учащихся, суммой морфологических сведений, необходимых для различения родов, видов и разновидностей. Сведения о породах, изложенные в пособии, не дают четкого представления о различиях не только между видами, но и родами. Так, по внешнему виду пихта

\* И. И. Галактионов, А. В. Ву, В. А. Осин. Декоративная дендрология. Изд-во «Высшая школа», М., 1967.

и ель довольно сходны, но между ними имеется ряд морфологических различий. У пихты шишки стоячие, при созревании рассыпаются, семена покрыты смоляными пузырьками, хвоя большей частью плоская и расположена гребенчато в одной плоскости. У елей шишки свисающие, не рассыпаются при созревании, семена не имеют смоляных пузырьков, хвоя большей частью четырехгранная, на побегах расположена спирально. Авторы книги пренебрегли этими основными признаками.

Известно, что отличительными признаками ясеней являются величина почек и их окраска, а не только количество ланцетовидных листочков, как указано в пособии. Характеризуя виды дубов, нельзя забывать о том, что у дуба красного в отличие от других желуди созревают на второй год. В книге об этом не сказано.

По общим стандартным описаниям, несмотря на приведённые в пособии рисунки, студент не в состоянии отличить ель обыкновенную от колючей, а лиственницу европейскую от сибирской. Неверно также утверждение о том, что ясень обыкновенный является быстрорастущей породой, особенно в молодом возрасте (стр. 266). В школьных отделениях питомников он достигает стандартных размеров почти в том же возрасте, как и такая медленно растущая порода, как липа мелколистная, то есть в 10—11 лет. Такие же общие описания приводятся и для многих кустарников.

Из приводимых в книге характеристик студент не может представить себе декоративную ценность той или иной породы. Кроме того, в описаниях отдельных видов, взятых из литературных источников, встречаются сомнительные рекомендации: так, для Ирбита — вяз перистоветвистый (где на самом деле он будет вымерзать), зато для Москвы, исключены многие виды тополей, а для Ленинграда — вязы и т. д.

В книге приводится описание 510 пород, из которых очень многие редко употребляются для озеленения. В пособии много устаревших сведений о состоянии хвойных в Лесостепной опытной станции.

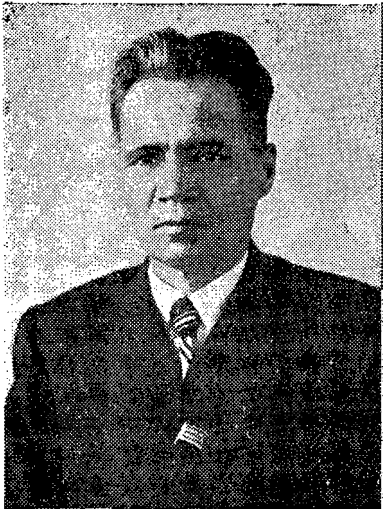
Напомним, что выпущенная еще в 1963 г. издательством МКХ РСФСР книга И. И. Галактионова и А. В. Ву «Декоративные деревья и кустарники для озеленения городов азиатской части РСФСР» подверглась суровой критике на страницах «Ботанического журнала». Казалось бы, что после такой критики авторы должны были серьезно подойти к выпуску учебного пособия. Но, как видно, рецензируемая книга полна недостатков, сводящих на нет то небольшое положительное, что имеется в ней. С другой стороны, и Министерству высшего и среднего специального образования СССР следовало бы более осмотрительно подходить к допуску в качестве учебного пособия для студентов таких работ и предельно квалифицированно их рецензировать.

**Б. В. Щербаков.**  
(Волгоград).

## ЮБИЛЕИ

## ПРОФЕССОР МИХАИЛ ДАНИЛОВИЧ ДАНИЛОВ

(К 60-летию со дня рождения)



В 1968 г. общественность Марийского политехнического института им. М. Горького отметила 60-летие со дня рождения доктора биологических наук, профессора Михаила Даниловича Данилова.

Жизненный путь юбиляра начался в бедной крестьянской семье д. Туруново Чувашской АССР. Окончив среднюю школу, он стал студентом лесохозяйственного факультета Казанского института сельского хозяйства и лесоводства. Ведущие ученые института — профессора Л. И. Яшнов, А. П. Тольский и др. — с удовлетворением отмечали интерес и способности юноши к исследовательской работе, а также большое трудолюбие. Общественные организации с учетом желания М. Д. Данилова направляют его на кафедру лесных культур, где он работает у проф. А. П. Тольского сначала в качестве студента-выдвиженца, а после окончания института проходит аспирантуру.

Педагогическая деятельность М. Д. Данилова также начинается и протекает в стенах родного института. Он проходит все этапы вузовской работы: ассистента, доцента, профессора, декана, проректора и, наконец, на протяжении 20 лет возглавлял Поволжский лесотехнический институт в качестве его ректора.

Как ученый и педагог Михаил Данилович оказывает благотворное влияние на формирование многих сотен молодых специалистов лесного хозяйства, успешно готовит научную смену через аспирантуру.

Перу М. Д. Данилова принадлежат более 100 печатных работ, среди которых видное место занимают исследования возрастных изменений древесных растений, имеющие большое теоретическое и практическое значение и получившие широкую известность как в нашей стране, так и за ее пределами. Михаил Данилович является одним из первых авторов, разработавших классификацию деревьев по росту и развитию. Им опубликован ряд работ о растительности Марийской АССР, о ресурсах дикорастущих плодовых растений, о полиморфизме дуба и осины в лесах Поволжья, о естественном и искусственном возобновлении дуба и др. Результаты его исследований вошли в учебники, учебные пособия и используются в практической работе.

Огромную педагогическую, научно-исследовательскую и административную работу Михаил Данилович сочетает с многогранной общественной работой.

Заслуги Михаила Даниловича отмечены высокими правительственными наградами: орденами Трудового Красного Знамени и «Знак почета», многими медалями и почетными грамотами Президиума Верховного Совета Марийской АССР, ему присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники Марийской АССР.

**Б. М. Алимбек, А. Р. Чистяков,  
А. К. Денисов, В. И. Пчелин и др.**

(Марийский политехнический институт).



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е. С. Романов.</i> Достижения науки — народному хозяйству . . . . .	3
<i>Ф. И. Коперин.</i> Основные направления развития лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности . . . . .	5

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>М. Д. Данилов.</i> Зависимость всхожести желудей от их размеров и формовых особенностей . . . . .	10
<i>Б. И. Логгинов.</i> Лесные культуры Боярского учебно-опытного лесхоза Украинской сельскохозяйственной академии . . . . .	13
<i>В. Н. Толкач.</i> Влияние удобрений и рыхления почвы на рост и распространение корней соснового подроста . . . . .	16
<i>А. В. Давыдов, В. И. Кравченко.</i> Продуктивность и естественный отпад ельников . . . . .	20
<i>Н. Г. Смертин.</i> Использование видовых высот для проверки стандартной таблицы полнот и запасов . . . . .	23
<i>Г. И. Лылов.</i> Роль лиственных пород в повышении продуктивности сосновых культур . . . . .	26
<i>А. М. Ахмеров.</i> Рост хвои сосны в течение вегетационного периода . . . . .	30
<i>Н. Е. Косиченко.</i> К вопросу о годичной слоистости луба древесных пород . . . . .	33
<i>М. А. Альбицкая, Л. С. Маймур.</i> Засеменность почвы пойменных лесов Среднего Днепра . . . . .	37
<i>Н. В. Куприянов.</i> Опыт выращивания лиственницы в культуре в Горьковской области . . . . .	39
<i>С. А. Дыренков.</i> О структуре древостоев девственных ельников на востоке европейской части среднетаежной подзоны . . . . .	43

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Б. И. Мельников.</i> К установлению величины поперечного смещения прицепов при складывании автопоездов . . . . .	48
<i>В. Г. Козлов.</i> Новый метод расчета длительности намокания древесины при молевом сплаве . . . . .	53
<i>Л. С. Яковлев.</i> Методика определения монтажных характеристик тросового ускорителя . . . . .	56
<i>А. Я. Слабодкин.</i> Гидроморфометрический способ расчета сплавопропускной способности равнинных рек . . . . .	59
<i>В. М. Удовенко, А. А. Ведерников.</i> К вопросу экспериментального исследования условий работы лесовозных автопоездов . . . . .	66
<i>А. Н. Пикушов, Н. Я. Кудряшов.</i> Совершенствование кинематики лесовозного автопоезда . . . . .	69
<i>А. А. Дебердеев.</i> О влиянии поперечных изгибных колебаний ствола на соударение дерева . . . . .	72

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>В. Ф. Фонкин.</i> К вопросу о величине хода и траектории перемещения пильной рамки у лесопильной рамы . . . . .	83
<i>В. Б. Преловский.</i> Выбор типа излучателя для исследования древесины . . . . .	88
<i>В. П. Левченко.</i> Физико-механические свойства древесины сучков сосны . . . . .	93
<i>Г. В. Кудрявин.</i> Теоретические основы по расчету расхода древесины для витой стружки — заполнителя щитов . . . . .	97
<i>Ю. А. Варфоломеев.</i> К исследованию пневматического цилиндра одностороннего действия . . . . .	101

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>В. И. Есафов, Г. Ф. Овчинников.</i> О действии бромистого водорода на $\alpha$ -пинен в присутствии перекиси бензоила . . . . .	105
<i>И. П. Сидоровская, Л. В. Меньшикова, З. С. Калугина, С. Я. Коротов.</i> Влияние гидродинамических условий на процесс экстракции смолистых веществ из осмола в потоке . . . . .	107
<i>Н. А. Ярцева.</i> О химическом составе кедра сибирского . . . . .	112
<i>Р. П. Сидорова, Б. Д. Богомолов, В. С. Буцаленко.</i> К вопросу о распределении серы при сульфатной варке целлюлозы . . . . .	116

Таблица 1

Название растений	Свежая вязовая дубрава					Влажноватая вязовая дубрава					Влажный осокорник					Цено- морфы
	Количество семян (из шести повторностей) на 1 м <sup>2</sup> на глубине, см															
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
Многолетние травы																
<i>Carex colchica</i> Gay	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77	135	—	—	—	Ps.
<i>Carex cuprina</i> (Saud.) Nendtv.	135	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Sil.
<i>Carex gracilis</i> Curt.	—	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pal.
<i>Galium mollugo</i> L.	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pr.
<i>Glechoma hederacea</i> L.	—	—	—	—	—	116	—	38	—	—	—	—	—	—	—	Sil.
<i>Heleocharis</i> sp.	—	—	—	—	—	38	19	—	—	—	—	—	—	—	—	Pal.
<i>Heleocharis eupalustris</i> Lindl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3457	908	—	—	—	Pal.
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	—	—	—	—	116	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pr.
<i>Mentha arvensis</i> L.	—	—	—	—	—	174	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pr.
<i>Scirpus supinus</i> L.	20	348	38	—	38	77	19	58	19	—	4408	24708	4594	2564	325	Pal.
<i>Scirpus Tabernaemontani</i> (Gmel.) Palla.	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pal.
Сем. <i>Superaceae</i>	116	38	—	—	—	638	38	58	—	77	—	—	—	—	—	—
Неизвестные	—	—	—	—	—	—	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего многолетников	271	482	76	20	154	1043	76	192	19	77	7942	25751	4594	2564	325	—
Малолетние травы																
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	38	19	—	—	—	—	—	Ru.
<i>Brassica</i> sp.	—	—	—	—	—	986	3460	998	560	328	—	—	—	—	—	Ru.
<i>Cuscuta epithymum</i> Murr.	38	383	893	77	—	715	4350	1334	1314	638	212	154	—	—	—	Ru.
<i>Lotus praetermissus</i> Kupr.	—	20	—	20	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ru.
<i>Polygonum aviculare</i> L.	20	20	38	38	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ru.
<i>Polygonum persicaria</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	20	38	—	Pal.
<i>Polygonum minus</i> Huds.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	Ru.
<i>Trifolium arvense</i> L.	—	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ru.
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray.	—	20	—	96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ru.
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Moench.	96	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ru.
Всего малолетников	154	483	951 1027	231	58	1701	7810	2332	1912	985	212	192	40	38	—	—
Итого семян, шт.	425	965	—	251	212	2744	7886	2524	1931	1062	8154	25943	4634	2602	325	—
%	14,76	33,51	35,66	8,71	7,36	16,99	48,84	15,63	11,96	6,58	19,57	62,28	11,12	6,25	0,78	—
Общее количество семян на 1 м <sup>2</sup>	—	—	2880	—	—	—	—	16147	—	—	—	—	41658	—	—	—

Примечание. Время взятия проб — 26.VI-1961 г.

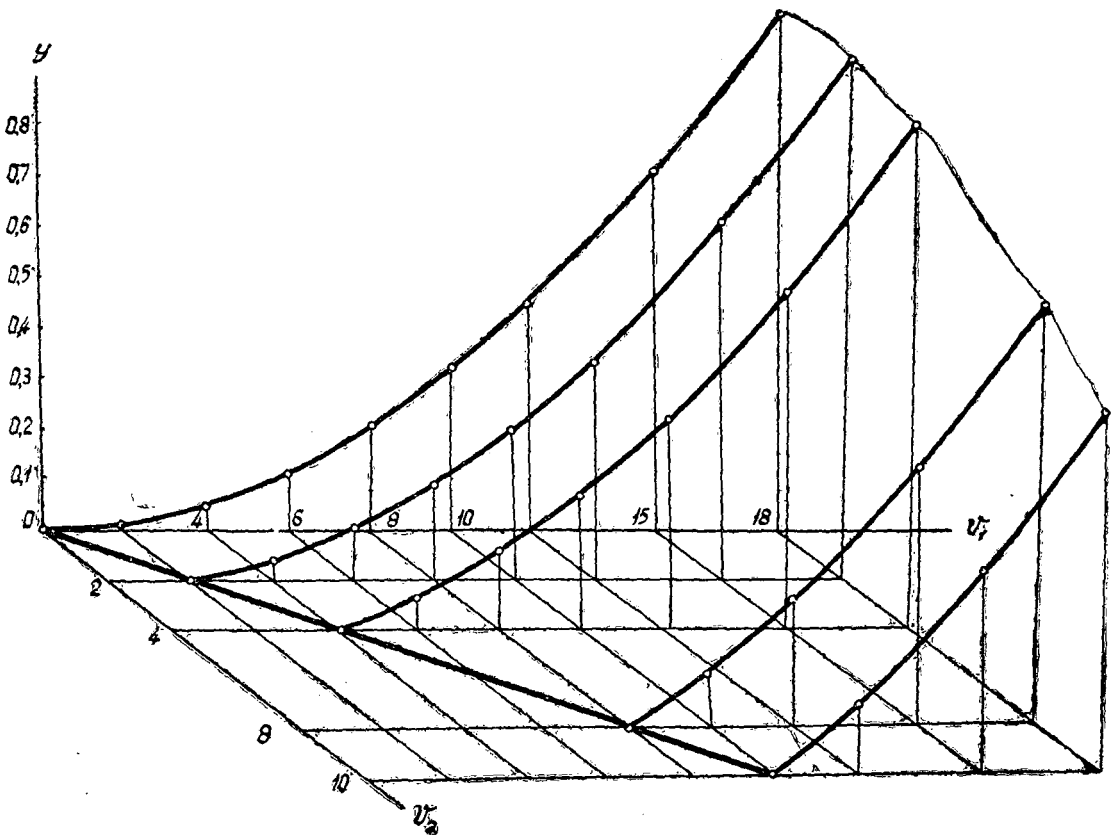


Рис. 4.

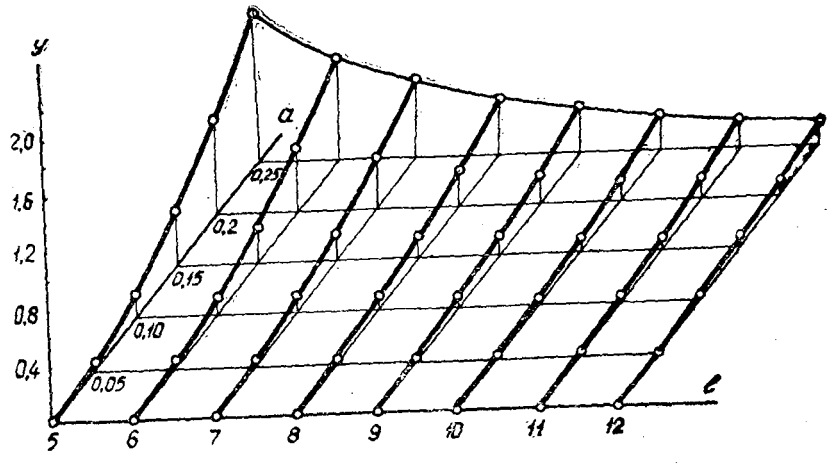


Рис. 5.

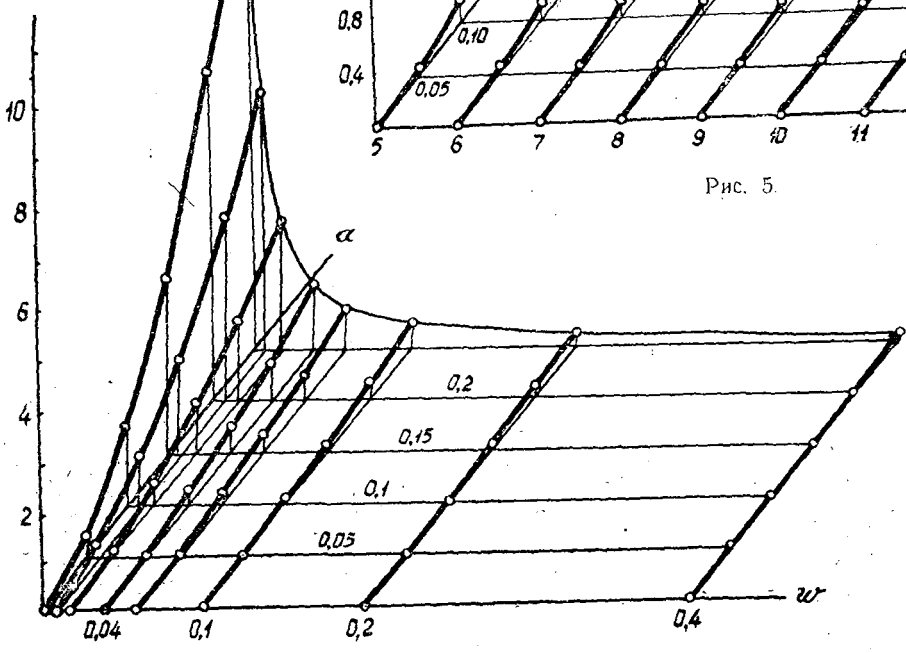


Рис. 6.

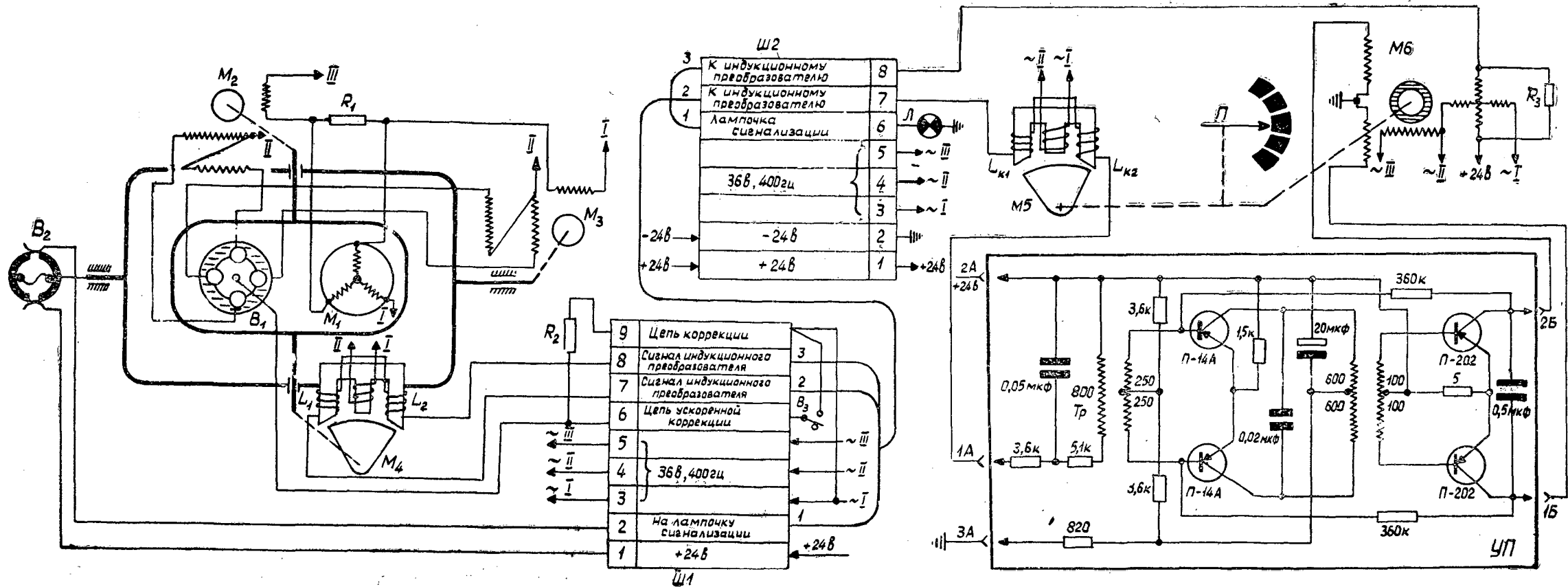


Рис. 1. Принципиальная электрокинематическая схема устройства для автоматического измерения и регистрации величины продольных уклонов лесовозной дороги.

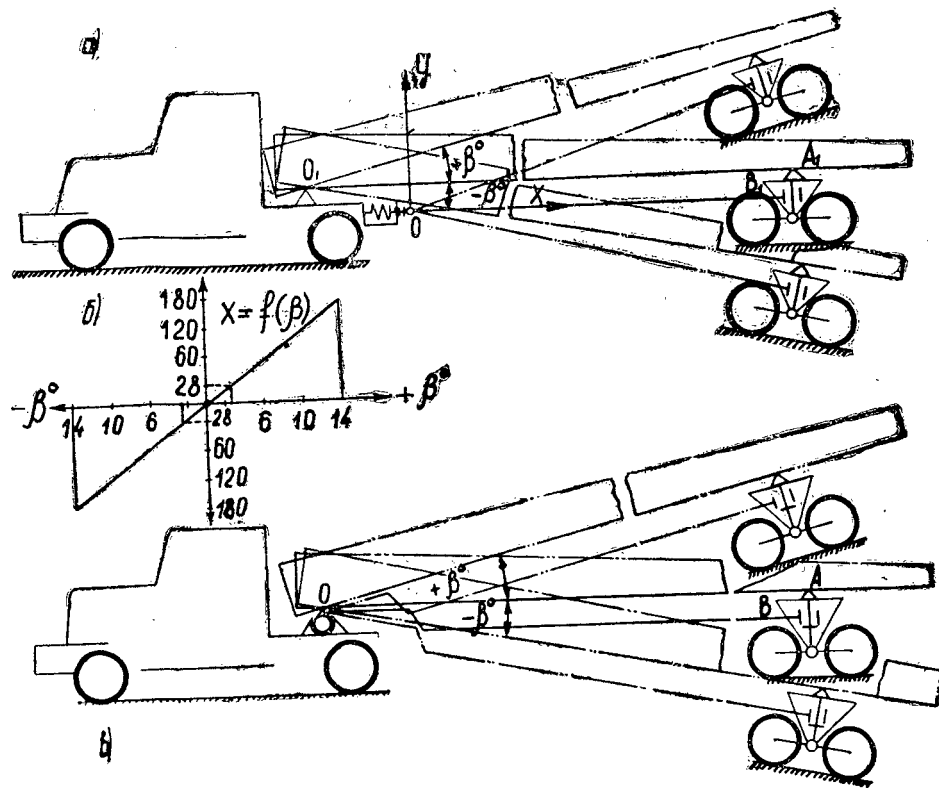
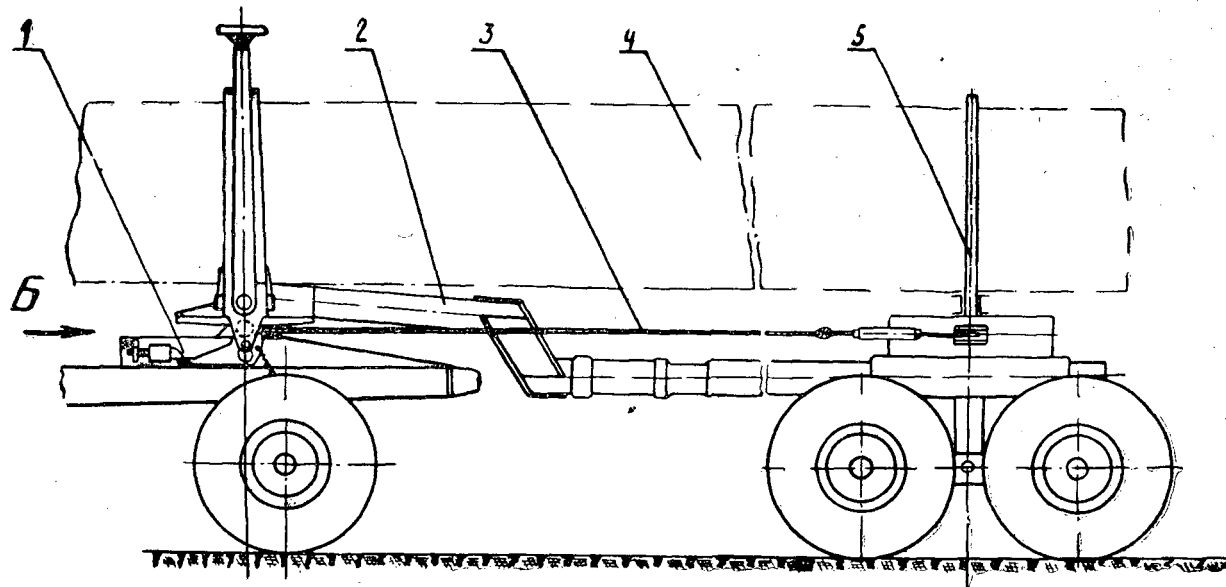


Рис. 1. Графический анализ кинематики лесовозного автопоезда в вертикальной плоскости.



б)

Вид Б.

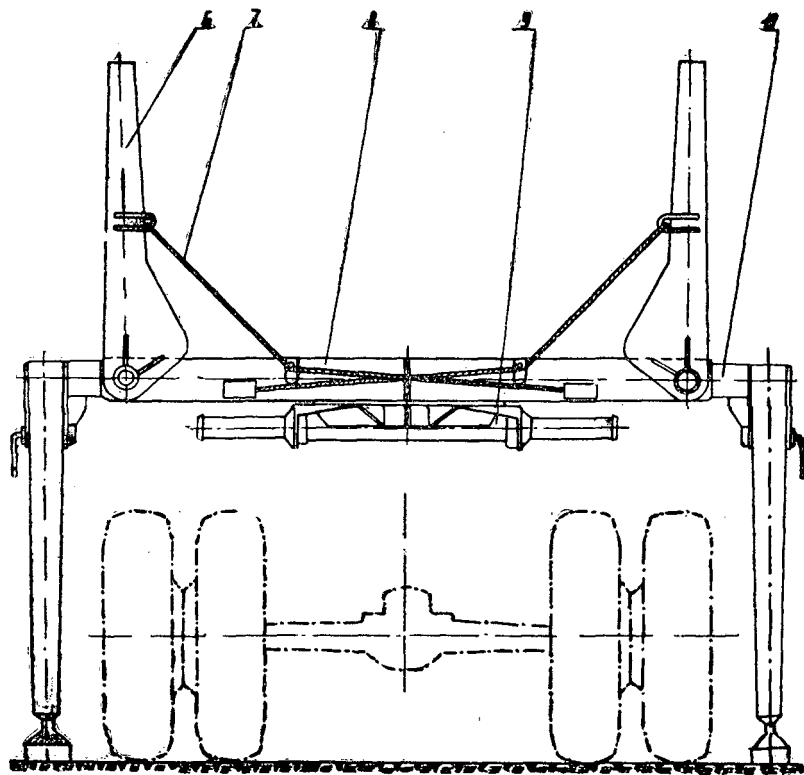
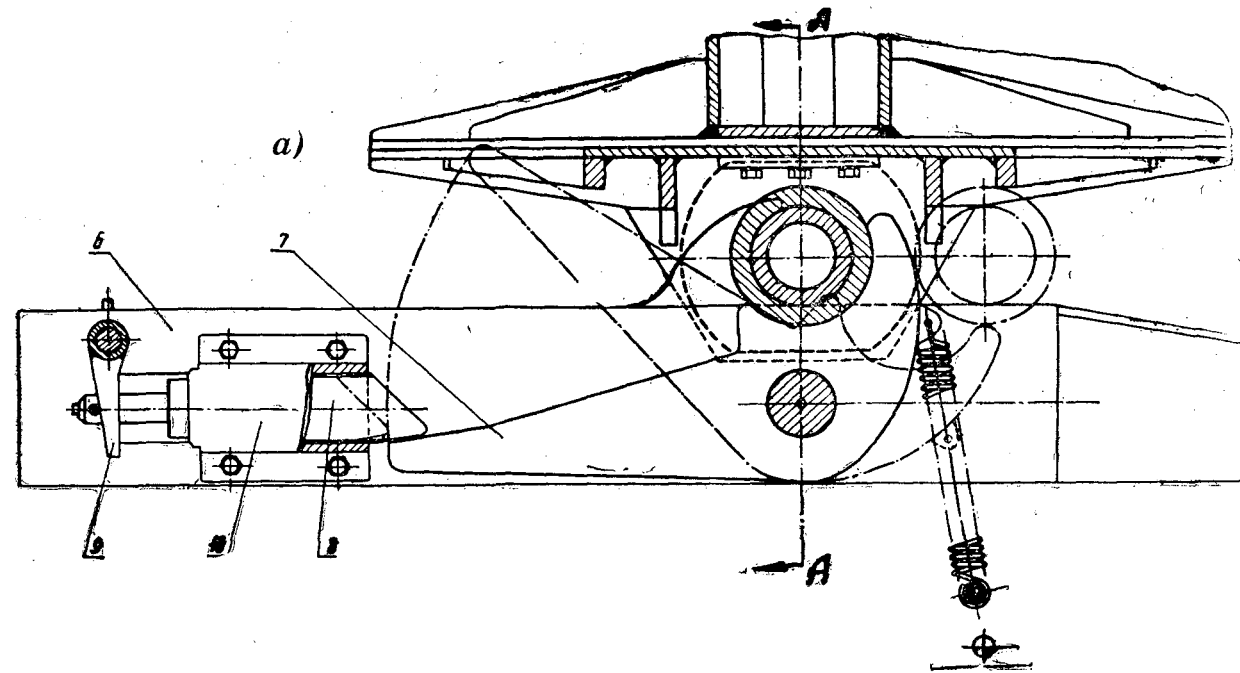


Рис. 2. Общий вид роспуска седельного типа 2-РС-15т.

а — вид сбоку; б — вид спереди.



б)

А-А

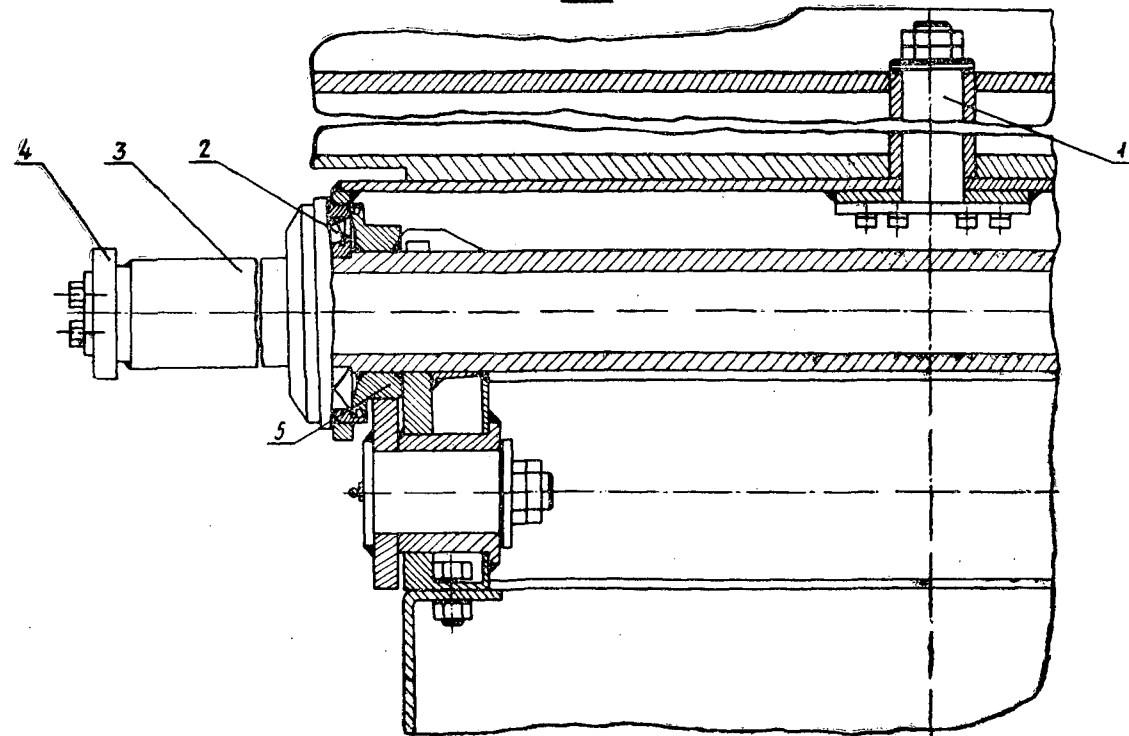


Рис. 3. Опорно-сцепное устройство автопоезда с роспуском 2-РС-15т.

а — вид с боку; б — вид спереди.

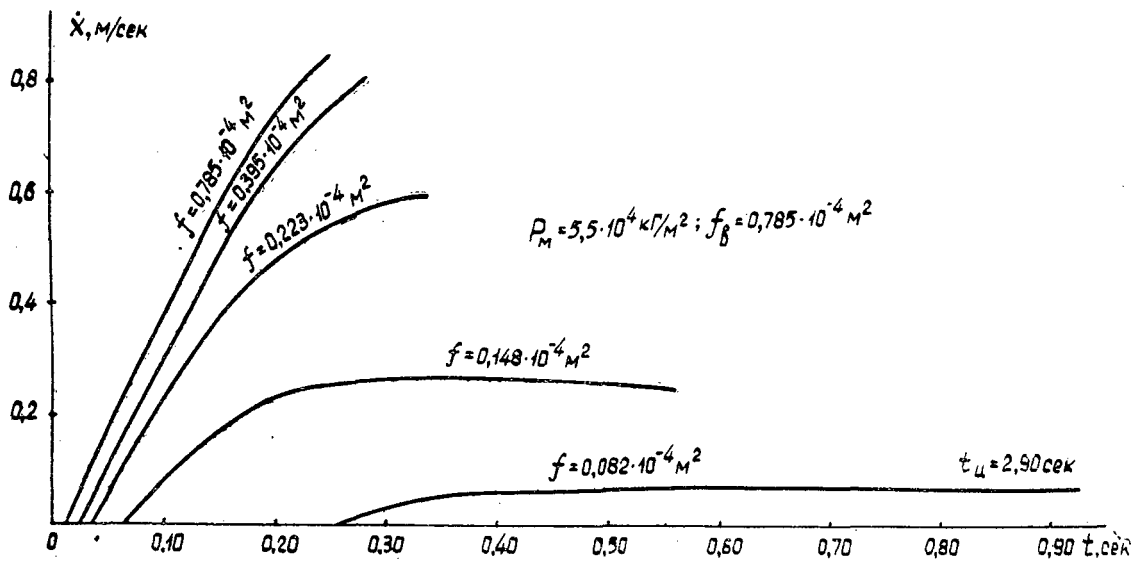
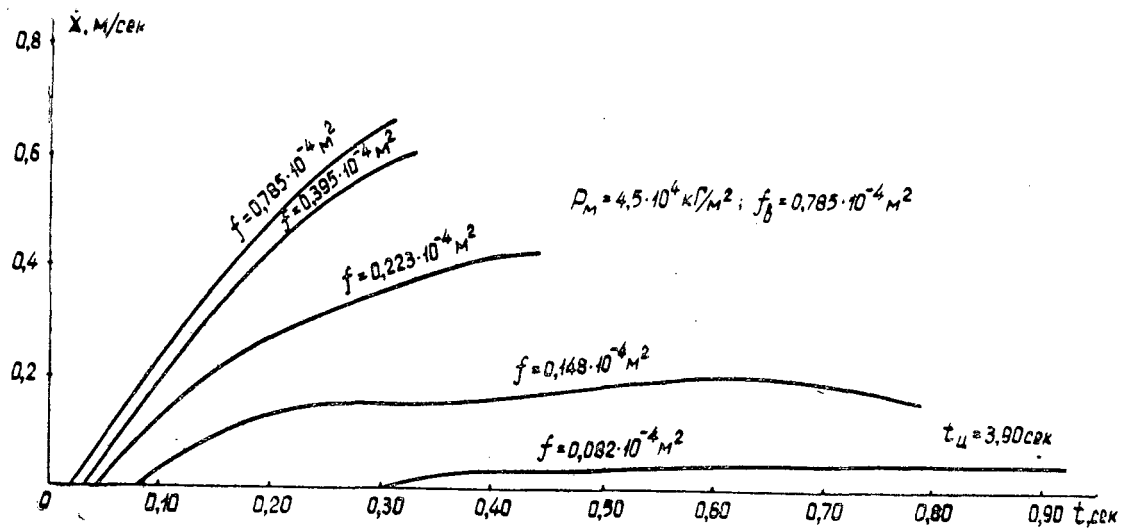


Рис. 2.

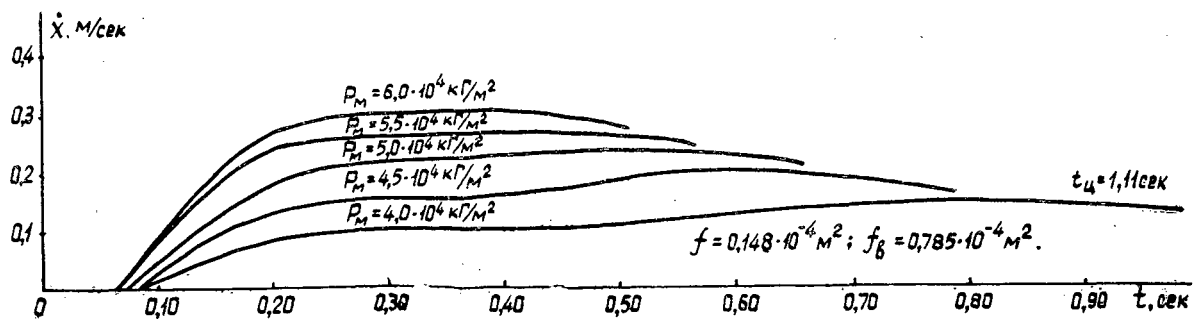
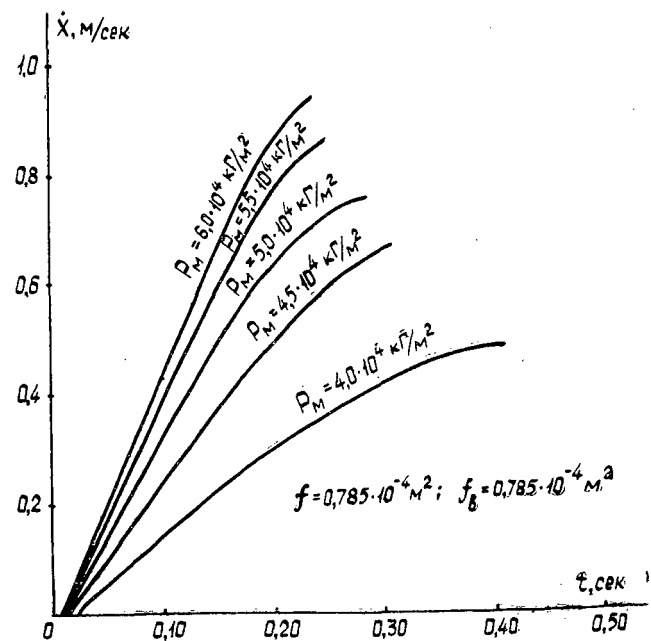


Рис. 3.

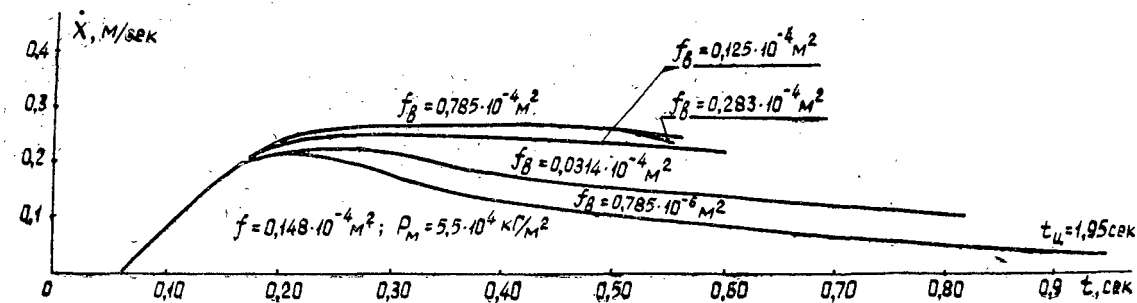


Рис. 4.

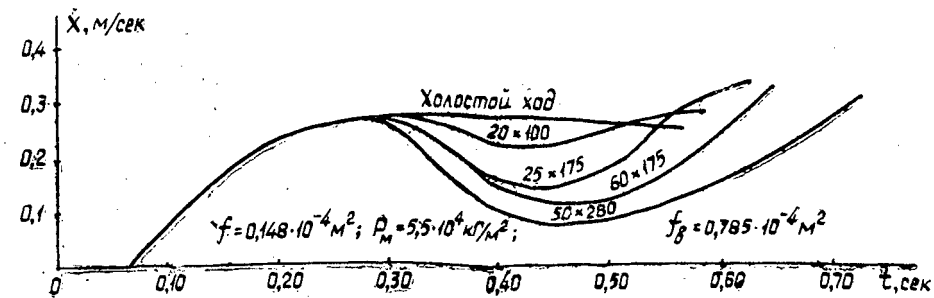


Рис. 5.

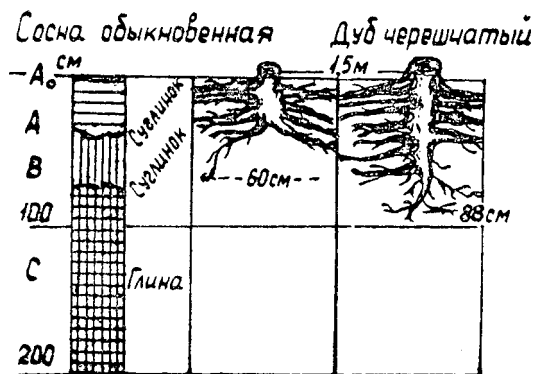


Рис. 1.

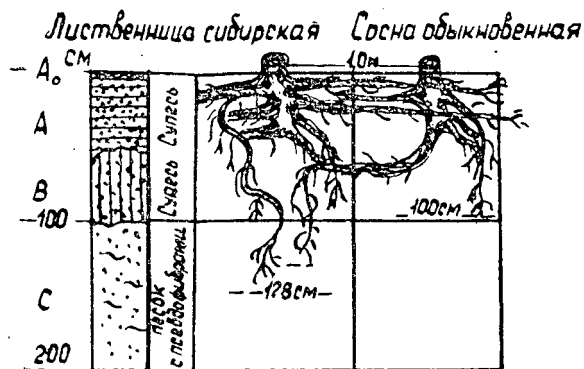


Рис. 4.

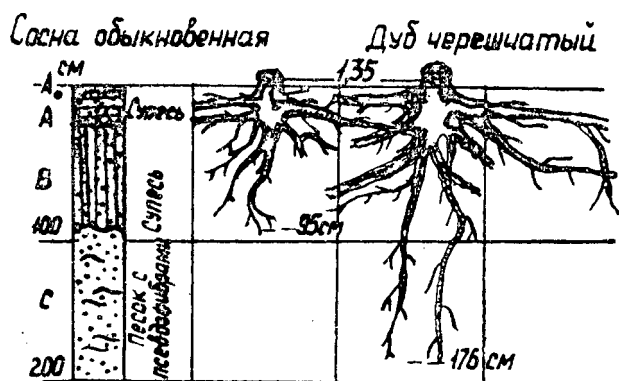


Рис. 2.

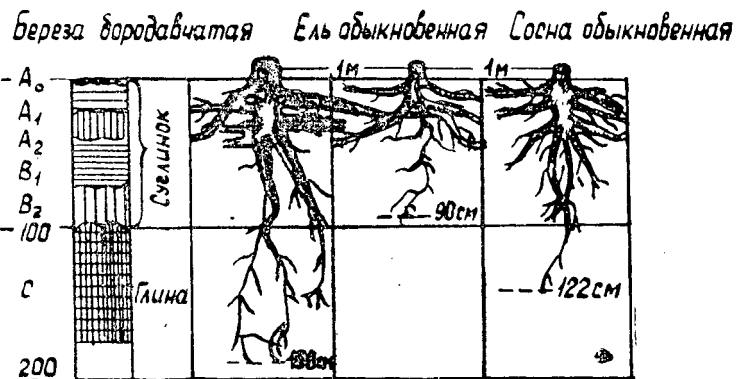


Рис. 5.

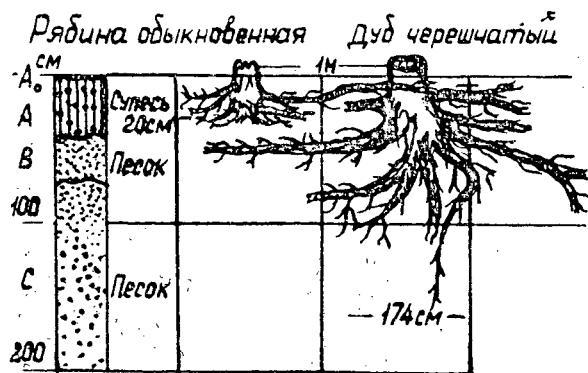


Рис. 3.

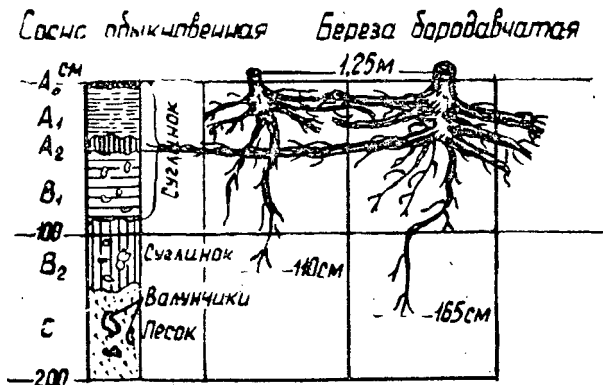


Рис. 6.



**АРХАНГЕЛЬСКИЙ  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБИШЕВА**

объявляет прием в аспирантуру на 1969 год по  
следующим специальностям

**В АСПИРАНТУРУ ИНСТИТУТА:**

машины, механизмы и технология лесоразработок, лесозаготовок и лесного хозяйства (механизация лесоразработок); машины, оборудование и технология лесопильных и деревообрабатывающих производств (лесопильные, станки и инструменты); химия и технология древесины, целлюлозы и бумаги; лесные культуры, селекция и лесное семеноводство.

**В ЦЕЛЕВУЮ АСПИРАНТУРУ:**

математический анализ; теория вероятности и математическая статистика; экспериментальная физика, технология машиностроения; машины, механизмы и технология лесозаготовок, лесоразработок и лесного хозяйства (механизация лесоразработок); машины, оборудование и технология лесопильных и деревообрабатывающих производств (столярно-мебельное производство, деревоиспользование); история КПСС; политическая экономия; экономика, организация и планирование лесозаготовок и лесного хозяйства; теоретические основы электротехники.

Подготовка в целевой аспирантуре проводится в Московском и Ленинградском университетах и институтах

Прием заявлений с документами в аспирантуру: целевую до 10 июня, при институте до 20 сентября с. г.

Адрес: г. Архангельск, Набережная им. В. И. Ленина, 17,  
Лесотехнический институт

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

А. А. Кудинов. Об оценке оперативного мышления оператора раскряжевочного агрегата	120
Г. А. Борисов, Б. С. Герасимов, Р. А. Сюкияйнен. Оптимизация схемы транспортно-освоения лесосырьевой базы методами линейного программирования	123

**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

В. Н. Ключовкин. О содержании понятия «производственная мощность»	129
Т. С. Лобовиков. К определению форм концентрации производства и ее уровня	132

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

А. И. Носенков. Об установлении оптимальной лесистости в многолесных районах	138
В. Б. Ларин. К вопросу о сравнительной характеристике лесных культур в зависимости от способа механизированной подготовки почвы	139
И. С. Матюк. Развитие корневых систем древесных пород в смешанных насаждениях в зависимости от строения почвогрунта	141
К. С. Ботман. Лесная подстилка в искусственных горных насаждениях и ее мелноративное значение	142
А. Г. Леонтьев. Сетчатый высотомер-кромометр	146
Е. А. Цветков. Погрузка пиломатериалов пакетами	148
М. Ширмамедов. Особенности лесных культур на песках по трассе Каракумского канала	149
А. А. Марусов. Культуры кедра сибирского в Пермской области	151
Г. Н. Гигсури, Г. П. Липартелиани, К. Л. Тугуши. Строение девственных пихтово-буковых лесов Абхазии	152
В. Е. Удод. Влияние технологии производства культур ели на нераскорчеванных лесосеках на сохранность и рост культур	155
А. Ф. Лисенков. Скорость передвижения воды в темно-серых лесных почвах в лиственничных лесах Хакасии	157
И. А. Павленко. О ширине и направлении коридоров при реконструкции малоценных молодняков	159
М. Л. Дворецкий. Вычисление запаса древостоя через относительные объемы модельных деревьев	161
О. А. Нееолин. О полнодревесности сосны в смешанных сосново-березовых насаждениях Архангельской области	163
Е. Н. Самошкин. Изменчивость количественных признаков семян сосны обыкновенной под влиянием химических мутагенов	165
Г. Ф. Потуткин. Способ улучшения физико-механических показателей древесностружечных плит	167
Ю. А. Орфанитский, А. С. Илюшин, Н. С. Русановский. Из опыта создания снегозащитных лесных полос в тундре	169

**ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ**

Л. Ф. Правдин, П. И. Войчалъ. Профессор Михаил Елевферьевич Ткаченко	171
--	-----

**КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ**

Б. В. Щербаков. Неудачное пособие по декоративной дендрологии	173
---	-----

**ЮБИЛЕИ**

Б. М. Алимбек, А. Р. Чистяков, А. К. Денисов, В. И. Пчелин и др. Профессор Михаил Данилович Данилов	175
---	-----

**Подписывайтесь  
на журнал на 1969 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»  
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР**

Р а з д е л

**„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“**

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».