

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

4

1984

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

Библиотека
Архангельского
Лесотехнического
института
им. В. В. Куйбышева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), доц. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), доц. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), проф. Н. М. Белая, доц. Е. М. Боровиков, проф. Ю. Г. Бутко, доц. П. И. Войчаль, проф. И. В. Воронин, проф. И. И. Гусев, проф. Ю. Я. Дмитриев, доц. Г. Л. Дранишников, проф. Р. Е. Калитеевский, проф. В. Г. Кочегаров, проф. Э. Д. Левин, проф. П. Н. Львов, проф. Н. В. Маковский, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Р. Родин, проф. П. С. Серговский, проф. Ю. Д. Силуков, проф. Э. Н. Фалалеев, проф. Н. И. Федоров, проф. В. В. Щелкунов.

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство, о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов. Журнал издается с 1957 года. Выходит 6 раз в год.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4

Ст. редактор Н. П. Бойкова. Редактор З. Ф. Кекишева. Корректор Л. Л. Аксенова

Сдано в набор 3.05.84. Подписано в печать 3.07.84. Сл. 00809.
Форм. бум. 70×108¹/₁₆. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 14,97. Тираж 1570 экз. Заказ 4583. Цена 1 р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17, тел. 4-13-37.

Типография издательства «Правда Севера».
163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32.

УДК [630*6 + 630*79]: 001.8

**ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ В УСЛОВИЯХ
ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

А. П. ПЕТРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Решениями XXVI съезда КПСС предусмотрено: «Последовательно улучшать управление народным хозяйством с учетом возрастающих масштабов производства, усложняющихся экономических связей, требований научно-технической революции в целях максимального использования возможностей и преимуществ экономики зрелого социализма. Внедрить в одиннадцатой пятилетке комплекс разработанных мер по совершенствованию хозяйственного механизма и усилению его воздействия на повышение эффективности и качества*.

Указания съезда следует рассматривать как программу для разработки ключевых экономических проблем развития народного хозяйства и его отдельных отраслей в условиях интенсификации производства. Эта программа нашла конкретное выражение в постановлении ЦК КПСС «О повышении роли Института экономики Академии наук СССР в разработке узловых вопросов экономической теории развитого социализма**», где сформулированы основные направления развития экономической науки. Названные в постановлении проблемы экономической науки характерны и для развития отраслей лесного комплекса (лесная, деревоперерабатывающая, целлюлозно-бумажная, микробиологическая промышленность и лесное хозяйство).

Лесной комплекс как объект экономических исследований в отличие от других отраслей характеризуют следующие особенности:

1) соединение добывающей (лесозаготовки), перерабатывающих отраслей и лесного хозяйства, обеспечивающего воспроизводство лесных ресурсов; в зависимости от степени интенсивности хозяйствования это соединение имеет самые различные формы (по степени развития экономических отношений);

2) большое влияние природных факторов на формирование лесных ресурсов, экономические характеристики лесозаготовок и перерабатывающих производств, выбор рациональных схем размещения предприятий и отраслей, транспортных грузопотоков;

3) взаимозаменяемость лесопродукции и круглых лесоматериалов в потреблении (в конечном потреблении взаимозаменяемы пиломатериалы, фанера, плиты и картон; на стадии лесозаготовок определенной степенью заменяемости обладают многие сортаменты круглого леса: пиловочник, балансы, рудстойка и др.);

4) большое количество переделов работ (технологических фаз и операций), превращающих исходный предмет труда (лесосечный фонд) в конечную продукцию народнохозяйственного потребления, выполняемых предприятиями различного ведомственного подчинения, террито-

* Материалы XXVI съезда КПСС. — М.: Политиздат, 1981, с. 197.

** Правда, 1984, 24 фев.

риально рассредоточенными. При этом по мере движения предмета труда (древесины) значительная часть его превращается в отходы;

5) длительные сроки воспроизводства лесных ресурсов, накладывающие определенные ограничения на концентрацию производства на лесозаготовках и в деревоперерабатывающих отраслях;

6) необходимость учета социальных и экологических факторов при выборе технологических процессов, размещении производств, формировании типов предприятий, в прогнозных оценках развития лесного комплекса;

7) большое влияние лесных ресурсов на удовлетворение социальных потребностей населения и на охрану окружающей среды (посредством использования рекреационных и климаторегулирующих функций).

С учетом названных особенностей лесного комплекса установим узловые экономические проблемы его развития в условиях интенсификации производства, когда темпы роста конечных результатов должны превышать темпы роста привлекаемых ресурсов (трудовых, финансовых, материальных и природных).

Прежде всего необходимо разработать экономическую стратегию развития отраслей лесного комплекса в целом по стране и по отдельным районам на ближнюю и дальнюю перспективу. Количественными определителями этой стратегии являются объемы производства и структура потребления лесопродукции.

Следует установить, в какой степени сдвиги в структуре потребления древесины вызывают изменение в объемах лесозаготовок, объемах выпуска продукции перерабатывающих производств и какова закономерность (по времени и масштабам развития процесса) этих изменений.

Дело в том, что продукция, вырабатываемая из отходов и низкокачественной древесины, заменяет деловую древесину и традиционные лесоматериалы, однако нормы такой замены, особенно в связи с влиянием научно-технического прогресса, в настоящее время не обоснованы. Это приводит к просчетам в планировании производственных мощностей, поскольку все балансовые расчеты потребностей в лесопродукции основаны на коэффициентах заменяемости, приведенных к круглому лесу.

Сложившийся сейчас неблагоприятный «разрыв» в развитии мощностей на лесозаготовках и в деревоперерабатывающих отраслях в значительной мере вызван отсутствием в лесозаготовочной науке надежных методов составления межотраслевых балансов производства и потребления продукции с учетом фактора взаимозаменяемости.

Широкое поле экономических исследований формируется при разработке другой проблемы — установления форм организации использования и воспроизводства лесных ресурсов с учетом региональных различий.

Под формой организации использования и воспроизводства лесных ресурсов понимается создание определенных типов предприятий (объединений), различающихся уровнем комбинирования, концентрации, специализации и кооперирования производств, а также характером экономических отношений в системе: лесовыращивание — лесозаготовки — деревопереработка. Формы организации производства в отраслях лесного комплекса складываются под влиянием факторов, действующих в лесоводственной, технической, экономической, социальной и экологической областях; отсюда наличие в лесной промышленности и лесном хозяйстве самых разнообразных типов предприятий, различающихся по масштабам и структуре производственной деятельности, уровню развития внутрихозяйственных экономических отношений и другим типологическим признакам.

В настоящее время не экономическая теория определяет направления совершенствования форм производства в отраслях лесного комплекса, а, наоборот, осуществленные решения в области создания, реорганизации предприятий (объединений) дают материалы для экономических исследований (так, например, обстоит дело с изучением опыта комплексных предприятий Карпат, лесозаготовительно-деревоперерабатывающих объединений БССР, лесокомбинатов Эстонской ССР и др.).

Настало время, учитывая большой разнообразный опыт использования и воспроизводства лесных ресурсов в отдельных районах, создать общую программу и разработать теорию и методы обоснования форм организации лесной промышленности и лесного хозяйства, базирующиеся на единых принципах, на единой системе показателей и критериев эффективности.

Программа экономических исследований в области обоснования рациональных форм организации лесной промышленности и лесного хозяйства должна включать разработку следующих вопросов.

Во-первых, необходимо составить классификацию типов предприятий для всех отраслей лесного комплекса. Принципы типизации предприятий, разработанные в ЛТА (проф. Т. С. Лобовиков) применительно к лесозаготовительной промышленности, должны быть распространены на другие отрасли с учетом их специфики.

Классификацию типов предприятий с указанием классификационных признаков и определений следует утвердить в директивном порядке и сделать ее активным инструментом для прогнозирования предприятий будущего.

Во-вторых, установить принципы и организационно-экономические основы создания различных типов предприятий (объединений), например, территориальных лесопромышленных комплексов и т. п.

В-третьих, создать единую систему методик и оптимизационных моделей, позволяющих для любых конкретных случаев (через ввод соответствующей информации) устанавливать эффективные и оптимальные размеры предприятий во всех отраслях лесного комплекса.

В-четвертых, определить эффективные и оптимальные размеры и структуру предприятий (объединений). Обоснование эффективного размера более продуктивно в сравнении с оптимальным для целей перспективного планирования, поскольку в этом случае область возможных решений задается граничными значениями объемов производства, в пределах которых достигаются удовлетворительные показатели эффективности производства.

В-пятых, сформировать единую концепцию создания и развития предприятий будущего, которая должна стать составной частью комплексной программы научно-технического прогресса в лесном деле.

Важной задачей лесоэкономической науки должно стать исследование показателей эффективности использования производственных ресурсов.

В части использования основных фондов исследования должны выполняться по следующим направлениям:

совершенствование методов воспроизводства фондов (простого и расширенного), обоснование нормативов их обновления, отвечающих интенсивному типу воспроизводства;

выявление связей показателей использования фондов с факторами, определяющими этот процесс в различных отраслях, с целью практической реализации мероприятий по увеличению фондоотдачи;

совершенствование механизма стимулирования использования основных фондов через систему хозяйственного расчета.

При разработке экономических вопросов использования трудовых ресурсов в отраслях лесного комплекса основное внимание необходимо уделить исследованиям, направленным на выявление резервов роста производительности труда и обеспечивающим в практической деятельности предприятий (объединений) соответствия «меры труда» и «меры потребления». Дефицит трудовых ресурсов, особенно в лесозаготовительной промышленности и лесном хозяйстве, предопределяет экономический поиск новых прогрессивных форм организации труда. Рекомендации в этой области должны базироваться на широком изучении передового опыта с привлечением социологических методов исследований.

Требует решения в экономическом плане проблема сокращения затрат ручного неквалифицированного труда. Здесь нужны новые идеи, основанные на «усилении» значимости затрат живого труда в формировании конечного эффекта. В настоящее время в измерении эффективности живой труд оценивается только через заработную плату с начислениями на социальное страхование, что далеко не соответствует уровню затрат общества на воспроизводство рабочей силы.

Значительную часть этих затрат представляют фонды общественного потребления, которые не учитываются в текущих затратах на производство продукции. Учет этого и других социальных факторов значительно расширит границы замены ручного труда, повысит престижность профессий и квалификацию рабочих лесной промышленности и лесного хозяйства.

Все деревоперерабатывающие отрасли лесного комплекса по структуре текущих затрат материалоемки, поэтому снижение материалоемкости дает в них значительный экономический эффект. Исследования должны обеспечить:

- создание нормативной базы для определения расхода сырья, материалов, энергии, топлива с учетом влияния технологических, организационных и других факторов;

- жесткую «регламентацию» в измерении эффективности потребления материальных ресурсов на предприятиях через расширение системы оценочных и директивных показателей, построенных на сопоставлении конечных результатов с затратами ресурсов;

- прогнозирование снижения материалоемкости под влиянием реализации мероприятий технического прогресса (методами производственных функций и математического анализа);

- разработку и внедрение систем стимулирования за комплексное использование древесного сырья и экономию материальных ресурсов.

При решении этих задач необходимо отказаться от отраслевого ведомственного подхода к измерению эффективности потребления древесного сырья; должна быть создана и утверждена единая для всех отраслей лесного комплекса методика расчета показателей эффективности использования древесины, которая давала бы возможность планирующим организациям принимать обоснованные решения по выбору направлений и форм организации переработки сырья.

В целях снижения материалоемкости актуальны исследования условий и границ применения в отраслях лесного комплекса ресурсосберегающих (безотходных) технологий. Следует различать понятия безотходных производств в техническом и экономическом плане.

Ограничения в создании и развитии безотходных производств определяются, прежде всего, экономическими факторами:

- затратами на освоение отдельных компонентов перерабатываемых (заготавливаемых) ресурсов;

- потребностью в продукции, вырабатываемой из отходов;

методами экономического стимулирования (финансовые дотации, ценообразование) и правового регулирования (штрафы за загрязнение и т. п.).

На наш взгляд, для всех технологических процессов по заготовке древесины, ее переработке химическими и химико-механическими методами необходимо определить экономически целесообразные уровни использования исходных ресурсов; такой показатель должен стать стандартом технологии, направленной на сбережение ресурсов (лесосечного фонда, древесного сырья и материалов).

Задачи в области исследования экономических проблем создания и внедрения новой техники и технологии в отраслях лесного комплекса вытекают из постановления ЦК КПСС и СМ СССР «О мерах по ускорению научно-технического прогресса в народном хозяйстве»*. Масштабность этих задач заставляет по-новому взглянуть на процесс реализации экономических разработок. Необходимо значительно совершенствовать формы и методы планирования, финансирования и оценки затрат общественного труда.

Должны быть развернуты исследования по:

измерению фактической экономической эффективности внедрения новой техники и технологических процессов с обязательным учетом социальных и экологических последствий;

оценке степени надежности и качества создаваемой техники; их связи с производительностью и фондовооруженностью труда;

внедрению методов программно-целевого планирования в организацию научно-технического прогресса;

составлению нормативов обновления техники, технологии и основных фондов;

осуществлению экономической и моральной заинтересованности всех участников создания новой техники и технологии и их внедрения в производство.

Переход отраслей лесного комплекса на интенсивные методы хозяйствования выдвигает необходимость совершенствования хозяйственного механизма.

Элементами хозяйственного механизма являются:

1) планирование производства (система планов, порядок их разработки, нормативная база и т. п.);

2) система показателей для оценки эффективности производства на уровне отраслей, объединений и предприятий;

3) система директивных показателей, регулирующих отношения предприятия (объединения) с государством и другими вышестоящими организациями;

4) ценообразование;

5) организация экономического стимулирования и хозяйственного расчета;

6) финансирование капитальных вложений и организация строительства.

Остановимся на ряде предложений по совершенствованию хозяйственного механизма применительно к специфическим условиям работы отраслей лесного комплекса.

В перспективном планировании развития отраслей лесного комплекса особое внимание должно быть уделено разработке региональных целевых программ по комплексному использованию и воспроизводству лесных ресурсов, призванных с учетом влияния региональных факторов

* Эконом. газ., 1983, № 36.

увеличить выход продукции конечного потребления с 1 м³ заготовленной древесины и с 1 га лесной площади.

При совершенствовании системы экономических показателей для оценки деятельности объединений (предприятий) необходимо руководствоваться следующим принципом: правильно оценить эффективность тех или иных хозяйственных решений — значит, выразить количественно их влияние на достижение поставленных целей. Основным теоретическим положением для измерения эффективности производства на уровне отраслей, объединений (предприятий) должно стать сопоставление получаемых результатов с затратами ресурсов. При оценке промышленной деятельности в число ресурсов следует обязательно включать природные (нормативный запас отводимого в рубку лесосечного фонда, лесная площадь).

Большие трудности существуют при построении системы показателей для измерения лесохозяйственной деятельности, поскольку: при бюджетно-сметной ее организации нет надежных способов определения результатов; осуществление затрат и получение эффекта разделены большим периодом времени; в получении результатов «вплетаются» природные процессы.

На наш взгляд, в этих условиях результаты лесохозяйственной деятельности следует формировать на основе затрат, через вложения живого труда и основных фондов (например, через условную нормативную чистую стоимость работ и условную прибыль).

Данное предложение нуждается в широкой экспериментальной проверке и при положительных выводах из нее позволит соизмерять результаты лесопромышленной и лесохозяйственной деятельности.

Чтобы установить оптимальное соотношение между директивными и оценочными показателями, следует тщательно изучить данные крупномасштабного экономического эксперимента, проводимого в ряде отраслей по постановлению ЦК КПСС и СМ СССР «О дополнительных мерах по расширению прав производственных объединений (предприятий) промышленности в планировании и хозяйственной деятельности и по усилению их ответственности за результаты работы»*.

Дальнейшей активизации заслуживает решение вопросов планового образования цен на лесопroduкцию. Осуществляемые периодически (последний раз в 1982 г.) пересмотры оптовых цен на лесопroduкцию сводятся к изменению их среднеотраслевого уровня и степени дифференциации, модель же ценообразования остается неизменной — на базе «цены производства».

На практике цены, построенные по этой модели, не стимулируют в полной мере использования живого труда и природных (лесных) ресурсов, что особенно важно для лесозаготовительной промышленности. Следует искать иные подходы к формированию цен на круглые лесоматериалы, в том числе построением их на базе предельных затрат, что обеспечит безубыточную работу всех предприятий и создаст дополнительные стимулы для экономии древесины в деревоперерабатывающих отраслях.

Вопросы совершенствования хозяйственного расчета и методов экономического стимулирования специфичны для отдельных отраслей и типов объединений (предприятий) лесного комплекса. Есть немало предложений по организации хозяйственного расчета в лесохозяйственном производстве; они нуждаются в экспериментальной проверке с учетом обобщения зарубежного опыта; работа эта должна быть проведена по

* Эконом. газ., 1983, № 31.

единой программе, что позволит из числа конкурирующих вариантов отобрать наиболее рациональные, приемлемые.

Создание объединений (особенно лесозаготовительно-деревообрабатывающих, комплексных) меняет формы организации внутрихозяйственного расчета; его задачей становится увязка экономических интересов всех подразделений в стремлении получить максимально возможный выпуск продукции с 1 м³ отведенного в рубку лесосечного фонда и с 1 га лесной площади. В такого типа объединениях необходимо перейти к прямому счету затрат на производство конечной продукции, что позволит установить контроль за их формированием по всем операциям и переделам работ и на этой базе создавать действенные методы стимулирования (образование фондов материального поощрения, совершенствование систем премирования и т. п.).

Таким образом, в комплексных предприятиях с различным уровнем комбинирования хозяйственный механизм должен строиться на системе «сквозных» показателей, обеспечивающих зависимость конечных результатов от усилий всех подразделений.

Несмотря на большое количество теоретических разработок, практически не решена проблема стоимостной оценки лесных ресурсов, что во многом сдерживает широкое развитие экономических отношений в лесном хозяйстве.

С экологическими вопросами повышения продуктивности лесов, усиления их природоохранных функций сопряжены экономические и экологические проблемы природопользования.

В заключение отметим, что фронт экономических исследований в области развития лесного комплекса страны чрезвычайно широк. Здесь нужна четкая координация усилий многочисленных научных коллективов в планировании и организации лесозаготовительной науки с тем, чтобы ее конечным результатом стало более полное удовлетворение потребностей народного хозяйства в продукции из древесины при одновременном усилении роли лесных ресурсов как средоохранного и климатоформирующего фактора.

Поступила 23 марта 1984 г.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*232.311.2 : 581.167

**ВЛИЯНИЕ БИОГРУПП
МАТЕРИНСКИХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
НА РОСТ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА**

Н. А. КОНОВАЛОВ, В. Л. МАЛЫХИН, Т. Н. ЯКОВЛЕВА

Уральский лесотехнический институт

В последние годы изучению различных биологических группировок внутри популяций древесных растений начали уделять некоторое внимание, однако количество таких исследований незначительно [5, 6, 8, 10, 11]. Работ по изучению биогрупп материнских деревьев и их семенного потомства, в частности по сосне обыкновенной, в литературе мы не встретили. Предварительные результаты изучения однолетнего потомства биогрупп сосны в условиях южной тайги темнохвойных лесов Среднего Урала приведены нами ранее [3].

Семенной материал был заготовлен в сосняке разнотравном, имеющем сравнительно одинаковые условия микрорельефа и почвы по всему опытному участку. В расчет принимали деревья 70—75 лет. Обследовано 17 биогрупп по 9 деревьев в каждой (табл. 1). Центром биогрупп являлось сгущение деревьев, границами — разрывы или разреженные промежутки [10]. Размеры биогрупп соизмерялись с расстоянием разлета пыльцы, равным 5—70 м ([2, 9] и др.). Семена от каждого дерева отдельно высевали в теплице с обеспечением рендомизации и в четырех повторностях. Всходы равномерно изреживали для сведения до минимума влияния конкуренции на рост сеянцев. Всего изучено 3060 особей. Определяли: длину стволика (*H*); длину охвоенной части (*H*₀); диаметр корневой шейки (*D*); число боковых побегов (*N*_{б.п.}); число

Таблица 1

Краткая характеристика материнских биогрупп

Номер биогруппы	Средние показатели и категории биогрупп			
	Высота, м	Диаметр, см	Масса шишки, г	Масса 1000 семян, г
I	24,6 I	33,6	4,7	5,7
II	24,8 I	27,7	4,3	5,0
III	24,7 I	29,4	4,2	5,8
IV	25,9 I	33,4	5,4	5,5
V	24,3	29,2	4,3	5,1
VI	23,7	35,9 I	4,5	5,3
VIa	25,1 I	32,7	5,1	5,5
IX	25,1 I	28,4	4,3	5,1
X	21,3 III	33,1	3,8 III	4,5 III
XI	19,1 III	27,8	4,2	5,1
XII	21,5 III	29,4	5,2	4,9
XIII	21,6 III	27,1 III	4,4	5,5
XIIIa	23,4	32,3	4,6	5,5
XIV	21,1 III	29,8	4,5	5,6
XV	22,0 III	33,0	5,2	5,4
XVa	22,8	34,2	4,9	5,4
XVIII	25,2 I	31,2	5,7 I	5,7
\bar{X}	23,3	31,1	4,7	5,3
$\pm m$	0,56	1,86	0,38	0,31
$\bar{X} \pm t_{05m}$	22,2—24,4	27,4—34,8	3,9—5,5	4,7—5,9

Таблица 2

Влияние биогрупп материнских деревьев на рост потомства

Но- мер био- груп- пы	Средние показатели и категории биогрупп										
	H мм	H ₆ мм	D мм	N _{6,п} шт.	N _п шт.	P _x г	P _c г	L _x мм	P _c /P _x %	N _{бр} шт.	H/D
I	175,0	144,4	3,9	2,8	I	1,67	0,80	118,7	47,9	6,1	45,9
II	178,8	148,8	3,6	2,2	III	1,44	0,71	112,8	49,7	5,6	51,1
III	169,0	141,0	3,8	2,4	I	1,64	0,77	115,7	48,3	6,2	45,5
IV	186,6	157,9	3,9	2,5	III	1,66	0,81	116,2	50,4	5,5	48,1
V	169,5	140,8	3,9	2,6	III	1,53	0,73	116,7	47,1	5,5	44,7
VI	178,3	149,1	4,0	2,2	I	1,64	0,81	121,1	48,3	5,9	45,7
VIa	188,1	156,8	4,0	2,7	I	1,85	0,86	120,5	52,5	5,4	47,6
IX	172,9	143,0	3,7	2,3	III	1,43	0,76	113,7	52,6	5,7	48,1
X	170,5	141,5	3,7	1,8	III	1,36	0,69	117,9	49,8	5,8	46,6
XI	163,6	134,6	3,7	2,8	I	1,48	0,69	110,3	47,6	5,8	44,2
XII	178,7	147,3	4,0	2,1	III	1,64	0,81	120,3	49,5	5,7	45,3
XIII	170,9	141,7	3,9	2,5	I	1,55	0,74	117,3	47,8	5,7	44,4
XIIIa	173,2	142,6	4,0	2,5	I	1,68	0,79	118,9	47,6	5,9	44,2
XIV	175,2	144,4	3,9	2,5	I	1,63	0,80	116,1	49,3	6,0	45,3
XV	166,7	137,8	3,9	2,3	III	1,56	0,74	117,3	46,6	5,8	43,2
XVa	176,8	148,5	3,7	2,4	I	1,49	0,75	112,6	48,7	6,0	48,4
XVIII	188,8	156,6	4,0	2,8	I	1,74	0,86	118,8	49,9	6,1	47,9
\bar{X}	175,4	145,7	3,9	2,4		1,59	0,77	116,7	49,0	5,8	46,2
$\pm m$	4,0	4,0	0,1	0,1		0,09	0,04	1,8	1,1	0,1	1,2
C	14,3	16,9	16,6	33,4		34,5	29,7	9,8	14,3	15,1	17,3
P	2,3	2,7	2,7	5,3		5,7	4,8	1,6	2,3	2,4	2,7
$\sigma_{\bar{X}}^2/\sigma_z^2$	3,24	2,77	1,45	4,50		1,91	1,91	2,68	2,11	2,75	2,63
$\bar{X} \pm t_{\text{кр}} m$	167,4— 183,4	137,7— 153,7	3,7—4,1	2,2—2,6	4,2—5,0	1,41— 1,77	0,69— 0,85	113,1— 120,3	46,8— 52,2	5,6—6,0	43,8— 48,6

Примечание. F₀₅ = 1,7; F₀₁ = 2,2.

почек ($N_{п}$); массу хвон (P_x); массу стволика и боковых побегов (P_c); длину хвон (L_x); эффективность ассимиляционного аппарата (P_c/P_x); число брахибластов на 1 см, определенное на расстоянии 1 см от верхушечных почек ($N_{бр}$); относительную высоту сеянцев (H/D). Данные биометрии обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа на ЭВМ «Наири-2». Рассчитаны средние значения признака и его ошибки $\bar{X} \pm m$; коэффициент вариации (C); точность опыта (P); фактический критерий Фишера (σ_2^2/σ_1^2) по влиянию биогрупп на рост потомства. Для выявления лучших по потомству рассчитана генеральная средняя совокупности как $\bar{X} \pm t_{0,5}m$. При проведении опыта и его обработке использовали методические рекомендации по ряду вопросов ([1, 4, 7] и др.).

Как видно из табл. 2, влияние биогрупп на все изученные признаки, за исключением диаметра корневой шейки, достоверно, фактический критерий Фишера превышает стандартное значение на 0,05 уровне значимости, а за исключением P_x , P_c и на 0,01 уровне. На диаметр корневой шейки более существенно влияют не групповые, а индивидуальные особенности деревьев ($F_{факт} = 2,02$). В данном случае влияние эффекта взаимодействия материнское дерево — среда выше, чем взаимодействия биогруппа — среда. Наибольшее влияние биогруппы оказывают на рост потомства в высоту и образование боковых побегов — признаки, характеризующие способность индивидуума к освоению пространства и к повышенной конкурентной способности, которые, возможно, передаются потомству. В этом и заключается биологический смысл повышенного влияния биогрупп. Следующими по степени влияния являются величина охвоенной части и охвоенность сеянцев, что дополняет изложенное утверждение.

В целом по массиву уровни изменчивости признаков, характеризующих сеянцы, колеблются по шкале С. А. Мамаева [4], от низкого — L_x , среднего — H , H_0 , D , P_c/P_x , $N_{бр}$, H/D , до повышенного — $N_{п}$, P_c и высокого — $N_{6,п}$ и P_x . Наименьшая изменчивость характерна для линейных размерностей, большая — для весовых и количественных. Варьирование относительных показателей, характеризующих ассимиляционную способность хвои, охвоенность и форму стволика, оказалось сравнительно близким, несмотря на то, что по расчету они являются производными от показателей, имеющих различающиеся уровни изменчивости. Очевидно, что эти, важные с биологической точки зрения, признаки в процессе эволюции были в большей степени подвержены давлению стабилизирующего отбора.

Число биогрупп, имеющих потомство, выходящих за пределы генеральной средней, колеблется от 11,8 (относительная высота, масса хвон, масса стволика) до 35,2 % (число боковых побегов и брахибластов).

В практическом отношении наибольшее значение имеют показатели роста сеянцев — высота стволика, диаметр корневой шейки и масса стволика. Поскольку потомство биогрупп по D существенно не различается, имеет смысл анализировать показатели относительно H и P_c . Лучшим по этим признакам будет потомство IV, VIa и XVIII биогрупп (I категории), худшим — XI и XVI (III категории), что составляет соответственно 17,6 и 11,8 %. В средней (II) категории заключено 70,6 % биогрупп.

Высота и масса стволика с боковыми побегами тесно связаны с длиной охвоенной части. Связь прямая, приближающаяся к функциональной. Большая масса боковых побегов по сравнению с массой стволиков наблюдается как у рослого потомства, так и у среднего и низкого. С другой стороны, самые развитые сеянцы не всегда имеют большее число боковых побегов. У некоторых средних сеянцев их число минимально, в этом случае масса древесины определяется в основном

массой стволика. С этой точки зрения особый интерес представляют IV биогруппа из лучших, X и XII — из средних. Ни одна из биогрупп I категории не имеет наибольшего числа верхушечных почек. Очевидно, следует согласиться с К. Хольцером [12], отмечавшим, что сеянцы с большим числом верхушечных почек медленно растут, поскольку затрачивают часть энергии на закладку почек. Определенная связь имеется между $N_{п}$ и $N_{б.п.}$, в двух случаях категории совпадают. Не всегда у высоких сеянцев большая масса хвои, категории биогрупп по этим признакам совпадают только в одном случае из трех. С другой стороны, единственная биогруппа, имеющая наименьший показатель по массе хвои, худшая и по числу боковых побегов, и по числу верхушечных почек. Показатели H и L_x в двух случаях прямо соответствуют друг другу, в остальных трех — сравнительно близки, категории их смежны. Аналогична связь высоты сеянцев и ассимиляционной способности хвои. Несколько сложнее взаимодействие с охвоенностью, связь ближе к отрицательной, поскольку в двух случаях лучшие категории по высоте являются худшими по охвоенности, в одном случае категории совпадают, в остальных — распределяются равномерно в сторону как прямой, так и обратной связи. Возможно, что некоторые из биогрупп имеют свои внутренние особенности, результат проявления которых и приводит к различному фенотипическому выделению потомства отдельных биогрупп из всего массива. По форме стволика выделяются только две биогруппы, причем у биогруппы, имеющей потомство со сбежистыми стволиками (III категория), хуже показатель высоты сеянцев (также III категории).

У достоверно лучшего по высоте потомства (I категории) родители существенно выше; категории худших также совпадают. В то же время рост сеянцев выделенных биогрупп почти не зависит от массы шишек и 1000 семян.

На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы. В большинстве случаев влияние биогрупп материнских деревьев сосны обыкновенной на рост двухлетнего потомства существенно даже на 0,01-м уровне значимости. Диаметр корневой шейки в большей степени подвержен влиянию отдельных деревьев, чем биогрупп.

Различная степень влияния биогрупп на показатели роста их семенного потомства показывает разный уровень наследования по изученным признакам.

Поскольку получение быстрорастущего в двух-трехлетнем возрасте посадочного материала очень важно в лесокультурном производстве, биогруппы, дающие такое потомство, представляют значительный интерес.

В данных условиях биогруппы высшей категории (IV, VIa и XVIII) необходимо использовать для селекционных целей. Особого внимания заслуживает IV биогруппа, имеющая выдающееся по росту потомство и наименьшее число побегов. Биогруппы средней категории используются для лесокультурного производства, худшей — выбраковываются.

Для установления корреляционных связей в направлении родители — потомки, степени генетического разнообразия и возможной генетической прибыли необходим дополнительный анализ как внутри биогрупп, так и в связи с признаками материнских деревьев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1968. — 336 с.
- [2]. Ефимов Ю. П., Косиченко Н. Е., Беспаленко О. Н. Распространение пыльцы обыкновенной на семенной плантации. — В кн.: Лесн. семеноводство. Воронеж, 1980, с. 9—18. [3]. Малыгин В. Л. Селекционный отбор биогрупп и деревьев сосны обыкновенной по семенному потомству. — Свердловск: ЦНТИ, 1982. — 4 с. (Информ. листок, № 245). [4]. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. — М.: Наука, 1972. — 284 с. [5]. Проскураков М. А. Биогруппы деревьев как управляющие центры в лесу. — В кн.: Биоэкологические исследования в еловых лесах Тянь-Шаня. Алма-Ата, 1981, с. 42—54. [6]. Проскураков М. А. Элементарная группа деревьев, ее значение и соотношение с другими единицами пространственной структуры лесов. — Алма-Ата, 1981. — 9 с. — Деп. в ВИНТИ, 1981, № 3936—81. [7]. Рокницкий П. Ф. Биологическая статистика. — Минск: Высшейш. школа, 1973. — 320 с. [8]. Романовский М. Г. Изучение капообразующей березы пушистой. — Лесн. хоз-во, 1981, № 10, с. 68—69. [9]. Санников С. Н. Возрастная биология сосны обыкновенной в Зауралье. — В кн.: Восстановительная и возрастная динамика лесов на Урале и в Зауралье. Свердловск, 1976, с. 124—165. [10]. Санников С. Н., Санникова Н. С., Гришина И. В. Популяционная структура сосны обыкновенной в Зауралье. — Лесоведение, 1976, № 1, с. 76—81. [11]. Сляднев А. П. Зависимость накопления древесины от особенностей биогрупп. — Науч. тр./ БрТИ, 1960, т. 9, с. 31—42. [12]. Holzner K. Die Kulturkammerterstung Zur Erkennung des Erbwerfers Tichte (*Picea abies*). — Centralblatt feir das gesamte Forstwesen, 1978, 1, S. 30—50.

Поступила 5 октября 1983 г.

УДК 630*228 : 630*187

ЗНАЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВОСТОЕВ В ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ ТИПОВ ЛЕСА

В. М. СОЛОВЬЕВ

Уральский лесотехнический институт

При биогеоценотическом понимании типов леса ведущая роль в их динамике принадлежит древостою как основному эдификатору лесного сообщества. Между тем при изучении типов леса в статике формирования древостоев не уделялось должного внимания, а самый динамичный их показатель — рост, о котором часто судили лишь по классам бонитета, рассматривался самостоятельно как критерий сходства или различий условий местопроизрастания [10, 16, 26, 27]. Для изучения типов леса в динамике, необходимость которого в настоящее время общепризнанна (Второе всесоюзное совещание по лесной типологии, 1973), упрощенная оценка и ограниченное использование роста вне связи с образованием и динамикой структуры древостоев недостаточны.

Важность изучения возникновения, становления и формирования древостоя, а вместе с ним и других компонентов типа леса для утверждения динамического принципа в лесной типологии неоднократно подчеркивал И. С. Мелехов [7—9]. При этом ретроспективно он отмечал близкий подход к пониманию динамичности типов насаждений П. П. Серебренникова, который их классификацию связывал с изучением роста и дифференциации деревьев. Однако такие исследования еще не получили нужного развития, так как вопросы динамики древостоев в теоретическом отношении недостаточно проработаны. Например, не сложились еще понятия дифференциации древесных растений, роста, строения и формирования древостоев. Дифференциация часто оценивается в отрыве от исходных различий в признаках растений на этапе возоб-

новления леса, а исследователи, выделившие в однородных условиях произрастания с учетом происхождения типы формирования молодняков [1, 14, 19], ряды возобновления и развития леса [15], типы динамики древостоев [17, 18], касаются главным образом классификации условий возникновения и общей характеристики изменений состава древостоев, но не объясняют самого процесса их формирования.

Теоретической основой углубленного изучения возобновления леса в динамике служит учение о типах вырубок [4—6, 9], с которыми связаны определенные условия среды для возобновления и дальнейшего существования леса, что на примере сосновых культур хорошо показал Н. М. Набатов [13]. Чтобы выявить различия в условиях и ходе возобновления, вызванные действием самых разнообразных факторов, для каждого типа вырубки целесообразно выделять его варианты [12] и типы возобновления [3].

Цель данной работы — по результатам многолетних исследований сосняков Урала и прилегающих к нему территорий показать возможности использования особенностей роста и формирования древостоев для оценки направлений динамики типов леса.

Дифференциация деревьев трактуется как их расчленение по росту и развитию в процессе естественного самоизреживания [2]. Между тем отпад деревьев обычно следствие, а не причина дифференциации, причем он не всегда может служить косвенным ее признаком. При оценке дифференциации обычно учитывают единовременные различия в значениях признаков роста и развития, но при этом ей не уделяется должного внимания как процессу, который развивается с появлением молодого поколения древесных пород.

Мы предлагаем дифференциацию рассматривать как процесс изменения во времени различий в значениях признаков роста и развития древесных растений при их совместном произрастании. Соответственно рост численно постоянной совокупности совместно произрастающих растений мы представляем как суммарное увеличение с возрастом их размеров в ходе дифференциации. Под строением (структурой) совокупности древесных растений следует понимать состав, взаимное расположение и связь элементов, на которые она расчленяется. Рост и дифференциация составляют биологическую основу динамики структуры, а все это, вместе взятое, характеризует динамику или формирование древостоев.

Разнообразие вариантов возобновления и строения молодняков, различия в особенностях роста, дифференциации деревьев и динамике структуры древостоев приводят к необходимости на месте того или иного бывшего типа леса выделять типы формирования древостоев — объединений участков леса в однородных лесорастительных условиях с древостоями, возникшими при одинаковом характере возобновления и сходными по строению и динамике. Тип формирования характеризуется своеобразием возрастных изменений строения древостоев в процессе роста и дифференциации деревьев, обусловленном свойствами древесных растений и особенностями исходной структуры молодняков.

Выявленные нами различия в строении и формировании сосновых молодняков позволили на рубках древостоев разных типов сосняков Предуралья, Среднего Урала и Зауралья выделить различные типы молодых древостоев, отличающихся происхождением, составом, густотой, возрастным соотношением и пространственным размещением деревьев [22]. Каждому типу формирования соответствует своеобразие восстановительной динамики типа леса, определяемое происхождением и отклонениями в исходной структуре молодняков.

Так, например, с повышением количественного участия березы в составе уже на стадии молодняков проявляется ее роль как эдификатора. В почвах под 20-летними древостоями с преобладанием березы содержание гумуса, фосфора и поглощенных оснований выше, чем под древостоями с преобладанием сосны [20].

При восстановлении на вырубках той же древесной породы достаточно различий в густоте и характере пространственного размещения деревьев, чтобы изменить процесс формирования древостоя, а вместе с ним и динамику других компонентов леса. На примере сосняка ягодникового Припышминских боров нами показано [21], что модальные древостои отличаются от нормальных более быстрым ростом в молодости и замедленным в старшем возрасте. Они различны по дифференциации деревьев и формированию, а также производительности в спелом возрасте. В данном случае при отклонениях в численности растений восстанавливается прежний тип леса, но уже с несколько иными физиономическими характеристиками.

Наиболее типично комплексное влияние показателей исходной структуры на формирование древостоев, преломляющееся через биологические и экологические свойства растений. Для подтверждения рассмотрим типы формирования смешанных древостоев, выделенные нами на местоположениях бывшего сосняка-черничника [19]. Особенности дифференциации и динамики строения древостоев здесь выявлены путем повторных наблюдений на одних и тех же площадях [24].

Молодняки одного из этих типов возникли в результате предварительного почти одновременного возобновления сосны и березы пушистой под пологом леса. Низовой пожар и улучшение светового режима за счет освещения со стороны вырубок содействовали появлению и развитию подроста этих пород. После рубки спелых древостоев сравнительно медленно растущая сосна, не успев приспособиться к изменившимся условиям, вскоре оказалась под сомкнутым листовым пологом. Древостои другого типа с групповым размещением деревьев образовались вследствие предварительного возобновления сосны и последующего порослевого от пней возобновления берез пушистой и бородавчатой после рубки смешанных древостоев. Почва под древостоями того и другого типов практически одинакова — сильноподзолистая супесчаная, подстилаемая на небольшой глубине водоупорными суглинками.

В процессе формирования древостоев первого типа происходит смена пород, которую не удается предотвратить однократными интенсивными рубками ухода. В древостоях второго типа порослевая береза, появившаяся на 20 лет позднее сосны, через 10 лет сравнивается с сосной по средней высоте и диаметру и в дальнейшем активно вытесняет ее. Однако уже к концу второго десятилетия после рубки за счет прогрессирующего роста наиболее крупных деревьев сосны состав древостоев по запасу стабилизируется, что свидетельствует о затухании смены пород и возможности восстановления сосняков в течение жизни одного поколения.

Сравниваемые варианты смешанных древостоев отличаются динамикой соотношений биометрических показателей деревьев и древостоев, характером самоизреживания последних, временем наступления активного вытеснения сосны березой, направлением восстановительной динамики типа леса.

При общих лесорастительных условиях образование в результате смены пород березняка можно оценить как появление нового типа леса и как этап восстановительной динамики исходного. Кратковременная смена пород в процессе формирования смешанных древо-

стоев характеризует своеобразие этапов восстановления прежнего типа леса, но, скорее всего, уже с несколько иными признаками. В обоих случаях связь развивающихся типов леса с бывшим проявляется в том, что основы исходной структуры молодого поколения древесных растений с разными лесоводственными свойствами закладываются еще под пологом материнских древостоев.

О том, как зависят структура, рост и формирование молодых древостоев от хозяйственного воздействия на условия местопроизрастания, можно судить по данным наших исследований, выполненных на местоположениях того же бывшего сосняка-черничника и на осушенных залежах Среднего Урала [23].

Использование вырубок и гарей под сельскохозяйственные угодья и забрасывание их в дальнейшем создают качественно новый этап изменения лесорастительных условий, который нарушает связь бывшего типа леса с его восстановительной динамикой, причем это нарушение нередко осложняется сменой пород, возможность которой на заброшенных пашнях отмечал в свое время Г. Ф. Морозов [11]. Изученные нами участки в прошлом плотно были заселены одновременно сосной и березой. При большой перенаселенности и скорости роста между этими породами происходит острая межвидовая борьба, в которой конкурентная способность сосны ослабляется еще и внутривидовыми влияниями. Дифференциация и самоизреживание здесь протекают чрезвычайно активно, в результате происходит смена пород.

После осушения низинной и переходной залежей значительно улучшаются водно-химические свойства торфяных почв, класс бонитета с V повышается соответственно до II и III, существенно меняются структура, рост и формирование древостоев. На месте сосняков травяно-болотного и кустарничково-сфагнового развиваются более продуктивные типы леса.

При изучении строения и роста древостоев различных типов леса Среднего Урала нами установлено [25], что на образование исходной структуры молодняков, рост и дифференциацию деревьев в них эдафические условия чаще влияют не прямо, а косвенно через развитие напочвенного покрова и второстепенной древесно-кустарниковой растительности. Лишь с возрастом, по мере освоения корневыми системами почвенных горизонтов и повышения потребления растениями питательных веществ, устанавливается соответствие между ростом деревьев и почвенно-грунтовыми условиями, свойственными конкретному участку территории, повышается роль показателей роста деревьев как главных индикаторов условий местопроизрастания.

Таким образом, большое познавательное значение особенностей роста и формирования древостоев заключается в том, что эти особенности, с одной стороны, позволяют на месте бывшего типа леса выделять типы формирования и тесно связанные с ними направления восстановительной динамики типа леса, а с другой, могут служить надежным индикатором почвенно-грунтовых условий и критерием преобразования прежних типов леса в новые и более продуктивные.

Типы формирования древостоев должны рассматриваться в тесной связи с бывшим типом леса, типом вырубки и типом возобновления, т. е. как составная часть динамической типологии леса. В то же время тип формирования как структурно и динамически однородное подразделение древостоя представляет собой относительно самостоятельный научный и хозяйственный объект.

Изложенные в работе представления о росте и дифференциации деревьев, строении и формировании древостоя способствуют более глубо-

кому пониманию его динамики, соответствуют положениям динамической типологии леса и объективно создают возможности сопряженного изучения других компонентов типов леса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бузыккин А. И. Формирование сосново-лиственных молодняков и рубки ухода в них. — В кн.: Состояние возобновления и пути формирования молодняков на концентрированных вырубках Северо-Запада европейской части СССР. Архангельск: Арханг. ин-т леса и лесохимии, 1971, с. 120—122. (Тез. докл. Всесоюз. совещ.). [2]. ГОСТ 18486—73. Лесоводство. Термины и определения. — М., 1973. — 13 с. [3]. Кожухов Н. И. Об этапах формирования леса после сплошной рубки. — Лесн. хоз-во, 1971, № 3, с. 65—66. [4]. Мелехов И. С. О теоретических основах типологии вырубок. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1958, № 1, с. 27—38. [5]. Мелехов И. С., Корконовская Л. Н., Чертовской В. Г. Руководство по изучению типов концентрированных вырубок. — М.: Наука, 1965. — 178 с. [6]. Мелехов И. С. Типология вырубок и ее значение. — Лесн. хоз-во, 1967, № 4. [7]. Мелехов И. С. Динамическая типология леса. — Лесн. хоз-во, 1968, № 3, с. 15—20. [8]. Мелехов И. С. Лесоведение и лесоводство. — М.: МЛТИ, 1972. — 178 с. [9]. Мелехов И. С. Лесоведение. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 406 с. [10]. Морозов Г. Ф. О типах насаждений и их значении в лесоводстве. — Лесн. журн., 1904, вып. 1, с. 6—25. [11]. Морозов Г. Ф. Учение о лесе. — М.—Л.: Госиздат, 1930. — 440 с. [12]. Маслаков Е. Л., Колесников Б. П. Классификация вырубок и естественное возобновление сосновых лесов среднетаежной подзоны равнинного Зауралья. — В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск: Урал. ЛОС ВНИИЛМа, 1968, вып. 1, с. 246—279. [13]. Набатов Н. М. Об этапах образования типа леса. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 4, с. 10—16. [14]. Побединский А. В. Рубки и возобновление в таежных лесах СССР. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 200 с. [15]. Санников С. Н. Об экологических рядах возобновления и развития насаждений в пределах типа леса. — Науч. тр./ Ин-т экологии растений и животных УФ АН СССР, 1970, вып. 67, с. 175—181. [16]. Серебrenников П. П. Типы насаждений Вершинской лесной дачи. — Лесн. журн., 1904, вып. 11, с. 69—93; вып. 11, с. 341—380. [17]. Синельщикова З. И. Динамика ельника кисличникового и липнякового в южно-таежных лесах Зауралья. — Экология, 1973, № 5, с. 39—45. [18]. Солонов Е. П. К изучению темнохвойно-кедровых лесов Урала и Зауралья. — Науч. тр./ Ин-т экологии растений и животных УФ АН СССР, 1970, вып. 77, с. 3—12. [19]. Соловьев В. М. Планирование при лесоустройстве рубок ухода в смешанных молодняках с учетом типов их формирования. — В кн.: Вопросы совершенствования организации лесного хозяйства Сибири и Дальнего Востока. — Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1966, с. 124—129. [20]. Соловьев В. М. Анализ межвидовых взаимоотношений сосны и березы в молодняках. — В кн.: Повышение продуктивности и рациональное использование лесов. Свердловск: УЛТИ, 1967, с. 44—53. [21]. Соловьев В. М. Динамика таксационных показателей древостоев сосняка ягодникового в Припышминских борах. — В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1976, вып. 9, с. 163—166. [22]. Соловьев В. М. Типы формирования древостоев как элементы динамики пригородных ландшафтов. — В кн.: Проблемы организации и ведения лесного и лесопаркового хозяйства в пригородных зонах. Свердловск: УЛТИ, 1981, с. 98—100. [23]. Соловьев В. М., Дружинин Н. А., Данилов М. А. Рост и строение молодых сосняков на осушенных залежах Среднего Урала. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 6, с. 29—33. [24]. Соловьев В. М., Скатицев В. М. Строение молодых сосново-березовых древостоев различных типов формирования. — В кн.: Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск: Краснояр. ун-т, 1979, с. 15—24. (Межвуз. сб. науч. тр.). [25]. Соловьев В. М., Соловьева Ф. Р. К вопросу об особенностях строения и роста сосновых насаждений различных типов леса. — В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск: Урал. ЛОС ВНИИЛМа, 1970, вып. 5, с. 314—317. [26]. Сукачев В. Н. Избранные труды. — Л.: Наука, 1972, т. 1. — 418 с. [27]. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1955. — 590 с.

Поступила 10 ноября 1983 г.

УДК 581.524.3

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПИХТОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ВОСТОКЕ АРЕАЛА В УКРАИНСКИХ КАРПАТАХ

А. И. ШВИДЕНКО

Белоцерковский сельскохозяйственный институт

Пихта в условиях своего ареала — более стенотопный вид, чем сопутствующая ей примесь бука и ели, поэтому под воздействием комплекса экологических факторов произошла смена этого вида другими лесообразователями. Многие исследователи отмечают постепенное сокращение ареала пихтовых лесов в Европе, усматривая в этом процессе иногда необратимое действие, в основном, абиотических и биотических факторов [2, 3, 5, 6]. Исчезновение пихты из лесов ЧССР Я. Малек объясняет исчезновением вида в связи с преждевременным отмиранием взрослых особей и отсутствием естественного возобновления [4].

Такой угрозы пихтовым лесам в условиях восточной окраины их ареала в Украинских Карпатах не наблюдается. Здесь пихта отличается высокой экологической возобновляемостью. Ее благонадежный сомкнутый подрост появляется в насаждениях ели, бука, дуба, граба, других пород, в том числе и под пологом древостоев, в составе которых примеси пихты нет, за счет налета семян от расположенных по соседству обсеменителей.

В семи лесничествах на северо-восточном мегасклоне (Самборский лесхозаг Львовской области, Брошневский, Выгодский и Солотвинский лесокмбинаты Ивано-Франковской области) были выявлены фитоценозы, под пологом которых сформировался ярус благонадежного сомкнутого подроста пихты с составом 10П.

Группировка этих насаждений по типам леса, доминантам первого яруса и в зависимости от доли участия пихты в составе показала массовость восстановления пихты во всех частях ареала от его нижней вертикальной границы до верхней (табл. 1). Этот процесс протекает интенсивнее в наиболее распространенных влажных пихтачах и влажном елово-буковом супихтаче. Доля примеси пихты в составе производных древостоев не оказывает решающего влияния на формирование яруса подроста пихты.

Некоторые исследователи отмечают, что восстановление пихты в насаждениях бука и других пород наблюдается только на северо-восточном мегасклоне, где бук отличается, якобы, меньшей конкурентоспособностью, а на юго-западном мегасклоне происходит усиленное вытеснение пихты буком и елью. Однако и в лесах Закарпатья происходит двусторонний процесс восстановления и смены пихты. Мнимая односторонняя направленность лесовозобновительного процесса только на смену пихты буком не подтверждается. Пихта восстанавливается не только в коренных пихтарниках. В насаждениях бука и в производных ельников Великобережнянского, Перечинского и Воловецкого лесокмбинатов, при наличии в составе древостоев плодоносящей пихты или рядом с ними ее обсеменителей, происходит накопление подроста пихты под пологом, образование мощного благонадежного яруса молодого поколения, которое способно сменить доминирующую в фитоценозе породу (табл. 2).

Таблица 1

Восстановление пихты под пологом производных древостоев
на северо-восточном мегасклоне Украинских Карпат

Доминанты древостоев	Распределение площади сформировавшегося подроста пихты в зависимости от ее доли в составе производных древостоев, га/случаев							Итого
	0	...+П	...1П	...2П	...3П	...4П	...5П	
Влажный дубово-буковый пихтач — D ₃								
Бук	148/12	6/1	24/2	—	10/2	—	—	188/17
Граб	133/14	3/1	3/1	—	—	—	—	139/16
Дуб	7/3	—	1/1	1/1	—	—	—	9/5
Осина	—	—	—	2/1	—	—	—	2/1
Влажный буковый пихтач — D ₃								
Бук	12/6	83/8	104/8	121/17	70/12	—	13/1	403/52
Ель	10/2	5/3	4/3	67/7	73/8	—	—	159/23
Дуб	—	—	—	10/1	—	—	—	10/1
Осина	—	—	—	—	1/1	—	—	1/1
Лиственница	—	—	—	—	3/1	—	—	3/1
Сырой черноольховый пихтач — D ₄								
Ольха черная	1/1	—	—	—	—	—	—	1/1
Бук	—	—	9/1	—	—	—	—	9/1
Ель	—	—	—	—	14/2	8/1	—	22/3
Влажный буковый супихтач — С ₃								
Сосна	10/5	5/2	1/1	3/1	—	—	—	19/9
Бук	—	—	10/1	—	—	—	—	10/1
Влажный елово-буковый пихтач — D ₃								
Бук	—	15/3	61/11	32/5	2/3	10/1	—	120/23
Ель	—	11/3	128/18	77/14	82/8	183/28	—	481/71
Влажный елово-буковый супихтач — С ₃								
Бук	—	—	1/1	20/1	—	—	—	21/2
Ель	—	17/2	—	7/1	36/5	240/37	—	300/45
Итого	321/43	145/23	346/48	340/49	291/42	441/67	13/1	1897/273
%	17,0	7,6	18,1	18,1	15,3	23,2	0,7	100

Преимущество пихты перед буком заключается в том, что она может поселяться в прилегающих соседних насаждениях и, несмотря на чрезмерную вырубку пихтарников, восстанавливается естественно. Смена ели пихтой происходит интенсивнее в смешанных производных ельниках. Отмечается накопление подроста пихты и под пологом насаждений явора, которые возникли в пихтачах после сплошных рубок. Явор заселяет открытые участки — свежие вырубки, прогалины. Отмечается также наличие условий для смены бука пихтой в смешанных коренных пихтово-буковых древостоях влажных пихтовых бучин.

Таким образом, в Карпатах преобладают природные процессы не смены, а расселения пихты, восстановления пихтарников после смены их буком, елью, грабом, другими породами. Значительная часть бучиников Закарпатья — производные, возникли под антропогенным воздействием в местообитаниях, где когда-то произрастали сложные коренные буково-пихтовые древостои. В общей совокупности, если к рассматриваемым данным приплюсовать накопление яруса подроста пих-

Таблица 2

Восстановление пихты под пологом насаждений других лесообразователей на юго-западном мегасклоне

Доминанты древостоев	Участие пихты в подросте	Распределение площади сформировавшегося подроста пихты в зависимости от ее доли в составе производных древостоев, га/случаев						Итого
		0	...+П	...1П	...2П	...3П	...4П	
Влажный елово-буковый супихтач — С ₃								
Ель	2	4/1	15/2	—	6/2	—	—	25/5
Влажный елово-буковый пихтач — D ₃								
Бук	1	—	4/1	—	—	—	—	4/1
Ель	1	—	13/2	—	3/1	—	—	16/3
	2	—	1/1	4/1	34/2	21/3	—	60/7
Влажный буковый пихтач — D ₃								
Бук	1	69/6	34/2	13/2	39/3	57/3	—	212/16
	2	—	43/2	6/2	10/1	—	—	59/5
Ель	1	3/1	14/1	19/3	69/5	8/1	3/1	116/12
	2	2/1	—	34/2	4/1	20/1	—	60/5
Явор	1	—	—	16/1	—	—	—	16/1
Влажная пихтовая бучина — D ₃								
Бук	1	—	—	12/2	2/1	7/1	—	21/4
Итого								
Бук	1	69/6	38/3	25/4	41/4	64/4	—	237/21
	2	—	43/2	6/2	10/1	—	—	59/5
Ель	1	3/1	27/3	19/3	72/6	8/1	3/1	132/15
	2	6/2	16/3	38/3	44/5	41/4	—	145/17
Явор	1	—	—	16/1	—	—	—	16/1
Итого								
	1	72/7	65/6	60/8	113/10	72/5	3/1	385/37
	2	6/2	59/5	44/5	54/6	41/4	—	204/22
Всего								
		78/9	124/11	104/13	167/16	113/9	3/1	589/59

Примечание. 1 — пихта доминирует в сомкнутом подросте; 2 — в составе сомкнутого подроста 10П.

ты под пологом пихтарников, процессы восстановления пихты на северо-восточном мегасклоне в пихтовых типах леса протекают интенсивнее, чем на юго-западном. Соотношение восстановления — смена пихты буком составляет соответственно 2,8 : 1,0 и 1,5 : 1,0.

Результаты этих исследований подтверждают также положение Н. В. Дылиса [1], что природные биогеоценозы, выведенные из своего гомеостатического состояния по той или иной причине, после ее устранения с течением времени восстанавливаются в форме, близкой к исходной. Явление постепенного восстановления пихтовых фитоценозов в Карпатах в пределах ареала пихты белой возникает повсеместно во влажных пихтачах, супихтачах и других типах леса. Направленность возобновительного процесса указывает на наличие природных предпосылок для преодоления биологического регресса пихты в Европе и восстановления насаждений этой ценной древесной породы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дылис Н. В. Структура лесного биогеоценоза. — М.: Наука, 1969. — 55 с.
[2]. Кондратюк Е. Н. Основные этапы истории формирования и развития флоры

хвойных на территории Украины. — В кн.: Природная обстановка и фауны прошлого. Вып. 2. Киев: Наукова думка, 1965, с. 124—142. [3]. Bibelriether H. Zur Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald zwischen 1850 und 1970. — Forstwiss. Cbl., 1972, N 4—5, S. 296—307. [4]. Malek J. Jedle belokora *Abies alba* (Mill.) — vymirajici drevina? — Cas. slezsk., 1976, N 2, s. 129—134. [5]. Prioux F. Regression du sapin pectine dans les basses Vesges alsaciennes. — Rapp. et comm. huitieme congr. internat. bot., Paris, 1954. [6]. Safar J. Prilozi rjesavanju problema o odzavanju i pomladivanju jele na podrucju Gorskog Kotara. — Sumarski list, 1968, N 11—12.

Поступила 2 августа 1983 г.

УДК 630*181.7 : 53.082.9

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЖИЗНЕННОСТИ ПОДРОСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Г. Т. КРИНИЦКИЙ

Львовский лесотехнический институт

Среди разрабатываемых исследователями новых методов определения качества возобновления заслуживают внимания методы, основанные на изучении биоэлектрических потенциалов ([6, 8, 10, 12, 14] и др).

Мы изучали один из видов биоэлектрических потенциалов — метаболические [9, 13]. Исследования проводили на стационаре кафедры лесоводства ЛЛТИ (Львовская область) на подросте сосны и дуба высотой от 10 до 170 см. В течение четырех лет параллельно на ослабленных и хорошо развитых особях изучали: методические вопросы измерения метаболических электропотенциалов (МЭП) подроста в полевых условиях, циркадные суточные и сезонные ритмы МЭП и характер их распределения по поверхности стволиков, зависимость биопотенциалов от микроклиматических факторов и глубину связи биоэлектрической активности с состоянием растений.

На основании выявленных различий в биоэлектрической активности хорошо развитых и ослабленных экземпляров подроста и решения методических вопросов измерения МЭП и был разработан биоэлектрический метод определения жизненности подроста.

Методика измерения биопотенциалов древесных растений, составляющая основу данного метода, опубликована нами ранее [5]. В настоящей статье излагаются особенности (условия) правильного применения разработанной методики для определения жизненности подроста. Суть их состоит в следующем.

1. Метаболические электропотенциалы подроста в связи с его жизненностью можно изучать двумя способами: длительной записи МЭП и экспресс-методом. Первый из них дает информацию не только о величине МЭП, но и о характере их изменения во времени; его применение не связано с частым возникновением явлений переходного характера (демаркационные потенциалы, подсыхание ранок и т. п.). Однако он трудоемок, длителен и не позволяет включать в опыт большое число растений. Экспресс-метод позволяет быстро и на статистически достоверном числе моделей измерять МЭП. Очевидно, что в практике полевых исследований следует применять оба способа, поскольку они дополняют друг друга и в конечном итоге повышают точность и надежность выводов. Вместе с тем, опыт показал, что вполне удовлетворительные результаты (на 95 %-ном уровне вероятности исследований) можно получить и при использовании одного из этих способов.

2. Приборы для измерения МЭП подроста должны иметь сопротивление входных цепей не менее 100 МОм [5]. В качестве самописца биопотенциалов древесных растений, пригодного для полевых исследо-

ваний, можно рекомендовать прибор, созданный во ВНИИЛМе [15]. Для измерения МЭП экспресс-методом удобны, надежны и экономичны полевой высокоомный милливольтметр ППМ-03М1 серийного производства, чувствительность которого для повышения точности исследований рекомендуется увеличить в 5 раз, и приборы, созданные на основании современных микросхем. Снимать МЭП с объектов исследования и подавать их на прибор следует неполяризуемыми электродами — каломельными, хлорсеребряными, ионизационными воздушными и др. Для измерения потенциалов подростка в полевых условиях удобны и надежны хлорсеребряные электроды конструкции, описанной в работе [5].

3. Наиболее подходящей тканью для исследования биоэлектрической активности самосева и подростка является феллодерма [5]. Снимать слой коры до феллодермы в местах присоединения электродов следует за 1,5—2 ч до начала измерений — время, необходимое для прохождения демаркационных потенциалов.

4. Метаболические электропотенциалы растений подвержены значительной по амплитуде суточной и сезонной ритмике, на которую существенно влияют изменения микроклиматических факторов. В связи с этим при изучении жизненности подростка биоэлектрическим методом необходимо соблюдать принцип одновременности измерения МЭП на всех включенных в опыт растениях. В этой точки зрения биоэлектрическую активность подростка наиболее целесообразно исследовать самописцами. При измерении МЭП экспресс-методом опыты следует приурочивать к периодам, в которые биопотенциалы подростка наиболее стабильны по величине. В сезонном аспекте таким периодом при снятии МЭП с точек «корневая шейка (КШ) — вершина прироста по высоте последнего года (ВПГ)» будет период после прекращения роста растений в высоту. В условиях западной лесостепи для подростка хвойных пород этот период приурочен к июлю — августу — первой половине сентября, для подростка лиственных — ко второй половине июля — августу. При отведении МЭП с точек «КШ — вершина прироста по высоте предпоследнего года (ВППГ)» этот период сдвигается на первую половину вегетации и для подростка хвойных и лиственных пород, соответственно, будет первая половина мая — июнь — первая половина июля и вторая половина июня — июль. Изучать жизненность подростка биоэлектрическим методом в конце вегетационного периода (в условиях западной лесостепи, начиная с сентября для лиственных пород и со второй половины сентября для хвойных) не следует, поскольку в этот период у хорошо развитых растений наблюдается резкое понижение биопотенциалов вплоть до инверсии направления тока, что значительно понижает, а со временем и устраняет различия между значениями МЭП особой разного физиологического состояния.

В дневном аспекте МЭП подростка наибольшей стабильностью характеризуются в период с 10³⁰—11³⁰ до 15³⁰—16³⁰ ч по солнечному времени или с 12—13 до 17—18 ч по московскому времени для условий западной лесостепи. Если необходимо сравнить несколько вариантов опыта, то при измерении МЭП экспресс-методом следует двигаться «по кругу» так, чтобы в течение каждого одного-полутора часов охватывать измерениями одинаковое число растений всех сравниваемых вариантов.

5. Оптимальными точками для исследования жизненности подростка с помощью МЭП в первой половине вегетации (конкретные сроки для условий западной лесостепи см. в п. 4) являются «КШ — ВППГ», во второй — «КШ — ВПГ». Между метаболическими электропотенциалами разных по состоянию растений, снятыми с этих точек, наблюдаются максимальные различия. Особенно они велики и четко проявляются во

второй половине вегетации при измерении МЭП между точками «КШ — ВПГ».

6. Для изучения биоэлектрической активности наиболее подходящи восточная и западная стороны растений. Между МЭП этих сторон отсутствуют существенные различия и здесь складывается микроклиматический режим, способствующий исследованию биопотенциалов.

7. Исследования лучше проводить в сухие солнечные дни, когда различия между биоэлектрической активностью растений разного физиологического состояния невелики и суточная динамика МЭП имеет четко выраженный типичный характер.

Объективная основа применения данного метода, его теоретическое обоснование состоят в том, что происхождение метаболических электропотенциалов самым тесным образом связано с процессами обмена веществ ([1, 2, 3, 7, 12] и др.). Как интегральный показатель метаболических процессов, МЭП быстро и точно отражают любые изменения, происходящие в организме растения. Между суммарным показателем работы метаболизма растения за вегетационный период — приростом по фитомассе и величиной метаболических электропотенциалов — наблюдается очень сильная, близкая к функциональной корреляционная связь. Для подростка сосны в наших исследованиях корреляционное отношение между этими показателями составило $0,987 \pm 0,037$. Более жизнеспособными следует считать растения, имеющие более высокий потенциал, ярко выраженное суточное плато. Экземпляры подростка, имеющие в середине дня в указанные сроки вегетационного периода отрицательную или близкую к нулю биоэлектрическую активность, а также сдвинутый на первую половину дня или вечерние и ночные часы максимум МЭП, отличаются резко пониженной жизнеспособностью. Таким образом, на данном этапе изучения биоэлектрической активности подростка для выявления растений с более высокой жизнеспособностью необходимо сопоставлять величины МЭП и характер изменения их во времени. В перспективе (с накоплением большого количества экспериментального материала в течение ряда лет) возможно построение специальных биоэлектрических шкал оценки качества подростка, что еще более облегчит использование МЭП для определения жизнеспособности подростка древесных растений. Накопленный нами полевой материал позволяет рекомендо-

Степень жизнеспособности подростка	МЭП в сухие солнечные дни июля и августа, измеренные в 12—18 ч. мВ		Характер дневной динамики
	Сосна	Дуб	
Высокая	>70	>35	Наличие ярко выраженного дневного плато МЭП. Максимум МЭП приурочен к середине дня
Средняя	21—70	11—35	Наличие дневного плато МЭП. Максимум МЭП, как правило, приурочен к середине дня
Низкая	5—20	3—10	Дневное плато МЭП выражено слабо или отсутствует. Максимум МЭП чаще всего сдвинут с полуденных часов
Очень низкая	<5	<3	Дневное плато МЭП отсутствует. Максимум МЭП сдвинут на первую половину дня или вечерние часы

Примечание. Точки снятия МЭП — «корневая шейка — вершина растения».

вать первоначально шкалу для оценки жизненности 6—8-летнего подростка сосны и дуба, произрастающего в западной лесостепи (см. табл.).

Длительная экспериментальная проверка предлагаемого метода показала, что он может быть широко использован не только для диагностики качественного состояния самосева и подростка, но и отбора лучших по внутренним признакам растений для создания лесных культур и клоновых лесосеменных плантаций. Результаты, полученные с помощью разработанного метода, частично приведены в работах [4, 11].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Буреш Я., Петрань М., Захар И. Электрофизиологические методы исследования. — М.: ИЛ, 1962. [2]. Воронцов Д. С. Общая электрофизиология. — М.: Медгиз, 1961. [3]. Гагрские беседы. Т. 1. Биоэлектрические потенциалы.—Тбилиси: АН ГрузССР, 1949. [4]. Горшенин Н. М., Криницкий Г. Т. Влияние постепенных рубок на жизненность подростка сосны и дуба в судубравах Львовского Расточья. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев: Урожай, 1975, вып. 40. [5]. Горшенин Н. М., Криницкий Г. Т. Методика измерения метаболических электропотенциалов подростка древесных растений. — В кн.: Методы физиологических, биохимических и биофизических исследований древесных растений. Воронеж, 1979. — Рукопись деп. в ЦБНТИлесхоз 22 нояб. 1979, № 2, 5 — лд. [6]. Горшенин Н. М., Криницкий Г. Т., Савич И. П. Влияние травяного покрова вырубок на возобновление бука европейского и методы определения жизнестойкости подростка. — Лесоведение, 1972, № 4. [7]. Гунар И. И. Регуляторная система растений: Тез. докл. на юбилейной научной конференции ТСХА.—М.: ТСХА, 1965. [8]. Зарудный И. Н. Биоэлектрический потенциал как метод определения жизнеспособности подростка древесных пород. — В кн.: Рубки и лесовозобновление. Л., 1970. (Науч. тр. ЛТА, № 127). [9]. Измаков В. Я., Рыбин И. А. Биоэлектрические явления у животных и растений. Основы электробиологии. Ч. 1. Свердловск: Ур. гос. ун-т, 1973. [10]. Коловский Р. А. Биоэлектрические потенциалы покоя древесных растений. Автореф. дис. . . . канд. биол. наук. — Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1972. [11]. Криницкий Г. Т. Биоэлектрическая реакция подростка сосны на поражение фитоболезнями. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1974, № 5. [12]. Криницкий Г. Т. Исследование связи метаболических электропотенциалов с жизненностью подростка древесных растений: Автореф. дис. . . . канд. с.-х. наук. — Львов: Львов. с.-х. ин-т, 1976. [13]. Рубинштейн Д. Л. Общая физиология.—М.: Медгиз, 1947. [14]. Рутковский И. В. Электрофизиологические методы определения жизнеспособности древесных растений.—В кн.: Применение кибернетики в растениеводстве, М.: Колос, 1967. [15]. Рутковский И. В., Лобов А. И. Прибор для непрерывной регистрации биоэлектрических потенциалов растений в полевых условиях. — Электронная обработка материалов, 1970, № 4.

Поступила 5 мая 1980 г.

УДК 630*811.1

ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАЗМЕРОВ СМОЛЯНЫХ ХОДОВ И ТРАХЕИД ДРЕВЕСИНЫ ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГОВ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОСЕН

С. А. ПОТАПОВА

Московский лесотехнический институт

Важный аспект исследования интродуцентов — анализ их анатомического строения. Известно, что размеры некоторых анатомических структур изменяются под влиянием внешних условий [2, 3, 5]. Общепринято изучение дефинитивной или зрелой древесины, которая после определенного промежутка времени не изменяет своих свойств до конца жизни растения. «Онтогенез древесины», который тесно связан с изменениями в годичных кольцах с момента их образования, изучен довольно слабо. Особую важность представляет, на наш взгляд, изучение

«онтогенеза древесины» для интродуцированных растений в процессе их адаптации к новым условиям.

Цель настоящих исследований — изучение изменчивости размеров каналов смоляных ходов и трахеид ранней древесины в первый год их формирования. Рассматривалась также связь изменчивости изучаемых структур с состоянием и условиями произрастания интродуцентов.

Объектами наших исследований явились восемь видов сосен, принадлежащих к четырем систематическим секциям [6]: *Cembrae* Spach: *Pinus cembra* L., *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc., *Eupitys* Spach: *Pinus hamata* D. Sosn., *Pinus mugo* Turra, *Banksia* Mayr: *Pinus contorta* Dougl. ex Laud., *Pinus divaricata* (Aiten) Dumont, *Strobus* Sweet ex Spach: *Pinus peuce* Griseb., *Pinus strobus* L. Исследования проводили в Главном ботаническом саду АН СССР и ботаническом саду Московского государственного университета.

Для фиксации и проведения биометрических измерений была использована методика Г. Г. Фурст [4]. Диаметры каналов смоляных ходов и трахеид древесины однолетних побегов измеряли по двум направлениям: радиальному и тангентальному. На каждом поперечном срезе было измерено 30—50 смоляных ходов и 100 трахеид. Статистическая обработка материала проводилась по методике Г. Н. Зайцева [1]. Вычисляли следующие статистические показатели: среднюю арифметическую (M), среднее квадратичное отклонение (σ), коэффициент вариации (V), ошибки среднего арифметического (m_M) и коэффициента вариации (m_V). Выводы о достоверности различия отдельных признаков делали на основании сравнения вычисленного критерия Стьюдента (t) с его табличной величиной.

На поперечном срезе смоляные ходы имеют округлую форму. Канал смоляного хода выстилает тонкостенный эпителиальный слой. Трахеиды ранней древесины округлой или многоугольной формы с широкой полостью и тонкими стенками.

В таблице, в качестве примера, представлены диаметры смоляных ходов и трахеид в условиях ГБС АН СССР. Из данных таблицы видно, что в большинстве случаев интродуцированным соснам соответствует средняя (от 11 до 20 %) вариабильность размеров смоляных хо-

Вид	Диаметр, мкм			
	радиальный		тангентальный	
	$M \pm m_M$	$V \pm m_V$	$M \pm m_M$	$V \pm m_V$
<i>Pinus cembra</i>	$29,1 \pm 1,57$	$17,9 \pm 3,82$	$25,3 \pm 1,48$	$19,5 \pm 4,16$
	$15,3 \pm 0,31$	$5,7 \pm 0,74$	$14,1 \pm 0,41$	$7,6 \pm 0,98$
<i>P. koraiensis</i>	$29,5 \pm 1,12$	$11,4 \pm 2,69$	$34,8 \pm 2,23$	$18,3 \pm 4,32$
	$14,9 \pm 0,43$	$7,8 \pm 1,01$	$15,9 \pm 0,44$	$8,0 \pm 1,03$
<i>P. hamata</i>	$22,1 \pm 1,05$	$18,4 \pm 3,36$	$23,2 \pm 1,36$	$22,6 \pm 4,12$
	$10,2 \pm 0,19$	$3,5 \pm 0,45$	$12,5 \pm 0,25$	$4,5 \pm 0,58$
<i>P. mugo</i>	$24,8 \pm 0,85$	$12,4 \pm 2,43$	$23,1 \pm 0,85$	$13,2 \pm 2,59$
	$24,8 \pm 0,85$	$12,4 \pm 2,43$	$23,1 \pm 0,85$	$13,2 \pm 2,59$
<i>P. contorta</i>	$26,3 \pm 1,17$	$16,6 \pm 3,14$	$24,1 \pm 1,05$	$16,3 \pm 3,08$
	$14,2 \pm 0,20$	$3,7 \pm 0,48$	$13,7 \pm 0,11$	$2,1 \pm 0,27$
<i>P. divaricata</i>	$26,2 \pm 1,58$	$26,9 \pm 4,26$	$24,6 \pm 1,47$	$26,6 \pm 4,20$
	$16,7 \pm 0,37$	$6,7 \pm 0,86$	$16,6 \pm 0,45$	$8,2 \pm 1,06$
<i>P. peuce</i>	$37,6 \pm 2,39$	$20,0 \pm 4,47$	$35,6 \pm 2,48$	$22,0 \pm 4,92$
	$15,5 \pm 0,30$	$5,5 \pm 0,71$	$12,8 \pm 0,23$	$4,2 \pm 0,54$
<i>P. strobus</i>	$29,6 \pm 1,48$	$15,0 \pm 3,54$	$31,5 \pm 2,30$	$21,9 \pm 5,17$
	$19,1 \pm 0,43$	$7,9 \pm 1,02$	$16,5 \pm 0,61$	$11,1 \pm 1,43$

Примечание. В числителе — диаметр смоляных ходов; в знаменателе — трахеид ранней древесины.

дов и низкая (до 10 %) вариабильность размеров трахеид. Подобное заключение можно сделать и для ботанического сада МГУ.

Найдены достоверные различия в изменчивости размеров смоляных ходов древесины однолетних побегов в различных условиях произрастания интродуцентов. Корреляционный анализ показал, что между размерами смоляных ходов и накоплением суммы эффективных температур за вегетационный период связь незначительная ($r = 0,243$). Для трахеид таких различий и связей не обнаружено, следовательно, их изменчивость в меньшей степени зависит от условий произрастания растений.

При сравнении видов, принадлежащих к одной систематической секции, выявлены достоверные различия только в диаметрах каналов смоляных ходов и их изменчивости. Это значит, что на первых этапах формирования древесины размеры смоляных ходов выступают как видовой признак более четко, чем размеры трахеид. В данном случае размеры смоляных ходов нельзя использовать в качестве диагностического видового признака, так как они не достигли еще своих нормальных размеров.

При сравнении одних и тех же видов, произрастающих в различных ботанических садах в Москве, было отмечено, что меньшая изменчивость размеров смоляных ходов древесины однолетних побегов соответствует лучшему состоянию растений. Например, известно, что в ГБС АН СССР рост, развитие и состояние одновозрастных растений *Pinus peuce* и *Pinus strobus* лучше, чем в ботаническом саду МГУ. Соответственно, у этих видов размеры смоляных ходов в ГБС больше, чем на Ленинских Горах, а их изменчивость меньше. Для трахеид такой закономерности не наблюдалось.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. — М.: Наука, 1973. — 256 с. [2]. Сахаров М. И. Анатомическое строение древесины сосны (*Pinus silvestris* L.) в связи с условиями местопроизрастания. — В кн.: Сосна Брянского лесного массива, 1940, с. 287—302. (Тр. Брянск. лесн. ин-та; Т. 2—3). [3]. Технерядов А. В. Использование закономерностей изменчивости трахеид сосны для ранней диагностики их размеров. — Науч. тр./ Казах. с.-х. ин-т, 1978, т. 21, № 4, с. 74—96. [4]. Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. — М.: Наука, 1979. — 155 с. [5]. Greguss P. Xylotomy of the living conifers. Transl. by Balint Balkay. — Budapest: Acad. kiado, 1972. — 329 p. [6]. Krüssmann G. Handbuch der Nadelgehölze. — Paul Parey in Berlin und Hamburg. 1972. — 366 p.

Поступила 24 мая 1983 г.

УДК 630*283.1.001.573

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДНИКОВ

Э. Н. ФАЛАЛЕЕВ, А. И. ПАЛКИН

Сибирский технологический институт

Урожайность ягодников определяется почвенно-грунтовыми и климатическими условиями, таксационными признаками насаждений и другими показателями, поэтому традиционный метод исследований сводится к изучению различных сочетаний факторов. Дальнейший сравнительный анализ дает возможность выявить общие закономерности.

изучаемого явления, однако объем экспериментального материала при этом оказывается очень большим. Использование математического моделирования для этих целей позволяет компактно представить накопленную информацию и численно оценить влияние каждого из исследуемых факторов*.

В настоящем исследовании исходными данными послужили материалы многолетних наблюдений за урожайностью брусники в лесах Северо-Енисейского, Нижне-Енисейского и Туруханского лесхозов Красноярского края. Предварительный анализ экспериментальных данных показал, что наиболее существенное влияние на урожайность брусники оказывают возраст насаждений, сомкнутость крон и лесорастительные условия.

Средний возраст насаждений — признак довольно трудноопределяемый, особенно дистанционными методами, в то же время в близких по производительности древостоях он тесно коррелирован со средней высотой, которая нами использована в качестве первого фактора, обуславливающего урожайность брусники. Средняя высота, а также другие факторы выражены в кодированных значениях. За основной уровень первого фактора принята высота 15 м, шаг варьирования составил 7 м.

Рост и развитие нижних ярусов насаждения, в том числе и брусники, лимитируется, в основном, количеством световой энергии, проникающей под полог, что тесно связано с его сомкнутостью. Основной уровень ее составил 0,6, а шаг варьирования — 0,4.

Урожайность ягодных растений тесно связана с лесорастительными условиями, что находит свое отражение в формировании тех или иных типов леса, которые приняты нами за третий фактор. Кодированное значение типов леса следующее: сосняки лишайниковые —1; сосняки бруснично-лишайниковые 0; сосняки брусничные +1.

Зависимость между перечисленными факторами и средней урожайностью брусники аппроксимируется выражением

$$y = 345 + 77x_1 - 54x_2 + 30x_3 + 24x_1x_2 + 11x_1x_3 - 9x_2x_3 - 14x_1^2 - 139x_2^2 + x_3^2,$$

где x_1 — средняя высота;
 x_2 — сомкнутость;
 x_3 — тип леса;
 y — урожайность, кг/га.

При прочих равных условиях с увеличением средней высоты насаждений, а следовательно, и возраста, средняя урожайность брусники закономерно увеличивается, что показано в таблице. Связано это, по-видимому, с тем, что с возрастом древесный полог становится ажурным и при одной и той же сомкнутости, по сравнению с молодыми насаждениями, под полог попадает большее количество света.

Наименьшая урожайность насаждений с разными средними высотами во всех типах леса отмечена при сомкнутости 0,9—1,0, по мере изреживания насаждений до 0,4 урожайность увеличивается, а в рединах снижается. С одной стороны, это объясняется поздними заморозками, побивающими цветы брусники на открытых местах, с другой, — отрицательным влиянием солнечного света на размеры ягод брусники, а следовательно, и урожайность.

* Рафалес-Ламарка Э. Э., Николаев В. Г. Некоторые методы планирования и математического анализа биологических экспериментов. — Киев: Наукова думка, 1971. — 120 с.

Урожайность брусники в зависимости от таксационных показателей насаждений и типов леса

H _{ср} м	Средний урожай, кг/га, при полноте								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Сосняк лишайниковый									
8	166	210	235	245	236	210	167	106	28
9	176	221	243	255	250	205	183	109	45
10	185	228	241	267	259	235	198	137	61
11	194	238	268	280	274	246	209	139	75
12	201	245	270	290	285	262	223	155	80
13	209	257	290	302	290	274	234	179	105
14	216	266	295	309	305	286	247	193	120
15	222	271	304	319	316	296	259	204	132
16	228	282	311	326	325	307	269	217	144
17	233	285	317	336	334	315	280	228	157
18	237	291	323	340	341	323	288	235	167
19	241	294	329	348	348	334	298	257	178
20	245	299	335	355	356	340	308	260	189
21	248	303	339	360	362	347	315	267	199
22	250	331	353	380	368	354	323	275	208
Сосняк бруснично- лишайниковый									
8	193	235	258	266	254	226	180	117	37
9	205	247	271	280	269	242	197	135	55
10	215	259	283	293	283	257	213	151	73
11	225	269	295	305	296	271	227	167	89
12	231	276	302	313	304	279	236	176	99
13	230	280	311	326	322	298	257	198	122
14	252	300	328	342	334	310	270	209	138
15	260	308	337	351	345	323	283	226	152
16	268	316	346	360	356	336	296	240	166
17	274	324	355	370	366	346	307	252	180
18	283	336	366	383	380	361	324	270	199
19	285	337	369	387	384	365	329	275	205
20	291	343	377	395	393	375	339	287	217
21	295	349	383	402	401	384	349	297	229
22	297	353	388	408	408	392	358	307	239
Сосняк брусничный									
8	222	262	283	284	272	248	195	130	42
9	236	276	298	304	309	278	221	151	69
10	247	289	311	314	306	278	231	167	87
11	259	301	325	332	321	294	247	185	105
12	266	309	333	341	330	303	257	195	116
13	274	325	350	360	350	324	280	219	141
14	290	336	362	372	363	338	294	234	158
15	300	346	373	384	376	352	309	250	174
16	310	356	384	395	389	367	324	266	190
17	317	362	394	406	400	378	336	279	205
18	328	377	407	421	416	395	355	299	226
19	331	381	411	426	421	400	361	305	233
20	339	389	421	436	432	412	373	319	247
21	347	400	431	447	444	425	387	332	263
22	350	403	435	452	450	432	395	341	272

Влияние конкретных лесорастительных условий проявляется в том, что в насаждениях с близкими средними высотами и сомкнутостью в разных типах леса урожайность заметно варьирует. Так, в лишайниковых борах, сформировавшихся на сухих песчаных почвах, урожайность брусники оказывается минимальной, несколько выше она в бруснично- лишайниковых сосняках и наибольшая в сосняках брусничных.

Таким образом, использование многомерного регрессионного анализа позволило выявить закономерные связи урожайности брусники с таксационными признаками насаждений и типами леса и дать их количественное выражение. С использованием ведомостей таксационных описаний насаждений и полученных нами зависимостей можно определить биологический урожай брусники по отдельным урочищам, лесничествам, лесхозам и в целом по рассматриваемому региону.

Поступила 8 августа 1983 г.

УДК 676.11.082.1 : 631.811.98 : 674.032

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТНЫХ ЩЕЛОКОВ НА СЕЗОННЫЙ РОСТ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ И СОСНЫ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛИЦ

А. И. КИПРИАНОВ, Т. И. ПРОХОРЧУК, Т. В. СОКОЛОВА,
Е. Н. НАКВАСИНА

Ленинградская лесотехническая академия
Архангельский лесотехнический институт

Перспективным направлением в решении задач по интенсификации лесовосстановительных работ является применение стимуляторов роста при выращивании посадочного материала. Использование сульфатных черных щелоков и продуктов на их основе при выращивании сеянцев ели и сосны обеспечило определенный эффект в условиях как теплиц [1, 2], так и открытого грунта [3]. Для изучения влияния обработки семян ели и сосны водными растворами указанных продуктов на ростовые процессы сеянцев в 1981 г. в условиях теплиц пленочного типа Гатчинской ЛСС были выполнены наблюдения за динамикой их роста в течение первого вегетационного периода.

В качестве стимуляторов роста использовали полуупаренные черные щелока от сульфатных варок древесины лиственных (береза и осина) и хвойных (лиственница) пород (табл. 1), а также выделенные из них фильтраты.

Таблица 1

Физико-химическая характеристика стимуляторов

Стимулятор	Плотность, кг/м ³	рН	Сухой остаток, % от массы продукта	
			все-го	в том числе органических веществ
Черный щелок от варки древесины осины (Херсонского ЦБК)	1264	11,6	45,0	24,9
Фильтрат того же щелока	1094	4,0	15,2	7,1
Черный щелок от лабораторной варки древесины березы	1274	12,1	33,5	18,5
Фильтрат того же щелока	1097	4,0	14,6	6,0
Черный щелок от лабораторной варки древесины лиственницы	1206	9,3	46,5	28,0
Фильтрат того же щелока	1107	4,0	18,4	12,2

Стимуляторы роста применяли либо в фазе набухания семян (предпосевное намачивание), либо в начальных фазах развития сеянцев (полив посевов). Для предпосевной обработки семян готовили растворы стимуляторов концентрации 0,00001 % (мас-

Таблица 2
Динамика роста сеянцев
в течение первого вегетационного периода
на контрольных участках.

Дата отбора партий сеянцев	Длина главного корня, мм		Длина створлика, мм		Сухая биомасса 10 сеянцев, мг	
	ели	сосны	ели	сосны	ели	сосны
9 июня	47	38	31	27	90	139
24 »	60	49	38	35	161	227
7 июля	71	58	49	39	286	307
15 »	82	64	56	41	363	357
27 »	88	76	60	48	548	636
6 августа	90	90	63	53	685	812
17 »	92	108	70	59	822	934
26 »	94	112	77	62	874	1038

и гипокотыля, выносящего семядоли на земную поверхность. Прирост длины главного корня проростков в опытных вариантах достигал 60 % по отношению к контролю, высота подсемядольного колена — 30—40%. Скорость накопления сухого органического вещества в этот период невелика; оводненность тканей гипокотыля и корня составляет 80—90 %.

Во второй половине вегетации наблюдалось заметное сокращение различий между биометрическими показателями сеянцев опытных и контрольных вариантов. Снижение прироста связано, по-видимому, с переходом растений от гетеротрофного способа питания к автотрофному. С распусканием хвои и появлением в корневой системе боковых окончаний питания сеянцев осуществляется уже не за счет запасных веществ эндосперма семени, а благодаря фотосинтезу в зеленых надземных вегета-

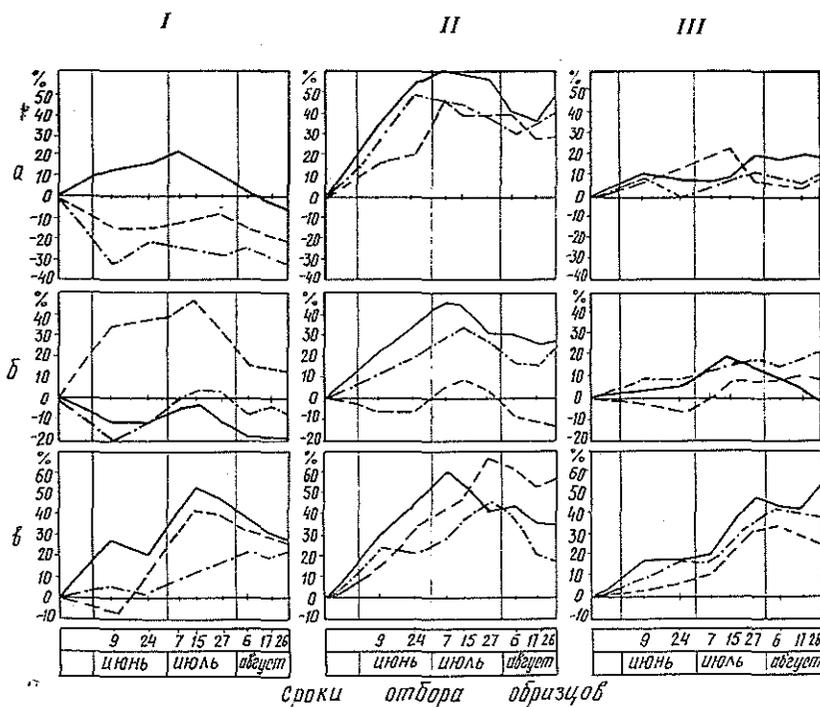


Рис. 2. Характеристика влияния стимуляторов на сезонный рост сеянцев сосны. Обозначения см. на рис. 1.

тивных органах растений и поглощению корнями питательных веществ из почвенного раствора. Биологически активные вещества, поступавшие в почву при поливе в мае, частично вымываются из верхних горизонтов и накапливаются в нижних слоях, недоступных растению. К тому же, как известно, доля корневого питания в метаболизме растений в этот период невелика.

Интенсивное развитие корневой системы однолетних сеянцев ели и сосны смещено на осенний период. К этому времени повышается потребление питательных веществ из почвенного раствора и усиливается стимулирующее действие черных щелоков и их фильтратов на рост и накопление сухой массы растений. Тенденция к ускорению прироста в конце августа хорошо прослеживается в некоторых вариантах опыта.

Установлена избирательность действия препаратов на рост растений и кумуляцию сухого органического вещества. Для сеянцев ели максимальные значения прироста стержневого корня получены в вариантах с использованием фильтратов черных щелоков от варки осины и березы в фазе набухания семян (рис. 1, б). Рост стволика и накопление сухой биомассы растений в наибольшей степени стимулировало намачивание семян в растворах черных щелоков (рис. 1, а).

Положительное влияние на рост главного корня сеянцев сосны оказали все исследованные продукты как при намачивании, так и при поливе (рис. 2, а, б, в), за исключением варианта с обработкой семян фильтратом щелока от варки осинового древесины. В отношении стволика и сухой биомассы сеянцев наибольший стимуляционный эффект вызвали поливы растворами фильтратов черных щелоков (рис. 2, в).

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Применение черных щелоков и их фильтратов в качестве стимуляторов позволяет не нарушая наследственно обусловленной периодичности развития растений увеличить продолжительность и интенсивность периодов активного роста.

2. Стимулирующее действие проявляется сильнее в первой половине вегетационного периода (интенсифицируется рост первичного корешка и гипокотилия проростков) и в конце сезона (усиливается рост главного корня, кумуляция органического вещества сеянцев).

3. Стимуляционный эффект зависит от природы стимулятора, способа его применения и вида растения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Влияние органических веществ сульфатных щелоков на всхожесть семян ели и сосны/ А. И. Киприанов, Т. И. Прохорчук, Т. В. Соколова и др. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 4, с. 14—17. [2]. Стимулирование роста сеянцев ели и сосны в условиях теплиц/ А. И. Киприанов, Т. И. Прохорчук, Т. В. Соколова и др. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 23—27. [3]. Стимулирование роста сеянцев ели и сосны в открытом грунте/ Т. В. Соколова, Т. И. Прохорчук, Е. Н. Кибасова и др. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 6, с. 38—42.

Поступила 2 ноября 1983 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 629.11.012.814 [630*323 + 630*324]

ИССЛЕДОВАНИЕ
СВОБОДНЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ХЛЫСТОВ

Л. В. КОРОТЯЕВ

Архангельский лесотехнический институт

В процессе трелевки, вывозки, погрузки — разгрузки и других переместительных операций возникают поперечные колебания хлыстов, вызывающие дополнительную силовую (динамическую) нагрузку на технические средства их перемещения и перевалки.

Создание надежных в эксплуатации лесосечных, лесотранспортных машин и лесоскладского оборудования вызывает необходимость изучения параметров этих колебаний.

Дифференциальное уравнение поперечных колебаний хлыста, как гибкого стержня с распределенными параметрами, представляет собой уравнение четвертого порядка в частных производных:

$$m(x) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left[E(x) I(x) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right] + \alpha \frac{\partial y}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

где $m(x)$ — масса хлыста, переменная по его длине, кг;

y — смещение упругой линии хлыста при колебаниях, м;

x — абсцисса поперечного сечения хлыста, м;

t — время, отсчитываемое от начала колебательного процесса, с;

$E(x)$ — модуль упругости древесины, Па;

$I(x)$ — момент инерции поперечного сечения хлыста, м⁴;

α — коэффициент сопротивления среды.

Решение этого уравнения затруднено тем, что плотность и модуль упругости древесины, масса и момент инерции поперечного сечения хлыста переменны по его длине.

Экспериментальные исследования поперечных колебаний хлыстов проводили в Ленинградской и Новгородской областях, в леспромхозах Белоруссии и Украины. Исследовали поперечные колебания хлыстов, уложенных на две опоры, главным образом, со свисающими концами (применительно к вывозке) [1] и без свеса вершин и комлей [2]. В ряде других лесорастительных зон, в частности в Архангельской области, поперечные колебания хлыстов не изучали.

Автор экспериментально исследовал параметры собственных поперечных колебаний хлыстов северной ели, уложенных на две опоры без свеса вершины и комля (применительно к трелевке). Расстояние между опорами было равно длине хлыста. Колебания возбуждались силой удара комля о твердую опору при падении с высоты 0,3 м. Перемещение центра тяжести хлыста записывали в натуральную величину в функции времени на движущейся ленте в течение всего колебательного процесса. По диаграммам (рис. 1) были установлены: длительность колебательного процесса T , число n , амплитуда A , период t_k , частота ν колебаний и другие характеристики. Длины l и массы m хлыстов, стрелы их прогиба под действием собственного веса (в центре тяжести) f и значения измеренных параметров колебаний приведены в таблице.

Колебательный процесс длится в среднем 10—14 с для мелких хлыстов (с диаметром на расстоянии 1,3 м от комлевого торца $d_T = 12—16$ см) и 6—10 с для более крупных хлыстов ($d_T \geq 20$ см). С увеличением диаметра хлыста продолжительность колебательного процесса со-

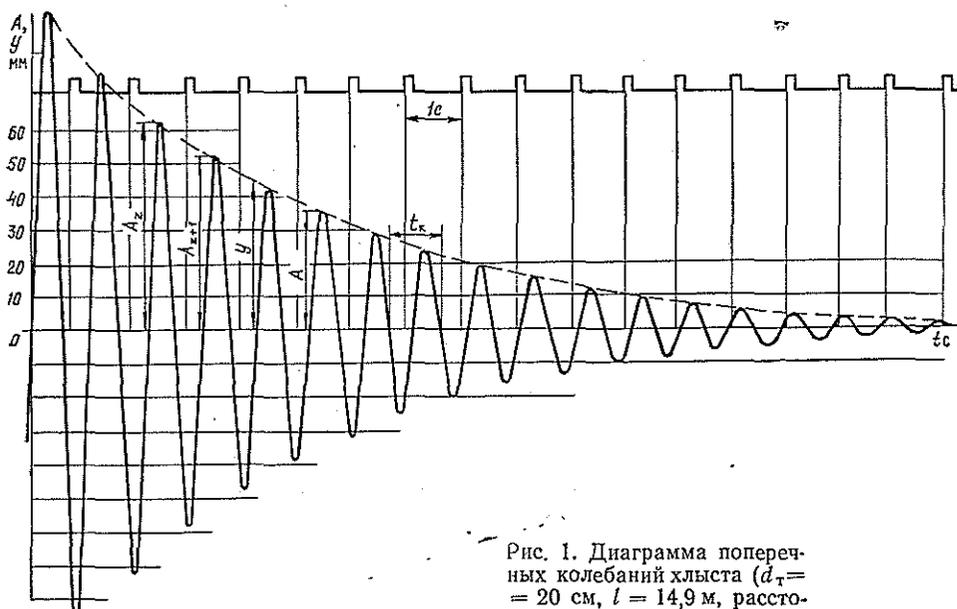


Рис. 1. Диаграмма поперечных колебаний хлыста ($d_T = 20$ см, $l = 14,9$ м, расстояние от комя до центра тяжести 5,5 м).

крашается. Амплитуда колебаний при возрастании времени убывает. Максимальное (первое) смещение уменьшается с увеличением диаметра хлыста, так как возрастает его жесткость. Общее число колебаний хлыста (до затухания) не превышает 22. Наибольшее число колебаний имеют тонкие хлысты ($d_T = 12$ см). С увеличением диаметра d_T и объема хлыста n снижается. Наименьшее число колебаний — 4 — наблюдается у более крупных хлыстов. Среднее число колебаний с повышением ступени толщины хлыстов понижается от 18 при $d_T = 12$ см до 4 при $d_T = 28$ см. Период колебаний по ступеням толщины увеличивается от 0,54 с у хлыста $d_T = 12$ см до 1,33—1,50 с у хлыстов $d_T = 24$ —28 см, а частота колебаний уменьшается от 1,8 до 0,7—0,75 Гц. Диаграмма изменения параметров колебаний в функции времени изображена на рис. 1. Из диаграммы видно, что колебательное движение хлыстов затухающее. Характер колебаний обусловлен, в основном, внутренним трением, а также распределенной массой и жесткостью.

Быстрота затухания характеризуется декрементом колебаний η . Обнаружено небольшое отклонение среднего арифметического его значения от вычисленных для второго и всех последующих колебаний, за исключением малоамплитудных, не имеющих практического значения колебаний у мелких хлыстов ($d_T = 12$ —20 см). При этом оказалось, что чем крупнее хлыст, тем меньше эта разница. Для хлыстов диаметром 24 и 28 см значения логарифмического декремента одиночных колебаний λ (с $A \geq 5$ мм), вычисленные как отношение разности амплитуд предыдущего A_z и последующего A_{z+1} колебаний к амплитуде предыдущего колебания A_z ,

$$\lambda = \ln \frac{A_z}{A_{z+1}} \approx \frac{A_z - A_{z+1}}{A_z}, \quad (2)$$

Параметр	Единица измерения	Значение параметров для хлыстов разных разрядов длин и диаметров, см											
		III						IV					
		12	16	20	24	28	12	16	20	24	28		
l	м	8,95	11,62	14,85	16,65	18,0	7,75	13,9	14,2	17,5			
m	кг	71	131	236	428	495	58,5	245	400	492			
f	м	0,101	0,243	0,427	0,462	0,482	0,090	0,315	0,355	0,423			
n	шт.	18	13,8	9,6	4,5	—	18,8	8,3	6,6	4,6			
T	с	11,3	13,6	10,5	5,5	—	10,1	9,1	7,6	6,6			
t_k	»	0,66	0,99	1,10	1,22	1,32	0,54	1,08	1,16	1,43			
γ	Гц	1,53	1,01	0,91	0,83	0,76	1,85	0,93	0,87	0,71			
A	м	0,124	0,112	0,110	0,083	0,069	0,110	0,114	0,86	0,77			
A_{max}	»	0,134	0,124	0,149	0,098	0,087	0,118	0,129	0,111	0,093			
ω	с ⁻¹	9,6	6,4	5,7	5,2	4,8	11,6	5,85	5,5	4,5			
λ	м/с	1,19	0,72	0,63	0,43	—	1,27	0,67	0,47	0,35			
γ	м/с ²	11,4	4,6	3,6	2,24	—	14,7	3,9	2,5	1,55			
λ	—	0,17	0,22	0,30	0,516	—	0,20	0,363	0,47	0,55			
δ	с ⁻¹	0,259	0,222	0,272	0,423	—	0,248	0,336	0,375	0,393			
δ/ω	%	2,7	3,5	4,8	8,5	—	2,1	5,8	6,8	8,8			

почти совпадают со средними значениями λ для всего колебательного процесса, приведенными в таблице. Декремент колебаний изменяется по экспоненциальному закону,

$$\eta = \frac{A_z}{A_{z+1}} = e^{-\delta t}, \quad (3)$$

поэтому в качестве математической модели собственных поперечных колебаний хлыста, опертого на две опоры без свеса комля и вершины, можно использовать линейное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами:

$$\ddot{y} + 2\delta\dot{y} + \omega^2 y = 0. \quad (4)$$

Здесь δ — коэффициент затухания, c^{-1} ;
 ω — собственная угловая частота колебаний, c^{-1} .
 Характеристическое уравнение имеет вид

$$k^2 + 2\delta k + \omega^2 = 0.$$

Его корни

$$k_{1,2} = -\delta \pm \sqrt{\delta^2 - \omega^2}.$$

Расчеты показывают, что значения коэффициента затухания δ составляют $(0,02-0,09)\omega$, а $\delta^2 \leq 0,007\omega^2$. Поэтому значением δ^2 под знаком радикала можно пренебречь и полагать, что $k_{1,2} = -\delta \pm i\omega$. Тогда решение уравнения (4) будет иметь такой вид:

$$y = A_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi), \quad (5)$$

где φ — начальный фазовый угол, рад;
 t — текущее время, с.

Границами области, внутри которой располагается график колебаний (рис. 1), являются экспоненциальные кривые:

$$y_e = \pm A_0 e^{-\delta t}. \quad (6)$$

В уравнениях (5), (6) A_0 — начальная амплитуда (максимальная ордината $y_{e\max}$ при $t = 0$). На графике колебательного процесса ордината A_0 равна амплитуде первого колебания: $A_0 = A_1 = A_{\max}$.

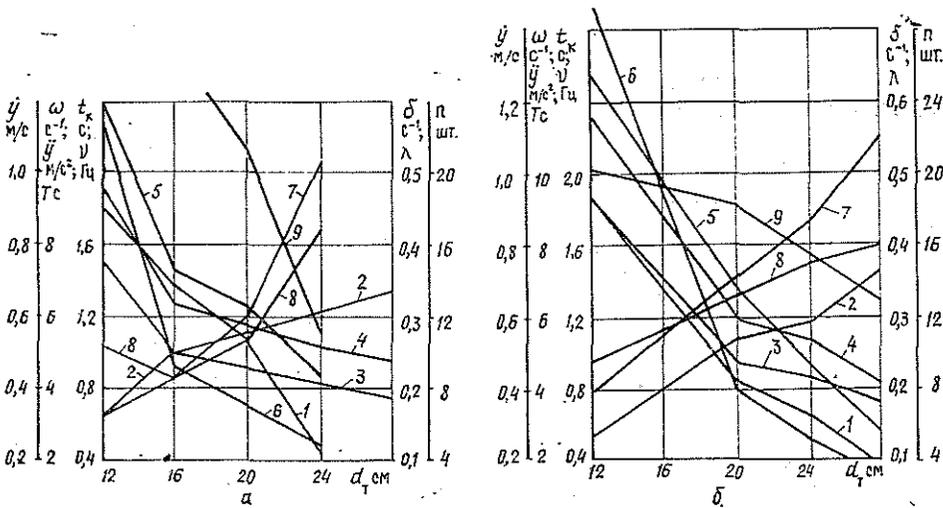


Рис. 2. Графики изменения параметров колебаний по диаметрам хлыстов.

a — III разряд длин; b — IV разряд длин; 1 — λ ; 2 — t_k ; 3 — ν ; 4 — ω ; 5 — \dot{y} ; 6 — \ddot{y} ; 7 — λ ; 8 — δ ; 9 — T .

Дифференцирование уравнения (5) дает возможность определить скорость y и ускорение \dot{y} колебаний, а также амплитуду A_0 и начальную фазу ($\text{tg } \varphi$). Формулы для определения этих показателей свободных колебаний, а также их периода t_k , угловой частоты ω и коэффици-

цента затухания δ известны и приводятся в соответствующей технической литературе. Опытные значения ω , \dot{y} , \ddot{y} , η и δ приведены в таблице и на рис. 2, откуда видно, что при увеличении диаметра хлыста от 16 см параметры колебаний n , T , A , γ , ω , \dot{y} и \ddot{y} понижаются, а t_k , λ и δ возрастают почти линейно.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Жуков А. В., Кадошко Л. И. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний. — Мн.: Наука и техника, 1978. — 263 с. [2]. Сметхов С. Н. О взаимосвязи колебаний хлыстов, перевозимых в полупогруженном (полуподвешенном) положении, и сопротивления их перемещению. — Науч. тр./ЦНИИМЭ, 1970, № 106, с. 14—25.

Поступила 15 июня 1983 г.

УДК 630*375.5

О ВЛИЯНИИ УПРУГИХ СВОЙСТВ ГРУНТА НА КОЛЕБАНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

Н. А. ГАЙДАР, С. И. МЕДВИДЬ

Львовский лесотехнический институт

Взаимодействие колес автопоезда и неровностей проезжей части дороги в процессе транспортировки древесины обуславливает возникновение колебаний подвижного состава и определяет напряженно-деформированное состояние в дорожном покрытии и грунтовом основании.

Обычно колебания подвижного состава рассматривают без учета механических свойств дорожной одежды и грунта земляного полотна. Дорожная одежда и грунт рассматриваются как абсолютно жесткие [3, 7]. Если дороги общего пользования с капитальными дорожными одеждами можно в определенной степени отнести к жестким, то для лесных дорог с нежесткими дорожными одеждами, особенно грунтовых, такое допущение, на наш взгляд, довольно приближенно.

Вследствие колебаний масс автопоезда и динамического воздействия его колес на проезжую часть грунтовой дороги в грунте распространяется волна упругих деформаций и возникают колебания. При этом в колебания вовлекается значительный объем грунта. Для исследования совместных колебаний подвижного состава и грунта необходимо массу грунта привести к его поверхности под колесом.

Известно, что механические свойства грунтов не подчиняются закону Гука. Однако, как установлено экспериментальными и теоретическими исследованиями [5], в динамических, быстро протекающих процессах можно применять гипотезу Винклера. Согласно этой гипотезе, грунт представляет собой систему равножестких пружин, напряженно-деформированное состояние возникает в нем только под пло-

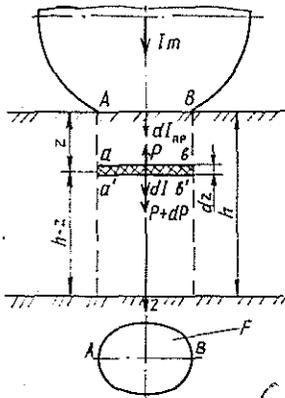


Рис. 1. Схема к расчету приведенной массы грунта.

щадь загрузки, а осадка грунта пропорциональна удельному давлению на его поверхности.

Рассмотрим колебания массы грунта в виде упругой призмы высотой h и площадью F , равной площади отпечатка колеса (рис. 1). Допустим, что силы трения по боковым поверхностям призмы отсутствуют, поперечные сечения ее остаются плоскими и частицы грунта в этих сечениях совершают движение только вдоль оси z . Из условия равновесия элемента dz при воздействии на поверхность грунта импульсивной нагрузки получим известное волновое уравнение собственных продольных колебаний призмы грунта [4, 5]:

$$a^2 \frac{\partial^2 l}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 l}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где a — скорость распространения упругой волны деформации в грунте, определяемая по формуле

$$a = \sqrt{E/\rho}; \quad (2)$$

E — модуль упругости грунта;

ρ — плотность грунта;

l — продольное перемещение произвольного поперечного сечения грунтовой призмы в момент времени t .

Решая это уравнение по методу Фурье и рассматривая только главную форму колебаний, соответствующую низшей частоте, с учетом граничных условий (при $z = 0$ $l = l_0$ и $\lambda = \lambda_0$), получим решение уравнения (1) в виде:

$$l = \left(l_0 \cos pz + \frac{\lambda_0}{p} \sin pz \right) \sin(\omega t + \varphi), \quad (3)$$

где $\lambda = \frac{dl}{dz}$ — относительное укорочение грунтовой призмы на расстоянии z от ее поверхности;

l_0, λ_0 — начальное перемещение и относительное укорочение грунтовой призмы;

$p = \omega/a$ — коэффициент частоты главной формы колебаний грунта;

ω — частота главной формы колебаний;

φ — начальная фаза главной формы колебаний.

Для определения приведенной массы грунта используем условие равенства перемещения его поверхности от действия всех инерционных сил реальной системы с распределенной массой и силы инерции системы с сосредоточенной массой, приведенной к поверхности грунта под колесом подвижного состава. Для элементарных сил инерции это условие запишется в виде

$$\frac{dl}{EF} (h - z) = \frac{dl_{np}}{EF} h. \quad (4)$$

Выразив эти силы через соответствующие массы и ускорения, как производные от (3), выполнив интегрирование и преобразования с учетом граничных условий, получим выражение для определения приведенной массы грунта:

$$m_{np} = \frac{F\rho}{p^2 h} \left[(1 - \cos ph) + \frac{\lambda_0}{l_0} \left(h - \frac{\sin ph}{p} \right) \right]. \quad (5)$$

Используя начальные (при $t = 0$ $l = 0$) и граничные (при $z = h$ $l = 0$) условия, из уравнения (3) найдем:

$$\frac{\lambda_0}{l_0} = - \frac{p}{\operatorname{tg} ph}. \quad (6)$$

Подставив последнее выражение в формулу (5), получим окончательную формулу для определения приведенной массы грунта:

$$m_{\text{пр}} = \frac{F\rho}{p^2 h} \left(1 - \frac{ph}{\operatorname{tg} ph} \right). \quad (7)$$

Коэффициент частоты колебаний грунта определим из условия равновесия при $z = 0$. Реакция грунта равна и направлена противоположно силе инерции подрессоренных и непрессоренных масс m автопоезда, приходящихся на колесо:

$$EF \frac{\partial l}{\partial z} = - m \frac{\partial^2 l}{\partial t^2}. \quad (8)$$

Подставив производные от (3) в уравнение (8) и выполнив ряд преобразований с учетом выражений (2) и (6), получим частотное трансцендентное уравнение:

$$p \operatorname{tg} ph = F\rho/m, \quad (9)$$

решение которого графическим способом позволяет определить значения коэффициента частоты. Для случая, когда подрессоренные и непрессоренные массы автопоезда m не принимают участия в колебательном процессе (отрыв колеса от дороги), $\operatorname{tg} ph = \infty$, $p = \frac{\pi}{2h}$ и

$$m'_{\text{пр}} = 0,405 E\rho h. \quad (10)$$

Для определения высоты упругой призмы грунта воспользуемся формулой Н. А. Цытовича [6] для толщины эквивалентного слоя грунта, в котором напряжения распределяются по треугольной эпюре от максимальных под подошвой штампа диаметром D до нуля на нижней границе слоя:

$$h = 2A_1 k_z D; \quad (11)$$

$$A_1 = (1 - \mu)^2 / (1 - 2\mu), \quad (12)$$

где μ — коэффициент Пуассона для грунта;
 k_z — коэффициент, зависящий от жесткости и формы штампа.

Результаты расчетов применительно к различным типам грунтов [2] и лесовозного подвижного состава приведены в таблице. При этом воздействие колеса подвижного состава на грунт рассматривается как нагружение его через гибкий круглый штамп, для которого $k_z = 1,0$ [1]. Физико-механические характеристики грунтов (ρ , E) приняты как средние арифметические из полученных по результатам экспериментальных исследований [2], а в качестве расчетной массы подвижного состава — масса, приходящаяся на колесо наиболее нагруженной оси. В числителе приводятся результаты для супесчаного грунта ($\mu = 0,30$), в знаменателе — для суглинистого ($\mu = 0,37$).

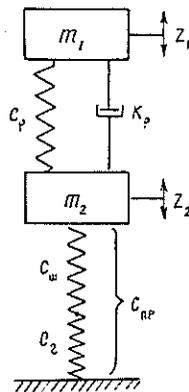
Анализ результатов расчетов показывает, что значения коэффициента частоты колебаний грунта применительно к параметрам лесовозного подвижного состава находятся в пределах от 0,17 до 0,34 1/м, глубина активной зоны — от 0,61 до 1,00 м, а приведенная масса грунта — от 2,10 до 5,73 кг. С увеличением массы подвижного состава приведенная масса грунта уменьшается. Значения ее, полученные по формуле (10), колеблются в пределах: для супесчаного грунта — от 2,32 до

Тип подвижного состава	Характеристики подвижного состава		Результаты расчета				
	m кг	D м	h м	ρ л/м	$m_{пр}$ кг	$m'_{пр}$ кг	ω 1/с
Автомобиль ЗИЛ-157К	142	0,250	0,612	0,325	2,10	2,32	207,2
			0,763	0,295	2,35	2,89	147,4
» ЗИЛ-131	166	0,328	0,804	0,344	4,50	5,24	219,3
			1,001	0,306	5,73	6,52	152,9
» МАЗ-509	484	0,324	0,794	0,202	4,93	5,05	128,8
			0,989	0,177	5,48	6,29	88,4
Роспуск ТМЗ-802	266	0,292	0,715	0,259	2,99	3,69	165,1
			0,891	0,233	4,09	4,60	116,4
» ТМЗ-803М	484	0,290	0,710	0,188	3,44	3,62	119,9
			0,885	0,172	4,11	4,51	85,9

5,24 кг, для суглинистого — от 2,89 до 6,52 кг. Частота главной формы колебаний для супесчаных грунтов выше, чем для суглинистых, имеющих меньший модуль упругости.

Рис. 2. Расчетная схема колебаний автопоезда на упругом основании.

m_1 и m_2 — поддрессоренная и неподдрессоренная массы; c_p , $c_{ш}$, c_r — жесткость, соответственно, пружины, рессор, шин и грунта; k_p — коэффициент неупругого сопротивления в подвеске; $c_{пр}$ — приведенная жесткость шин и грунта.



Полученные значения приведенной массы грунта в 10 с лишним раз меньше неподдрессоренных и поддрессоренных масс лесовозных автопоездов, а поэтому ее влияние на параметры колебаний будет несущественным и в обычных инженерных расчетах его можно не учитывать.

Как известно, автопоезд представляет собой многомассовую колебательную систему со многими степенями свободы, осуществляющую сложные колебания [3, 7]. Однако для оценки степени влияния упругих свойств опорной поверхности на колебания масс автопоезда целесообразно проанализировать свободные колебания эквивалентной системы, состоящей из поддрессоренной и неподдрессоренной масс, упругих и вязких элементов (рис. 2).

Для составления дифференциальных уравнений колебаний системы допустим, что вертикальные колебания не зависят от продольных и поперечных, перемещения всех элементов малы, а характеристики их линейны.

Введем следующие обозначения:

$\omega_1^2 = c_p/m_1$ — парциальная частота свободных колебаний поддрессоренной массы;

$$\begin{aligned}\omega_2^2 &= \frac{c_p + c_{np}}{m_2} \text{ — парциальная частота свободных колебаний непод-} \\ &\text{рессоренной массы;} \\ 2h_1 &= k_p/m_1 \text{ — парциальный приведенный коэффициент неупруго-} \\ &\text{го сопротивления подвески;} \\ \eta &= m_1/m_2 \text{ — коэффициент соотношения подрессоренной и не-} \\ &\text{подрессоренной масс.}\end{aligned}$$

Тогда уравнения свободных колебаний масс системы примут вид

$$\left. \begin{aligned} \ddot{z}_1 + 2h_1 \dot{z}_1 + \omega_1^2 z_1 - 2h_1 \dot{z}_2 - \omega_1^2 z_2 &= 0; \\ \ddot{z}_2 + 2h_1 \eta \dot{z}_2 + \omega_2^2 z_2 - 2h_1 \eta \dot{z}_1 - \omega_1^2 \eta z_1 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Приняв в уравнениях (13)

$$z_1 = Ae^{pt}; \quad z_2 = Be^{pt}, \quad (14)$$

получим характеристическое уравнение системы:

$$\begin{aligned} p^4 + p^3 [2h_1(1 + \eta)] + p^2 (\omega_1^2 + \omega_2^2) + 2ph_1(\omega_2^2 - \eta\omega_1^2) + \\ + \omega_1^2(\omega_2^2 - \eta\omega_1^2) = 0, \end{aligned} \quad (15)$$

корни которого будут комплексными с отрицательной вещественной частью:

$$p_{1,2} = -H_1 \pm i\Omega_1; \quad p_{3,4} = -H_2 \pm i\Omega_2, \quad (16)$$

где $H_{1,2}$ — собственные коэффициенты сопротивления;

$\Omega_{1,2}$ — собственные частоты колебаний.

Точное решение уравнения (15) весьма громоздко и для инженерных целей непригодно. Вместе с тем представляет интерес выражение его корней через постоянные параметры системы, чтобы установить степень влияния жесткости грунта на параметры колебательного процесса. Поэтому возникает необходимость в аналитических выражениях для определения частот и коэффициентов затухания свободных колебаний системы. Для этого воспользуемся приближенным методом [7]. Пренебрегая влиянием неупругого сопротивления в подвеске на частоты собственных колебаний масс, выражения (14) можно представить в форме:

$$z_1 = Ae^{ist}; \quad z_2 = Be^{ist}. \quad (17)$$

Подставим их в уравнение (15) и обозначив $s = c_r/c_{ш}$, получим характеристическое уравнение системы, решение которого после ряда преобразований приводится к виду:

$$\Omega_{1,2} = \sqrt{\frac{\frac{c_p}{m_1} + \frac{c_p}{m_2} + \frac{c_{ш}s}{m_2(1+s)}}{\pm \sqrt{\left[\frac{c_p}{m_1} + \frac{c_p}{m_2} + \frac{c_{ш}s}{m_2(1+s)}\right]^2 - 4 \frac{c_p c_{ш}s}{m_1 m_2 (1+s)}}}}. \quad (18)$$

Далее, приняв частное решение характеристического уравнения в виде:

$$p = i\Omega H, \quad (19)$$

подставим его в (15) и, выполнив преобразования, пренебрегая малыми членами типа H^2 и hH , получим:

$$H_{1,2} = \frac{k_p \left[(1 + \eta) \Omega_{1,2}^2 - \frac{c_{ш} s}{m_2 (1 + s)} \right]}{2m_1 \left[2\Omega_{1,2}^2 - \frac{c_p}{m_1} - \frac{c_p}{m_2} - \frac{c_{ш} s}{m_2 (1 + s)} \right]} \quad (20)$$

Для оценки степени влияния жесткости опорной поверхности на параметры свободных колебаний системы разработана программа и выполнен расчет собственных частот и коэффициентов затухания колебаний по формулам (18) и (20) на ЭЦВМ «Проминь-М» применительно к задней подвеске автомобиля ЗИЛ-157К с номинальной нагрузкой. Результаты расчета приведены на рис. 3 в виде зависимостей отношения параметров свободных колебаний на упругой опорной поверхности к аналогичным параметрам колебаний на жесткой поверхности от соотношения жесткостей грунта и автомобильной шины.

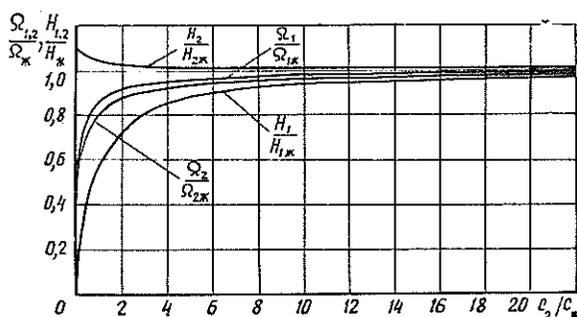


Рис. 3. Зависимость параметров свободных колебаний автомобиля от жесткости опорной поверхности.

Анализ полученных результатов показывает, что упругие свойства грунта наиболее существенно влияют на коэффициент затухания колебаний подрессоренных масс и собственную частоту колебаний неподдресоренных масс. Так, при отношении $c_r/c_{ш} = 5$ значения этих параметров на упругой поверхности отличаются от аналогичных им на жесткой поверхности, соответственно, на 11 и 6%. При уменьшении отношения $c_r/c_{ш}$ это расхождение интенсивно увеличивается, а при увеличении — плавно уменьшается. При соотношении жесткостей грунта и шины, равном или меньшем 12, расхождения между параметрами свободных колебаний автопоезда на упругом основании и абсолютно жесткой опорной поверхности составляют 5% и более. В таких случаях упругие свойства грунта при расчете колебаний автопоезда следует учитывать. При соотношении жесткостей грунта и шины больше 12 грунтовую поверхность можно рассматривать как абсолютно жесткую.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бабков В. Ф., Безрук В. М. Основы грунтоведения и механики грунтов. — М.: Высш. школа, 1976. — 328 с. [2]. Гайдар Н. А., Медвидь С. И. К определению прочности проезжей части лесных дорог Львовской области. — В кн.: Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. — Киев: Будівельник, 1975, вып. 5, с. 96—100. [3]. Гастев Б. Г., Мельников В. И. Основы динамики лесовозного подвижного состава. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. — 220 с. [4]. Кошляков Н. Е., Глинер Э. Б., Смирнов М. М. Основные дифференциальные уравнения математической физики. — М.: Физматгиз, 1962. — 767 с. [5]. Снитко Н. К. Статическое и динамическое давление грунтов и расчет подпор-

ных стенок. — Л.: Госстройиздат, 1970. — 207 с. [6]. Цытович Н. А., Черкасов И. И. Определение коэффициента сжимаемости грунтов по результатам вдавливания штампов. — Основания, фундаменты и механика грунтов, 1970, № 6, с. 1—2. [7]. Яценко Н. Н., Прутчиков О. К. Плавность хода грузовых автомобилей. — М.: Машиностроение, 1969. — 219 с.

Поступила 23 марта 1983 г.

УДК 65.011.56

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В АСУ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫМ ОБЪЕДИНЕНИЕМ

В. С. КОСТЕНКО

СевНИИП

Современный уровень развития технических средств позволяет абонентам АСУ решать задачи, находясь на значительном расстоянии от ВЦ. Пользователь вводит исходные данные и получает результаты решения задач с помощью оконечного оборудования.

АСУ объединением строится на базе собственного ВЦ, вычислительными ресурсами которого пользуются предприятия. Как правило, для эффективной работы необходимо объединять ВЦ объединения и абонентов (предприятия) в распределенную вычислительную систему [5]. Для передачи данных от абонентских пунктов (АП) к ЭВМ и предназначена сеть передачи данных (СПД) [6].

Проектирование СПД связано с решением ряда достаточно сложных и взаимосвязанных задач, причем некоторые из них не поддаются строгому аналитическому расчету. Проектирование оптимальной СПД усложняется недостатком отраслевых руководящих и методических материалов. Негативную роль играет неправильное трактование, а порой и недооценка роли СПД в АСУ.

В данной статье рассмотрены отдельные аспекты проектирования СПД в АСУ лесопромышленным объединением.

Поскольку СПД — большая система с дискретным характером протекающих в ней процессов [3], то задача ее проектирования является типичной для сложной системы, при решении которой используют эвристические методы. Функциональное назначение СПД определяется в основном задачами планирования, учета и анализа. Информационная модель АСУ, учитывающая ее функциональную структуру и пространственно-временные связи между объектами, позволяет однозначно определить и требования, предъявляемые к СПД.

Основные требования к СПД связаны с их важнейшими характеристиками: скоростью передачи, верностью и надежностью [2]. Выбор типа СПД по пропускной способности зависит от объема передаваемой информации. Требования к верности передачи определяются обычно из условия, что вероятность ошибки в тракте передачи данных (ПД) может быть на порядок ниже той, которую вносят оконечные устройства или оператор. В основу проектирования СПД целесообразно положить системный подход [1], в котором критерии СПД согласуются с критериями АСУ в целом, и задача выбора сетей представляется в виде логической последовательности отдельных задач. Системный подход к выбору СПД предполагает учет требований пользователей, состояния развития сети связи и этапности внедрения СПД, а также выбор обобщенного критерия эффективности функционирования СПД, зависящего от принятого для АСУ критерия.

При проектировании СПД необходимо учитывать факторы, влияющие на выбор оптимального варианта сетей: действующая система сбора информации; существующие аналоги СПД; параметры сетей связи; состав типового оборудования СПД.

Из множества задач, стоящих перед разработчиком СПД, можно выделить основные, решение которых позволит построить оптимальную СПД. Обобщенная блок-схема выбора комплекса технических средств (КТС) СПД представлена на рис. 1.

Поскольку АСУ для лесопромышленного объединения является организационно-экономической и исходные данные на ВЦ поступают от предприятий, расположенных на большой территории, по иерархии управления «снизу вверх», то СПД можно строить, как показано на рис. 2.

Абонентские пункты организуются на предприятиях и с помощью сети связи объединяются в единую вычислительную систему. При связи между абонентами и ЭВМ сообщение через устройства ввода-вывода вводится в аппаратуру передачи данных (АПД) АП и передается по коммутируемым каналам связи к АПД ВЦ, а затем с помощью уст-

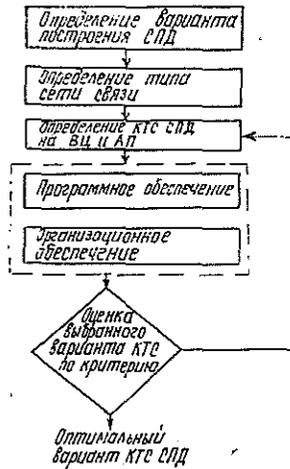


Рис. 1.

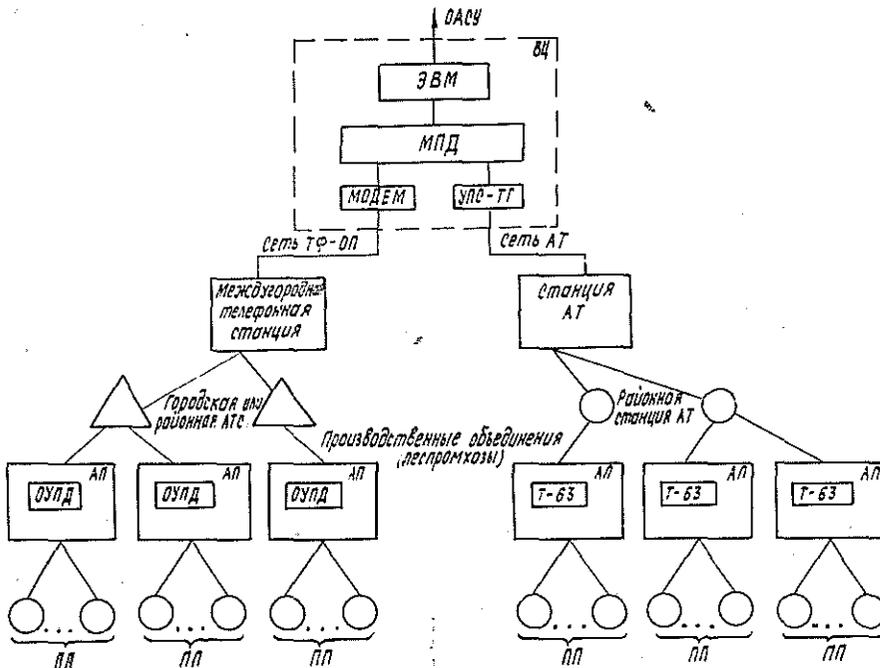


Рис. 2. Структурная схема сети передачи данных АСУ лесопромышленным объединением.

ройства сопряжения вводится в ЭВМ. Для передачи данных от пунктов передачи (ПП), в основном, используются ведомственные сети связи (радио, радиорелейные, телефонные). Тип АПД зависит от типа используемой сети связи.

При проектировании СПД можно принять допущения, что существующая сеть связи полностью удовлетворяет потребности пользователя в передаче данных (ПД) и что в СПД используют только типовое оборудование ПД. Эти предположения несколько сужают выбор вариантов КТС СПД, но для практики вполне приемлемы и облегчают задачу выбора оптимальной СПД.

Тип используемой сети выбирают из компромисса между производительностью сети (пропускная способность, задержка сообщения, эффективность) и функциональными требованиями (доступ к сети, целостность данных). При определении типа канала связи учитывают объемы и сроки доставки информации. При этом нужно учитывать, что для каждой задачи АСУ характерны свои требования к обмену данными, которые определяются числом объектов, участвующих в решении задачи, и объемом данных, передаваемых для одного решения. Причем по мере развития АСУ количество задач, а следовательно, и объем информации постоянно увеличивается, т. е. поток входящих данных — величина нерегулярная, что наглядно иллюстрирует график рис. 3. Гистограмма входящего потока данных приведена для АСУ Всесоюзным лесопромышленным объединением Архангельсклеспром для месяца наибольшей нагрузки. Количество каналов связи рассчитывается на «пик нагрузки» по формулам, приведенным в работе [4].

Анализ потоков информации, распределения задач по уровням управления, сроков поступления данных на обработку и характеристик объектов позволяет сделать вывод, что в качестве СПД в АСУ лесопромышленным объединением целесообразно использовать сети с коммутацией каналов: теле-

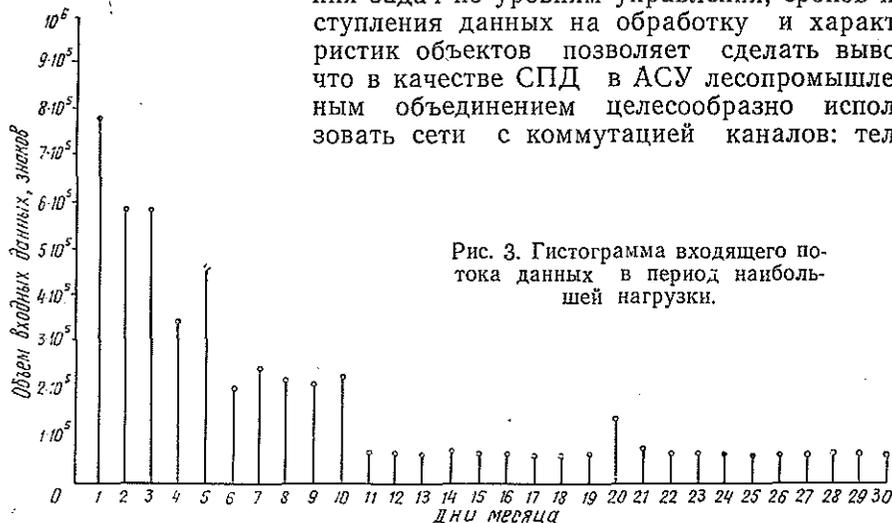


Рис. 3. Гистограмма входящего потока данных в период наибольшей нагрузки.

фонную сеть общего пользования (ТФ-ОП) и сеть абонентского телеграфирования (АТ-50).

При этом нужно иметь в виду, что низкое качество сети АТ по верности (10^{-3} — 10^{-4}), значительный уровень отказов в установлении соединения, малая скорость передачи [6] значительно ограничивают возможности применения сети АТ для ПД.

Сеть ТФ-ОП по своим характеристикам также не удовлетворяет многим требованиям абонентов ПД. Так, коэффициент ошибок по би-

там составляет в среднем $10^{-3} - 10^{-4}$, но применение в АПД устройств защиты от ошибок позволяет довести этот коэффициент до 10^{-6} . При передаче данных по сети ТФ-ОП нагрузка не должна превышать 0,15 эрг, или 9 мин в час наибольшей нагрузки. Это позволяет передавать значительные объемы информации. Так, при скорости 1200 бит/с за 9-минутный сеанс обеспечивается передача порядка $5 \cdot 10^4$ знаков.

Выбор варианта построения СПД и типа используемой сети связи в значительной мере определит вариант состава технических средств СПД на ВЦ и АП. Для выбора варианта КТС СПД в качестве экономического критерия вполне приемлем минимум приведенных затрат, как отвечающий целям создания АСУ,

$$Z_i = C_{эi} + E_n K_i \rightarrow \text{Min},$$

где Z_i — приведенные затраты на i -тый вариант КТС СПД;

$C_{эi}$ — распределенные во времени эксплуатационные затраты на i -тый вариант КТС СПД;

K_i — единовременные капитальные затраты на i -тый вариант КТС СПД;

E_n — нормативный коэффициент капитальных вложений (общественно-раслевой $E_n = 0,15$).

Эксплуатационные затраты можно вычислить по формуле

$$C_{э} = C_{ар} + C_{оупд} + C_{пд},$$

где $C_{ар}$ — плата за арендуемые каналы связи для ПД, определяемая тарифом на аренду канала и временем ПД;

$C_{оупд}$ — абонементная плата за окончательную установку ПД;

$C_{пд}$ — затраты на ПД, определяемые себестоимостью оборудования и временем ПД.

Себестоимость оборудования определяется как отношение годовых затрат $C_{год}$ к годовому фонду рабочего времени $\Phi_{год}$.

Годовые затраты $C_{год}$ складываются из следующих показателей:

$$C_{год} = Z_{пл} + C_{об} + A_{от} + C_{в.м},$$

где $Z_{пл}$ — заработная плата обслуживающего персонала;

$C_{об}$ — стоимость оборудования СПД;

$A_{от}$ — амортизационные отчисления (принимают в размере 10 % от стоимости оборудования);

$C_{в.м}$ — стоимость электроэнергии и вспомогательных материалов.

Капитальные затраты K определяют как сумму затрат на приобретение оборудования передачи данных на ВЦ и АП и его монтаж

$$K = K_{вц} + K_{ап} + K_m,$$

где $K_{вц}$ — затраты на приобретение оборудования ПД на ВЦ;

$K_{ап}$ — затраты на приобретение оборудования ПД на АП;

K_m — затраты на монтаж оборудования, которые принимают в размере 22 % от общей стоимости оборудования, устанавливаемого на ВЦ и АП.

В заключение следует сказать, что подход к проектированию СПД с учетом общих требований к ПД по определенному кругу задач позволит создать систему, основанную на единстве методологических, ор-

ганизационных и технических принципов, обеспечит выбор оптимального варианта построения СПД.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Климушин В. А., Рабинович М. Б. Передача данных в АСУ — связь. — М.: Связь, 1980. [2]. Малиновский С. Т. Сети и системы передачи дискретной информации и АСУ. — М.: Связь, 1979. — 384 с. [3]. Мизин И. А., Урнисон Л. С., Храмышин Г. К. Передача информации в сетях с коммутацией сообщений. — М.: Связь, 1977. — 328 с. [4]. Руководящие материалы по проектированию КТС АСУО. 6—8—261. 48—79. — Петрозаводск, 1979. — 41 с. [5]. Сети ЭВМ/ Под ред. акад. В. И. Глушкова. — М.: Связь, 1977. — 280 с. [6]. Шарцман В. О. Основные принципы построения сети передачи данных коллективного пользования. — В кн. Информационный обмен в вычислительных сетях. М.: Наука, 1980, с. 5—17.

Поступила 31 декабря 1982 г.

УДК 630*361.9

ОКОРКА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБКИХ КОРОСНИМАТЕЛЕЙ

В. К. КАРПОВ, В. С. КОСОВ

Уральский лесотехнический институт

В статье рассматриваются конструкции окорочных устройств с гибкими короснимателями, в качестве которых могут быть использованы отрезки стальных канатов.

Опыт применения таких механизмов в прошлом у нас в стране и особенно за рубежом, а также проводимые в последнее время теоретические и экспериментальные исследования позволяют сделать вывод о возможности создания окорочных устройств с высокими технико-экономическими показателями.

Цель настоящей работы — установить основные кинематические и силовые параметры процесса окорки лесоматериалов с использованием гибких короснимателей и их зависимости от конструктивных и технологических величин, характеризующих процесс окорки.

Потенциальные возможности эффективного использования гибких короснимателей заключаются в следующем.

Во-первых, посредством их можно создать такое воздействие на поверхность древесины, которое обеспечивает окорку хвойных и лиственных лесоматериалов в сухом и мерзлом состоянии.

Во-вторых, значительная дуга контакта гибкого короснимателя с поверхностью лесоматериала и большая длина пути взаимодействия его с поверхностью бревна в направлении подачи обеспечивает высокую производительность процесса.

В-третьих, хорошие копирующие свойства гибкого короснимателя, относительно равномерное распределение интенсивности воздействия на кору и древесину со стороны короснимателя, движение его в процессе окорки вдоль волокон, где прочность древесины максимальная, способствуют меньшему повреждению окоренной поверхности, чем при работе другими механическими короснимателями, и практическому отсутствию отходов древесины.

Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что наибольшими возможностями обладают канатные вращающиеся головки (КВГ) [2].

Канаты КВГ охватывают поверхность бревна по дуге контакта с углом α и воздействуют на поверхность в радиальном направлении с

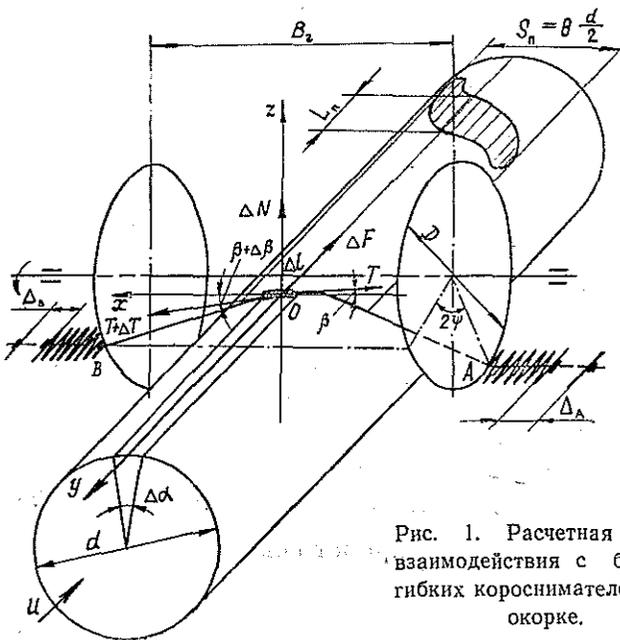


Рис. 1. Расчетная схема взаимодействия с бревном элемента каната Δl при окорке.

интенсивностью q . Под действием механического усилия со стороны каната кора разрушается, и канат выходит на поверхность древесины. При движении каната кора удаляется с поверхности, имеющей овальную форму, а при продольном движении бревна — в виде полосы шириной S_n .

На рис. 1 дана расчетная схема взаимодействия элемента каната Δl с бревном при окорке.

Условие равновесия элемента каната Δl при окорке записывается в виде суммы проекций сил на оси Ox и Oy

$$(T + \Delta T) \sin(\beta + \Delta\beta) - \Delta F - T \sin\beta = 0; \quad (1)$$

$$(T + \Delta T) \cos(\beta + \Delta\beta) - T \cos\beta = 0, \quad (2)$$

где T — натяжение каната при окорке, Н;
 ΔT — приращение натяжения на участке Δl ;
 β — угол между силой T и осью Ox , рад;
 $\Delta\beta$ — приращение угла β на участке Δl , рад;
 ΔF — сила сопротивления движению элемента каната при окорке.

Линия контакта каната с бревном представляет собой пространственную кривую сложной формы. В целях упрощения анализа процесса поверхность бревна разворачивается на плоскость xOy . При этом нормальная реакция ΔN бревна на воздействие каната в радиальном направлении сохраняется и учитывается через силу сопротивления движению каната при окорке ΔF . Линия контакта при этом представляет собой кривую, лежащую в плоскости xOy .

Решение (1) и (2) определяет положение каната при окорке через угол

$$\beta = \arctg k\alpha, \quad (3)$$

где k — коэффициент сопротивления окорке.

Из уравнения (3) следует, что положение каната на поверхности круглого бревна не зависит от натяжения T каната, а определяется углом охвата α и коэффициентом сопротивления окорке.

Дуга контакта каната с поверхностью бревна на плоскости xOy описывается уравнением

$$y = \frac{k}{d} x^2, \quad (4)$$

где d — диаметр бревна, м.

Интенсивность воздействия q каната на поверхность бревна в радиальном направлении выражается формулой [1]

$$q = \frac{2T}{d} \cos^2 \beta. \quad (5)$$

Более общим случаем является конструкция КВГ, в которой канаты расположены под некоторым начальным углом $\beta = \beta_0 \neq 0$ к продольной оси бревна. При этом концы канатов A и B смещены в радиальной плоскости КВГ относительно друг друга на угол 2ψ , где ψ — угол закручивания КВГ (рис. 1).

Формула (3) в этом случае примет вид

$$\beta = \operatorname{arctg}(k\alpha + \beta_0), \quad (6)$$

где β_0 — угол между прямой линией AB и осью Ox , рад.

Уравнение кривой контакта каната с бревном при $\psi \neq 0$ на развертке поверхности лесоматериала на плоскость xOy примет вид

$$y = \frac{k}{d} x^2 + \operatorname{tg} \beta_0 x. \quad (7)$$

Пятно окоренной поверхности при $\psi \neq 0$ имеет более сложную форму, чем в первом случае.

Ширина окоренной полосы S_n будет определяться произведением угла окорки Θ на радиус обрабатываемого лесоматериала.

Значение угла окорки Θ при

$$d < 2h_0 - D(\cos \psi - 1), \quad (8)$$

где h_0 — максимальная стрела прогиба каната при окорке, м;

D — диаметр КВГ, м,

определяют по формуле

$$\Theta = \pi - 2 \left\{ \operatorname{arccos} \frac{d}{\sqrt{[D(1 - \cos \psi) + 2h_0 - d]^2 + B^2}} - \operatorname{arctg} \frac{D(1 - \cos \psi) + 2h_0 - d}{B} \right\}, \quad (9)$$

где B — длина окорочной головки, м.

При невыполнении условия (8) Θ определяют по формуле

$$\Theta = \pi - 2 \left\{ \operatorname{arccos} \frac{d}{\sqrt{[D(\cos \psi - 1) + d - 2h_0]^2 + B^2}} + \operatorname{arctg} \frac{D(\cos \psi - 1) + d - 2h_0}{B} \right\}. \quad (10)$$

Зависимость Θ от угла ψ при определенных значениях других параметров, в том числе при максимальной стреле прогиба каната при окорке $h_0 = 0,10$ м, дана на рис. 2.

С увеличением угла ψ угол окорки Θ возрастает. Это позволяет увеличить полосу окоренной поверхности S_n одной КВГ и уменьшить требуемое число их в окорочном станке.

Расчетная средняя длина L_n пятна окоренной поверхности при $\psi \neq 0$ выражается формулой

$$L_n = B_r \operatorname{tg} \left(\arccos \sqrt{\frac{B^2 + D^2 \sin^2 \psi \cos^2 (\psi + \arcsin 2H/D)}{B^2 + D^2 \sin^2 \psi}} \right) + D \cos \left(2\psi + \arcsin \frac{2H}{D} \right), \quad (11)$$

где B_r — длина окорочной головки, м;

H — высота установки КВГ над бревном, м.

Представленная на рис. 2 зависимость $L_n = f(\psi)$ показывает, что с увеличением ψ длина пятна L_n снижается.

Натяжение каната при окорке определяется решением уравнения (2) и является функцией угла

$$T_A \cos \beta_A = T_B \cos \beta_B, \quad (12)$$

т. е. T снижается вдоль дуги контакта от максимального значения T_A в точке A до T_B в точке B .

Усилия натяжения каната в точках A и B в установившемся режиме

$$T_A = P_0 + \gamma \Delta_A; \quad (13)$$

$$T_B = P_0 + \gamma \Delta_B, \quad (14)$$

где P_0 — начальное натяжение каната, Н;

γ — жесткость пружин, Н/м;

Δ_A, Δ_B — деформация сжатия пружин при окорке, м.

Используя (13) и (14), а также соотношение

$$\Delta_A + \Delta_B = l - l_0, \quad (15)$$

где l — длина каната между точками A и B до окорки, м;

l_0 — длина каната между точками A и B при окорке, м,

получим величину сжатия пружин со стороны концов каната A и B :

$$\Delta_A = \frac{\gamma(l - l_0) \{ \cos \beta_B - P_0 (\cos \beta_A - \cos \beta_B) \}}{\gamma (\cos \beta_A + \cos \beta_B)}; \quad (16)$$

$$\Delta_B = \frac{\gamma(l - l_0) \cos \beta_B + P_0 (\cos \beta_A - \cos \beta_B)}{\gamma (\cos \beta_A + \cos \beta_B)}. \quad (17)$$

Из формул (13), (14), (16), (17) следует, что натяжение каната со стороны опережающего конца (точка A) больше, чем натяжение со стороны отстающего конца (точка B):

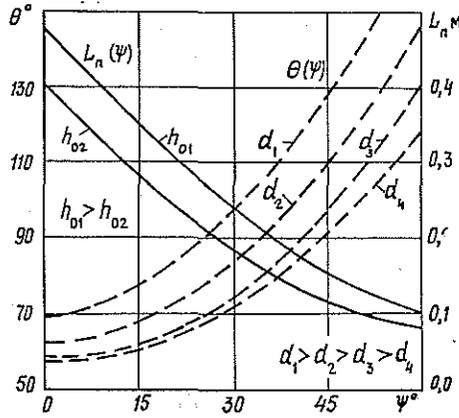


Рис. 2. Зависимость угла окорки и длины пятна окоренной поверхности от угла закручивания КВГ.

$$T_A > T_B.$$

Используя уравнения (6), (7), (12), (16), (17), можно проанализировать интенсивность воздействия q , ее изменение вдоль дуги контакта в направлении подачи.

На участке дуги контакта со стороны конца A до вершины ϵ интенсивность воздействия q_A равна

$$q_A = \frac{2}{d} \left[P_0 + \frac{\gamma(l-l_0) \cos \beta_B - P_0(\cos \beta_A - \cos \beta_B)}{\cos \beta_A + \cos \beta_B} \right] \cos^2 \beta_A. \quad (18)$$

На участке дуги контакта со стороны конца B до вершины ϵ

$$q_B = \frac{2}{d} \left[P_0 + \frac{\gamma(l-l_0) \cos \beta_B + P_0(\cos \beta_A - \cos \beta_B)}{\cos \beta_A + \cos \beta_B} \right] \cos^2 \beta_B. \quad (19)$$

В вершине дуги контакта ϵ , где $\beta = \beta_0$,

$$q_\epsilon = \frac{2P_0 + \gamma(l-l_0)}{d} \cos^2 \beta_0. \quad (20)$$

Графики зависимости q_A , q_ϵ , q_B от угла поворота КВГ φ в пределах $2\varphi_m$, когда канат взаимодействует с бревном, даны на рис. 3.

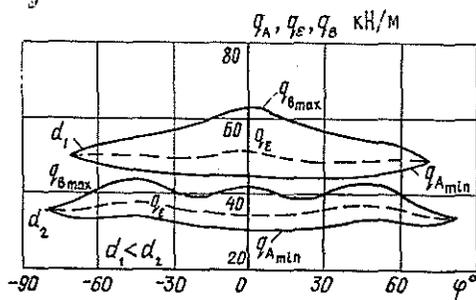


Рис. 3. Зависимость интенсивности воздействия канатов по дуге контакта и поверхности пятна окоренной поверхности.

Анализ формул (18), (19), (20) и графиков показывает, что q возрастает к отстающему концу каната, изменяясь от $q_{A \min}$ в точке M до $q_{B \max}$ в точке N . Величина q изменяется и вдоль пятна контакта каната с бревном, достигая максимума в средней его части, а также зависит от диаметра d лесоматериалов, увеличиваясь по мере уменьшения d (рис. 3).

Важное значение с точки зрения возможностей КВГ при окорке лесоматериалов

имеет их производительность. При этом различают попутную окорку, когда направление подачи лесоматериалов совпадает с направлением движения канатов, и встречную окорку, когда они противоположны.

Максимально допустимую скорость подачи лесоматериалов U_m , при которой обеспечивается заданное качество окорки, определяют по формуле:

$$U_m \leq \frac{n n_k \sqrt{D^2 - H^2}}{60(m_T \pm p)}, \quad (21)$$

- где n — частота вращения КВГ;
 n_k — число канатов окорочной головки;
 D — диаметр окорочной головки, м;
 H — высота установки окорочной головки над бревном, м;
 m_T — требуемая кратность обработки поверхности лесоматериалов канатами;

p — число канатов, одновременно находящихся в контакте с бревном в процессе окорки.

В выражении (21) знак плюс соответствует попутной, а минус — встречной окорке.

Величину p определяют по формуле

$$p = \frac{n_k}{\pi} \arccos \frac{2H}{D}. \quad (22)$$

При встречной окорке, когда $p = m_T$, скорость подачи может быть сколько угодно большой, так как с бревном в постоянном и одновременном контакте находится p канатов, которые обеспечивают требуемую кратность обработки лесоматериалов, а следовательно, и заданное качество окорки.

Анализ формул (21) и (29) показывает, что производительность КВГ гиперболически зависит от m_T и при малых ее значениях ограничена только технически достижимой скоростью подачи сырья в процессе окорки.

Встречная окорка производительнее попутной, и разница увеличивается с уменьшением m_T .

Производительность окорки пропорциональна n , n_k и длине пятна контакта.

Как показывают эксперименты, величина m_T даже при окорке мерзлых лесоматериалов может быть меньше 8—10, а при окорке в теплое время года — менее 5. Это свидетельствует о потенциально высокой производительности окорки КВГ лесоматериалов в любом их состоянии, так как при указанных величинах m_T допустимая скорость подачи сырья составляет единицы метров в секунду.

Полученные выражения зависимостей основных параметров позволяют производить расчет и определять конструктивные размеры как КВГ, так и окорочного станка в целом и технологические режимы его работы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бойков С. П., Косов В. С. Расчет кинематических и силовых параметров при окорке лесоматериалов канатными окорочными головками. — Межвуз. сб. науч. тр. Л.: ЛТА, 1977, вып. 6, с. 103—105. [2]. Карпов В. К. Исследование процесса окорки лесоматериалов вращающимися канатными головками. — Деп. рукописи. Библиограф. указ. № 6 (104). М.: ВИНТИ, 1980. — 10 с.

Поступила 10 октября 1983 г.

УДК 630*362.7-843.192

АНАЛИЗ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАМЫ БЕНЗИНОМОТОРНОЙ ПИЛЫ МП-5

И. И. ФЕДОТОВ, Л. И. ГРОМАШЕВА, С. Ю. ПСАРЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Гипролестранс

Долговечность — важный показатель качества рамы — оценивается количественно техническим ресурсом, представляющим суммарную наработку в мото-часах от начала эксплуатации до ее прекращения вследствие излома, износа и других факторов.

Необходимость исследования вызвана частыми отказами пилы МП-5 из-за поломки руля, просачивания топлива через сварной шов

и краник отстойника бензобачка, преждевременного износа шарнира. Задача исследования: выявление отказов рамы и причин их возникновения; установление степени влияния некоторых факторов эксплуатации на срок службы; количественная оценка ресурса и закономерности его утраты; разработка рекомендаций по повышению долговечности рамы. Для решения поставленной задачи проведены наблюдения за работой пилы МП-5 на валке леса со средним объемом дерева 0,22—0,39 м³ в рядовых условиях эксплуатации.

Показатели	Элементы рамы пилы		
	Стойка	Руль	Шарнир
Ресурс, мото-ч*	770 (836—720)	550 (627—498)	480 (541—397)
Параметры распределения ресурса:			
формы (m)	4,0	3,42	2,70
масштаба (t_0)	$522 \cdot 10^9$	$3,53 \cdot 10^7$	$237 \cdot 10^5$
Ресурс (инструкция по эксплуатации нарушается), мото-ч*	—	410 (478—364)	390 (447—352)
Масса, кг**	0,75/1,08	1,20/1,90	—
Стоимость, р.**	6,80/4,40	9,40/8,35	0,23
Удельная стоимость, р./100 мото-ч**	0,88/0,52	1,70/0,98	0,05
Распределение отказов по причинам, %:			
излом	1,1	81,2	3,3
износ	96,7	—	96,7
просачивание и течь топлива из бензобачка рамы	—	14,4	—
прочие	2,2	4,4	—

* В скобках указаны верхний и нижний доверительные границы ресурса при 95 %-ной вероятности доверия. ** В знаменателе представлены показатели по плите «Дружба-4».

Результаты исследования 90 рам пилы МП-5 представлены в таблице и на рис. 1. Они показывают, что стойка, руль и шарнир не равнопрочны, кратность ресурсов проявляется слабо. Распределение утраты ресурса стойки, руля и шарнира при коэффициенте вариации соответственно 26, 32 и 40 % не противоречит закону Вейбулла с вероятностью критерия согласия Пирсона $P(\chi^2)$ 0,20; 0,65 и 0,40.

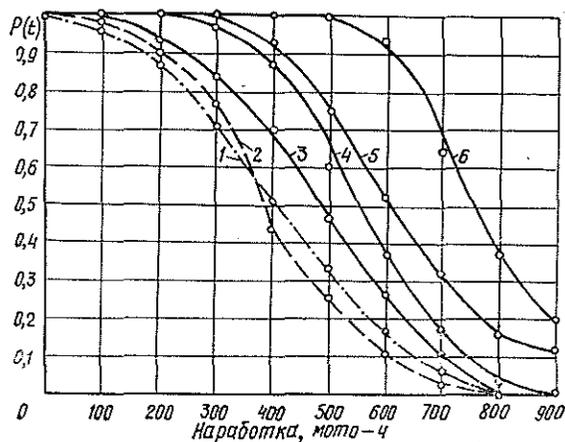


Рис. 1. Статистическое распределение вероятности утраты ресурса элементов рамы МП-5 в зависимости от некоторых факторов эксплуатации.

1 — руль (инструкция по эксплуатации нарушается); 2 — шарнир (инструкция по эксплуатации нарушается); 3 — шарнир; 4 — руль; 5 — руль (учитывается послеремонтный ресурс руля); 6 — стойка.

Средний ресурс стойки составляет 770 мото-ч с верхней и нижней доверительной границами при 95 %-ной вероятности доверия 836 и 720 мото-ч. Изготовленная в строгом соответствии с требованиями чертежа, эксплуатируемая согласно заводской инструкции стойка обеспечивает работу пилы МП-5 в течение гарантийного срока службы.

Причина отказа стойки — естественный износ рабочих поверхностей хомута крепления редуктора с картером. До 600 мото-ч она работает безотказно и более чем в 20 % случаев остается работоспособной после наработки 850 мото-ч. Характер утраты ресурса стойки представлен кривой 6 на рис. 1. Дальнейшее усовершенствование конструкции стойки должно идти по пути уменьшения массы и повышения износоустойчивости рабочих поверхностей хомута.

Руль изготавливается из дюралевого трубы $24 \times 1,5$ мм, выгнутой в виде разомкнутого контура с приваренным аргоно-дуговой сваркой топливным бачком и другими элементами.

Средний ресурс руля составляет 550 мото-ч с верхней и нижней доверительными границами 627 и 498 мото-ч. Характер утраты ресурса руля в зависимости от факторов эксплуатации представлен кривыми 1, 4, 5 на рис. 1. Данные показывают, а практика подтверждает, что первоначальный ресурс руля значительно меньше гарантийного срока службы МП-5 из-за конструктивно-технологических и эксплуатационных отказов, характеризующихся поломками, просачиванием топлива из бензобачка через сварные швы и краник отстойника.

Вероятными причинами поломок руля являются:

- 1) недостаточная прочность конструкции и материала;
- 2) низкое качество сварки и плохая свариваемость материалов;
- 3) наличие концентраторов напряжений конструктивного и технологического происхождения: риски, резцы, вмятины, шлаковые включения, сварные швы, два отверстия под сухарики. При сварке сухариков, кронштейна рычага газа и скобы с рулем образуются зоны непроваров, пережогов и околошовных трещин основного металла. Замечено, что риски глубиной 0,05—0,10 мм снижают усталостную прочность руля более чем в 3,5 раза. Незначительные дефекты сварного шва, даже не уменьшающие заметно предела прочности, значительно снижают предел выносливости и ресурс руля;

- 4) недостаточная вибропрочность сварных швов, следствием которой является образование трещин и просачивание топлива из бензобачка. На разрушение сварных швов значительно влияют вибрационные нагрузки, ускоряющие процесс образования и развития трещин в основном металле от концентрации напряжений;

- 5) нарушение инструкции по эксплуатации. Оно порождает динамические нагрузки, которые вызывают появление в сечении материала переменных напряжений, изменяющихся по асимметричным циклам. Многократное знакопеременное изменение напряжений приводит к усталости металла, интенсивному развитию трещин, и наконец, к поломке руля.

Наиболее опасные концентраторы напряжений сосредоточены между гибами примерно на участке 360 мм, поэтому здесь происходит около 89 % поломок руля. Характер и место поломки руля представлены на рис. 2, 3.

Руль несет на себе сварные соединения и другие концентраторы напряжений, подвержен вибрационным и динамическим нагрузкам в процессе валки деревьев. Поэтому он чувствителен к нарушениям правил эксплуатации, которые могут заметно изменить характер и величину действующих нагрузок, тем самым усилить негативное воздейст-



Рис. 2. Наиболее характерный излом руля на участке приварки сухарника к трубе после 190 мото-ч работы.

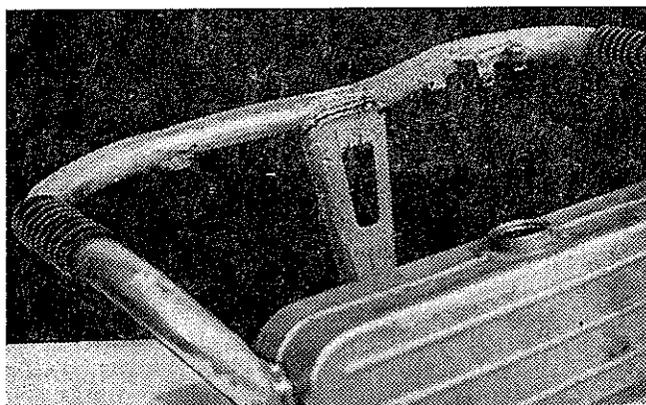


Рис. 3. Характер разрушения сварного шва на стыке трубы со скобой после 85 мото-ч работы руля.

вие концентраторов напряжений, вибрационных нагрузок, напряжений на изгиб и кручение и привести к его поломке. Такие нарушения совершают чаще всего малоопытные вальщики, допускающие запрещенные приемы при пилении и резкие рывки при освобождении зажатой в пропиле пильной шины, а также чрезмерную перегрузку руля при пилении. У малоопытных вальщиков, особенно в зимнее время, руль ломается чаще, чем у рядовых и опытных вальщиков, ресурс заметно уменьшается и составляет 410 мото-ч с верхней и нижней доверительной границами 478 и 364 мото-ч. Помимо качества конструкции и изготовления, заметное влияние на ресурс руля оказывает культура эксплуатации и ремонта, квалификация вальщика и приемы его работы; он колеблется в пределах 627—364 мото-ч.

Конструкция и качество руля не обеспечивают работу МП-5 в течение срока службы, поэтому на каждые 10 пил в групповых комплектах запасных частей (ЗИП) завод поставляет по 5 комплектов рулей, на оплату которых лесная промышленность дополнительно расходует примерно 500 тыс. р. в год. Конструкция руля не удовлетворяет потребителя не только с точки зрения ресурса, но и ремонта. Предприятия, ощущающие острый недостаток в рулях, ремонтируют их несмотря на некоторое увеличение массы (что недопустимо), экономи-

ческую нецелесообразность, примитивность, низкий послеремонтный ресурс и качество ремонта. При этом далеко не все отказавшие рули поддаются ремонту. Средний ресурс руля с учетом его ремонта составляет 630 мото-ч с доверительными границами 690 и 589 мото-ч.

Проблема повышения долговечности руля сложна ввиду крайне жестких ограничений по массе, габаритам и уровню вибрации, так как пилы МП-5 — переносный ручной инструмент. Такой общепринятый в машиностроении метод, как повышение прочности путем увеличения геометрических размеров, нежелателен, так как влечет увеличение массы, а изготовление руля из легких, но дорогостоящих высокопрочных материалов повысит его стоимость. Поэтому целесообразно использовать любые конструктивные, технологические и эксплуатационные возможности и имеющиеся резервы, позволяющие увеличить ресурс руля с тем, чтобы исключить необходимость его поставки в ЗИПах. Для увеличения ресурса руля необходимо:

1) улучшить качество изготовления руля и притирки краника отстойника бензобачка;

2) устранить концентраторы напряжений;

3) усовершенствовать крепление плоской амортизационной пружины к рулю так, чтобы устранить ослабляющие сечение трубы и снижающие прочность руля два отверстия $\varnothing 13$ мм, в которые привариваются сухарики, а также сварные швы, являющиеся причиной непроваров, пережогов, околошовных трещин и поломок руля;

4) повысить прочность руля, увеличив сечение трубы (если осуществление указанных и других мероприятий не приведет к требуемым результатам). Для полной реализации первоначального ресурса руля эксплуатационникам необходимо: строго соблюдать инструкцию по эксплуатации; бережно относиться к пиле МП-5; поощрять вальщиков за бережное отношение к пиле и экономии запасных частей.

Шарнир изготавливается из магниевого сплава, служит для соединения руля со стойкой и гашения вибрации на рукоятках пилы. Он испытывает постоянные ударные нагрузки и быстро изнашивается. В основном изнашивается отверстие $\varnothing 9$ мм под болт крепления со стойкой, оно приобретает форму овала с большой осью до 15 мм. По длине отверстие шарнира изнашивается тоже неравномерно, что может быть объяснено нарушением соосности отверстий хомутика (на стойке) и скобы (на руле). В результате износа шарнира руль становится шатким, управление пилой затрудняется, и вальщик утомляется преждевременно, производительность труда снижается, вероятность поломки резко увеличивается.

Из-за отсутствия в ЗИПах запасного шарнира, стоимость которого всего 23 к., пилы списывают преждевременно, и предприятие вынуждено закупать их больше, чем требуется по расчету.

Средний ресурс шарнира составляет 480 мото-ч, с доверительными границами 541 и 397 мото-ч. У ряда вальщиков, допускающих нарушения правил эксплуатации и недооценивающих значение регулярной смазки, ресурс шарнира составляет лишь 390 мото-ч с колебаниями 447 и 352 мото-ч. Изношенный шарнир, как правило, не ремонтируется, а новый в 10 раз дороже заводского, поэтому он стал дефицитной деталью. В этой связи удивляет то, что в ЗИПах шарниры не высылаются, а запасные рули поставляются без шарниров.

Для обеспечения работоспособности пилы МП-5 в течение срока службы необходимо повысить ресурс шарнира путем упрочнения стенок отверстия под болт крепления со стойкой, например, тонкостенной износостойкой гильзой, а до увеличения ресурса в ЗИПах необходимо по-

ставлять запасные шарниры. Принимая во внимание близость распределения ресурса шарнира к закону Вейбулла, вероятность $P(t)$, интенсивность $\lambda(t)$ и частоту $\omega(t)$ утраты его ресурса на любом отрезке времени (t) можно определить по формулам:

$$P(t) = e^{-\frac{t^{2,7}}{237 \cdot 10^5}}; \quad (1)$$

$$\lambda(t) = e^{-\frac{t^{2,7}}{237 \cdot 10^5}} t^{1,7}; \quad (2)$$

$$\omega(t) = P(t) \lambda(t), \quad (3)$$

где e — основание натурального логарифма.

Используя представленные в таблице значения параметров формы m и масштаба t_0 , легко определить $P(t)$, $\lambda(t)$, $\omega(t)$ утраты ресурса стойки, руля МП-5 и по ним прогнозировать спрос на запасные части с учетом факторов эксплуатации.

Выводы

1. При нормальных условиях эксплуатации стойка обеспечивает работу пилы МП-5 в течение срока службы без ее поставки в ЗИПах.
2. Руль не обеспечивает нормальную работу пилы МП-5 из-за поломок и просачивания топлива через сварные швы бензобачка и нуждается в улучшении качества. Одна из причин поломок руля — наличие концентраторов напряжений, низкое качество изготовления, нарушение условий эксплуатации.
3. В ЗИПах рули необходимо поставлять только в сборе с шарнирами.
4. Шарнир не обеспечивает работу пилы МП-5 в течение гарантийного срока службы, нуждается в упрочнении или поставке его в ЗИПах.

Поступила 17 октября 1983 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.093.2.001.57

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПЕРАТИВНЫХ ЗАПАСОВ НА УЧАСТКЕ
ОБРАБОТКИ ПОЛУФАБРИКАТОВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Л. З. ЛУРЬЕ

Архангельский лесотехнический институт

Работа выполнена в 1981—1982 гг. Объект исследования — лесозаводы ВО Северолесозэкспорт. Цель исследований — разработать методику расчета нормативов оперативных запасов полуфабрикатов пиломатериалов.

Оперативный (текущий) запас — разновидность производственно-го запаса, обеспечивающая непрерывность производства в период между двумя очередными поставками данного вида продукции [10].

Полуфабрикаты пиломатериалов — сформированные по сечению доски, не прошедшие все или некоторые стадии обработки (торцовка, сортировка, сушка...), необходимые для получения товарной продукции.

Постановка выдвинутого вопроса объясняется тем, что не все выполненные в течение определенного периода пиломатериалы могут быть реализованы к концу периода (года, месяца...); часть их должна находиться в оперативном запасе, величина которого на многих предприятиях исчисляется тысячами кубометров. Самое же главное в том, что оперативные запасы во многом определяют фактическую производительность большинства высокопроизводительных машин.

В связи с важностью исследуемого вопроса им неоднократно занимались крупнейшие ученые страны, но результатов, пригодных для практического пользования, к началу 1982 г. не было. В частности, только для вычисления оперативного запаса перед пакетоформировочными машинами была предложена зависимость, включающая 25 переменных величин [6], а расчеты, выполненные по методикам В. Т. Турушева [9], И. В. Соболева [8], Гипродрева [7], А. В. Грачева [1], при одинаковых исходных данных дают шестикратный разброс итоговых результатов: 1760 м³ [3]; 653 [4]; 1216 [5]; 4000 м³ [6].

Это свидетельствует, в первую очередь, о сложности вопроса, в связи с чем все исследователи были вынуждены исходить частично из экспертных оценок различных ситуаций, устанавливая в экспертном порядке внутрисистемные связи, не имея явно выраженной формализованной целевой функции.

В качестве основного методического положения примем нормативный подход к вопросу, основанный на прогнозировании того, «как должна быть устроена и как должна действовать изучаемая система» [2].

Модель процесса накопления, хранения и расходования оперативных запасов очень проста.

$$\Sigma OZ = \Sigma OZ_{ij},$$

где ΣOZ — общий для участка оперативный запас;
 ΣOZ_{ij} — оперативный запас j -того вида на i -том участке.

Учитывали четыре вида оперативного запаса: 1) страховой, необходимый для обеспечения нормативной загрузки участка; 2) собственный оперативный (в пределах участка); 3) послеоперационный; 4) транспортный запас.

Технологический процесс разделим (условно) на семь участков: 1) сортировки сырых полуфабрикатов пиломатериалов; 2) антисептирования; 3) формирования сушильных пакетов; 4) сушки полуфабрикатов; 5) торцовки, сортировки и пакетирования; 6) хранения пиломатериалов; 7) погрузочный.

В качестве основной нормативной базы для расчета отдельных видов оперативного запаса на отдельных участках примем сквозные технологические карты, охватывающие все операции от сортировки сырья и его раскроя до отгрузки товарной продукции [4, 5]. Это есть не что иное, как «приземленная» модель исследуемого процесса, отражающая «как должна быть устроена и как должна действовать изучаемая система».

В результате многочисленных, но не очень сложных расчетов получены значения различных OZ_{ij} [1]. Просуммировав их, после соответствующих упрощений находим зависимость:

$$\Sigma OZ_{ij} = 6,93C_{m_1} + 22,5n_1 + 2241n_2 + 4284n_3 + \frac{1}{6}n_{4a} + 4,33C_{m_2} + \\ + 248,66n_5 + 128,66n_6 + 248,66n_7 + 68,66n_8 + 220 \text{ м}^3,$$

где C_{m_1} — число используемых сортировочных мест на участке сортировки сырых полуфабрикатов пиломатериалов;

n_1 — число лесопильных потоков на предприятии;

n_2 — число блоков камер типа «Валмет-2» (СП5КМ);

n_3 — » » » «Валмет-3»;

n_4 — объем полуфабрикатов пиломатериалов, направляемых для атмосферной сушки (a) за год;

C_{m_2} — число (суммарное) сортировочных мест на торцовочно-маркировочно-сортировочных (ТМС), торцовочно-маркировочных (ТМУ), сортировочно-пакетирующих (СПУ) и полумеханизированных (ПМС) устройствах;

n_5 — число ТМС;

n_6 — число ТМУ;

n_7 — число СПУ;

n_8 — число ПМС.

В разработанной модели всего десять переменных факторов, несмотря на то, что фактически их значительно больше. Ограничения числа факторов — следствие того, что мы заранее поставили перед собой цель — составить модель, приемлемую для практического пользования производителями, без особо сложных расчетов. Поэтому все факторы, влияющие на процесс, трансформировали так, чтобы их можно было выразить через те десять факторов, которые фигурируют в модели. В отдельных случаях это незначительно влияло на точность количественных оценок, но во всех случаях был обеспечен заданный уровень достоверности.

В течение 1982 г. была проведена трехкратная экспериментальная проверка оперативных запасов полуфабрикатов пиломатериалов на восьми лесокombинатах г. Архангельска. Разница между расчетными и фактическими данными составила в целом по группе предприятий 0,2 %, т. е. значительно меньше допустимой и предполагаемой. Это свидетельствует о достаточной адекватности модели исследуемому

процессу в целом, но не означает, что на каждом из изученных предприятий и на отдельных участках фактические оперативные запасы соответствуют нормативным и обеспечивают их нормальное функционирование.

В частности, из восьми предприятий на трех оказались сверхнормативные запасы на участке сортировки сырых полуфабрикатов пиломатериалов, что свидетельствует об отклонениях (нарушениях) от технологии, предусмотренной сквозными технологическими картами; в связи с этим каждые сутки дополнительно и неэффективно перевозится около 2000 м³ полуфабрикатов и создаются неблагоприятные условия, способствующие потере качества пилопродукции.

Фактическая производительность торцовочно-маркировочных и сортировочных установок оказалась практически линейно связанной с отношением фактических оперативных запасов на участке к нормативным. Из восьми исследованных комбинатов на ЛДК № 3, где это соотношение близко к единице, — наивысшая производительность участка; на Цигломенском ЛДК, где соотношение наименьшее, — наихудшая и фактическая производительность.

Выполненное исследование позволяет достоверно утверждать, что, планируя и контролируя оперативные запасы на отдельных предприятиях и на их группах, можно заранее прогнозировать результаты деятельности этих предприятий, планомерно и оперативно управлять их производственной деятельностью.

Разработанная и апробированная модель адекватна конкретному производственному процессу с заданными параметрами (вырабатываются обрезные товарные пиломатериалы, высушенные до транспортной влажности, рассортированные по качеству, сечениям и длинам...). Другим производственным процессам, возможно, адекватны другие (несколько модифицированные) модели, но разработанный и использованный метод построения этих моделей универсален и применим для решения аналогичных задач.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Грачев А. В. Обработка сухих пиломатериалов. — Л.: ЛТА, 1977, с. 39.
[2]. Лопашников Л. И. Краткий экономико-математический словарь. — М.: Наука, 1979. — 358 с. [3]. Определение технологических остатков на участках обработки и подготовки пиломатериалов: Отчет/ АЛТИ; Руководитель работы Л. З. Лурье. — Архангельск, 1982. — 36 с. [4]. Разработать технологию производства, хранения и отгрузки экспортных пиломатериалов на лесозаводах г. Архангельска: Отчет/ АЛТИ; Руководитель работы Л. З. Лурье. — Архангельск, 1979, т. 1. — 75 с. [5]. Разработать технологию производства, хранения и отгрузки экспортных пиломатериалов на лесозаводах г. Архангельска: Отчет/ АЛТИ; Руководитель работы Л. З. Лурье. — Архангельск, 1980, т. 1. — 75 с. [6]. Разработать технологию производства, хранения и отгрузки экспортных пиломатериалов на лесозаводах г. Архангельска: Отчет/ АЛТИ; Руководитель работы П. С. Коноплев. — Архангельск, 1981, т. 1. — 75 с. [7]. Руководящие технические материалы. Производство и отгрузка пиломатериалов на экспорт. — Архангельск, 1980. [8]. Соболев И. В. Управление производством пиломатериалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1981, с. 183. [9]. Турушев В. Г. Методика расчета буферных запасов пиломатериалов: Науч. тр. ЦНИИМОДа, 1972, вып. 27, с. 128—135. [10]. Экономическая энциклопедия. — М.: Сов. энцикл., 1972, т. 1. — 559 с.

Поступила 4 ноября 1983 г.

УДК 630*812

О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Ю. М. ИВАНОВ

ЦНИИ строительных конструкций

При прогнозировании прочностных показателей древесины на длительные периоды времени возникает вопрос о его точности, определяемой точностью параметров длительной прочности. Прогнозирование последней осуществляется с помощью прямой $\lg t (\sigma)$, выражаемой уравнением [5]:

$$\lg t = \lg A - \frac{\gamma \sigma}{2,3RT}, \quad (1)$$

где t — время до разрушения, с;

σ — напряжение, МПа;

R — газовая постоянная, кДж/(моль · град);

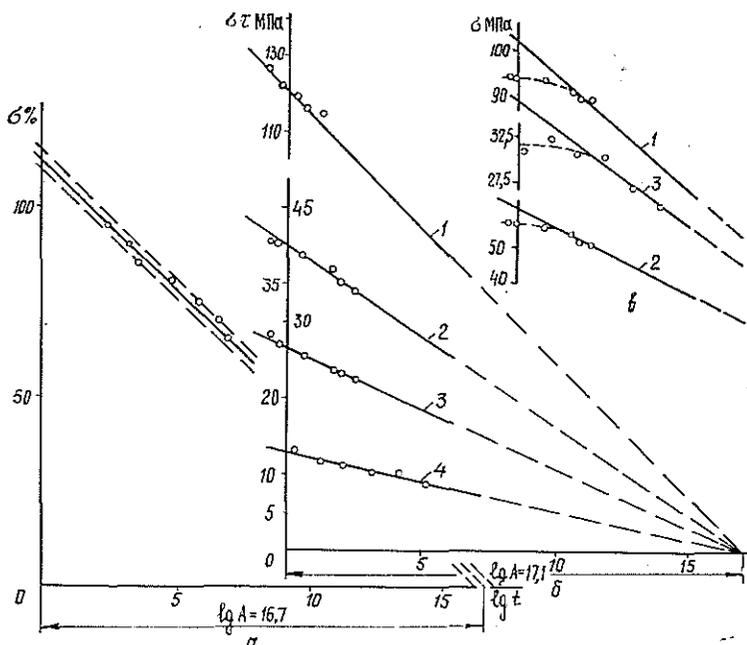


Рис. 1. Экспериментальные данные испытаний древесины длительной нагрузкой (а), кратковременной нагрузкой с постоянной скоростью (б 1, 2, 3; в 1, 2) и ступенями (б 4, в 3); на изгиб лжетсуги (а, в 3) и сосны (в 1, 2); на растяжение вдоль волокон лиственницы (б 1); на сжатие вдоль волокон сосны (б 2 при $\omega = 15\%$, 3 при $\omega = 30\%$) и на сдвиг при кручении лжетсуги (б 4).

T — температура, К;

γ — структурно-чувствительный коэффициент, кДж/(моль · МПа) [10].

Основной параметр прямой по уравнению (1) — отрезок $\lg A$, отсекаемый ею на оси $\lg t$ (рис. 1, а), величина которого при постоянной температуре не зависит от абсолютных значений показателей прочности древесины, ее влажности, вида напряженного состояния и режима нагружения при испытании [3, 4]. Конструктивные применения древесины в большинстве случаев имеют место при обычной температуре (18—20 °С внутри помещения), для которой оценим точность определения $\lg A$.

По данным обширных испытаний длительной нагрузкой древесины ели при ~18°, осуществленных в СССР Н. А. Леонтьевым [7], нами построена средняя прямая по уравнению (1) для изгиба и скальвания вдоль волокон, которая отсекает на оси $\lg t$ отрезок $\lg A = 17,1$ [3, 4]. На графике (см. рис. 1 в работе [3]) напряжения выражены в относительных единицах (в процентах к среднему $\sigma_{вр}$)*, следовательно, прямая (1) изображает относительное снижение прочности во времени. По величине $\lg A$ мы можем определить для древесины значение начальной энергии активации процесса разрушения U_0 , согласно общему уравнению длительной прочности твердых тел, из выражения [10]:

$$U_0 = 2,3 RT (\lg A - \lg \tau_0), \quad (2)$$

где $\lg \tau_0$ — логарифм периода, с, тепловых колебаний атомов, равный — 13, как у многих полимеров.

Для температуры испытаний ~18 °С $T = 291$ К и $U_0 = 2,3 \cdot 8,3 \times 10^{-3} \cdot 291 (17,1 + 13) = 168,5$ кДж/моль. Из сравнения величины U_0 с ее значением для целлюлозных волокон, равным, по данным работы [2], 168 кДж/моль, следует, что U_0 определяется разрывами химических связей полимерных цепей целлюлозы. Округляя, примем $U_0 = 170$ кДж/моль.

Точность величины $\lg A$, полученной экспериментально, можно оценить по данным длительных испытаний на изгиб образцов древесины лжетсуги, выполненных в Мэдисонской лаборатории [14] в условиях кондиционирования воздуха и равновесной влажности древесины $w = 12$ и $w = 6$ % при 7 уровнях краевого напряжения (0,95—0,65 от $\sigma_{вр}$) с общим числом образцов 25 и 50. Величину $\lg A$ для этих испытаний при 26,6 °С [13] можно рассчитать при известном значении U_0 из выражения (2). При вычислении получили $\lg A = 16,7$, из этой величины и исходим при проведении прямой (1) через опытные точки средних величин $\lg t$ и определении ее доверительного интервала. Для серии образцов, например с $w = 12$ %, нанесенные на график величины средних $\lg t$ при указанных уровнях σ , проведенная по ним средняя прямая с отрезком $\lg A = 16,7$ на оси $\lg t$ и доверительный интервал $\pm 3,6$ % при доверительной вероятности 0,95 показаны на рис. 1, а.

Рассмотрим испытания с непрерывным нагружением стандартных образцов древесины лиственницы на растяжение вдоль волокон при $w = 14,7$ % [9], древесины сосны на сжатие вдоль волокон при $w = 15$ и $w = 30$ % [8] и ступенчатым нагружением лжетсуги тиссолистной при $w \approx 11$ % на сдвиг при кручении трубчатых образцов [12] (рис. 1, б).

* При выражении σ в процентах коэффициент γ имеет размерность кДж/моль · %.

Продолжительность t'_1 этих испытаний до разрушения (для испытания ступенчатой нагрузкой принимают приблизительно постоянную среднюю скорость нагружения) приводят ко времени t неизменного действия максимального напряжения с помощью равенства [6]

$$t = \frac{t'_1}{2,3(\lg A - \lg t)}, \quad (3)$$

решаемого последовательными приближениями. Рассчитанные по размахам доверительные интервалы проведенных по опытным точкам средних прямых составляют для растяжения вдоль волокон $\pm 3,4\%$, сжатия вдоль волокон $\pm 2,1\%$ и сдвига $\pm 5,59\%$, т. е. значения $\lg A$ равны $17,1 \pm 0,58$; $17,1 \pm 0,36$ и $17,1 \pm 0,95$ соответственно.

Существенное значение имеет тот факт, что результаты испытаний древесины длительной нагрузкой описываются прямой (1) как при равномерном распределении напряжений (растяжение и сжатие вдоль волокон, сдвиг при кручении трубчатых образцов), так и неоднородном напряженном состоянии (изгиб, рис. 1) и, следовательно, подчиняются общему уравнению длительной прочности [10]. Вместе с тем неоднородное напряженное состояние обнаруживает отклонение точки временного сопротивления $\sigma_{вр}$ скоростных машинных испытаний вниз от прямой (1), проведенной по результатам длительных испытаний. Это отклонение названо парадоксом изгиба древесины, поскольку отмечаемое при росте скорости снижение сопротивления древесины обратно обычному при этом увеличению сопротивления материала [6].

На рис. 1, в представлены данные испытаний на изгиб при непрерывном нагружении с разной скоростью стандартных образцов древесины сосны при влажности 15 и 30% (1, 2) и при ступенчатом нагружении разной продолжительности пиломатериала лжетсуги [11] при влажности $w \approx 11\%$ (3); проверка отклонения точек $\sigma_{вр}$ при повышении скорости нагружения сверх некоторой величины показала его достоверность [6]. Это явление объясняется уменьшением релаксации напряжений в крайних сжатых волокнах изгибаемого образца при возрастании скорости нагружения сверх определенной величины [6]. С увеличением влажности скорость вынужденной высокоэластической деформации древесины, а следовательно, и релаксации растет, поэтому парадокс проявляется во влажной древесине при большей скорости нагружения, чем в воздушно-сухой (ср. расположение точек серий 2 и 1 на рис. 1, в).

Если уровни напряжения при длительных испытаниях отнести к величине $\sigma_{вр}$ машинных испытаний, то указанный парадокс проявится в повышенном расположении точек длительных испытаний над прямой (1) и тем больше, чем ниже абсолютное значение $\sigma_{вр}$. Это объясняет повышенное расположение средней прямой для серии образцов с влажностью $w = 6\%$ над прямой для серии с $w = 12\%$ (см. рис. 1 в работе [4]).

Изложенное показывает, что, используя для прогнозирования длительной прочности результаты кратковременных испытаний при неоднородном напряженном состоянии испытываемых образцов (или элементов конструкций), необходимо учитывать заниженное значение временных сопротивлений при скоростях испытания, превышающих определенную величину, при которой начинается отклонение точек $\sigma_{вр}$ вниз от прямой (1) длительной прочности. При обработке результатов длительных испытаний, согласно изложенному, следует по нанесенным на график точкам средних (для каждого силового уровня) логарифмов

времен до разрушения проводить луч из точки на оси $\lg t$ с абсциссой $\lg A = 17,1$ для обычной температуры 18—20 °С; при другой температуре значение $\lg A$ предварительно вычисляют из выражения (2). В случае отсутствия данных длительных испытаний кратковременные испытания необходимо выполнять при медленном нагружении, например, равными ступенями с различной продолжительностью их выдерживания; в частности, в экспериментах Мэдсена [11, 6] с изгибом пиломатериала сечением 50×152 мм отсутствие отклонений $\sigma_{вр}$ от прямой (1) получено, как следует из нашей обработки этих данных [6], начиная с продолжительности испытания $t_1 \approx 7$ ч, при логарифме приведенного, согласно (3), к неизменному действию $\sigma_{вр}$ времени $\lg t \approx 2,86$ (рис. 1, *в*).

Явление, подобное обнаруженному для неоднородного напряженного состояния, имеет, очевидно, место и при неравномерном распределении (концентрации) напряжений в образцах древесины (и элементах конструкций), а также в соединениях элементов конструкций с неравномерным распределением напряжений древесины: при быстром испытании с непрерывным или ступенчатым нагружением здесь также может уменьшаться релаксация пиковых напряжений. В результате этого пониженная величина среднего усилия $N_{вр}$ ведет к увеличению ординат уровней длительных усилий N_t (при выражении последних в долях усилия $N_{вр}$, принимаемого за 100 %) и расположению точек длительных испытаний выше прямой (1) длительной прочности древесины. Достоверность такого отклонения над прямой (1) определяется не только числом испытанных образцов, но и концентрацией напряжений.

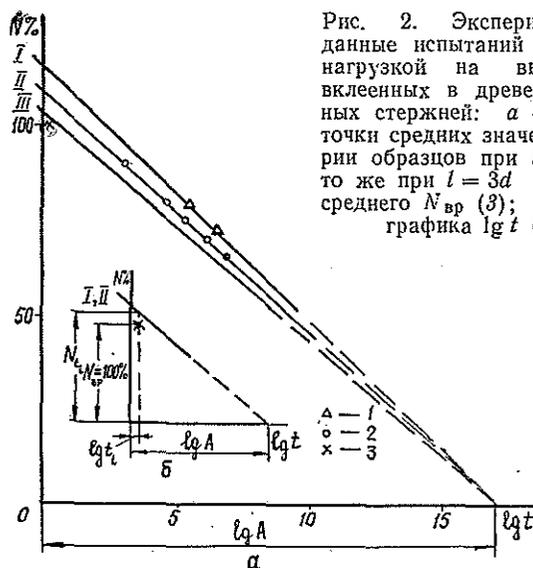


Рис. 2. Экспериментальные данные испытаний длительной нагрузкой на выдергивание вклеенных в древесину стальных стержней: *a* — опытные точки средних значений $\lg t$ серии образцов при $l = 8d$ (1); то же при $l = 3d$ (2); точка среднего $N_{вр}$ (3); *б* — схема графика $\lg t$ ($N\%$).

Для иллюстрации в качестве одного из примеров на рис. 2, *a* представлены результаты длительных и машинных испытаний на выдергивание вклеенных в древесину стальных стержней (по опытам Н. Д. Поспелова и Ю. Б. Вылегжанина [1]), а на рис. 2, *б* — схема, поясняющая соотношение величин N_{II} и $N_{вр}$. Повышенное расположение точек длительных испытаний (рис. 2, *a*, I, II), в соответствии с изложенным, сви-

детельствует о концентрации напряжений в этих соединениях, вызвавшей отклонение $N_{вр}$ машинных испытаний вниз от прямой (1) длительной прочности древесины (рис. 2, а, III). Длина l заделки в древесине стержней в опытах Н. Д. Поспелова (рис. 2, а, I) больше ($l = 8d$, где d — диаметр стержня), чем в опытах Ю. Б. Вылегжанина (рис. 2, а, II, $l = 3d$). Следовательно, и концентрация напряжений в соединениях при $l = 8d$ больше, в результате чего опытные точки для этих соединений (рис. 2, а, I) расположились выше, чем точки для соединений с $l = 3d$ (рис. 2, а, II).

Отношение $N_{II} / N_{вр}$ (для образцов древесины $N = \omega \sigma$ при среднем напряжении σ на рабочей площади ω) характеризует неравномерность распределения (концентрацию) напряжений в древесине испытуемых образцов и является эмпирическим коэффициентом концентрации напряжений χ_3 . Практическое значение его заключается в возможности интегральной проверки правильности расчетной величины коэффициента концентрации χ_t , соответствующего теоретическому распределению напряжений в данном образце: при отношении $\chi_t / \chi_3 < 1$ значение теоретического коэффициента χ_t подлежит корректировке.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вылегжанин Ю. Б. Исследование работы соединений на клеенных в древесину стальных стержнях: Автореф. дис. . . . канд. техн. наук. — Новосибирск: НИСИ, 1980. — 18 с. [2]. Журков С. Н., Абасов С. А. Роль химических и межмолекулярных связей при разрыве полимеров. — Высокомолек. соедин., 1961, т. 3, № 3, с. 450—455. [3]. Иванов Ю. М. Длительная прочность древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1972, № 4, с. 76—82. [4]. Иванов Ю. М. Влияние влажности на длительную прочность древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 5, с. 90—97. [5]. Иванов Ю. М. Температурно-временная закономерность прочности древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 73—77. [6]. Иванов Ю. М., Славик Ю. Ю. Оценка длительной прочности древесины при изгибе по результатам кратковременных испытаний. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 66—70. [7]. Леонтьев Н. Л. Длительное сопротивление древесины. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1957. — 132 с. [8]. Любошиц М. И. Влияние скорости испытания на предел пластического течения древесины сосны: Дис. . . . канд. техн. наук. — Минск, 1950. — 316 с. [9]. Перельгин Л. М. Влияние скорости нагружения при механических испытаниях древесины. — Завод. лаб., 1938, т. 7, № 1, с. 78—82. [10]. Регель В. Р., Слуцкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. — М.: Наука, 1974. — 560 с. [11]. Madsen B. Duration of load tests for dry lumber in bending. — Forest Products J., 1975, v. 25, N 5, с. 21—28. [12]. Madsen B. Duration of load tests for dry lumber subjected to shear. — Forest Products J., 1975, v. 25, N 10, с. 49—52. [13]. Tiemann D. H. Wood technology. — N.-Y., 1951, с. 251. [14]. Wood L. W. Relation of strength of wood to duration of load. — US forest products laboratory. Dec. 1951, N 1951. — 10 с.

Поступила 6 октября 1983 г.

УДК 630*824.7

СРАВНИТЕЛЬНАЯ СТОЙКОСТЬ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДРЕВЕСИНЫ

А. С. ПРОКОФЬЕВ, В. А. КАБАНОВ

Курский политехнический институт

При оценке эксплуатационных характеристик клеевых соединений древесины используют различные методы влажностных воздействий. Простое увлажнение в воде при комнатной температуре — относительно «мягкое» испытание клеевых соединений [1]. Достоверные результа-

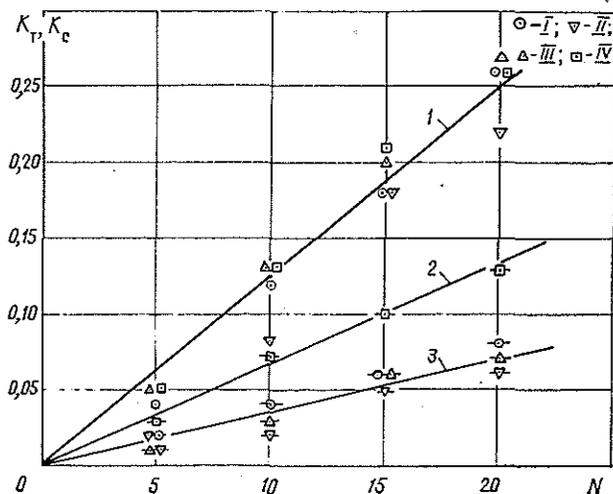


Рис. 1. Влияние циклических температурно-влажностных воздействий на относительное трещинообразование (1) и относительную сохранность клеевых соединений древесины на фенолформальдегидном (2) и резорциновых (3) клеях.

I — ФР-12; II — ФРФ-50; III — ФР-100; IV — КБ-3.

ты определения их сравнительной стойкости можно получить в случае циклических температурно-влажностных воздействий. При этом наиболее чувствительный критерий стойкости — вибрационная прочность [4].

Нами проведены по предварительно разработанной методике циклические температурно-влажностные испытания древесины сосны 1-го сорта, склеенной на заводе опытных конструкций, изделий и оборудования (ЗОКИО) ЦНИИСКа резорциновыми клеями ФР-12, ФР-100, ФРФ-50 и фенолформальдегидным КБ-3. Клееные образцы размерами $30 \times 160 \times 1300$ мм с толщиной слоев 20–22 мм увлажняли в воде при температуре 50 ± 5 °C в течение 4 ч, затем высушивали в струе теплого воздуха с температурой 50 ± 5 °C и скоростью $4,5 \pm 0,5$ м/с в течение 44 ч. Всего осуществляли до 20 циклов указанных воздействий. При этом по древесине вблизи клеевых швов появлялись трещины, которые фиксировали путем определения коэффициента относительного трещинообразования K_T (как отношения длины швов с трещинами к общему периметру швов в образце) и коэффициента относительной сохранности K_C (как отношения площади расслоения к общей площади клеевых швов в образце).

На рис. 1 показана зависимость величин K_T и K_C от числа циклов температурно-влажностных воздействий. Установлено, что при практически одинаковой длине швов с трещинами глубина трещин для образцов на фенолформальдегидном клее КБ-3 ($\delta_{ср} = 7,5$ мм) существенно выше таковой для образцов на резорциновых клеях ФР-12, ФР-100 и ФРФ-50 ($\delta_{ср} = 4,5$ мм). Дисперсионный анализ результатов температурно-влажностных испытаний показал, что различие между коэффициентами K_C для соединений древесины на фенольных и резорциновых клеях статистически достоверно.

Окончательное определение сравнительной стойкости к температурно-влажностным воздействиям заключалось в последующем испытании соединений на сдвиг при изгибе под действием многократно-повторных сосредоточенных нагрузок, приложенных в четвертях пролета 1200 мм. Исследования проводили при коэффициенте асимметрии касательных напряжений $\rho = \tau_{min} / \tau_{max} = 0,2$ и уровнях нагружения

0,70; 0,60; 0,55; 0,50 от кратковременной прочности на сдвиг при изгибе $\tau_0 = 4,50$ МПа. При этом для каждого образца фиксировали коэффициенты относительной сохранности клеевых соединений K_c и число циклов N переменного нагружения до разрушения. Испытания прекращали, если образец выдерживал базовое число циклов $N = 2$ млн.

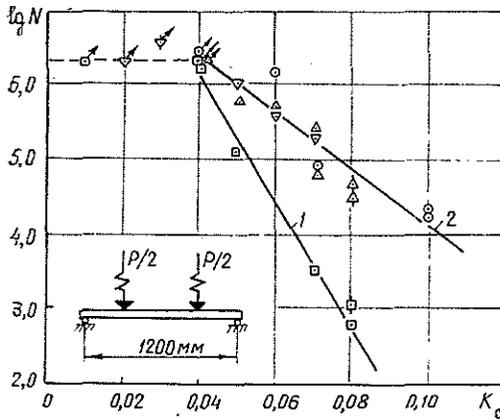


Рис. 2. Кинетика изменения циклической долговечности соединений древесины при увеличении площади расслоения клеевых швов (штрихами отмечены данные для образцов после атмосферного экспонирования).

С помощью метода корреляционного анализа установлена практически линейная зависимость циклической долговечности $lg N$ от площади расслоения клеевых соединений на всех уровнях нагружения. На рис. 2 показаны зависимости $lg N = F(K_c)$ для фенолформальдегидного (кривая 1) и резорциновых (кривая 2) клеев при уровне нагружения $\tau = 0,55\tau_0$, соответствующем пределу выносливости соединений древесины непосредственно после изготовления [5]. Максимальная величина площади расслоения, не оказывающая существенного влияния на циклическую долговечность клеевых соединений древесины, составила 4 % независимо от вида клея. Однако скорость снижения циклической долговечности по мере увеличения K_c у соединений на фенолформальдегидном клее оказалась существенно выше, чем у образцов на резорциновых клеях. Разрушение соединений на фенолформальдегидном клее происходило по границе контакта клей — древесина, а соединений на резорциновых клеях — по массиву слоев древесины.

Полученные данные подтверждаются результатами испытаний на выносливость после атмосферного экспонирования образцов в течение одного года. При этом средняя величина расхождения между опытными и вычисленными по уравнениям регрессии величинами $lg N$ составляла не более 5 %. Приведенные результаты позволяют заключить, что соединения древесины на клее КБ-3 обладают наименьшей стойкостью к циклическим и температурно-влажностным воздействиям.

По данным обследования разрушенных образцов для каждого из них вычислен уровень максимальных касательных напряжений с учетом сохранности клеевых швов τ_{max}^r . Статистическая обработка полученного ряда величин N , τ_{max}^r показала, что результаты испытаний можно описать уравнением временной зависимости прочности [2, 3], которое при циклическом режиме действия нагрузок имеет вид:

$$N = A_{ц} \exp(-\alpha_{ц} \tau_{max}^r), \quad (1)$$

где N — циклическая долговечность;
 τ_{max}^T — касательные напряжения;
 $A_{ц}$ и $\alpha_{ц}$ — константы циклического нагружения.

В координатах τ_{max}^T — $\lg N$ зависимость (1) для различных видов клеев выражается прямыми линиями, которые по результатам исследований имеют вид:

ФР-12

$$\lg N = 12,153 - 11,194 \frac{\tau_{max}^T}{\tau_0};$$

ФР-100

$$\lg N = 10,434 - 8,467 \frac{\tau_{max}^T}{\tau_0};$$

ФРФ-50

$$\lg N = 10,778 - 8,415 \frac{\tau_{max}^T}{\tau_0};$$

КБ-3

$$\lg N = 10,639 - 8,868 \frac{\tau_{max}^T}{\tau_0}.$$

Приведенные уравнения можно использовать для прогнозирования сроков службы клеевых соединений древесины. При этом для наиболее ответственных соединений, эксплуатируемых в жестких условиях, целесообразно применять клеи на основе резорциновых смол, в частности ФР-100 и ФРФ-50, как наиболее дешевые и доступные.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дудник В. Т., Хрулев В. М. Водостойкость клеевых соединений древесины лиственницы. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 2, с. 73—76.
 [2]. Иванов Ю. М. О длительной прочности древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 5, с. 71—75. [3]. Регель В. Г., Слуцкер А. И., Томашевский Э. С. Кинетическая природа прочности твердых тел. — М.: Наука, 1974. — 560 с. [4]. Хрулев В. М. Оценка долговечности клеевого соединения по данным ускоренного теплового старения. — Заводская лаб., 1965, № 10, с. 1253—1255. [5]. Экспериментальные исследования выносливости и виброползучести клееных деревянных балок / А. С. Прокофьев, А. А. Сморгачев, К. Т. Вуба, А. С. Фрейдин. — Изв. высш. учеб. заведений. Строительство и архитектура, 1981, № 9, с. 130—133.

Поступила 10 ноября 1983 г.

УДК 630*812.71

О МАСШТАБНОМ ФАКТОРЕ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ДРЕВЕСИНЫ НА ИЗГИБ

В. Н. ВОЛЫНСКИЙ

Архангельский лесотехнический институт

Проблема совершенствования методики испытания древесины на изгиб и правильной оценки результатов испытаний не теряет своей актуальности, особенно в связи с возможностью сортировки пиломатериалов по прочности и появлением новой продукции лесопиления — конструкционных пиломатериалов с гарантированными прочностными по-

казателями. Здесь основной критерий прочности — модуль упругости при изгибе.

Многочисленные исследования показали значительную зависимость предела прочности σ и модуля упругости E от размеров образца. Достаточно полный обзор этих исследований дан в работе Ю. С. Соболева [4], где отмечено, что на сегодняшний день наиболее признана статистическая теория масштабного эффекта. Согласно этой теории, прочность образца определяется наиболее крупным дефектом, вероятность появления которого растет с увеличением размеров образца. Выполненные Ю. С. Соболевым эксперименты по влиянию объема образца V на значения σ и E в целом подтвердили приемлемость формулы Вейбула

$$\sigma = \frac{A}{V^{1/n}}, \quad (1)$$

где A — постоянная, зависящая от вида нагружения и свойств материала;

n — коэффициент, характеризующий неоднородность материала.

Упомянутые эксперименты проведены при соблюдении геометрического, кинетического и температурно-влажностного подобия условий испытания. Геометрическое подобие выражалось в том, что коэффициент формы образцов (отношение величины пролета к толщине образца) оставался постоянным и равным 12. Однако на практике неизбежны нарушения геометрического подобия, например, при сортировке пиломатериалов разной толщины и ширины на испытательной машине с постоянным расстоянием между опорами либо при расчете элементов деревянных конструкций для сооружений с различным расстоянием между опорами.

В целях получения дополнительных данных по влиянию коэффициента формы на расчетные значения E и σ проведены эксперименты на образцах из древесины сосны сечениями 2×2 , 3×3 и 4×4 см² на пролетах 24, 36 и 60 см, частично — сечением 2×1 см². Образцы выпиливали из заготовок сечением 11×4 см², при этом из одной заготовки выпиливали по одному-двум образцам всех длин и сечений. Влажность древесины в момент испытаний составила 10–12 %.

Образцы испытывали на установке, состоящей из двух круглых опор радиусом 2,5 см, путем нагружения одной сосредоточенной силой в середине пролета. Модуль упругости и предел прочности определяли за одну остановку образца при постоянной скорости движения силового винта машины. В ходе нагружения секундомером (с точностью до 0,1 с) измеряли время приращения нагрузки в заданном интервале и разрушающую нагрузку на образец. Прогиб Δf рассчитывали по формуле [1]

$$\Delta f = v_{\epsilon} \cdot \Delta t - k \cdot \Delta P, \quad (2)$$

где v_{ϵ} — скорость движения силового винта испытательной машины, см/с;

Δt — время роста нагрузки, с, в интервале нагружения ΔP , Н;

k — коэффициент податливости силоизмерителя машины, см/Н.

Модуль упругости E рассчитывали с учетом поправки на действие касательных напряжений

$$E = \frac{\Delta P}{\Delta f} \cdot \frac{l^3}{4bh^3} \left(1 + 1,2 \frac{E}{G} \cdot \frac{l^2}{h^2} \right). \quad (3)$$

Здесь b — ширина образца, см;

h — толщина образца, см;

G — модуль сдвига, МПа.

Величину $\frac{E}{G}$ принимали равной 17, по данным Б. Н. Уголева [5].

Предел прочности при изгибе рассчитывали по разрушающей нагрузке

$$\sigma_v = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{max}}{bh^2}, \quad (4)$$

а затем приводили к единой скорости роста напряжений (3,5 МПа/с) по формуле Н. Л. Леонтьева [2]

$$\sigma_{3,5} = \sigma_v + \alpha (\lg 3,5 - \lg v_v), \quad (5)$$

где α — поправочный коэффициент, равный 4,5 МПа;
 v_v — скорость роста напряжений в момент испытания образца.

Величину v_v находили по формуле*

$$v_v = \frac{3}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta t} \cdot \frac{l}{bh^2}. \quad (6)$$

Результаты испытания на изгиб образцов различных размеров

Сечение образца $b \times h$, см ²	Про- лет l , см	Модуль упругости			Предел прочности		
		$M_{ср}$ ГПа	v %	n шт.	$M_{ср}$ МПа	v %	n шт.
2 × 1	24	12,1	21,8	45	101,4	26,6	45
		12,1	21,8	45	101,4	26,6	45
2 × 2	24	7,43	19,0	34	70,5	29,4	34
		8,05	14,3	21	84,4	19,3	21
3 × 3	24	5,67	19,3	17	59,9	19,9	17
		5,82	8,36	13	61,5	18,8	13
4 × 4	24	3,79	27,4	17	61,8	29,6	17
		3,98	8,53	9	70,0	20,3	9
2 × 2	36	10,1	20,4	32	89,5	22,2	32
		11,0	17,3	17	98,1	20,2	17
3 × 3	36	7,36	18,4	16	71,8	21,6	16
		7,59	11,9	12	72,5	24,6	12
4 × 4	36	7,05	18,9	17	71,6	22,8	17
		7,31	13,0	9	75,6	24,4	9
2 × 2	60	12,8	26,4	9	95,1	20,0	9
		13,5	15,8	7	106,8	19,7	7
3 × 3	60	8,14	19,5	17	70,2	28,0	17
		8,60	14,8	11	78,0	25,1	11
4 × 4	60	10,1	18,1	17	75,0	24,1	17
		10,2	12,6	9	81,3	11,4	9

Примечание. В числителе показатели для всех испытанных образцов, включая образцы со здоровыми сросшимися сучками; в знаменателе — для чистых образцов. $M_{ср}$ — среднее арифметическое; v — вариационный коэффициент; n — число образцов.

Результаты испытаний представлены в таблице и на рисунках. Поскольку небольшая часть образцов имела пороки древесины, а именно, здоровые сросшиеся сучки диаметром от 5 до 15 мм, то обработку опытных данных выполняли для всех образцов и отдельно для «чистых», т. е. таких, разрушение которых не связано с пороками древесины. На рисунках показаны зависимости для всех образцов.

Рассмотрим отдельно влияние следующих трех факторов на расчетные значения модуля упругости и предела прочности образцов при изгибе: момента сопротивления поперечного сечения $W = bh^2/6$, величины пролета l и коэффициента формы l/h .

* При испытании древесины с постоянной скоростью деформирования скорость роста напряжений остается примерно постоянной только на участке упругого деформирования, поэтому пересчет по формулам (5) и (6) в полной мере не решает задачу соблюдения кинетического подобия.

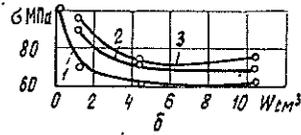
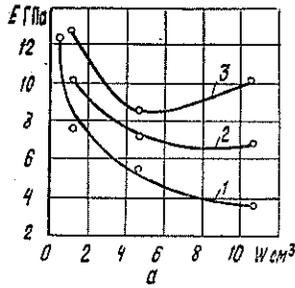


Рис. 1. Влияние момента сопротивления поперечного сечения изгибаемых образцов W на модуль упругости $E(a)$ и предел прочности $\sigma(b)$ при различной величине пролета.

1 — 24; 2 — 36; 3 — 60 см.

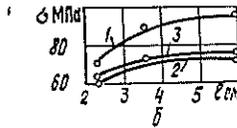
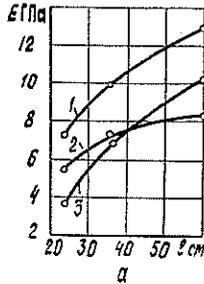


Рис. 2. Влияние величины пролета l на модуль упругости $E(a)$ и предел прочности $\sigma(b)$ образцов различного сечения.

1 — 2×2 ; 2 — 3×3 ; 3 — 4×4 см².

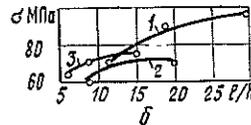
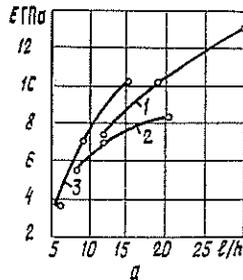


Рис. 3. Влияние коэффициента формы l/h на расчетные значения модуля упругости $E(a)$ и предела прочности при изгибе $\sigma(b)$ для образцов различного сечения.

1 — 2×2 ; 2 — 3×3 ; 3 — 4×4 см².

Увеличение момента сопротивления (рис. 1) вызывает снижение как модуля упругости, так и предела прочности образцов. Для значений E это проявляется особенно резко на малом пролете $l = 24$ см. На пролете $l = 60$ см значения модуля упругости для образцов сечением 4×4 см² выше, чем сечением 3×3 см², что связано, вероятно, с недостаточным числом образцов (различные средних арифметических недостаточно). Расчетные значения предела прочности также снижаются по мере увеличения поперечного сечения, но для образцов сечениями 3×3 и 4×4 см² разница в показателях невелика.

Эти результаты, таким образом, не противоречат статистической теории масштабного фактора. Совпадение с теорией наблюдается и в отношении изменчивости средних арифметических величин: вариацион-

ные коэффициенты ν для малых образцов в основном выше, чем для крупных.

Влияние величины пролета на исследуемые показатели E и σ показано на рис. 2. Значения модуля упругости и предела прочности возрастают с увеличением расстояния между опорами, причем в значительной мере. При увеличении l от 24 до 60 см модуль упругости возрастает в 1,5—2 раза и далее имеет тенденцию увеличения; предел прочности возрастает на 15—35 %. Аналогичные результаты приведены в книге Ф. Кольмана [2] и в работах Л. М. Перельгина [3].

Этот факт не может быть объяснен статистической теорией. Увеличение пролета фактически не является увеличением объема испытываемого образца, так как при нагружении одной сосредоточенной силой распределение изгибающего момента по длине очень неравномерно, и объем материала, испытывающий максимальные нагрузки, мало зависит от расстояния между опорами. Можно предполагать, что рост показателей связан со снижением концентрации напряжений под нажимным ножом при увеличении пролета и с уменьшением влияния поперечной силы на разрушающую нагрузку. Тем не менее, влияние расстояния между опорами на модуль упругости при изгибе настолько значительно, что встает вопрос о правомерности использования расчетной формулы (3).

На рис. 3 показано влияние коэффициента формы как интегрального показателя, характеризующего совместное влияние размера поперечного сечения и величины пролета на значения E и σ . Для образцов различного сечения влияние этого коэффициента на E и на σ проявляется в разной степени.

Выводы

1. При увеличении размеров поперечного сечения изгибаемых образцов модуль упругости и предел прочности снижаются, что соответствует представлениям о статистической теории масштабного фактора.

2. При возрастании расстояния между опорами расчетные показатели увеличиваются, особенно значительно — для модуля упругости образцов малого поперечного сечения. Этот факт пока не имеет удовлетворительного объяснения. Причиной могут быть факторы методического характера и несовершенство расчетной формулы.

3. Коэффициент формы не является достаточно надежным параметром для оценки влияния масштабного фактора на физико-механические показатели древесины при изгибе.

В заключение отметим, что решение проблемы масштабного фактора имеет большое практическое значение, например, для целей сортировки пиломатериалов по прочности, в деле расчета деревянных конструкций и в других областях, где сильно сказывается зависимость нормативных показателей от размеров изделий. Существующая методика расчета модуля упругости и предела прочности при изгибе деревянных элементов не учитывает масштабного фактора, поэтому необходимы дальнейшие поиски в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Волюнский В. Н., Кондратов С. В. Ускоренный метод определения модуля упругости древесины при изгибе: Науч. тр. АЛТИ. — Архангельск, 1973, вып. 41.
[2]. Леонтьев Н. Л. Техника испытаний древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1970.
[3]. Обоснование стандартных методов испытаний древесины: Отчет ЦНИИМОД; Руководитель работы Л. М. Перельгин. — М., 1937. [4]. Соболев Ю. С. Древесина как конструкционный материал. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. [5]. Уголев Б. Н. Dre-

весоисследование с основами лесного товароведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. [6].
Kollmann T. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffen. Bd I. — München, 1951.

Поступила 21 марта 1983 г.

УДК 674.09 : 621.914.1

К ВОПРОСУ УМЕНЬШЕНИЯ ПОТЕРЬ ДРЕВЕСИНЫ В СТРУЖКУ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В. Д. ШЕСТАКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Экономия древесины при продольном фрезеровании пиломатериалов, где наблюдаются значительные потери в стружку, имеет важное значение.

Известно [1], что основные потребители древесины — строительная индустрия, машиностроение, мебельная промышленность и др.

В табл. 1 показан потребляемый объем пиломатериалов на производство основных видов продукции и количество получаемых при этом отходов.

Таблица 1

Продукция	Потребляемый объем пиломатериалов, млн. м ³	Отходы					
		кусовые		Стружка		Опилки	
		%	млн. м ³	%	млн. м ³	%	млн. м ³
Столярные изделия (оконные и дверные блоки)	12,0	22	2,64	10	1,2	7	0,84
Строганный пагонаж для строительства	35,5	5	1,80	23	8,2	3	1,00
Детали машиностроения (включая вагоностроение)	5,0	22	1,10	18	0,9	3	0,15
Мебель	9,8	32	3,20	21	2,1	10	0,99

Из данных табл. 1 видно, что при повторной механической обработке древесины получается значительное количество отходов, среди которых немалую часть составляет стружка. Отсюда вытекает необходимость в рациональном использовании древесины, получая фрезерованные пиломатериалы с наименьшими потерями в стружку за счет снижения припусков на фрезерование.

При продольном фрезеровании пиломатериалов с четырех сторон снимаемый слой по толщине составляет 4 мм, по ширине — 6 мм [4, 5]. Это положение подтверждается ГОСТом 8242—75 «Детали деревянные фрезерованные для строительства».

Толщина снимаемого слоя зависит от ряда факторов: шероховатости, поперечной покособленности, отклонения от номинальных размеров.

Согласно техническим требованиям на пиломатериалы хвойных пород (ГОСТ 8486—66), нормы допускаемых дефектов обработки составляют:

Шероховатость не более 1,2 мм
 Отклонение от номинальных размеров
 по толщине и ширине до 32 мм ± 1 мм
 по толщине и ширине от 40 до 100 мм ± 2 мм
 более 100 мм ± 3 мм

Поперечная покоробленность для 0-, 1- и 2-го сортов должна быть не более 1 % ширины пиломатериалов.

Толщину снимаемого слоя с нижней пласти h_n , мм, обеспечивающую полное профрезерование нижней пласти, можно определить по следующей формуле:

$$h_n = f + R_z, \quad (1)$$

где f — величина поперечной покоробленности, мм;

R_z — шероховатость, мм.

Толщина снимаемого слоя с верхней пласти h_b , мм, должна учитывать максимальное минусовое отклонение ΔH , мм, от номинального размера досок по толщине и их шероховатость R_z , мм:

$$h_b = \Delta H + R_z. \quad (2)$$

Общий припуск на фрезерование Π , согласно формулам (1) и (2):

$$\Pi = 2R_z + f + \Delta H. \quad (3)$$

На основании этого определены требуемые припуски на фрезерование пиломатериалов.

Таблица 2

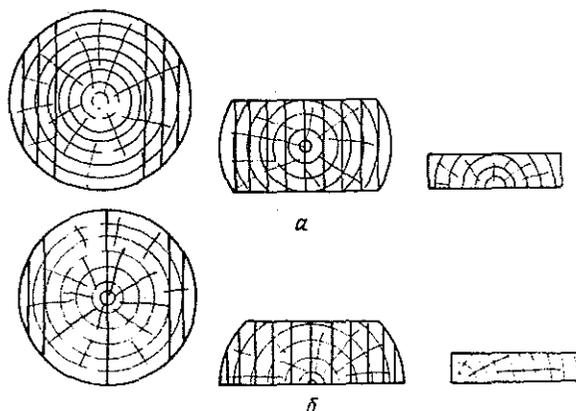
Толщина пиломатериалов, мм	Общий припуск на фрезерование по толщине (числитель, мм) и толщина снимаемого слоя с нижней пласти (знаменатель, мм) при ширине досок, мм				
	40—60	70—110	125—175	180—200	225—275
16—32	$\frac{4}{1,8}$	$\frac{4,5}{2,3}$	$\frac{5}{2,8}$	$\frac{5,5}{3,3}$	$\frac{6}{3,8}$
40—100	$\frac{5}{1,8}$	$\frac{5,5}{2,3}$	$\frac{6}{2,8}$	$\frac{6,5}{3,3}$	$\frac{7}{3,8}$
125—250	—	—	$\frac{7}{2,8}$	$\frac{7,5}{3,3}$	$\frac{8}{3,8}$

ГОСТ 8242—75 допускает использование пиломатериалов 3-го сорта с поперечной покоробленностью до 2 % их ширины. В этом случае припуск еще выше, чем указано в табл. 2. В условиях производства дефекты обработки пиломатериалов, как правило, выше установленных ГОСТами, поэтому предприятия вынуждены использовать для фрезерования пиломатериалы увеличенной толщины.

Один из реальных путей уменьшения припусков на фрезерование — снижение поперечной покоробленности. Исследователи, в частности, предлагали уменьшить покоробленность при сушке пиломатериалов путем применения прижимов различных конструкций. Однако эти прижимы не нашли широкого применения из-за их относительной сложности, громоздкости, неудобства работы с ними и др. Уменьшить поперечную покоробленность можно при рациональном раскрое сырья на пиломатериалы. Специальные способы распиловки бревен для снижения покоробленности и растрескивания получаемых пиломатериалов описаны в работе [2]; однако в производственных условиях при существующем оборудовании предложенные варианты не всегда возможно реализовать.

На наш взгляд, наиболее пригоден для этих целей способ раскря сырья на два бруса, исследованный Ш. Г. Зариповым [3]. Однако эти исследования [2, 3] выполнены на древесине лиственницы, которая, как известно, наиболее сильно подвержена короблению.

Нами проведены исследования на еловой древесине в производственных условиях. С этой целью бревна диаметром 34—38 см распилывали, согласно разработанной методике эксперимента, на один или два бруса (см. рис.), из которых на втором проходе получали пиломатериалы сечением 50×150 , 50×100 , 25×150 и 25×100 мм.



Схемы раскря пиловочного сырья.

а — на один брус;
б — на два бруса.

Эти пиломатериалы высушивали до конечной влажности 10 ± 2 %, после чего измеряли их поперечную покоробленность и размеры. Затем заготовки были профугованы по пласти. В процессе фугования толщина слоя, снимаемого за один проход, составляла 0,4 мм. Зафиксировано число проходов каждого образца через станок и рассчитана общая толщина слоя, снятого при фуговании.

Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Распилка на брусья	Сечение пиломатериалов, мм	Поперечная покоробленность, мм	Толщина снимаемого слоя с нижней пласти, мм	Средние потери древесины в стружку при фрезеровании нижней пласти в зависимости от толщины доски, %
1	50×150	2,8	4,0	8,0
2	50×150	0,0	1,6	3,2
1	50×100	1,6	2,4	4,8
2	50×100	0,0	1,6	3,2
1	25×150	2,1	3,2	12,8
2	25×150	0,0	1,6	6,4
1	25×100	1,5	2,4	9,6
2	25×100	0,0	1,6	6,4

В результате исследований установлено следующее.

1. Пиломатериалы, полученные способом раскря сырья на один брус (см. рис., а), имеют поперечную покоробленность (табл. 3). При этом она наибольшая у досок, расположенных в 5-6-м верхних рядах сушильного штабеля. В нижележащих рядах штабеля покоробленность, замеренная по длине пиломатериалов непосредственно в зоне их кон-

такта с прокладками, меньше, чем на пролете между прокладками. Имеется некоторая закономерность снижения покоробленности к низу штабеля, однако пиломатериалы с отрицательными отклонениями от номинального размера, оказавшиеся в незажатом состоянии, имеют значительную покоробленность в любом месте по высоте штабеля.

Причина возникновения поперечной покоробленности — наличие неперерезанных полуколец годичных слоев, которые опираются своими концами на внутреннюю пласт пиломатериалов (см. рис., а).

Вследствие анизотропного строения древесины, усушка в направлении годичного слоя значительно больше, чем в направлении хорды, соединяющей его концы. Это приводит к возникновению стягивающих усилий по длине каждого годичного слоя и созданию момента относительно оси, перпендикулярной к пласти досок и проходящей через сердцевину бревна, а следовательно, к образованию поперечной покоробленности. При зажиме пиломатериалов в штабеле в них возникают значительные внутренние напряжения, которые в случае превышения предела прочности древесины на растяжение поперек волокон приводят к растрескиванию пиломатериалов.

2. У пиломатериалов, полученных способом раскря пиловочного сырья на два бруса (см. рис., б), имеется взаимно перпендикулярное перерезание годичных колец, которые выходят либо с пласти на кромку, либо с одной пласти на другую. В результате этого отсутствует момент от стягивающих сил усушки и нет поперечной покоробленности; толщина снимаемого слоя в этом случае значительно меньше, чем при способе раскря на один брус (см. табл. 3).

Таким образом, для предотвращения поперечной покоробленности, значительных внутренних напряжений и растрескивания древесины необходимо раскраивать пиловочное сырье на два бруса; при этом достигается экономия древесины от 1,6 до 6,4 % в зависимости от размеров пиломатериалов за счет уменьшения толщины снимаемого при фрезеровании слоя.

Снижение припусков на фрезерование пиломатериалов — реальный и значительный резерв производства, так как способствует экономии древесины, трудовых затрат и электроэнергии, а также позволяет увеличивать скорость подачи при снятии меньшего слоя древесины; в конечном итоге повысится эффективность производства продольно фрезерованных пиломатериалов и заготовок.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Варакин Ф. Д., Ступнев Г. К. Основные направления технического прогресса лесной и деревообрабатывающей промышленности. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. — 400 с. [2]. Глухих В. Н., Зарипов Ш. Г. Улучшение качества пиломатериалов при сушке с помощью рационального расчета поставок: Обзор. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1977. — 31 с. [3]. Зарипов Ш. Г. Исследование влияния размерно-качественных зон древесины лиственницы на качество сухих пиломатериалов: Автореф. дис. . . канд. техн. наук. — Л., 1981. — 21 с. [4]. Песоцкий А. Н. Лесопильное производство. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. — 432 с. [5]. Ученев В. М. Производство строганых материалов. — М.: Гослестехиздат, 1941. — 106 с.

Поступила 10 октября 1983 г.

УДК 674.09 : 658.52.011.56

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА СОРТИРОВКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

М. В. МОРЕВ
ЦНИИМОД

Создание и эксплуатация автоматизированных технологических комплексов сопряжены со значительными затратами материальных и трудовых ресурсов. Один из способов сокращения затрат и повышения надежности оборудования — его унификация на всех уровнях. Существенную роль в снижении затрат сыграет унификация систем управления технологическими процессами, в том числе сортировочными.

Структура систем управления процессами сортировки лесоматериалов определяется многочисленными факторами: типом сортируемых лесоматериалов, их геометрическими и физико-механическими характеристиками, организацией операций процесса, конструкциями установок, выполняющих операции, и датчиков, вырабатывающих информацию о протекании процесса.

Трудности проектирования устройств управления подтверждаются тем фактом, что многие разработки таких устройств не нашли широкого применения [5].

Управление процессами сортировки с использованием универсальных управляющих вычислительных средств требует разработки эффективного математического обеспечения, в первую очередь модели процесса, которая позволила бы упростить анализ функций управления и стала основой для создания универсальной системы управления.

Цель выполнения процесса сортировки можно задать отображением

$$K_E = (C) \varphi,$$

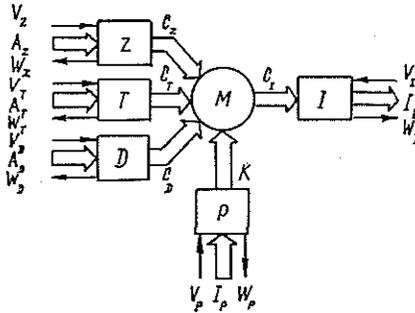
где C — множество характеристик объектов сортировки (ОС), определяющих характер протекания процесса;

K_E — множество координат, которые приобретают ОС в результате выполнения процесса;

φ — характеристическое свойство, индивидуальное для каждого процесса; оно задается исходя из требований технологии и производства.

Процесс сортировки состоит из пяти последовательно выполняемых операций: загрузки; выработки первичной информации о свойствах ОС; обработки; разборки в соответствии с характеристическим свойством; накопления неорганизованных пакетов ОС заданного объема. Операции выполняются по мере поступления ОС на соответствующие участки. Система управления при этом на первой операции должна обеспечить необходимый порядок следования ОС по конвейеру и максимальный коэффициент его загрузки, на второй — считывание информации от измерителей, пультов технологов-операторов; на третьей — управление инструментами обработки ОС; на четвертой — управление сбрасывателями; на пятой — сигнализацию степени наполнения накопителей.

Все сортировки лесоматериалов по характеру протекания относятся к дискретно-непрерывным процессам, они полностью детерминированы, их поведение характеризуется дискретностью во времени, поэтому для представления модели уместно использовать язык конечно-автоматных функций [1, 4]. Сходная задача — построение модели внешнего устройства ЭВМ — решена авторами работы [2]. Из этой работы нами заимствованы элементы методологического подхода к разработке модели.



Цель анализа модели процесса сортировки — формальное описание устройства управления, которое связано с сортировочным оборудованием входными и выходными переменными.

Структурная схема модели процесса сортировки лесоматериалов приведена на рисунке, где M — носитель информации; T — блок преобразования; Z — блок записи; D — блок разрушения; I — блок чтения; P — блок адресации. Входные переменные: информационные векторы записи A_Z , преобразования A_T , разрушения A_D , адреса I_P ; векторы управления блоками записи V_Z , преобразования V_T , разрушения V_D , считывания V_I , адресации V_P . Выходные переменные: вектор чтения I_I , векторы состояний блока записи W_Z , преобразования W_T , разрушения W_D , чтения W_I , адресации W_P .

При описании модели носитель информации может быть определен как запоминающее устройство, содержащее множество ячеек $M = \{m_1, m_2, \dots, m_s\}$, каждая из которых однозначно определена координатой $k \in K$ и внутренним состоянием $c \in C$. Входные переменные блока: векторы записи C_Z , преобразования C_T , разрушения C_D , адреса K ; выходная переменная блока: вектор считывания C_I .

В общем случае множество внутренних состояний каждой ячейки носителя — отображение σ прямой суммы множеств значений входных векторов

$$C_i = (C_{zi} UC_{Ti} UC_{Di}) \sigma.$$

Ячейку носителя $m_k \in M$, адрес которой определен значением $k \in K$ входного вектора адреса, в дальнейшем будем называть текущей. Ячейки носителя организованы в пакеты. Комплекс состояний ячеек пакета отражает свойства ОС, которые связаны принадлежностью хотя бы одному ОС. Длины пакетов могут быть фиксированными и нефиксированными. В последнем случае длину пакета задает вектор C_Z . Пакет, в который входит текущая ячейка, назовем текущим.

Функция переходов для внутренних состояний текущей ячейки носителя задается уравнениями

$$\delta_m = (C_{zi} UC_{Ti} UC_{Di}, C_i) = \begin{cases} C_i & \text{при } i \neq 0 \\ C_i & \text{при } i = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Значение выходного вектора C_I задается уравнением

$$\lambda_m(C_i) = C_{I_i}. \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) представляют функциональные характеристики носителя и определяют его связь с блоками записи, преобразования, разрушения, считывания.

Множество S внутренних состояний ячеек носителя индивидуально для каждого типа ОС. Распределение свойств в пределах ОС даже для отдельных типов не описано. Учитывая это и не нарушая общности модели, множество S можно интерпретировать как множество состояний ячеек, отражающих только свойства ОС, которые являются решающими для данного процесса и представлены в виде, воспринимаемом измерителями.

Связь носителя с блоком адресации характеризуется множеством K , связностью адреса текущей ячейки с адресами остальных ячеек, связностью адресов пакетов. Носитель — последовательно связный, связь ячеек задается отображением

$$F(k) = \{k, k + 1\}, \quad (3)$$

где $k \in K = \{1, 2, \dots, s\}$ — адрес текущей ячейки носителя.

Из функциональных соображений целесообразно иметь двухмерную организацию адресации в пределах носителя. Связь адресов одноименных ячеек пакетов задается отображением

$$F(k) = \{k, k + h\}, \quad (4)$$

где k — то же, что и в уравнении (3);

h — длина пакета, число адресов между ячейками с одним номером в пакетах.

Имеется два типа носителей, характеризуемых постоянными размерами пакета $h = \text{const}$ и переменными $h = \text{var}$. Следует отметить возможность изменения длины пакета информации, т. е. нарушения отображения (4), что отражает смещение ОС относительно тягового органа в реальном процессе. Существуют следующие типы искажений: 1) линейное, пропорциональное координате k ; в общем случае коэффициент пропорциональности — величина нестационарная [3]; 2) экспоненциальное, присущее области координат блока записи; наблюдается в течение нескольких шагов (наращивание адресов ячеек на единицу) после воздействия вектора C_z на носитель; 3) случайное, возможное при любых значениях K . Последние два типа искажений возможны только для носителей $ch = \text{var}$.

Характеристики блоков записи, чтения, преобразования, разрушения в общем виде задаются следующими уравнениями: функция переходов

$$\delta(u, v) = u';$$

функция выходов блоков записи, преобразования, разрушения

$$\lambda(a, u, v) = C_i;$$

блока чтения

$$\lambda(C, u, v) = i_j,$$

где u, u' — внутренние состояния блоков;

v, a — входные переменные блоков;

C — состояния ячеек носителя;

i_j — информационная выходная переменная блока чтения.

Варианты приведенных функций многочисленны, их полный набор может быть выполнен аналогично приведенному в работе [2].

Особенности блока адресации. Первая — блок адресации в модели один при двухмерной адресации в рамках носителя, так как его физическая реализация описывается отображением (3), а связь адресов, задаваемая (4), касается логической стороны организации записей на носитель. Вторая особенность блока адресации — неоднозначность адресов взаимодействия блоков модели с носителем. Учитывая значительные промежутки в реальном масштабе времени наращивания адресов ячеек, целесообразно отказаться от индивидуальных блоков адресации.

Система уравнений, задающая характеристики блока адресации, имеет вид:

$$\delta(\omega, i_p) = \omega';$$

$$\lambda(\omega) = j,$$

где j — точки взаимодействия.

На каждый номер j имеем также уравнения

$$\delta_j(\omega_j, v) = \omega_{j'};$$

$$\lambda_j(k_j, \omega_j) = k_{j'}.$$

Характеристика автоматной модели процесса сортировки позволяет формализовать его описание и на основании анализа получить алгоритм функционирования системы управления сортировочным оборудованием. При этом необходимо определить состав модели, множество состояний ячеек, отражающее комплекс свойств ОС, разрядность входных и выходных переменных.

Взаимодействие системы управления с сортировочной установкой в рамках модели можно описать так: по состоянию блока адресации вырабатываются и подаются на этот блок соответствующие входные переменные (информационный и управляющий векторы), задавая, таким образом, ячейку носителя; выполняется взаимодействие с заданной ячейкой, процедура которого определяется входными переменными соответствующего блока.

Таким образом, алгоритм работы системы управления процессом сортировки лесоматериалов определяется функциональными характеристиками системного интерфейса и формализованным описанием процесса сортировки, что достаточно для проектирования его в виде аппаратных, микропрограммных или программных [1] средств.

Программное обеспечение системы управления сортировочным конвейером БС-60 составлено на основании анализа модели, которая построена в соответствии с принципами, изложенными в данной работе. Система внедрена на ЭПЗ «Красный Октябрь».

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Горбатов В. А., Кафаров В. В., Павлов П. Г. Логическое управление технологическими процессами. — М.: Энергия, 1978. — 272 с. [2]. Гурвич Г. А., Ленчук В. С. К вопросу построения автоматной модели внешнего устройства. — Управляющие системы и машины, 1980, № 4, с. 38—43. [3]. Запольский Б. А., Серов Б. В. Цифровая вычислительная техника для автоматизации лесопромышленных предприятий. — М.: Лесн. пром-сть, 1966. — 219 с. [4]. Новорусский В. В. Конечноавтоматные системы управления. — Новосибирск: Наука, 1982. — 270 с. [5]. Штольцер Н. Г. Автоматизация управления сортировками штучных тел. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 111 с.

Поступила 11 февраля 1983 г.

УДК 62-752.001.57 : 621.914.1

О ВЛИЯНИИ РЕЖИМНЫХ ФАКТОРОВ НА ВИБРАЦИИ СИСТЕМЫ СПИД ПРИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

С. А. АПОСТОЛЮК, В. И. БЕЛОШИЦКИЙ, Н. А. ВАРАКИНА

Львовский лесотехнический институт
Архангельский лесотехнический институт

В настоящей работе сделана попытка создать математическую модель вибрационных процессов, происходящих в динамической системе станок — приспособление — инструмент — деталь (СПИД) под влиянием основных режимных факторов при цилиндрическом фрезеровании древесины. В качестве режимных факторов при динамических исследованиях приняты силы резания, скорость подачи заготовки, толщина снимаемого слоя и ширина фрезерования.

Исследования проводили на продольно-фрезерном станке С2Ф4, на основании которого создана динамическая модель системы СПИД. Для упрощения расчетной схемы в конструкции станка условно выделены две колебательные массы подсистем: инструмента (горизонтального ножевого вала) и детали — приспособления (рис. 1). Исследовали поперечные (в плоскости, перпендикулярной к оси вращения инструмента) и крутильные вибрации горизонтального ножевого вала. Поперечные вибрации инструмента и подающего приспособления рассматривали в вертикальной (по оси y) и горизонтальной (по оси x) плоскостях.

Применяя уравнения Лагранжа II рода [4], получим уравнения колебательного движения динамической модели системы СПИД (рис. 1) под влиянием сил резания [1]:

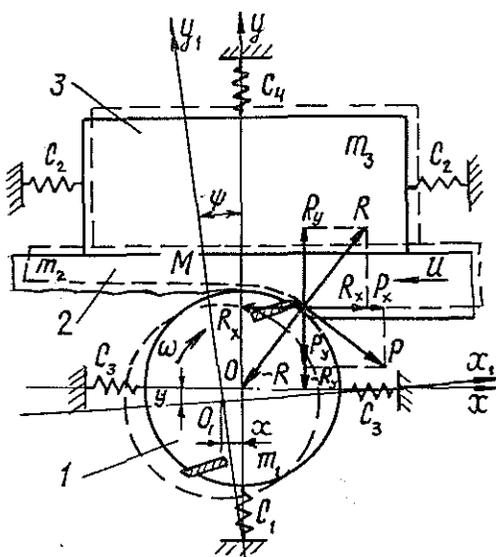


Рис. 1. Схема динамической модели системы СПИД.

1 — инструмент; 2 — обрабатываемая заготовка; 3 — подающее приспособление.

$$m_1 \ddot{x} + c_3 x = R_x - P_x; \quad (1)$$

$$m_1 \ddot{y} + c_1 y = P_y - R_y; \quad (2)$$

$$M \ddot{x}_1 - c_2 x_1 = P_x - R_x - \frac{M}{l_1} x_1; \quad (3)$$

$$M \ddot{y}_1 - c_4 y_1 = R_y - P_y - \frac{M}{2l_1} \dot{y}_1; \quad (4)$$

$$m_1 r^2 \ddot{\psi} = P r, \quad (5)$$

где m_1, M — соответственно массы подсистем инструмента и деталь — приспособление;
 x, y, x_1, y_1 — перемещение масс m_1 и M в вертикальном и горизонтальном направлениях;
 c_1, c_2, c_3, c_4 — вертикальные и горизонтальные жесткости подсистем инструмента и деталь — приспособление;
 P_x, P_y, R_x, R_y — составляющие касательных и радиальных сил резания на оси x и y ;
 P — касательная сила резания;
 $\frac{M}{t_1} \dot{x}_1, \frac{M}{2t_1} \dot{y}_1$ — силы сопротивления, возникающие в результате принудительного движения детали подающим приспособлением;
 t — время резания одного резца;
 r — радиус режущего инструмента;
 ψ — угол поворота (крутильных колебаний) подсистемы инструмента под воздействием возмущающих сил.

Касательную силу резания как прерывную периодическую функцию представляем в виде ряда Фурье

$$P = P_{max} \left\{ \frac{t_1}{2t_0} + \frac{1}{\pi} \sum \frac{1}{n} \left[\left(\sin \nu n t_1 + \frac{1}{\nu n t_1} \cos t_1 - \frac{1}{\nu n t_1} \cos \nu n t_1 - \frac{1}{\nu n t_1} \right) \cos \nu n t_1 - \left(\cos \nu n t_1 - \frac{1}{\nu n t_1} \sin \nu n t_1 \right) \sin \nu n t_1 \right] \right\}, \quad (6)$$

где $\nu = \frac{2\pi}{t_0}$ — частота изменения касательной силы резания (t_0 — время поворота резца на 180°);
 n — число гармоник;
 P_{max} — максимальная касательная сила резания, определяемая по формуле [2]

$$P_{max} = 2k b u_z \sqrt{\frac{H}{D}}.$$

Здесь k — удельное сопротивление резанию;
 b — ширина фрезерования заготовки;
 u_z — подача на зуб;
 H — толщина снимаемого слоя древесины;
 D — диаметр режущего инструмента.

Решая уравнения (1) — (5) известным методом [3] и учитывая выражения (6), (7), получаем уравнения траекторий движения подсистем инструмента и деталь — приспособление в вертикальном и горизонтальном направлениях, которые в данной работе не приводим ввиду их громоздкости.

Уравнения траекторий движения подсистем исследовали на ЭВМ М-222. Изучали влияние сил резания, скорости подачи, ширины фрезерования и толщины снимаемого слоя древесины на вибрации системы СПИД. Результаты исследований представлены на рис. 2 и 3.

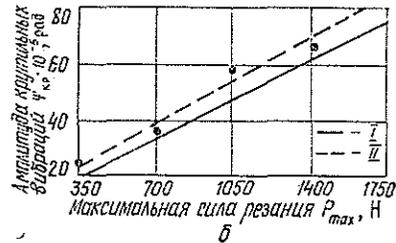
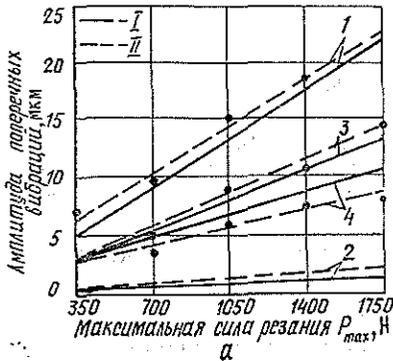


Рис. 2. Влияние сил резания на вибрации основных узлов системы СПИД при фрезеровании древесины.

а — поперечные вибрации; 1, 2 — вертикальные вибрации подсистем деталь — приспособление и инструмент; 3, 4 — горизонтальные вибрации этих же подсистем; б — крутильные вибрации подсистемы инструмента; I — теоретическая зависимость; II — экспериментальная зависимость.

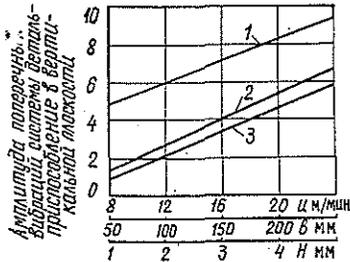


Рис. 3. Зависимость амплитуды поперечных вибраций в вертикальной плоскости подсистемы деталь—приспособление от ширины фрезерования (1), скорости подачи (2) и толщины снимаемого слоя (3).

Нами установлено следующее.

1. Силы резания при фрезеровании древесины, изменяясь по закону прерывно-периодической функции, обуславливают возникновение поперечных и крутильных вибраций системы СПИД.

2. С увеличением касательной силы резания при условии фрезерования уравновешенным инструментом ($m_1 e_1 = 0$; e_1 — эксцентриситет инструмента) амплитуда поперечных (рис. 2, а) и крутильных (рис. 2, б) вибраций основных узлов системы СПИД возрастает по линейному закону (рис. 2).

3. С увеличением скорости подачи, ширины фрезерования и толщины снимаемого слоя возрастают пределы колебания сил резания, что влечет за собой некоторое повышение амплитуды вибраций основных узлов системы СПИД (рис. 3).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Апостолюк С. А. К вопросу моделирования вибраций системы «станок — инструмент — деталь — приспособление» при фрезеровании древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 6, с. 74—80. [2]. Кряжев Н. А. Фрезерование древесины. — М.: Гослесбумиздат, 1963, с. 47—50. [3]. Степанов В. В. Курс дифференциальных уравнений. — М.: Физматиздат, 1959, с. 76—77. [4]. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле. — М.: Физматгиз, 1959, с. 198—212.

Поступила 20 сентября 1983 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.812.2.001

ОБ ОТВЕРЖДЕНИИ СОВМЕЩЕННОГО
КАРБАМИДОФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО
ДЛЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ

С. Д. КАМЕНКОВ, И. А. ГАМОВА, И. М. ГОЛУБЕВА

Ленинградская лесотехническая академия

В качестве эффективных заменителей металлов все большее распространение получают древесные прессовочные массы, содержащие 65—75 мас. % измельченной древесины и 25—35 мас. % спирто- или водорастворимых фенольных смол (ГОСТ 11368—79).

Ранее проведенные исследования [1] показали, что совмещенное связующее, состоящее из новолачной фенолоформальдегидной и карбамидоформальдегидной смол, позволяет получать изделия с высокими показателями физико-механических свойств, сократить расход дорогостоящей и дефицитной фенолоформальдегидной смолы.

Для получения прессованных изделий из измельченной древесины целесообразно применять порошкообразные смолы [2, 3].

В данной работе изучали процесс отверждения совмещенного связующего (СС), состоящего из порошкообразных карбамидоформальдегидного (КФО) и новолачного фенолоформальдегидного олигомеров (ФФО), взятых при соотношении 1 : 1. Для подтверждения выдвинутого ранее предположения о том, что компоненты СС оказывают друг на друга взаимное отверждающее воздействие, проведен термогравиметрический анализ смол (рис. 1). Кривая дифференциального термического анализа (ДТА) ФФО без отвердителя не имеет экзотермического пика. При введении в ФФО 10 мас. % уротропина появляется четко выраженный экзотермический пик с максимумом при 145 °С, представляющий процесс отверждения ФФО. Введение КФО в состав ФФО также приводит к появлению на кривой ДТА четко выраженного экзотермического пика, что свидетельствует об отверждающем влиянии КФО на ФФО.

Растянутый экзотермический пик на кривой ДТА КФО в области температур 75—150 °С представляет процесс отверждения КФО под действием NH_4Cl . Наличие на кривой ДТА СС одного экзотермического пика в интервале температур 100—150 °С говорит о том, что происходит совместное отверждение компонентов СС. Сравнение положения экзотермического пика СС и ФФО, отвержденного уротропином, показывает, что СС отверждается при более низких температурах. Энергия активации процесса отверждения, рассчитанная по данным

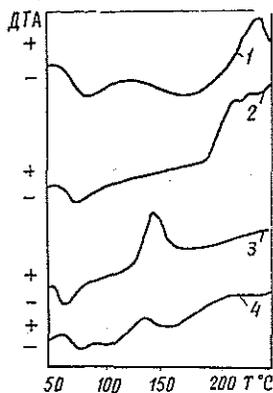


Рис. 1. Кривые ДТА.

1 — МФО с 1% NH_4Cl ; 2 — ФФО; 3 — ФФО с 10% уротропина; 4 — СС.

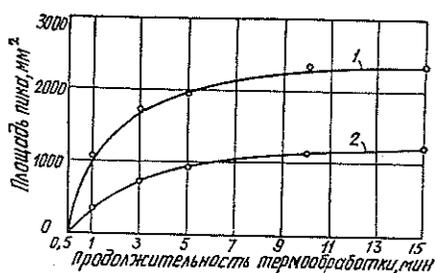


Рис. 2. Влияние продолжительности термообработки при 130 °C на количество выделяющегося формальдегида.
1 — КФО; 2 — СС.

сулы до заданной температуры). По истечении указанного времени шприцем через отверстие в крышке капсулы (закрытое резиновой прокладкой) отбирали пробу паровоздушной смеси, которую немедленно вводили в хроматограф ЛХМ-8-МД. По площади пика хроматограммы судили о количестве выделяющегося формальдегида. Используя калибровочную кривую, построенную по формалину, рассчитывали количество формальдегида в граммах, выделяющееся из 1 г смолы (табл. 1).

Таблица 1

Смола	Количество выделявшегося формальдегида · 10 ⁻⁴ , г/г навески, при температуре, °C	
	100	130
КФО	0,9487	4,994
СС	0,1712	2,376

Как видно из представленных данных (рис. 2 и табл. 1), количество формальдегида, выделяющегося при отверждении СС, значительно меньше, чем при отверждении КФО. Это подтверждает предположение о том, что выделяющийся в процессе отверждения КФО формальдегид может взаимодействовать с фенолоформальдегидным компонентом СС и способствовать его отверждению. Так, после термообработки в течение 10 мин при 100 °C в реакцию вступает $0,9487 \cdot 10^{-4}$ — $0,1712 \cdot 10^{-4} = 0,7775 \cdot 10^{-4}$ г формальдегида; при увеличении температуры термообработки до 130 °C количество формальдегида, вступившего в реакцию, составит $2,618 \cdot 10^{-4}$ г. Полученные данные хорошо согласуются с результатами определения степени отверждения смол. О степени отверждения ФФО и СС судили по количеству веществ, экстрагируемых ацетоном (табл. 2). Представленные данные показывают, что степень отверждения фенолоформальдегидного компонента в СС выше, чем отвержденного уротропином ФФО.

Об отверждающем влиянии фенолоформальдегидного компонента СС на его карбамидоформальдегидный компонент свидетельствуют изменения содержания метилольных групп в смолах, отвержденных при 160 °C (рис. 3). (Содержание метилольных групп рассчитано по отношению к КФО в совмещенном связующем). Скорость расходования метилольных групп в СС имеет характер, идентичный изменению их содержания в КФО под влиянием отвердителя.

О степени отверждения карбамидоформальдегидного компонента СС позволяет судить количество веществ, растворимое в воде. Степень отверждения карбамидоформальдегидного компонента СС выше или равна степени отверждения КФО под влиянием катализатора (табл. 3).

термогравиметрического анализа для СС и ФФО, составляет 16 и 17,3 ккал/моль соответственно.

На рис. 2 показано количество формальдегида, выделяющегося в процессе термообработки смол при 130 °C. (Так как источник выделяющегося формальдегида — КФО, то площадь пика для кривой 2 увеличена в два раза). Навеску смолы около 0,5 г в герметически закрытой капсуле помещали в термостат с температурой 100 и 130 °C на 1, 3, 5, 10 и 15 мин.

(с учетом времени прогрева кап-

сулы до заданной температуры). По истечении указанного времени шприцем через отверстие в крышке капсулы (закрытое резиновой прокладкой) отбирали пробу паровоздушной смеси, которую немедленно вводили в хроматограф ЛХМ-8-МД. По площади пика хроматограммы судили о количестве выделяющегося формальдегида. Используя калибровочную кривую, построенную по формалину, рассчитывали количество формальдегида в граммах, выделяющееся из 1 г смолы (табл. 1).

Как видно из представленных данных (рис. 2 и табл. 1), количество формальдегида, выделяющегося при отверждении СС, значительно меньше, чем при отверждении КФО. Это подтверждает предположение о том, что выделяющийся в процессе отверждения КФО формальдегид может взаимодействовать с фенолоформальдегидным компонентом СС и способствовать его отверждению. Так, после термообработки в течение 10 мин при 100 °C в реакцию вступает $0,9487 \cdot 10^{-4}$ — $0,1712 \cdot 10^{-4} = 0,7775 \cdot 10^{-4}$ г формальдегида; при увеличении температуры термообработки до 130 °C количество формальдегида, вступившего в реакцию, составит $2,618 \cdot 10^{-4}$ г. Полученные данные хорошо согласуются с результатами определения степени отверждения смол. О степени отверждения ФФО и СС судили по количеству веществ, экстрагируемых ацетоном (табл. 2). Представленные данные показывают, что степень отверждения фенолоформальдегидного компонента в СС выше, чем отвержденного уротропином ФФО.

Об отверждающем влиянии фенолоформальдегидного компонента СС на его карбамидоформальдегидный компонент свидетельствуют изменения содержания метилольных групп в смолах, отвержденных при 160 °C (рис. 3). (Содержание метилольных групп рассчитано по отношению к КФО в совмещенном связующем). Скорость расходования метилольных групп в СС имеет характер, идентичный изменению их содержания в КФО под влиянием отвердителя.

О степени отверждения карбамидоформальдегидного компонента СС позволяет судить количество веществ, растворимое в воде. Степень отверждения карбамидоформальдегидного компонента СС выше или равна степени отверждения КФО под влиянием катализатора (табл. 3).

Таблица 2

Смола	Количество веществ, экстрагируемое ацетоном, %, при продолжительности, мин								
	0	5		10		15		20	
		и температуре, °С							
		130	160	130	160	130	160	130	160
ФФО с 10 % $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$	100,00	22,20	10,47	13,58	9,56	8,25	5,61	7,81	4,19
МФО с 1 % NH_4Cl	0,84	0,75	0,51	0,49	0,36	0,40	0,21	0,34	0,16
СС	50,00	9,37	5,07	5,18	3,21	4,24	2,26	3,09	1,56
	100,00	18,75	10,14	10,37	6,42	8,49	4,52	6,18	3,13

Примечание. В числителе количество веществ, экстрагируемое ацетоном и отнесенное ко всей навеске; в знаменателе — количество веществ, экстрагируемое ацетоном и отнесенное к ФФО в совмещенном связующем.

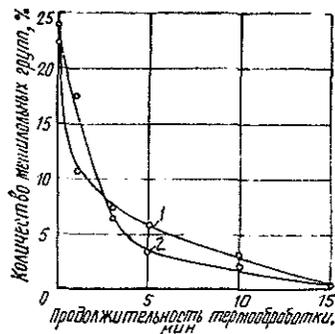


Рис. 3. Зависимость содержания метилольных групп от продолжительности термообработки при 160 °С.

1 — МФО с 1 % NH_4Cl ; 2 — СС.

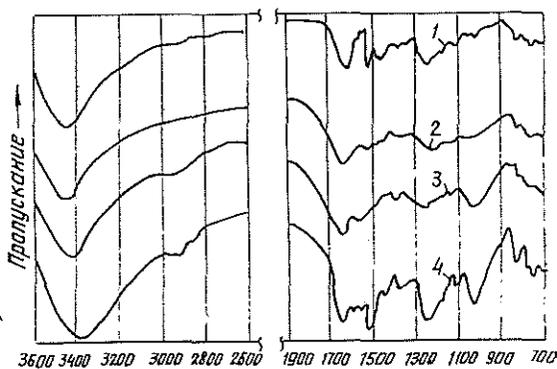


Рис. 4.

1 — ФФО с 10 % $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$; 2 — СС; 3 — МФО с 1 % NH_4Cl ; 4 — СС до термообработки.

Таблица 3

Смола	Количество веществ, растворимое в воде, %, при продолжительности, мин								
	0	5		10		15		20	
		и температуре, °С							
		130	160	130	160	130	160	130	160
ФФО с 10 % $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$	13,47	7,81	3,13	6,09	2,37	5,51	2,27	2,85	1,81
КФО с 1 % NH_4Cl	62,71	27,14	16,35	19,30	10,34	16,06	9,38	14,26	8,34
СС	34,69	14,77	4,01	11,02	2,93	7,64	2,50	7,42	2,11
	61,45	25,70	6,42	19,00	4,68	15,28	3,86	13,40	3,31

Примечание. В числителе количество веществ, растворимое в воде и отнесенное ко всей навеске; в знаменателе — количество веществ, растворимое в воде и отнесенное к МФО в совмещенном связующем с учетом растворимости ФФО.

Дополнительное свидетельство взаимоотверждающего влияния компонентов СС — представленные на рис. 4 ИК-спектры смол, термообработанных при температуре 160 °С в течение 10 мин. Диффузионный (размытый) характер спектров говорит о том, что во всех смолах прошла реакция поликонденсации (отверждения). Широкая полоса поглощения в области 1020—1050 см⁻¹ в спектре МФО указывает на наличие в нем после термообработки некоторого количества свободных метилольных групп и простых эфирных связей. В спектре СС указанная полоса после термообработки исчезает. Сравнение отношения оптических плотностей полос пропускания, характерных для —СН₂-групп (750 см⁻¹) и деформационных колебаний ароматического кольца (1510 см⁻¹) в спектре СС до и после термообработки, свидетельствует об увеличении количества —СН₂-связей в процессе термообработки. Если в неотвержденном СС отношение равно 0,67, то после термообработки оно равняется 2. Об увеличении прочности водородных связей в СС по сравнению с МФО и ФФО говорит смещение максимальной полосы поглощения с 3420 (МФО и ФФО) до 3440 см⁻¹ (СС).

Следовательно, увеличение количества —СН₂-связей, отсутствие свободных метилольных групп и простых эфирных связей, а также упрочнение водородных связей свидетельствует о более глубоком отверждении СС по сравнению с МФО и ФФО. Термогравитометрический анализ показал, что процесс отверждения СС начинается при более низких температурах, поэтому изучали влияние температуры на степень отверждения смол. Образцы смол подвергали термообработке при температуре 120, 130, 140, 150 и 160 °С в течение 10 мин. О степени отверждения судили по количеству веществ, экстрагируемых ацетоном и растворимых в воде. Анализ полученных данных показал, что с ростом температуры степень отверждения смол увеличивается, причем у СС она выше, чем у КФО и ФФО, отвержденных традиционными отвердителями.

Необходимо отметить, что СС имеет достаточную степень отверждения уже при 130 °С, в то время как ФФО достигает такой же степени отверждения при температуре 160 °С.

Таблица 4

Физико-механические свойства древесных пластиков

Режим прессования		Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Предел прочности при статическом изгибе, МПа
Температура, °С	Продолжительность выдержки в прессе, мин/мм			
160	1,0	1312	5,7	56,6
160	0,5	1272	5,5	65,6
145	1,0	1338	1,2	90,5
140	1,0	1313	1,6	81,1
130	1,5	1346	2,1	87,6
125	1,5	1335	2,9	74,9

Физико-механические свойства изделий на основе реактопластов во многом определяются степенью отверждения связующего. В связи с этим исследованы свойства древесных пластиков, изготовленных из пресскомпозиции следующего состава: березовые опилки — 65 мас. %, совмещенное связующее — 35 мас. %. Композицию перерабатывали при удельном давлении прессования 30 МПа.

Результаты испытаний (табл. 4) показали, что физико-механические свойства пластиков улучшаются при понижении температуры прессования со 160 до 130—145 °С, что согласуется с данными термогравитометрического анализа. Оптимальный режим переработки прессконпозиции на основе СС: температура прессования — 145 °С, длительность выдержки — 1 мин/мм толщины готового изделия.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Каменков С. Д., Гамова И. А., Эльберт А. А. Исследование модифицированного связующего на основе карбамидной и новолачной фенолформальдегидной смолы. — Изв. высш учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3. [2]. Применение порошкообразных связующих в производстве древесностружечных плит/ С. Г. Агабабов, И. М. Гольдберг, Ю. Г. Лапшин, Я. Н. Цыпин. — Деревообраб. пром-сть, 1978, № 2. [3]. Chow S. A., Steiner P. R. Comparison of curing and bonding properties of particleboard — and waferboard — type phenolic resins. — Forest Products Journal, 1979, 29, 11, p. 49.

Поступила 11 июля 1983 г.

УДК 676.085.2 : [541.12 : 542.952 : 543.852.4]

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОПОЛИМЕРИЗАЦИИ ВЫСШИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Д. А. АФОНИН, А. А. БАГАЕВ, Г. И. ЦАРЕВ,
А. И. КИПРИАНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В настоящее время в производстве сульфатной целлюлозы наметилась тенденция к замене хвойной древесины на лиственную. Это привело к получению нового побочного продукта таллового масла лиственных пород (ТМлп). Поскольку ТМлп содержит повышенное количество неомыляемых веществ по сравнению с талловым маслом хвойных пород (20—26 % и 8—12 % соответственно), его нецелесообразно перерабатывать методом ректификации из-за высокого выхода пека — до 45 % от количества масла [4]. Один из новых способов — полимеризация непредельных жирных кислот, содержащихся в ТМлп.

Для расчета основных параметров промышленного реактора необходимо знать кинетику процесса полимеризации. С этой целью был предложен метод калориметрии [2]. Однако при определении кинетических параметров термopolyмеризации ТМлп из-за побочных реакций, вызванных большим содержанием неомыляемых веществ, этот метод, по всей вероятности, неприменим.

Известно, что для определения массовой доли мономеров и полимеров в продуктах полимеризации непредельных жирных кислот можно применять метод газожидкостной хроматографии (ГЖХ) [3, 6]. Этот метод можно использовать для определения констант скоростей реакций термopolyмеризации как индивидуальных непредельных жирных кислот, так и непредельных кислот, содержащихся в ТМлп.

Задача настоящей работы — проверить возможность применения метода ГЖХ для исследования процесса термической полимеризации непредельных жирных кислот и изучить формальную кинетику полимеризации индивидуальных непредельных жирных кислот с целью даль-

нейшего применения этого метода для исследования кинетики термополимеризации природных смесей непредельных жирных кислот.

В качестве объекта исследования использовали очищенные от следов нейтральных и окисленных веществ индивидуальные непредельные жирные кислоты: олеиновую, линолеовую и линоленовую как основные компоненты ТМлп. Чистота их соответственно составляла: 95,3, 98,5 и 94,8 %. Термообработку кислот проводили в запаянных стеклянных ампулах в сплаве Вуда при температурах 250, 300 и 350 °С. Масса образцов в ампулах составляла 0,4 г. Для предотвращения окисления кислот в процессе термообработки ампулы перед запаиванием продували азотом. После термообработки пробу кислоты смешивали с внутренним стандартом (пентодекановая кислота марки «ч.» с содержанием основного компонента 98,8 %), метилировали диазометаном и подвергали ГЖХ анализу.

Условия ГЖХ анализа: хроматограф Хром-2; детектор пламенно-ионизационный; сорбент 6 % ПДЭГС на целите 545, промытом кислотой; колонка из нержавеющей стали 3200 × 6 мм; температура колонки 190 °С; температура испарителя 285 °С; скорость газа-носителя (азот) 40 мл/мин.

Массовую долю непрореагировавшей кислоты (мономерной, оставшейся в термообработанной пробе) x_τ определяли по формуле:

$$x_\tau = \frac{S_i m_{ст} k_{ст}}{S_{ст} m_{пр} k_{пр}}, \quad (1)$$

где S_i и $S_{ст}$ — площади пиков определяемой кислоты и внутреннего стандарта, мм²;
 $m_{пр}$ и $m_{ст}$ — массы термообработанного образца и внутреннего стандарта, г;
 $k_{пр}$ и $k_{ст}$ — коэффициенты чистоты термообработанной кислоты и внутреннего стандарта.

На основании экспериментальных данных методом наименьших квадратов [1] получены математические зависимости изменения массовой доли мономерных кислот от времени термообработки:

$$x_\tau = x_0 b^\tau, \quad (2)$$

где x_0 — начальная массовая доля кислоты в пробе;

b — коэффициент пропорциональности;

τ — продолжительность термообработки, ч.

Результаты обработки экспериментальных данных с использованием формулы (2) представлены в таблице. Там же даны значения выборочных коэффициентов корреляции логарифмической формы этого уравнения.

Показатели	Температура обработки, °С	Численные значения показателей для кислоты		
		олеиновой	линолеовой	линоленовой
Массовая доля мономеров после термообработки	250	95,3 · 0,999 ^τ	98,5 · 0,982 ^τ	94,8 · 0,933 ^τ
	300	95,3 · 0,986 ^τ	98,5 · 0,777 ^τ	94,8 · 0,443 ^τ
	350	95,3 · 0,916 ^τ	98,5 · 0,131 ^τ	94,8(3,05 · 10 ⁻⁵) ^τ
Выборочный коэффициент корреляции	250	—0,958	—0,926	—0,993
	300	—0,946	—0,998	—0,985
	350	—0,958	—0,975	—0,973
Константа скорости реакции термополимеризации, с ⁻¹	250	3,61 · 10 ⁻⁷	4,95 · 10 ⁻⁶	1,25 · 10 ⁻⁵
	300	3,82 · 10 ⁻⁶	7,01 · 10 ⁻⁵	2,27 · 10 ⁻⁴
	350	2,44 · 10 ⁻⁵	5,66 · 10 ⁻⁴	2,89 · 10 ⁻³

Как видно из приведенных данных, значения этого коэффициента близки к единице, что свидетельствует о правильности выбранной математической зависимости. На основании численных значений формулы (2) найдены константы скоростей реакций термополимеризации ин-

двигательных непределельных жирных кислот, которые также приведены в таблице. Порядок реакций во всех случаях был равен единице.

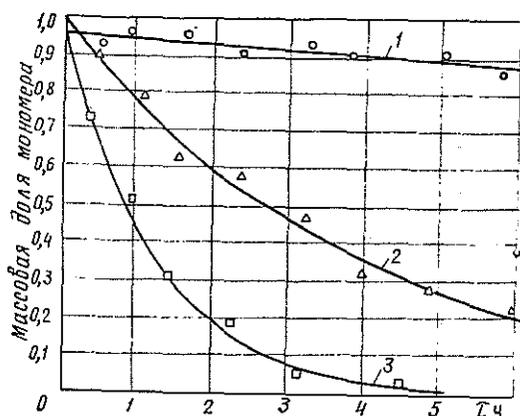


Рис. 1. Кинетические кривые термополимеризации непределельных жирных кислот (температура 300 °С).

1 — олеиновая кислота; 2 — линолевая; 3 — линоленовая.

На основании экспериментальных данных и численных значений формулы (2) построены кинетические кривые убывания массовой доли мономеров в термообработанной пробе (рис. 1).

С использованием метода наименьших квадратов значения констант скоростей реакций термополимеризации непределельных жирных кислот описаны уравнением Аррениуса:

для олеиновой кислоты

$$\lg K = 4,95 - \frac{5940}{T}; \quad (3)$$

для линолевой

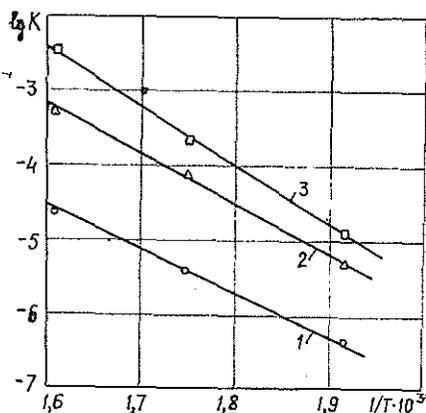
$$\lg K = 7,51 - \frac{6683}{T}; \quad (4)$$

для линоленовой

$$\lg K = 9,77 - \frac{7662}{T}. \quad (5)$$

Рис. 2. Зависимость $\lg K = f(1/T)$ для олеиновой (1); линолевой (2) и линоленовой (3) кислот.

Исходя из этих уравнений вычислены энергии активации реакций термической полимеризации: олеиновой кислоты 113,7, линолевой 127,9, линоленовой 146,7 кДж/моль. В полученных уравнениях Аррениуса выборочные коэффициенты корреляции для олеиновой кислоты равны $-0,9994$, для линолевой $-0,9992$, для линоленовой $-0,9998$.



Уравнения (3)—(5) представлены графически на рис. 2. Как видно из приведенных данных, скорость реакции термополимеризации зависит от количества двойных связей в молекуле кислоты.

Полученные результаты не противоречат сведениям, имеющимся в литературе [2, 5], и могут быть использованы для расчетов промышленного процесса термополимеризации непредельных жирных кислот.

Таким образом, метод ГЖХ можно рекомендовать для изучения кинетики термической полимеризации непредельных жирных кислот. Получены уравнения формальной кинетики термополимеризации непредельных жирных кислот.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ахнозарова С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. — М.: Высш. школа, 1978. [2]. Исследование кинетики термической полимеризации непредельных жирных кислот/ А. А. Багаев, Ю. Е. Мальков, Г. И. Царев и др. — ЖПХ, 1979, т. LII, вып. 3, с. 612—616. [3]. Лапшина Л. А., Куприна Л. Б. Определение массовой доли мономеров в димерных кислотах. — Гидролиз. и лесохим. пром-сть, 1981, № 3, с. 22—23. [4]. Узлов Г. А. Состояние и перспективы производства талловых продуктов. — В кн.: Химия и технология получения и переработки талловых продуктов. Горький, 1977, с. 3—4. [5]. Nase A. Mäntylölyn gasvahaarpojen katalyyttinen dimeerointi. — Kemia — Kemi, 1974, N 4, p. 191—202. [6]. Iden R. B., Kahler E. J. Comparison of Methods for the Quantitative Determination of Tall Oil Fatty Acids by Gas Chromatography. — J. Am. Oil Ch. Soc., 1962, vol. 39, N 3, p. 171—173.

Поступила 6 июня 1983 г.

УДК 630*813.11

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУЛЬВОКИСЛОТ И ПРОДУКТОВ ОКИСЛЕНИЯ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА АЗОТНОЙ КИСЛОТОЙ И ИХ ДЕЙСТВИЕ НА РАСТЕНИЯ

М. Н. РАСКИН, С. Ф. ВИЛЕНЧУК, М. Ф. ОВЧИННИКОВА,
Д. С. ОРЛОВ

НПО Гидролизпром

Московский государственный университет

Лигнин, составляющий от 15 до 36 % массы древесных голосемянных и покрытосемянных растений, и продукты его трансформации играют важную роль в почвообразовательных процессах и формировании почвенного плодородия. Попадая в почву, лигнин разрушается под действием кислорода и почвенных микроорганизмов, преобразуется и участвует в образовании гумуса [1, 7, 8].

Обобщение накопленных данных по превращению лигнина в естественных условиях позволило разработать гипотетические схемы участия лигнина и продуктов его деструкции в процессах гумификации, включающие деметоксилирование, окисление с расщеплением до низкомолекулярных продуктов, конденсацию с аминокислотами, окислительную полимеризацию. В строении лигнина и фрагментов гуаниновых кислот имеется много сходного: присутствие компонентов фенилпропанового ряда, двух- или трехатомных фенолов. В процессе гумификации лигнина последний обогащается карбонильными группами, изменяется степень окисления фенолов, происходит обогащение азотом [1, 13, 15]. Поэтому можно предположить, что предварительная деструкция лигнина, сопровождающаяся образованием дополнительного количества ионных групп, будет способствовать повышению активности лигнина в

реакциях гумификации, приведет к ускоренному образованию гумуса и улучшит условия питания растений. Использование содержащих лигнин продуктов для улучшения почв представляет особый интерес в связи с ясно выраженной тенденцией потери гумуса многими пахотными почвами. Показано, что только для черноземов содержание гумуса в пахотных горизонтах почв ряда районов за последние 50—100 лет понизилось на 20—30 %. Эти потери не компенсируются внесением навоза, и возникает необходимость поиска других источников органических веществ.

Источником гумусоподобных веществ могут служить предварительно модифицированные технические лигнины-отходы, которые образуются в огромных количествах и до сих пор не имеют рационального применения [11]. Технические лигнины, прошедшие высокотемпературную конденсационную обработку, менее подвержены естественным процессам гумусообразования, и перед внесением в почву их целесообразно частично перерабатывать. К числу перспективных способов подготовки относятся методы окислительной деструкции, позволяющие одновременно получать физиологические активные компоненты.

В настоящее время разработаны теоретические основы и в опытно-промышленном масштабе осуществлен технологический процесс получения новых биологических активных веществ (хинонных нитрополикарбоновых кислот — ХНПК) путем окисления гидролизного лигнина азотной кислотой [9].

ХНПК представляют собой сложную комбинацию веществ, включающих продукты глубокой деструкции лигнина (щавелевая, малеиновая, янтарная и другие алифатические кислоты, а также нитропроизводные фенолкарбоновых кислот) и промежуточные продукты окислительной деструкции (смесь полифункциональных и полидисперсных ароматических веществ сложного строения); последние составляют основную массу продуктов окисления и называются основной фракцией (ОФ).

Для уменьшения коррозионного действия при транспортировке и использовании ХНПК совместно с устойчивыми в условиях варки веществами нейтрализуют аммиаком. Полученный раствор с рН 7—7,5 носит название АПК (аммонийные соли поликарбоновых кислот).

Разработан способ получения твердых лигностимулирующих удобрений (ЛСУ), заключающийся в нанесении АПК на гидролизный лигнин в соотношении 1 : 9 с последующей сушкой и грануляцией.

Гидролизный лигнин играет в ЛСУ роль носителя, удерживающего АПК и замедляющего их вымывание. Продукт выпускается на одном из гидролизных заводов в виде сыпучего порошка или гранул по ТУ 59-02-004-24—80.

Таблица 1

Образец	Элементный состав образца				Источник литературы
	N	C	O + S	H	
ОФ	4,5	46,4	45,2	3,9	[3]
ФК	3,5	44,5	49,0	5,3	
	3,5	42,2	49,0	5,3	
	3,2	42,5	48,9	5,4	
ГК	2—5	52—62	31—39	3—6	[11]
ФК	2—4	41—49	47—52	4—5	

Примечание. ГК — гуминовые кислоты.

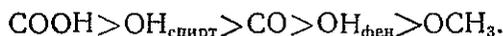
По внешнему виду и растворимости основная фракция (ОФ) продуктов окисления гидролизного лигнина азотной кислотой сходна с природными фульвокислотами (ФК). Это послужило основанием для более глубоких химических исследований, имевших целью выявить сходство и различие ОФ и ФК.

По элементному составу (табл. 1) ОФ оказалась практически идентичной ФК, хотя содержание N и C приближается к верхнему пределу, характерному для ФК. Сходство элементного состава и структурных фрагментов лигнина и ФК позволяет думать об общности основного типа углеродного скелета молекул ФК и ОФ.

Таблица 2

Образец	Функциональный состав образца, мг·экв/г					
	COOH	ОН _{фен}	ОН _{спирт}	C=O	C=O _{хнц}	OSN ₃
ГК [12]	4,5	2,1	2,8	2,5	1,9	0,3
ФК [12]	9,1	3,3	3,6	2,5	0,6	0,1
ОФ гидролизного лигнина:						
хлопковой шелухи [4]	6,0	1,5	2,2	1,8	—	0,2
хвойных пород [4]	5,6	0,7	1,9	1,4	—	0,6

Определенная аналогия прослеживается и в количестве функциональных групп (табл. 2). Гуминовые кислоты, фульвокислоты и основная фракция содержат практически одинаковый набор функциональных групп, причем их содержание убывает в ряду:

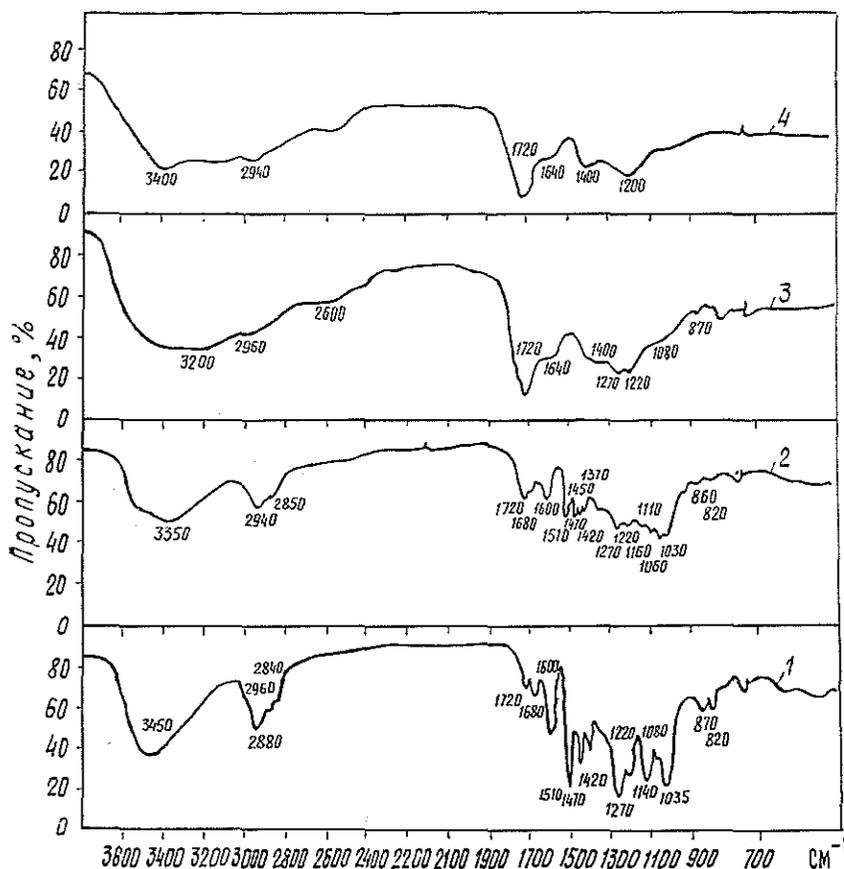


Абсолютные величины содержания функциональных групп в ФК и ОФ совпадают фактически в пределах природного варьирования свойств гумусовых кислот.

Структурная близость ОФ и ФК подтверждается и их инфракрасными спектрами (рис. 1). Для обоих веществ характерно размытое поглощение в области колебаний ОН-групп ($3200\text{—}3400\text{ см}^{-1}$), слабые полосы метиленовых и метильных группировок (около $2960\text{—}2940\text{ см}^{-1}$), характерные и интенсивные полосы COOH-групп при 1720 см^{-1} , переходящие в уступ около 1640 см^{-1} , обусловленный, видимо, C=C-связями ароматических колец. Аналогия прослеживается и в более длинноволновом участке спектра, причем не только по набору полос, но и по их конфигурации и относительной интенсивности [14].

Исследование кислотно-основных свойств ОФ методами термодинамики, потенциометрии и спектрофотометрии, а также реакций взаимодействия ОФ с ионами меди (II) в водных растворах показало, что основная фракция близка по свойствам к природным фульвокислотам. На основании проведенных исследований выявлен характер взаимодействия ОФ с ионами меди (II) в водных растворах, который оказался аналогичным механизму взаимодействия с медью природных ФК [6, 10].

Сравнение полученных величин констант протонизации и изменений энтальпии (ΔH^0) для ОФ с результатами изучения термодинамики протонизации индивидуальных химических соединений позволяет сделать вывод, что мономерными звеньями, входящими в состав ОФ и определяющими ее кислотно-основные свойства, в основном, являются фенольные, бензойные и оксибензойные группировки; при этом основная часть оксибензойных группировок, по всей вероятности, представ-



ИК-спектры.

1 — гидролизный лигнин; 2 — диоксанлигнин ели; 3 — ОФ продуктов окисления гидролизного лигнина азотной кислотой; 4 — фульвокислота (по работе [15]).

ляет собой фрагменты салициловой кислоты. Как следует из данных, приведенных в работах [6, 10], исследуемые соединения очень похожи и по этим свойствам на природные ФК, для которых также характерно присутствие тех же группировок. Но для образования салицилатных группировок в процессе окисления лигнина необходимо наличие соответствующего количества углерод-углеродных связей в орто-положении к фенольному гидроксилу, которые образуются в процессе конденсации протолигнина.

Было изучено влияние степени конденсации диоксанлигнина (препарата, близкого к протолигнину) на способность образовывать вещества, аналогичные по свойствам природным ФК. Показано, что необходимым набором свойств обладают только продукты окисления образцов, прошедших высокотемпературную кислотную обработку [3].

Следовательно, с помощью химических и физико-химических методов показано, что продукты окисления гидролизного лигнина азотной кислотой близки по свойствам к природным фульвокислотам.

Кроме химических исследований, проведены широкие биологические испытания изучаемых продуктов на многих культурах в различных почвенно-климатических зонах Союза.

Установлено, что в результате воздействия ОФ и АПК увеличиваются энергия прорастания семян и всхожесть, активизируется их дыхание, усиливаются рост и накопление сухой массы растений, увеличиваются активность ферментов и интенсивность фотосинтеза, на 12—30 % повышается урожай [5].

Исследования показали, что положительное действие ЛСУ и АПК особенно сильно проявляется в условиях Нечерноземной зоны и на горных подзолистых почвах, бедных гумусом.

В качестве примера приводим результаты одного опыта по влиянию АПК на растения кукурузы. Использовали жидкий экстракт АПК с концентрацией 150 мг сухого вещества в 1 мл. Опыт заложен на некультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве (Московская область, агробиостанция МГУ «Чашниково»). На контрольной делянке растения поливали водой без добавки АПК. На одной делянке сеяли семена, замоченные в растворе АПК, содержащем 0,75 мл экстракта в 1 л. На остальных делянках растения поливали водой, содержащей 1—5 мл экстракта в 1 л (табл. 3).

Таблица 3

Влияние АПК на зеленую массу растений кукурузы

Вариант опыта	Средняя масса одного растения, г	Среднее квадратичное отклонение σ	Ошибка среднего арифметического $\pm W$
Контроль	126,5	59	18,4
Посев замоченными семенами	199,0	82	25,6
Полив 20 июня — 10 л/м ² (1 мл экстракта АПК в 1 л раствора)	209,0	180	56,3
Двойной полив: 20 июня — 10 л/м ² (1 мл экстракта АПК в 1 л раствора) и 4 июля — 10 л/м ² (5 мл экстракта АПК в 1 л раствора)	246,0	94	29,4
Полив 4 июля — 10 л/м ² (5 мл экстракта АПК в 1 л раствора)	258,0	130	40,6

Среднее квадратичное отклонение в каждом опыте довольно высокое. Тем не менее, при поливе раствором с концентрацией 5,0 мл препарата в 1 л прибавка урожая достоверна с вероятностью 0,99, а при замачивании семян — с вероятностью 0,95. Увеличение массы кукурузы в максимальном варианте составило более 200 %.

Следовательно, изученные свойства ОФ и ФК указывают на значительное сходство их состава и свойств, а роль ОФ в почве близка к той, которую играет ФК.

Трудно найти полные аналоги таких сложных веществ, какими являются гуминовые кислоты и фульвокислоты, но получить вещества, близкие к ним по химическому составу и биологическому воздействию на растения, оказалось возможным путем окисления гидролизного лигнина. Среди различных аспектов воздействия гуминовых кислот и фульвокислот на высшие растения следует отметить и улучшение поступления элементов минерального питания в растения за счет усиления их проникновения в корневую систему непосредственно или в виде органоминеральных соединений. Воздействие изучаемых продуктов окисления гидролизного лигнина на культуру ячменя Пиркка, выращенную на ис-

кусственной среде (раствор Кнопа), наряду с увеличением биомассы, количества хлорофилла, величины корней и так далее показало и существенную разницу в содержании Fe (II) и Fe (III) в растениях (табл. 4).

Таблица 4

Влияние комплексобразователя (ОФ) на содержание различных форм железа в ячмене

Вариант	Воздушно-сухая масса, г/сосуд	Масса корней, г/сосуд	Хлорофилл, мг/г сырого вещества	Fe ²⁺ , мкг/г сухого вещества	Fe общее, мкг/г сухого вещества	Fe общее, мг/г корней	Суммарный вынос Fe, мг/сосуд
Контроль (раствор Кнопа)	1,6	0,3	2,02	48,7	180	5,82	1,94
	3,8	0,6	1,03	14,1	80	6,86	4,29
Раствор Кнопа + ОФ	2,2	0,4	2,98	72,2	150	5,49	2,54
	6,7	0,8	1,65	21,3	60	5,36	4,69

Примечание. В числителе данные для фазы развития — выход в трубку; в знаменателе — для фазы развития — начало колошения.

Как видно из приведенных результатов, при сохранении общего содержания железа на одном уровне, добавление ОФ продуктов окисления гидролизного лигнина к смеси Кнопа резко увеличивает количество железа (II) в растениях по сравнению с контрольным вариантом [2].

В ферментных системах высших растений содержится, в основном, железо (II), которое в почве практически не существует, так как окисляется до Fe (III) и переходит в нерастворимое состояние, превращаясь в гидроксид. Поэтому можно предположить, что продукты окисления гидролизного лигнина и, весьма вероятно, природные гуминовые и фульвокислоты — не просто транспортные средства микроэлементов, но и вещества, регулирующие соотношение окисленных и восстановленных форм железа.

Таким образом, продукты, получаемые при окислении гидролизного лигнина азотной кислотой, не только близки к фульвокислотам по химическому составу, но и оказывают аналогичное им физиологическое действие на высшие растения. Промышленное производство этих продуктов и их использование в сельском хозяйстве уже сейчас могут быть организованы на базе гидролизного лигнина, накапливающегося на предприятиях Главлмикробиопрома.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. — Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1980. — 288 с. [2]. Влияние продуктов окисления лигнина на содержание двух- и трехвалентного железа в растениях/ Н. Н. Кузнецова, С. Ф. Виленчук, М. Н. Раскин, С. И. Карачун. — Вестник ЛГУ, № 21, Биология, 1983, вып. 4, с. 93—94. [3]. Влияние степени конденсации на свойства основной фракции (ОФ) продуктов окисления диоксанлигнина ели/ С. Ф. Виленчук, М. Н. Раскин, В. В. Блохин и др. — Химия древесины, 1983, № 2, с. 68—71. [4]. Егоров А. Е. Исследование новых направлений переработки гидролизного лигнина окислением азотной кислотой: Автореф. дис. . . канд. техн. наук. — Л., 1979. — 130 с. [5]. Использование лигнина и его производных в сельском хозяйстве: Тез. докл. 1-й Всесоюз. конф. Рига: Зинатне, 1978, с. 12—15, 21—24, 34—45. [6]. Исследование процесса комплексобразования основной фракции продуктов окисления гидролизного лигнина азотной кислоты с ионами Cu^{+2} в водных растворах/ М. Н. Раскин, С. Ф. Виленчук, В. В. Блохин и др. — Химия древесины, 1981, № 3, с. 66—68. [7]. Кононова М. Н. Органическое вещество почвы. — М.: Изд-во АН СССР, 1963 — 313 с. [8]. Орлов Д. С.

Гумусовые кислоты почв.— М.: Изд-во МГУ, 1974. — 333 с. [9]. Раскин М. Н., Егоров А. Е., Давыдов П. С. Технология получения лигностимулирующего удобрения ЛСУ. — Гидролизное производство, 1979, № 6, с. 18—20. [10]. Термодинамика протонизации продуктов окисления лигнина в водных растворах/ М. Н. Раскин, С. Ф. Виленчук, Н. А. Барбашнинова и др. — Химия древесины, 1981, № 3, с. 61—65. [11]. Эпштейн Я. В., Ахмина Е. И., Раскин М. Н. Рациональные направления использования гидролизного лигнина. — Химия древесины, 1977, № 6, с. 24—44. [12]. Chen V., Schnitzer M. Scanning electron microscopy of a humic acid and of a fulvic acid its metal and clay complexes. — Soil. Sci. Soc. Amer. J., 1976, 40, N 5, p. 682—686. [13]. Flaig W., Bentelspacher H., Rietz E. Chemical composition and physical properties of Humic substances. — Jn.: Soil. components, v. 1. Organic components/ Ed. by J. E. Jieseking. New-York, 1975, p. 1—211. [14]. Stevenson F., Goh K. M. Infrared spectra of humic acids and related substances. — Geochim. et cosmochim. acta, 1971, v. 35, p. 471—483. [15]. Stevenson F. J. Humus chemistry.— New-York, 1982, p. 443.

Поступила 29 ноября 1983 г.

УДК 547.992.3 + 546.723'267

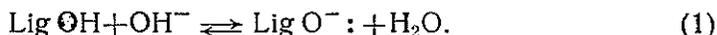
ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУЛЬФАТНОГО ЛИГНИНА С ФЕРРИЦИАНИДОМ КАЛИЯ

Е. В. КОМАРОВ, Ю. Г. ХАБАРОВ, Г. Ф. ПРОКШИН

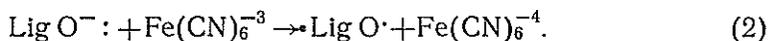
Архангельский лесотехнический институт

Результаты исследования взаимодействия сульфатного лигнина с феррицианидом калия [1—3], а также данные о механизме окисления низкомолекулярных фенолов феррицианидом калия [4, 5] позволяют предположить следующую схему протекания реакции.

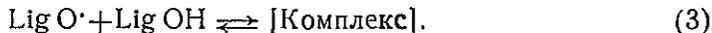
Сульфатный лигнин в растворе находится в равновесии со своей ионизованной формой



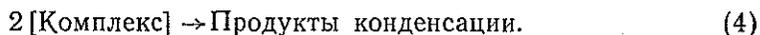
Под действием феррицианида калия происходит образование свободных радикалов



Свободные радикалы образуют окрашенный комплекс с фрагментами лигнина, обладающими акцепторными свойствами, а при избытке феррицианида калия, возможно, и с ним самим:



Образующийся комплекс — малопрочное соединение и в щелочной среде разрушается за счет конденсации между двумя комплексами



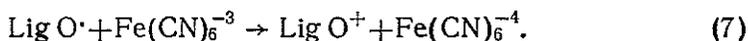
Кроме того, представляется возможным и процесс внутрикомплексной конденсации:



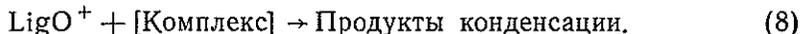
Наряду с процессами конденсации происходит также и реакция деметилирования лигнина



В присутствии избытка феррицианида калия может происходить более глубокое окисление



Образующаяся катионная частица весьма реакционноспособна и, взаимодействуя с комплексом, приводит к его разрушению:



В предложенной схеме протекания реакции взаимодействия сульфатного лигнина с феррицианидом калия стадии (1)—(3) быстрые, а к скоростьопределяющим относятся конденсационные процессы.

При количественной оценке кинетики реакции изучено изменение оптической плотности реакционной среды при 500 нм.

Для этого первоначально готовили раствор сульфатного лигнина концентрацией 4 мг/мл в 0,05 н. растворе едкого натра и растворы феррицианида калия концентрацией 10 мг/мл в 0,1; 0,25; 0,5 и 1 н. едком натре. Затем в мерные колбы (25 мл) вносили заданный объем раствора лигнина, быстро приливали необходимый объем щелочного раствора феррицианида калия. Объем раствора доводили до метки раствором едкого натра соответствующей концентрации. Содержимое колбы перемешивали, выливали в кювету фотоколориметра КФ-5 и через определенные промежутки времени записывали оптическую плотность раствора.

В результате получены кинетические кривые (рис. 1).

Рис. 1. Кинетические кривые изменения оптической плотности D окрашенного комплекса в щелочной среде от длительности процесса τ при концентрации сульфатного лигнина 0,16 мг/мл.

Кривая 1: концентрация едкого натра 0,1 н., феррицианида калия 0,4 мг/мл; кривая 2: концентрация едкого натра 0,1 н., феррицианида калия 4 мг/мл; кривая 3: концентрация едкого натра 0,25 н., феррицианида калия 4 мг/мл.

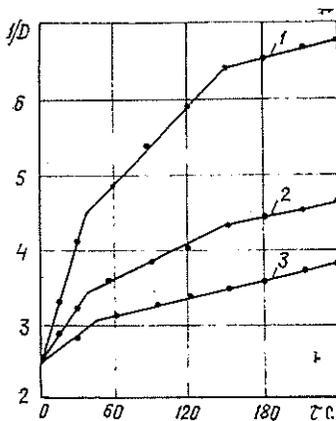
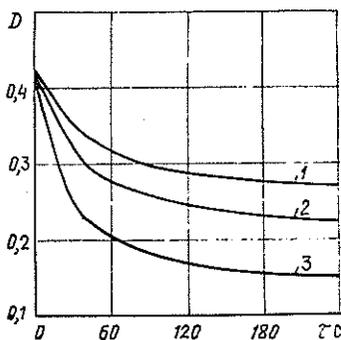


Рис. 2. Анаморфозы кинетических кривых изменения оптической плотности D окрашенного комплекса в щелочной среде от длительности процесса τ при концентрации сульфатного лигнина 0,16 мг/мл.

Кривая 1: концентрация едкого натра 0,25 н., феррицианида калия 4 мг/мл; кривая 2: концентрация едкого натра 0,1 н., феррицианида калия 4 мг/мл; кривая 3: концентрация едкого натра 0,1 н., феррицианида калия 0,4 мг/мл.

Концентрация щелочи, х	Масса лигнина в 25 мл раствора, мг	Масса феррицианида калия в 25 мл раствора, мг	Расчет по уравнению			
			1-го порядка		2-го порядка	
			$k \cdot 10, \text{мин}^{-1}$	Погрешность, %	$k \cdot 10, \text{мин}^{-1} \times \times D^{-1}$	Погрешность, %
0,10	2	10	1,4	39,9	8,4	2,9
	2	50	2,0	15,7	13,0	5,7
	2	100	3,0	18,4	17,5	5,5
	4	2	1,6	14,7	5,5	2,5
	4	10	1,8	22,7	5,8	1,7
	4	50	3,1	11,3	9,9	3,8
	4	100	3,2	17,9	10,5	6,3
	8	2	1,1	26,3	2,3	3,0
	8	10	1,5	12,1	2,6	2,7
	8	50	2,4	13,2	4,3	4,3
	8	100	2,6	15,0	4,6	4,9
	0,25	2	2	4,9	13,7	36,2
2		10	4,1	19,4	31,2	8,3
2		50	5,7	14,4	46,9	9,5
2		100	4,5	22,4	39,7	13,9
4		2	2,5	23,9	9,5	6,1
4		10	2,3	8,2	8,3	2,7
4		50	4,2	19,1	16,9	9,9
4		100	5,1	15,4	22,2	9,1
8		2	2,2	26,4	4,5	5,3
8		10	2,1	20,0	4,1	5,1
8		50	3,0	16,3	5,7	6,2
8		100	3,1	21,0	6,2	8,0
0,50	2	2	2,5	18,8	18,9	5,2
	2	10	4,9	16,0	38,9	7,1
	2	50	6,3	19,5	49,6	14,4
	2	100	13,8	10,3	112,9	10,9
	4	2	2,5	23,6	9,2	5,7
	4	10	2,7	16,4	10,2	5,1
	4	50	4,3	21,6	18,1	10,5
	4	100	5,2	19,3	23,6	11,4
	8	2	1,9	22,0	6,3	5,7
	8	10	2,0	24,5	3,7	5,2
	8	50	3,9	20,9	7,9	9,3
	8	100	3,7	21,3	7,9	10,8
1,00	2	2	2,4	10,4	16,2	2,5
	2	10	7,1	14,5	72,3	10,9
	2	50	10,4	14,2	94,4	16,0
	2	100	10,9	12,7	99,5	15,4
	4	2	2,3	29,7	8,9	7,6
	4	10	3,8	22,8	12,9	7,3
	4	50	7,7	17,2	33,3	14,7
	4	100	6,8	19,6	31,9	15,9
	8	2	2,6	29,5	5,6	7,5
	8	10	2,4	26,9	4,7	6,9
	8	50	4,5	25,1	9,8	13,0
	8	100	5,1	20,9	11,4	12,6

Обработка кривых произведена на ЭВМ «Минск-32» по программе, написанной на языке ФОРТРАН. В основу программы положен метод наименьших квадратов, с помощью которого зависимости $\ln(D) = f(\tau)$ и $1/D = f(\tau)$ для уравнений 1- и 2-го порядков соответственно аппрок-

симиrowали линейными зависимостями, тангенсы угла наклона которых численно равны константам скорости реакции. Применимость вычисленных констант для описания зависимости оптической плотности от длительности процесса оценена по средней относительной погрешности между экспериментальными и расчетными значениями оптической плотности, большие величины которых свидетельствуют о непригодности простых кинетических зависимостей. В этом случае $\ln D = f(\tau)$ и $1/D = f(\tau)$ нелинейны. Пример такой зависимости приведен на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что константа скорости с течением времени уменьшается. Это может быть связано с образованием в ходе реакции менее реакционноспособных продуктов, в дальнейшем участвующих в реакции с меньшими скоростями.

В таблице приведены константы скорости реакции k , вычисленные по уравнениям 1- и 2-го порядков для реакции сульфатного лигнина с феррицианидом калия.

Как видно из данных таблицы, скорость реакции при равных прочих условиях практически прямо пропорциональна концентрации щелочи. Специфическое влияние рН состоит в способности реагирующих веществ в зависимости от концентрации ионов водорода менять свою природу, присоединяя или отдавая протон. С увеличением концентрации едкого натра происходит смещение равновесия первой реакции вправо, в результате чего макромолекулы лигнина становятся более ионизованными.

Скорость реакции зависит также и от количества феррицианида, вступающего в реакцию. В большинстве опытов с увеличением соотношения феррицианид калия — лигнин величина константы скорости возрастает, причем зависимость имеет характер кривой насыщения.

Изменение начальной концентрации лигнина в растворе оказывает существенное влияние на скорость реакции. С увеличением концентрации лигнина константа скорости реакции уменьшается примерно обратно пропорционально массе лигнина, участвующей в реакции.

Данные, полученные на основе фотометрической регистрации процесса, позволяют заключить, что реакция подвержена основному катализу. Механизм реакции весьма сложен, на ее течение влияет концентрация как лигнина, так и феррицианида калия. При малых количествах феррицианида калия удовлетворительные результаты дает применение уравнения 2-го порядка. В этом случае скорость реакции может быть выражена уравнением

$$-\frac{d[\text{Компл.}]}{d\tau} = k \frac{[\text{Компл.}]^2 [\text{ОН}]_0 [\text{Fe}(\text{CN})_6^{-3}]_0}{[\text{Lig OH}]_0 \left\{ a + [\text{Fe}(\text{CN})_6^{-3}]_0 \right\}}$$

где $[\text{ОН}]_0$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6^{-3}]_0$ и $[\text{LigOH}]_0$ — начальные концентрации щелочи, феррицианида калия и лигнина;

$[\text{Компл.}]$ — текущее значение концентрации окрашенного комплекса, которая пропорциональна оптической плотности раствора;

a — коэффициент, необходимый для описания зависимости констант скорости реакции от концентрации феррицианида калия в виде кривой насыщения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Изучение взаимодействия сульфатного лигнина с феррицианидом калия методом ИК-спектроскопии/ Ю. Г. Хабаров, Г. Ф. Прокшин, И. М. Боховкин, И. В. Хазова. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1, с. 64—69. [2]. Хабаров Ю. Г., Боховкин И. М., Прокшин Г. Ф. Комплексообразование при взаимодействии феррицианида калия с сульфатными лигнинами. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 5, с. 76—80. [3]. Хабаров Ю. Г., Прокшин Г. Ф., Комаров Е. В. Изучение химического состава продуктов реакции сульфатного лигнина с феррицианидом калия. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 6, с. 85—88. [4]. Scott A. I. Oxidative coupling of phenolic compounds. — Quarterly Reviews, 1965, vol. 19, N 1, p. 1—35. [5]. Thyagarajan B. S. Oxidations by ferricyanide. — Chem. Rev., 1958, vol. 58, p. 439—460.

Поступила 23 декабря 1983 г.

УДК 630*864.2 : 621.926.73

ПОДГОТОВКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЛИГНИНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н. В. ОВЧИННИКОВ, Ю. Д. АЛАШКЕВИЧ, В. Г. ВАСЮТИН,
В. А. БОЯРЧЕНКО

Сибирский технологический институт

В ряде литературных источников [2—4] описаны возможные пути использования технического (гидролизного) лигнина в качестве добавок при производстве синтетического каучука, пластмасс, строительных материалов, а также в качестве органической добавки к почвам, бедным гумусными веществами, и т. д. Однако во всех случаях лигнин без предварительной его подготовки — малоэффективный компонент.

Существующие способы механического диспергирования лигнина на шаровых и молотковых мельницах, а также при помощи сочетания механического диспергирования со звуковым на вибрационных мельницах не дают желаемых результатов, так как при этом получаются грубодисперсные системы. Причем эти попытки диспергирования лигнина проводили как в сухом виде, так и в виде суспензии. При диспергировании лигнина в виде суспензии на гидродинамической ультразвуковой установке [1] наиболее целесообразно принимать концентрацию суспензии равной 10 %.

Значительный интерес представляет процесс диспергирования технического лигнина при использовании его в качестве органической добавки для получения органоминеральных удобрений.

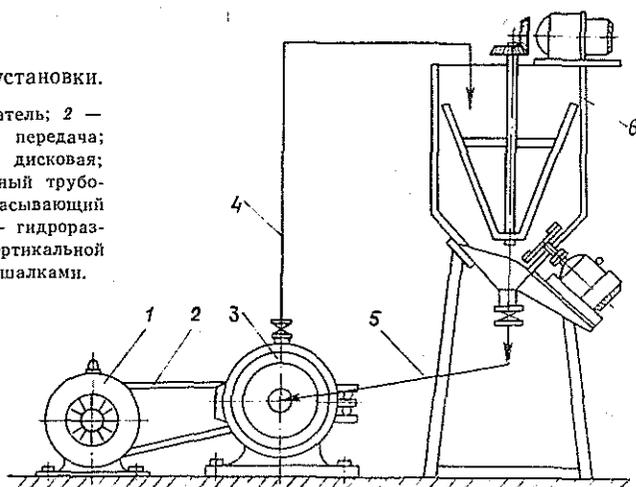
Учитывая важность предварительной подготовки (диспергирования) лигнина для получения органоминеральных удобрений, в данной работе изучены и представлены некоторые параметры этого процесса. Основная задача диспергирования (разработки) лигнина в виде суспензии заключалась в изменении как количественных, так и качественных характеристик суспензии. Критериями оценки разработки лигнинной суспензии явились геометрические размеры частиц лигнина и полученные смеси без суточного отстоя.

Исследования проводили в лаборатории оборудования для размола волокнистых материалов СибТИ на полупромышленной установке, основные узлы которой представлены на рис. 1.

Изучали следующие параметры процесса разработки лигнинной суспензии: концентрацию суспензии C , %; продолжительность обработки суспензии в гидроразбивателе (предварительное время обработки) и в дисковой мельнице τ , мин; зазор между ножами ротора и статора

Рис. 1. Схема установки.

1 — электродвигатель; 2 — клиноременная передача; 3 — мельница дисковая; 4 — нагнетательный трубопровод; 5 — всасывающий трубопровод; 6 — гидроразбиватель с вертикальной и наклонной мешалками.



мельницы δ , мм; удельный расход электроэнергии на разработку суспензии E , кВт · ч/т.

В качестве исследуемой волокнистой суспензии использовали технический гидролизный лигнин Красноярского биохимического завода в водной среде различной концентрации.

Методика проведения экспериментов заключалась в следующем. Первоначально взятый лигнин просеивали через сито с размером ячеек 20×20 мм для удаления непровара и крупных включений, засыпали в емкость гидроразбивателя и разбавляли водой для получения суспензии определенной концентрации (2, 4, 6, 8, 10 %).

Суспензию предварительно обрабатывали в гидроразбивателе, а затем пропускали через дисковую мельницу. (Гарнитура мельницы разработана и изготовлена в лаборатории оборудования для размола волокнистых материалов СибТИ). По ходу процесса через 5 мин пробы отбирали для анализов на отстой смеси, определения размеров частиц лигнина с помощью ланометра.

Данные проведения экспериментов и их результаты представлены в таблице.

Но- мер опы- та	Концент- рация, %	Продолжи- тельность обработки на дисковой мельнице при зазоре 0,2 мм, мин	Су- точ- ный от- стой, %	Геометрические размеры частиц лигнина, мм
1	9,15	—	44	$0,280 \times 0,080$
2	9,09	—	20	$0,120 \times 0,020$
3	9,04	10	12	$0,048 \times 0,018$
4	8,90	20	8	$0,020 \times 0,008$
5	8,85	30	0	$0,012 \times 0,005$

Примечание. Продолжительность обработки суспензии в гидроразбивателе и в дисковой мельнице при зазоре между ножами ротора и статора постоянно и составляет соответственно 25 и 15 мин.

В таблице длительность обработки массы в гидроразбивателе для различных экспериментов остается постоянной и равной 25 мин. Это объясняется назначением гидроразбивателя в общей схеме установки (рис. 1).

Основное назначение гидроразбивателя — предварительная подготовка суспензии для создания необходимой ее текучести при дальнейшем пропуске через мельницу. Установлено, что это время следует сокращать до минимума с целью уменьшения удельного расхода энергии. Для условий эксперимента это время оказалось равным 25 мин.

Продолжительность диспергирования суспензии непосредственно в мельнице определяется качественными характеристиками ее обработки и зависит от зазора между ножами ротора и статора мельницы. Общая продолжительность диспергирования в мельнице, судя по данным таблицы, складывается из длительности предварительного диспергирования (при зазоре между ножами ротора и статора 4 мм) и длительности окончательного диспергирования суспензии (при зазоре между ножами 0,2 мм).

В соответствии с данными таблицы продолжительность предварительного диспергирования для всех экспериментов остается величиной постоянной и равной 15 мин, что необходимо для перехода к более интенсивному диспергированию суспензии со значительно меньшими зазорами между ножами (0,2 мм). Чтобы обеспечить наиболее экономичные условия разработки суспензии, продолжительность диспергирования необходимо сокращать. Максимальная продолжительность окончательного диспергирования суспензии в мельнице, для получения необходимого количества обработки, исходя из таблицы, составляет 30 мин. После такой обработки суспензии показатель ее суточного отстоя равен нулю.

В результате активирования технический гидролизный лигнин превратился в высокодисперсный продукт, обладающий развитой активной поверхностью; его можно использовать как добавку для получения органоминеральных удобрений.

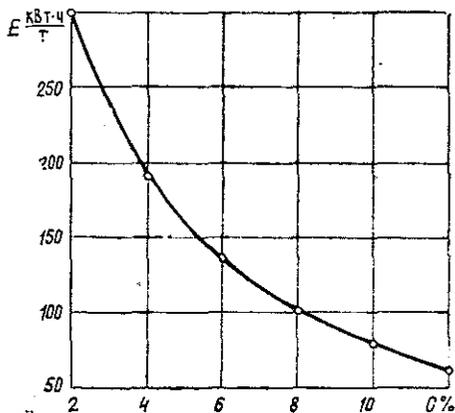


Рис. 2.

На рис. 2 представлена зависимость удельного расхода электроэнергии E от концентрации суспензии C . Как видно из графика, удельный расход электроэнергии снижается при увеличении концентрации обрабатываемой массы. Эксперименты показали, что при прочих равных условиях необходимо стремиться к максимально возможному увеличению концентрации обрабатываемой суспензии. В рассматриваемом случае максимальная концентрация суспензии составляла 10 %. Дальнейшее увеличение концентрации сдерживалось из-за значительного сокращения текучести суспензии.

Совместно с сотрудниками кафедры «Оптимизация полезных ископаемых» Красноярского института цветных металлов, а также кафедры ботаники Красноярского сельскохозяйственного института проведена наработка опытной партии органоминеральных удобрений из отходов Красноярского биохимического завода (лигнина) и фосфоритов Телекского и Сейбейнского месторождений.

На основе актов вегетационных и полевых испытаний органоминерального удобрения можно сделать вывод, что полученное удобрение увеличивает урожай зерна пшеницы по отношению к суперфосфату на 1,9—33,0 %.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Активирование гидролизного лигнина на ультразвуковой гидродинамической установке/ К. К. Делкова, Ю. Н. Зафранский, И. А. Князев, Р. З. Пен. — Химия и химическая технология: Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск, 1969, с. 270—273. [2]. Гидролизный лигнин — наполнитель пластмасс. — Гидролизное производство: Науч.-техн. реф. сб. 1978, 2 (102), с. 1. [3]. Прохорчик Т. В., Скригин А. И., Шестаков В. И. Производство гранулированного органоминерального удобрения с использованием гидролизного лигнина. — В кн.: Продукты переработки древесины — сельскому хозяйству. Ч. 2, Рига, 1973, с. 76—80. [4]. Чудаков М. И. Промышленное использование лигнина. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Лесн. пром-сть, 1972, с. 198—202.

Поступила 2 января 1984 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*308

К ВОПРОСУ
ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОЗАГОТОВОК
В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ УРАЛА

Т. С. ЛОБОВИКОВ, В. Е. КАЛЯМИНА

Ленинградская лесотехническая академия

Перед множеством лесозаготовительных предприятий Европейско-Уральской зоны стоит реальная перспектива либо прекратить производственную деятельность после вырубки оставшихся ресурсов спелых лесов, либо существенно сократить лесозаготовки и перейти на новые формы организации.

Эксплуатация таежных лесов Урала базируется, главным образом, на экстенсивной основе, что обуславливалось экономической необходимостью и возможностью форсированного освоения избытка спелых и перестойных насаждений. Преимущественная форма освоения лесов — сплошнолесосечная с применением концентрированных и условно-сплошных рубок.

По мере ограничения ресурсов спелого леса решение проблемы более полного использования и повышения их продуктивности представляется возможным, прежде всего, за счет совершенствования применяемых форм эксплуатации лесов путем внедрения, в дополнение к сплошным, различных несплошных рубок (выборочных, постепенных). Целесообразность и возможность развития несплошных рубок на Урале подкрепляется тем, что концентрированные рубки на значительной площади хвойных лесов влекут смену пород, а при систематических перерубах расчетной лесосеки по хвойному хозяйству в лесах III и II групп не полностью используются возможности освоения хвойного хозяйства лесов I группы, где сплошные концентрированные рубки, как правило, недопустимы.

Лесные массивы Свердловской области — это, в основном, разновозрастные хвойно-лиственные насаждения, более чем на 80 % обеспеченные подростом хозяйственно ценных пород, произрастающие чаще всего на дренированных почвах и имеющие полноту 0,5 и выше [4]. Это в полной мере отвечает основным лесоводственным требованиям и возможностям проведения несплошных, главным образом выборочных рубок. Развитию несплошнолесосечных форм лесозаготовки способствует и наличие в лесном фонде Урала довольно развитой дорожной сети.

Итак, в условиях интенсивного развития лесозаготовительных предприятий, наряду со сплошными концентрированными, должны найти широкое применение рубки сплошные узколесосечные, а также постепенные и выборочные. В системе с рубками санитарными и ухода они образуют комплексные рубки. Разумное сочетание сплошных и несплошных (главного и промежуточного пользования) рубок необходимо оценивать лесоводственно-экономическим критерием.

В современной практике лесоводственные рубки производят обычно независимо от лесопромышленных, поэтому, как правило, они не

экономичны, а полученная при этом древесина (преимущественно маломерная и низкосортная) часто не находит сбыта. При переходе к комплексным рубкам процессы ухода за лесом опираются на прочную базу главных рубок, а древесина от них вливается в общий поток лесопродукции, поддается облагораживанию (например, производством технологической щепы) и может быть успешно реализована. Это открывает благоприятные возможности интенсификации процессов лесовыращивания.

С постепенной сменой способов рубок, а также под влиянием складывающихся специфичных экономических и природных условий, естественно, должна претерпевать изменения техника, технология и организация лесозаготовительного производства, приобретая все более лесоводственно оправданные формы. Основой трансформации является меняющееся во времени рациональное сочетание сплошных и несплошных рубок.

Накопленный практический и научный опыт свидетельствует, что в соответствующих лесорастительных условиях применение несплошных рубок (с учетом оценки их по комплексу работ: рубка — возобновление — формирование спелого леса) значительно эффективнее сплошных. Это проявляется в сокращении оборота рубки на 10—20 лет, сохранении подроста и тонкомера, полном или частичном исключении лесосукультурных работ, в повышении продуктивности насаждений, выхода и качества деловой древесины [1, 2, 4, 5]. Однако, несмотря на это, доля несплошных рубок в нашей стране незначительна. В 1982 г. на постепенные и выборочные рубки приходилось 7,4 % общего объема рубок [3], что гораздо ниже экономически и лесоводственно оправданного уровня, а также уровня их применения в западноевропейских странах и США (40—60 %). Невелик объем несплошных рубок и на Урале (менее 3 %).

Основной момент, сдерживающий развитие несплошнолесосечной формы освоения лесов, — отсутствие специальной, главным образом, колесной и малогабаритной лесозаготовительной техники.

Основным сложившимся типом технологического процесса лесозаготовок в Свердловской области является вывозка хлыстов на нижние склады леспромхозов и лишь частично во двор потребителя. Технология заготовки сортиментов на лесосеке не получила должного развития, хотя для этого есть многие необходимые и благоприятные условия. Это, прежде всего, эксплуатация лесов I группы, горных лесов, разрозненных лесосек с небольшим запасом древесины, оставление семенных куртин на вырубленных площадях, дальнейшее развитие рубок ухода.

В свете требований комплексного использования древесного сырья во многих случаях может оказаться экономически целесообразной вывозка на нижний склад деревьев, а также производство щепы на лесосеке из толстых сучьев, тонкомерной древесины.

На выбор технологии влияют разнообразные факторы, многие из которых преломляются через систему применяемых рубок (рис. 1). В то же время определенный тип технологии внедряется в целях решения ряда задач (экономических, лесоводственных, социальных и др.).

Смена технологии лесозаготовок в одном случае может нести предприятию определенные экономические потери; в другом, наоборот, некоторое затягивание с трансформацией окажется экономически целесообразным. Следовательно, трансформация технологии лесозаготовительного процесса должна опираться на совокупность факторов, определяющих ее и носящих относительно стабильный характер на извест-

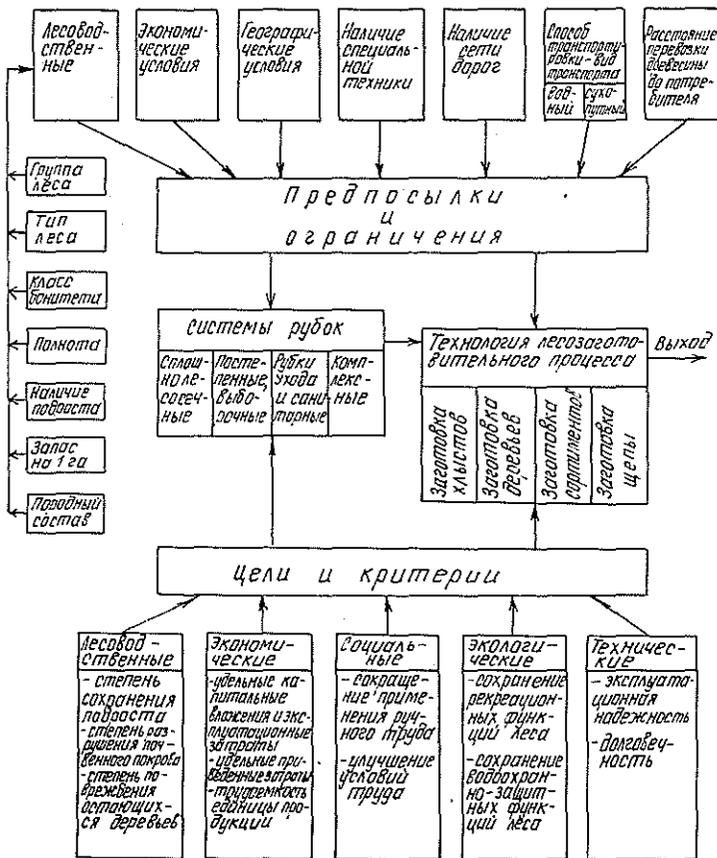


Рис. 1. Процесс формирования типа технологии лесозаготовительного процесса.

ном этапе развития предприятия, а также на объемные и временные параметры (оптимальный объем производства, оптимальная продолжительность периода).

Многообразие факторов, влияющих на выбор технологии, предполагает установление для каждого этапа развития предприятия наиболее эффективного типа технологии. Оптимальный вид технологического процесса может быть определен путем, представленным системограммой на рис. 2.

Альтернативность постановки проблемы достигается за счет вариации следующих элементов воздействия на лес: 1) систем рубок, 2) способов возобновления, 3) видов рубок ухода, 4) типов технологии лесозаготовительного процесса.

В качестве базового при сравнении следует рассматривать вариант с применением технологии и организации лесозаготовок только на сплошных рубках, являющихся преимущественной формой промышленного освоения лесов Урала в настоящее время.

Особую сложность приобретает выбор критерия оптимальности для оценки вариантов решения. Главное требование, которому должен

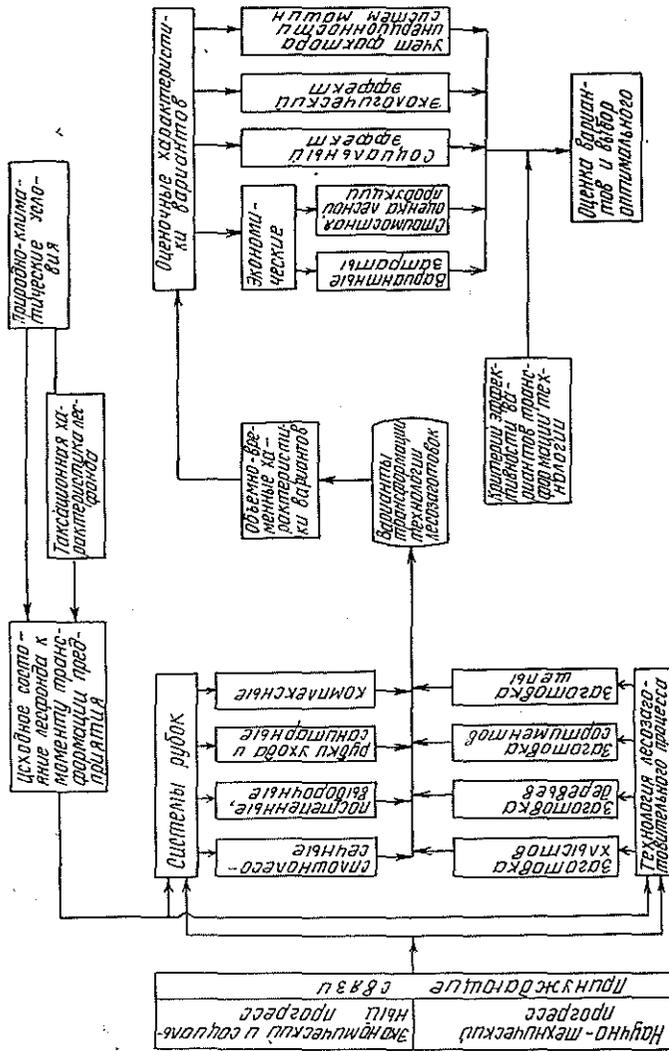


Рис. 2. Системграмма выбора оптимального варианта трансформации технологии лесозаготовительного процесса.

отвечать этот критерий, — обеспечение оценки вариантов в соответствии с поставленными целями. Каждая из альтернатив трансформации технологии лесозаготовок по-разному влияет на состояние древостоев, пройденных тем или иным способом рубок, себестоимость работ по заготовке леса, способы лесовозобновления.

Методика определения объемно-временных параметров разработана предшествующими исследованиями кафедры экономики лесной промышленности ЛТА с использованием экономико-математического моделирования.

Оптимальный вариант следует выбирать по коэффициенту эффективности, определяемому отношением суммарного (экономического, экологического, социального) эффекта от трансформации технологии к приведенным затратам, связанным с трансформацией.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Анучин Н. П. Постепенные и выборочные рубки. — Пушкино: ВНИИЛМ, 1962. — 62 с. [2]. Дерябин Д. И. Рациональные способы рубок леса. — Лесн. хоз-во, 1980, № 7, с. 20—22. [3]. Михайлов Л. Нужна специальная техника. — Лесн. пром-сть, 1983, 8 дек. [4]. Мороз П. И. Выборочные рубки в таежных лесах. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 128 с. [5]. Побединский А. В. Рубки главного пользования. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 191 с.

Поступила 19 марта 1984 г.

УДК 658.014

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ

А. П. ИВАНОВ, О. А. ФЕДЯЕВ

ВНИПИЭИлеспром

Создание производственных объединений в лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР явилось частью широкой программы мер, направленных на совершенствование структуры управления отраслью.

В системе Минлесбумпрома на территории РСФСР производственные лесозаготовительные объединения (ПЛО), как первичное звено промышленности, возникли в 1975 г., создано их было 88 единиц, 18 со специализированным управлением, 70 — на базе головных предприятий. В состав объединений вошли 535 предприятий и организаций.

Со времени организации ПЛО накоплен некоторый положительный опыт, довольно четко проявились и недостатки.

Рассмотрим вначале два производственных объединения, опыт организации которых может быть использован в промышленности.

Объединение Китойлес (Иркутская область) было создано на базе трех предприятий: Китойской лесоперевалочной базы (головное предприятие), Моргудейского и Широкопадского леспромхозов (филиалы). Для Китойской ЛПБ характерна глубокая переработка древесины. Леспромхозы специализируются на заготовке леса и поставке ее головному предприятию в сортиментах (сплавом) и хлыстах (на автомашинах). Организация вывозки леса в хлыстах со временем приведет к ликвидации нижних складов в филиалах и сокращению числа рабочих, при этом производительность труда на высокомеханизированном нижнем складе головного предприятия окажется значительно выше, чем в леспромхозах. Более глубокая переработка древесного сырья и использование отходов вызвали увеличение выпуска товарной продукции на 5,1 %. На лесоперевалочной базе сконцентрированы все вспомогательные службы объединения и единое ЖКО.

Вспомогательные службы в филиалах ограничены мастерскими участками по техническому обслуживанию и текущему ремонту техники. В результате централизации ремонтной службы и материально-технического снабжения коэффициент технической готовности тракторов с 1975 г. по 1980 г. повысился с 0,59 до 0,65.

Ликвидация вспомогательных служб и производств в филиалах позволила сократить аппарат управления, повысить эффективность его работы за счет сосредоточения внимания на решении определенного, более узкого круга вопросов. Среднегодовой темп роста производительности труда в объединении с 1975 г. по 1980 г. составил 5,5 % в то вре-

мя как по ВПО Иркутсклеспром наблюдалось среднегодовое снижение на 1,4 %. Кроме того, коллектив объединения одним из первых среди лесных предприятий Приангарья начал практическую реализацию эффективного использования всех отходов заготовки и переработки древесины. Основными видами продукции, получаемой из отходов, являются технологическая щепка и товары культурно-бытового назначения. Их выпуск с каждым годом увеличивается.

В основу создания объединения Алапаевсклес (Свердловская область) положены технологические связи и выгодное территориальное расположение его предприятий. Объединение представлено семью предприятиями-филиалами (пятью леспромхозами, УЖД и ДОКом) и двумя лесопунктами. Здесь реализованы принципы технологической однородности продукции, комбинирования производства и централизации вспомогательных цехов и служб. Все предприятия расположены в одном административном районе, связаны единой транспортной сетью — Алапаевской УЖД, все, кроме Хабарчихинского ЛПХ, являются поставщиками сырья для Алапаевского ДОКа, а также Верхне-Синячихинского фанерного комбината и лесохимического комбината.

В результате создания объединения были ликвидированы противоречия между предприятиями, раньше комбинат выступал в роли арбитра и много времени тратил на рассмотрение их взаимных претензий. При создании единого производственно-хозяйственного комплекса представилось возможным в рамках объединения маневрировать лесосечным фондом, техникой, рабочей силой. Увеличился объем переработки древесины и отходов. Выпуск товарной продукции на 1000 м³ вывезенной древесины с 1975 г. по 1980 г. возрос более чем в 1,5 раза.

Концентрация средств на капитальное строительство позволила в течение двух лет резко поднять техническую оснащенность Хабарчихинского ЛПХ. Фондовооруженность труда его рабочих возросла за этот период с 7250 до 8865 р.

Коэффициент технической готовности машин увеличился на 11 % в результате централизации ремонтной службы. Улучшилась организация, возросла в объединении оперативность управления лесозаготовительным производством. В случае необходимости, например, с центрального диспетчерского пункта хлысты с лесосеки могут быть направлены для разделки на нижний склад любого из трех соседствующих на УЖД леспромхозов.

В объединении были реконструированы и укрупнены нижние склады с ликвидацией мелких малопроизводительных, за счет организации крупных дорожно-строительных отрядов увеличился объем строительства дорог постоянного действия, новая техника была сконцентрирована на отдельных предприятиях, что позволило поднять эффективность ее использования.

Наряду с некоторыми успехами, в организации производственных объединений имеют место, как уже отмечалось, существенные недостатки, преимущества новой формы организации управления в связи с этим используются далеко не в полной мере.

К числу недостатков в организации части ПЛО на базе головных предприятий следует отнести механическое соединение входящих в их состав предприятий.

Производственные объединения по объему производства представлены в основном сравнительно небольшими структурными подразделениями. Особенно это относится к объединениям, созданным на базе головных предприятий. Более половины их числа имеют выпуск товарной

продукции менее 15 млн. р., вывозку древесины до 1 млн. м³ и численность промышленно-производственного персонала до 3000 чел.

Количество предприятий и организаций в расчете на одно ПЛО в течение шести лет практически оставалось неизменным: 4 — на ПЛО с головным предприятием и 16 — на ПЛО со спецаппаратом управления. Вместе с тем, структура ПЛО за это время значительно изменилась. Так, если в 1975 г. доля филиалов составляла 51,6 % и росла с 1975 г. по 1979 г., то с 1980 г. наметилась тенденция их снижения и в 1981 г. составила 47,3 % всего числа предприятий. Снижение числа филиалов, вызванное предоставлением им статуса самостоятельных предприятий, более сильно проявилось в группе ПО со спецаппаратом управления, с 1979 г. по 1981 г. число их сократилось на 20,7 %.

Анализ опыта организации ряда объединений показывает, что централизации подверглись лишь некоторые функции управления. Почти во всех объединениях централизовано материально-техническое снабжение и сбыт продукции, у ряда объединений сравнительно высок уровень централизации бухгалтерского учета и финансовой деятельности, частично централизовано капитальное строительство.

У многих ПЛО нечетко оговорены права и обязанности головных предприятий и филиалов. Использование ими типовых положений о производственном объединении и филиале не позволяет учесть специфические особенности конкретных ПЛО и производственных единиц. Отсутствие у ПЛО названных документов порождает неувязки, а порой и дублирование в планировании, отчетности, материально-техническом снабжении, хозрасчете, техническом обслуживании и других вопросах.

Эффект функционирования производственных лесозаготовительных объединений в отрасли, на наш взгляд, может оказаться более значительным при осуществлении некоторых мероприятий организационно-правового порядка.

Во-первых, нам представляется целесообразным предложить всесоюзным лесопромышленным объединениям с привлечением ПЛО разработать конкретный план развития производственных объединений, исходя из заданий XI пятилетки.

Во-вторых, в целях концентрации лесопромышленного производства и снижения затрат на содержание аппарата управления всесоюзным объединением следует изучить вопрос об укрупнении производственных объединений на базе головных предприятий, учитывая, что уровень хозяйственной самостоятельности предприятий, входящих в состав ПЛО, в последнее время значительно возрос. При увеличении числа подведомственных головному предприятию хозяйственных единиц (самостоятельных предприятий и филиалов) число низовых звеньев управления (лесопунктов, цехов) должно снижаться.

В целях усиления материальной заинтересованности в росте объемов лесозаготовок и соблюдения по головным предприятиям рекомендованных наукой норм управляемости (5—10 единиц) крупным, удаленным от головного предприятия лесопунктам (объем вывозки древесины по которым в 1,5 и более раз превышает нижний предел показателя — 80 тыс. м³) с учетом местных условий могут быть предоставлены права самостоятельных предприятий с бесцеховой структурой управления.

В-третьих, при наличии в производственных объединениях нескольких различных организационных форм управления производством (лесопунктов, филиалов, самостоятельных предприятий), осложняющих работу центрального аппарата объединения, необходимо в функцио-

нальных подразделениях (отделах) головных предприятий разделить (специализировать) работников по уровням управления.

В-четвертых, экономическим службам производственных объединений с неременным участием юрисконсульттов необходимо разработать положения, регламентирующие взаимоотношения между головным предприятием и филиалами, четко изложить в положении права и обязанности сторон. Исходя из местных условий, филиалы могут быть наделены различной степенью самостоятельности. Для разработки положений рекомендуется использовать типовое положение о хозрасчете производственных единиц (филиалов) лесозаготовительной промышленности (1981 г.).

В-пятых, для осуществления планомерной работы по совершенствованию структуры управления в центре и на местах нужны специалисты, которыми сейчас отрасль не располагает. Подготовка таких работников в вузах или Институте повышения квалификации Минлесбумпрома — неотложная задача.

Организация производственных объединений в лесозаготовительной промышленности всецело отвечает курсу XXVI съезда КПСС. Устранение отмеченных недостатков будет способствовать повышению эффективности их работы.

Поступила 23 января 1984 г.

УДК 630*624

ДИНАМИКА УРОВНЯ ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР ЗА 1945—1980 гг.

Г. Ф. ГОРБАЧЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Лесное хозяйство нашей страны развивается; увеличиваются объемы работ, растут затраты на производство. Достаточно сказать, что общие расходы на ведение лесного хозяйства в РСФСР с 1945 г. по 1980 г. увеличились более чем в 6, а производственные — более чем в 8 раз. Но как размещены эти средства и объемы работ по территории страны? Отчетные сведения Министерства лесного хозяйства РСФСР показывают, что размещение их по областям, краям и автономным республикам подчинено определенной закономерности [1, с. 161; 2, с. 108].

Поставим отчетные данные о производственных затратах областей и краев России за 1980 г. (удельные величины этих затрат) в зависимость от численности сельского населения, отнесенной к покрытой лесом площади в данном районе, названной нами [2] населенностью лесов (НЛП). Получим уравнение

$$y = 55,35x^{0,68}, \quad (1)$$

где y — производственные расходы, р./тыс. га;

x — численность сельского населения, приходящаяся на 1 тыс. га покрытой лесом площади, чел./тыс. га.

Эти показатели областей РСФСР, нанесенные на осях координат с логарифмическими шкалами, приведены на рис. 1. Каждая из точек графика характеризует удельную величину производственных расходов и показатель НЛП определенной области, края или автономной республики РСФСР.

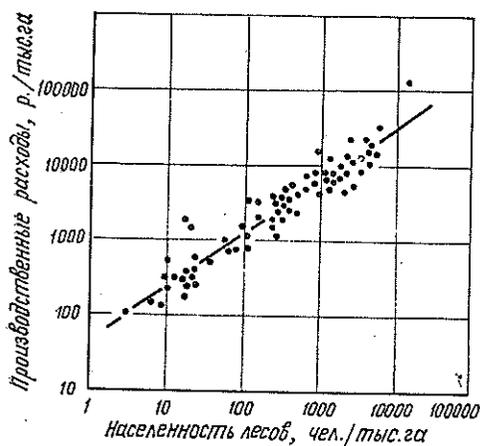


Рис. 1. Зависимость удельных производственных расходов от населенности лесов (НЛП).

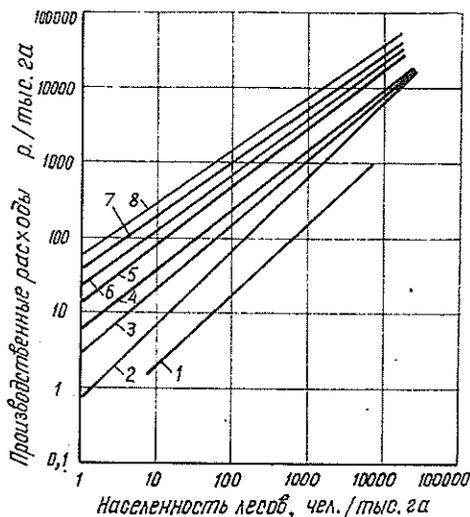


Рис. 2. Динамика удельных производственных расходов за 1945—1980 гг. в связи с показателем НЛП.

1 — 1945 г.; 2 — 1950 г.; 3 — 1955 г.; 4 — 1960 г.; 5 — 1965 г.; 6 — 1970 г.; 7 — 1975 г.; 8 — 1980 г.

На графике очевидна связь между двумя рассматриваемыми переменными. Но значительны и отклонения производственных расходов в районах, находящихся в сходных экономических условиях.

Та же закономерность действует и в другие годы достаточно длительного периода, только параметры уравнений несколько иные. Линии уравнений за послевоенный период (через каждый пятый год) показаны на рис. 2. Из графика явствует определенная связь между уровнем ведения лесного хозяйства и временем.

Но-мер	Год	Расчетное уравнение
1	1945	$y = 0,18x^{0,96}$
2	1950	$y = 0,97x^{0,99}$
3	1955	$y = 2,87x^{0,85}$
4	1960	$y = 6,06x^{0,79}$
5	1965	$y = 12,38x^{0,79}$
6	1970	$y = 23,39x^{0,74}$
7	1975	$y = 43,82x^{0,70}$
8	1980	$y = 55,35x^{0,68}$

Рассмотрим параметры уравнений типа $y = Ax^B$ (см. таблицу).

Член уравнения A с годами увеличивается, что свидетельствует об увеличении удельных производственных расходов и переходе линии на новую более высокую ступень. Член уравнения B со временем уменьшается, что показывает уменьшение угла подъема линии. Это естественно, когда при больших значениях затрат на ведение лесного хозяйства степень каждого последующего их

увеличения несколько сокращается. В целом можно представить упомянутые параметры уравнений как функцию времени t

$$y = [0,15t^{2,81}] x^{\frac{1,03}{t^{0,18}}} \quad (2)$$

Это уравнение позволяет прогнозировать производственные расходы лесного хозяйства на будущие годы.

Как видно из таблицы, за базу принят 1945 г., ему присвоен № 1. Поэтому, если потребуется определить средние значения, допустим, для 1985 г., то значение t будет 9 и т. д.

В настоящей статье в качестве примера рассмотрена динамика производственных расходов. Такие же связи можно установить и по другим основным показателям, характеризующим уровень ведения лесного хозяйства (число рабочих, фонд их заработной платы, общие расходы на ведение лесного хозяйства и др.).

В основу расчета показателя НЛП положены статистические сведения о численности сельского населения и о лесном фонде. Те и другие со временем меняются, хотя и не очень сильно. Поэтому полученными математическими моделями можно пользоваться сравнительно недолго (5—10 лет), после чего эти модели следует пересчитывать.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Горбачев Г. Ф. Факторы, определяющие размещение лесного хозяйства. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1972, № 6. [2]. Горбачев Г. Ф. О лесо-экономическом районировании. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 6.

Поступила 2 января 1984 г.

УДК 630*905.2

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОМ СОДЕРЖАНИИ ПОНЯТИЯ ЛЕСОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

Г. Е. РОМАНОВ
ВНИИЛМ

В лесохозяйственной и лесоэкономической научной и производственной литературе [1, 2] лесосырьевой базой называют территорию с определенным запасом спелых насаждений, закрепленную в установленном порядке за лесозаготовительным предприятием в целях извлечения из нее древесины. При проектировании и закреплении лесосырьевых баз этого определения вполне достаточно. Но с теоретической точки зрения и, в частности, в связи с проблемой истощенности лесосырьевых баз, оно нуждается в уточнении и дополнении. Возникает ряд вопросов.

1. Достаточно ли приведенное определение раскрывает экономическую сущность понятия лесосырьевой базы?

XXV и XXVI съезды КПСС указали в качестве главного курса на повышение конечных результатов производства. В лесном деле конечные результаты получаются в лесоперерабатывающей промышленности (а также в самих лесах как природных системах). Древесина, добываемая в лесосырьевых базах, не является конечным продуктом. Это — сырье для лесоперерабатывающей промышленности.

Территориальная оторванность лесов (лесосырьевых баз) от лесоперерабатывающих предприятий приводит к образованию особой лесозаготовительной, лесодобывающей отрасли промышленности, или лесозаготовки. Лес на корню для нее — предмет труда, не являющийся сырьем. Неслучайно до 1983 г. попенная плата не включалась в себестоимости лесопроизводства в элемент и статью Сырье. Отступление от этого правила с 1983 г. обусловлено исключительно упрощением учета материальных затрат.

Ничего не меняет тот факт, что часть заготовленной древесины перерабатывается непосредственно в леспромхозах на щепу, шпалы, пиломатериалы, тару и т. п.; сырьем для них служит не лес на корню, а продукция лесозаготовок.

Но и для лесоперерабатывающей промышленности запасы леса на корню не являются сырьевой базой, пока нет возможности освоить их, даже если они приписаны, закреплены за кем-то. В СССР имеются огромные площади так называемых резервных лесов. Они не считаются сырьевой базой, так как освоение их пока неосуществимо.

В лесах, которые уже осваиваются, сырьевой базой является не весь спелый запас, а только тот, который может быть использован. Например, лиственные леса Шенкурского и Лешуконского районов Архангельской области в настоящее время не являются сырьевой базой, так как эту древесину либо пока нельзя извлечь оттуда (в обоих районах применяется молевой сплав), либо нет спроса на лиственное сырье (Лешуконский район).

Таким образом, наличие запасов спелого леса — это первое и необходимое условие существования сырьевой базы, но условие недостаточное. Следовательно, приведенное в начале статьи определение понятия лесосырьевой базы неполно. Таков ответ на вопрос 1.

2. Сведение понятия лесосырьевой базы к лесу не только не правомерно. Такой подход ограничен и узок как с научной, так и с практической точек зрения, в частности, в связи с проблемой истощения лесосырьевых баз. Так, например, территория с ликвидным запасом, скажем, в 3 млн. м³ может быть как нетронутым массивом, так и эксплуатируемым 5—20—40 лет; запас 3 млн. м³ может составлять 3/4, 1/2, 1/5 и т. д. от первоначального запаса. Хозяйственные решения об объемах лесопользования в такой лесосырьевой базе в каждом из этих случаев не могут определяться только лесохозяйственными соображениями, например на основании возрастных и прочих расчетных лесосек. Эти решения непременно будут опираться также на состояние лесозащиты в данном массиве, на учет потребности в древесине.

Отсюда вопрос 2 можно сформулировать так: не будет ли более правильным рассматривать лесосырьевую базу как единство (общность, совокупность) запасов леса, с одной стороны, и лесозащиты, с другой?

Наш ответ — утвердительный. Лесосырьевая база — это не всякий лесной массив с запасом спелого леса, а лишь тот, в котором происходит процесс лесозащиты. Атрибуты лесозащиты — ее средства труда, жилье и др., т. е. производственные и непроизводственные основные фонды. Соединение их с лесом — вот что превращает лесной массив в базу для обеспечения сырьем лесоперерабатывающей промышленности. Конечно, нужны еще живой труд (кадры) и соответствующий хозяйственный механизм, чтобы база могла функционировать, но последние моменты, естественно, не относятся к лесосырьевой базе.

3. Может ли понятие лесосырьевой базы быть не связано с производством леса?

В условиях развитого социализма вряд ли. Ныне в многолесных районах государство поручает ведение хозяйства на одной и той же территории двум исполнителям — лесхозу и леспромхозу. Их обязанности и права перед государством и между собой регламентированы. Не углубляясь в этот вопрос, можно утверждать, что сотрудничество и общность целей лесного хозяйства и лесозащиты предопределены принципами социалистического хозяйствования и требуют сближения интересов и функций этих двух отраслей. В данном случае важно

подтвердить, что эксплуатация лесосырьевых баз должна осуществляться с соблюдением всех требований лесного хозяйства и обеспечивать не только получение плановых объемов лесопroduкции, но и всемерно способствовать расширенному воспроизводству лесных ресурсов. Этого можно добиться как лесохозяйственными мероприятиями, так и совершенствованием технологии лесосечных работ, более полным использованием всего природного запаса.

Из сказанного можно сделать следующие выводы.

Лесосырьевой базой следует считать территорию, где имеются эксплуатационные запасы леса, создан и действует комплекс основных фондов лесозаготовки, создаются условия для расширенного воспроизводства леса. Разумеется, она должна быть зафиксирована и юридически закреплена.

Лесосырьевая база возникает при соединении трех названных элементов; она перестает существовать, если это единство распадается. Действительно, лесосырьевая база перестанет функционировать, когда будут исчерпаны эксплуатационные запасы. Но она не будет источником сырья и в том случае, когда из нее выведены или пришли в негодность основные фонды лесозаготовки, даже если остаются большие эксплуатационные запасы.

Собственно территория с запасом спелых насаждений может быть названа лесным массивом. Этот термин предлагал С. К. Лебедев (Архангельский лесотехнический институт) еще тридцать лет назад. Но он предлагал его взамен термина «лесосырьевая база». Мы считаем целесообразным применять оба термина, чем подчеркивается их контрастность. Термин «лесной массив» имеет лесохозяйственное содержание, термин «лесосырьевая база» — более широкое лесозаготовительное.

Разумеется, приведенные формулировки могут быть уточнены. Но так или иначе они представляются более плодотворными, чем существующее определение понятия лесосырьевой базы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Правила отпуска древесины на корню в лесах СССР. — М.: Гослесхоз СССР, 1982. — 41 с. [2]. Цепляев В. П. Лесосырьевые базы и проблемы лесозаготовки в СССР. — М.: ЦБНТИлесхоз, 1977. — 50 с.

Поступила 21 марта 1984 г.

УДК 338.26

ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

П. С. ГЕЙЗЛЕР

Белорусский технологический институт

Обеспечение действенных путей развития группы лесных отраслей на основе комплексного использования древесины требует рассмотрения и учета их взаимовлияния и взаимосвязей как на союзном, так и на региональном уровнях. На последнем объектом рассмотрения должны стать территориальные лесопромышленные комплексы (ТЛПК), понимаемые как совокупность предприятий всех отраслей по воспроизводству, заготовке и переработке древесного сырья на территории определенного региона вне зависимости от ведомственной принадлежности. В дальнейшем эта совокупность предприятий будет планомерно скла-

дываться в производственную систему по воспроизводству, заготовке и переработке древесины и все больше отвечать требованиям и определению лесопромышленного комплекса на территории региона, которые даны Т. С. Лобовиковым [1]. В ряде предплановых исследований, проектных работ (районные генеральные схемы развития и размещения лесной и лесоперерабатывающей промышленности) объектом исследования фактически уже сейчас является ТЛПК. Поэтому важно разработать показатели для оценки эффективности функционирования ТЛПК, уровня комплексного и эффективного использования древесного сырья в них.

В свое время Т. С. Лобовиков и А. П. Петров предложили ряд показателей для оценки уровня комплексного использования древесного сырья [2]. А. П. Петров неоднократно обращался к этому вопросу [3—6]. Опираясь на этот опыт, можно предложить в качестве показателей используемых ресурсов лесную площадь комплекса ($S_{л}$), лесопокрытую площадь ($S_{лп}$), общий объем заготовленной древесины (V_0), объем заготовок по главному пользованию ($V_{гп}$), объем переработки древесного сырья ($V_{пер}$).

Сложнее обстоит дело с оценкой результатов деятельности ТЛПК. Функцию измерителя объема производства (выполненной работы) в стоимостном выражении в ТЛПК, по нашему мнению, может выполнить показатель, фиксирующий общие конечные результаты деятельности всего комплекса. Такой показатель можно назвать конечной продукцией комплекса (КПК). В нее включаются: круглая деловая древесина (заготовленная и использованная в данном районе без переработки и отправленная в круглом виде в другие районы), продукция первичной переработки древесины, потребленная в районе (за исключением направленной на дальнейшую переработку) и поставленная в другие районы; продукция дальнейшей (вторичной и т. д.) переработки, направленной для конечного потребления в районе и за его пределы.

Таким образом, конечной продукцией комплекса является вся продукция, поступающая для конечного потребления на территории данного комплекса и вывозимая за его пределы; последняя может подвергаться дальнейшей переработке за пределами данного района.

В настоящее время такие показатели не исчисляются и статистика не располагает необходимыми для этого данными. Однако, пользуясь некоторыми допущениями, можно установить такой показатель.

Показателями, характеризующими эффективность деятельности комплекса, глубину переработки и эффективность использования древесного сырья, могут быть отношения конечной продукции комплекса:

к лесной площади региона

$$\partial_1 = \frac{КПК}{S_{л}}; \quad (1)$$

к лесопокрытой площади

$$\partial_2 = \frac{КПК}{S_{лп}}; \quad (2)$$

к общему объему заготовки древесины

$$\partial_3 = \frac{КПК}{V_0}; \quad (3)$$

к объему заготовки по главному пользованию

$$\partial_4 = \frac{КПК}{V_{гп}}; \quad (4)$$

к общему объему переработки древесины в районе

$$\mathcal{E}_5 = \frac{КПК}{V_{пер}}. \quad (5)$$

Как уже отмечалось, определить конечную продукцию комплекса (КПК) в настоящее время очень трудно. Тем не менее, пользуясь некоторыми допущениями, мы смогли определить КПК для условий Карельской АССР в 1980 г. и, соответственно, показатели (1) — (5). Они составили: $\mathcal{E}_1 = 50,5$ р./га; $\mathcal{E}_2 = 90,4$ р./га; $\mathcal{E}_3 = 55,5$ р./м³; $\mathcal{E}_4 = 63,0$ р./м³; $\mathcal{E}_5 = 62,2$ р./м³.

Идея создания ТЛПК, в первую очередь, направлена на обеспечение комплексного использования имеющегося сырья, а уже затем на повышение глубины его переработки. В связи с этим и с учетом информационных сложностей определения КПК, может быть предложена модификация этого показателя, базирующаяся только на балансе древесного сырья. Это тем более допустимо, что эффективность использования сырья определяется в решающей степени производствами первичной переработки и использованием его в круглом виде. Итак, наряду с КПК, можно рассматривать конечную продукцию заготовки и первичной переработки (КПКЗиПП), куда включается круглая древесина, потребленная в данном районе без переработки и отправленная в другие районы, а также вся продукция первичной переработки. Такую величину исчислить легче, для этого достаточно иметь баланс древесного сырья.

Значит, могут быть исчислены:

$$\mathcal{E}_6 = \frac{КПКЗиПП}{S_x}; \quad (6)$$

$$\mathcal{E}_7 = \frac{КПКЗиПП}{S_{зп}}; \quad (7)$$

$$\mathcal{E}_8 = \frac{КПКЗиПП}{V_0}; \quad (8)$$

$$\mathcal{E}_9 = \frac{КПКЗиПП}{V_{гр}}; \quad (9)$$

$$\mathcal{E}_{10} = \frac{КПКЗиПП}{V_{пер}}. \quad (10)$$

Для Карельской АССР в 1980 г. эти показатели оказались равными: $\mathcal{E}_6 = 43,1$ р./га; $\mathcal{E}_7 = 77,1$ р./га; $\mathcal{E}_8 = 47,4$ р./м³; $\mathcal{E}_9 = 53,7$ р./м³; $\mathcal{E}_{10} = 53,1$ р./м³.

Показатели (6) — (10) в отличие от (1) — (5) не претендуют на оценку полноты и глубины переработки, но в известной мере способны оценить эффективность направлений переработки и использования древесины.

Требуют внимания и показатели, которые можно получить, исходя из данных действующей статистики. Так, может быть построена система показателей, аналогичная (1) — (10), на базе отчетной валовой продукции комплекса. Несомненный интерес может представить отношение валовой продукции деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной отрасли к валовой продукции лесозаготовительной промышленности

$$\mathcal{E}_{11} = \frac{ВП_{до} + ВП_{цбп}}{ВП_{лз}}. \quad (11)$$

В конце десятой пятилетки \mathcal{E}_{11} для всего Европейского Севера составляло примерно 1,8, для Карельской АССР — 2,45, что свидетельствует о более глубокой и полной переработке заготавливаемой древесины в этой республике.

Предложенные показатели предназначаются для сравнения эффективности функционирования различных ТЛПК, характеристики изменений эффективности одного и того же комплекса во времени. Уже сегодня их можно использовать в аналитической работе, научных, проектных и предплановых исследованиях. С развитием ТЛПК эти показатели могут составить основу отчетности ТЛПК, ибо способны оценить деятельность комплекса в целом и с разных сторон. Именно поэтому предложена система показателей, а не один обобщающий.

С развитием экономико-математического моделирования процесса развития ТЛПК возможно использование этих показателей в качестве критериальных. В настоящее время в моделях применяют другие показатели, характеризующие особенности каждой из задач развития ТЛПК.

Опыт построения аналитических показателей на базе конечной продукции комплекса пригоден и в других отраслях народного хозяйства, занятых комплексной переработкой и заготовкой сырья, в частности, в региональных агропромышленных комплексах, РАПО, в комплексах по переработке ископаемого сырья (угля, газа, руд и т. д.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лобовиков Т. С. Экономические аспекты организации и развития лесопромышленных комплексов. — В кн.: Актуальные проблемы функционирования лесопромышленных комплексов. — М.: Лесн. пром-сть, 1975, с. 24—39. [2]. Лобовиков Т. С., Петров А. П. Экономика комплексного использования древесного сырья. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 168 с. [3]. Петров А. П. Организация комплексного использования лесных ресурсов. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. — 184 с. [4]. Петров А. П. Система показателей для оценки эффективности использования и воспроизводства лесных ресурсов. (На примере комплексных лесных предприятий). — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 4, с. 127—131. [5]. Петров А. П. Экономическое стимулирование комплексного использования древесного сырья. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 102 с. [6]. Петров А. П., Тупыця Ю. Ю. Экономические показатели комплексного использования лесных ресурсов (на примере Украинских Карпат). — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1974. — 38 с.

Поступила 14 марта 1984 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*6

МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ ОБЪЕМОМ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЛЕСАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ПРИ ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ

Р. И. ПОЮРОВСКАЯ, А. Г. МОШКАЛЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Современное лесоводство предполагает выращивание древостоев в основном хвойных и твердолиственных пород. С этой целью создаются лесные культуры. По некоторым прогнозным данным, при известном прогрессе технологии в перспективе может оказаться необходимой древесная масса любого качества [6]. Но определенный прогноз прогресса технологии пока не обеспечивается.

При обосновании объемов лесовосстановительных работ важен выбор критерия. В работах И. М. Бочкова и Е. Г. Соколовой [1, 2] в качестве критерия оптимальности в эксплуатационных лесах принимается среднее изменение запаса сортиментов промышленного значения в возрасте спелости. В работе Б. Н. Прилепо, С. П. Титова [5] критерием (управляющим параметром) служит получаемая (условная) прибыль от проведения мероприятия. В работе П. О. Бекстрема [7] в качестве критерия выступают затраты на лесокультурное производство и оценочные природные данные: биологическая пригодность, влияние внешних факторов и т. п.

Нами предлагается следующий метод обоснования объемов лесовосстановительных мероприятий. Их проведению в конкретном объекте предшествует выбор главных древесных пород. Существует ряд методических разработок по выбору главных древесных пород [3, 4]. Некоторые их положения остаются нерешенными.

Для разработки метода определения оптимальных объемов лесовосстановительных мероприятий необходимо проанализировать лесоводственные (лесохозяйственные) и экономические факторы, определяющие эти объемы. Максимальные объемы мероприятий известны; они устанавливаются в процессе инвентаризации лесов, обусловлены наличием земель фонда лесовосстановления, а минимальные объемы определяются по экономическим условиям.

К лесоводственным факторам относятся: выбор главных пород, ход естественного возобновления вырубок по типам условий местопрорастания, способы рубок.

Экономические факторы — ресурсы рабочей силы, лесокультурной техники, материалов и денежных средств для проведения лесовосстановительных мероприятий, затраты каждого вида ресурсов на проведение работ на единице площади.

На основании лесоинвентаризации имеется распределение: площадей вырубок по способам рубок (они определяются правилами рубок); площадей сохраняемого подраста при существующей механизации лесозаготовительных работ; площадей, предназначенных для производства лесных культур; площадей, предназначенных для естественного зарастания вырубок. Эти данные имеются по хозсекциям и для их сумм.

Конкретные экономические условия изменяют это распределение не только по видам мероприятий, но и по хозсекциям. Перераспределение площадей под лесные культуры по хозсекциям происходит тогда, когда площадь лесных культур по экономическим условиям меньше площади лесных культур по лесоводственным требованиям. В этом случае определяют приоритет по породам. Его устанавливают по максимуму таксовой стоимости деловой древесины выбранной породы, выращенной на этой площади к возрасту рубки. Лесные культуры в максимальных объемах создаются в наиболее ценных хозсекциях, затем в следующих по приоритету хозсекциях.

На основании изложенного составлена математическая модель задачи.

Пусть имеется n хозсекций с номерами $1, 2, \dots, n$, имеющих площади a_1, a_2, \dots, a_n соответственно. Для каждой из хозсекций задан набор мероприятий по лесовосстановлению, а для каждой пары i, j (где i — номер хозсекции, j — номер мероприятия, проводимого в данной хозсекции) заданы: c_{ij} — таксовая стоимость древесины на 1 га, деленная на возраст рубки по породам, а также d_{ijk} ($k = 1, 2, \dots, k$) — затраты ресурсов на проведение мероприятия j в хозсекции i .

Пусть x_{ij} — площадь, на которой проводится мероприятие j в хозсекции i . Требуется найти $x_{ij} \geq 0$, максимизирующие

$$\sum_{ij} c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

при условиях:

$$\sum_j x_{ij} + a_i; \quad (2)$$

$$\sum_{ij} x_{ij} d_{ijk} \leq e_k; \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0. \quad (4)$$

Здесь $\sum_{ij} c_{ij} x_{ij}$ — суммарная таксовая стоимость леса на всей площади;

$\sum_{ij} x_{ij}$ — сумма площадей i -й хозсекции, на которых проводится весь набор мероприятий. Если в список мероприятий включаются мероприятия с нулевыми затратами ресурсов, но возможно с ненулевыми значениями c_j то эта сумма равна площади i -й хозсекции;

$\sum x_{ij} d_{ijk}$ — затраты ресурса k на проведение мероприятия j в хозсекции i . Общие ресурсы k по всем хозсекциям и всем мероприятиям не должны превышать общего количества ресурса k ;

e_k — ограничения по видам ресурсов.

В результате решения задачи линейного программирования (1)–(4) получим набор площадей x_{ij} , задающий объем проведения мероприятия на каждой хозсекции.

В дальнейшем предполагается провести опытный расчет по предложенной методике для лесхозов интенсивного ведения хозяйства Северо-Запада.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бочков И. М., Соколова Е. Г. Определение оптимальных объемов лесовосстановительных мероприятий при лесоустроительном проектировании. — Лесн. хоз-во, 1980, № 1, с. 47–51. [2]. Бочков И. М., Соколова Е. Г. Результаты определения оптимальных объемов лесовосстановительных мероприятий при лесоустроительном проектировании. — В кн.: Экономико-математическое моделирование лесохозяйственных мероприятий. Л., 1980, с. 172–176. [3]. Выбор главных пород и определение оптимального состава лесов на ЭВМ. — Л.: ЛенНИИЛХ, 1979. — 46 с. [4]. Куксенюк Я. С. К вопросу об оптимальной породной структуре лесов. — РЖ Лесоведение и лесоводство, 1979, № 6. [5]. Прилепо Б. Н., Титов С. П. Оптимизация способов лесовосстановления с помощью ЭВМ. — Лесн. хоз-во, 1979, № 12, с. 10–12. [6]. Тенденции и перспективы лесопромышленности и лесоторговли в Европе в 1950–2000 гг./ ФАО ООН. — Женева, 1977. [7]. Bäckström P. O. A system approach applied to stand establishment and stand treatment. 16 IUFRO World Congr., Norway, 1976, Proc. Div. 3, p. 146–157.

УДК 630*2

ЛЕЩИНОВЫЙ ТИП ВЫРУБКИ

М. Д. МЕРЗЛЕНКО

Союзгипролесхоз

Тип вырубки по И. С. Мелехову [3] есть понятие географическое. Поэтому изучение распространения отдельных типов вырубок, их географического размещения представляет значительный интерес и для науки, и для практики. Как известно, типология вырубок зародилась и развивалась преимущественно применительно к таежной зоне. Время показало жизнеспособность типологии вырубок и для других лесорастительных зон. В настоящей работе мы даем описание лещинового типа вырубки, выделенного нами в зоне смешанных и широколиственных лесов европейской части РСФСР.

Типологический диапазон вырубок [3, 4], образующихся на месте одного и того же типа леса, расширяется с повышением производительности и бонитета леса. Так, например, кисличным типам леса может соответствовать большое число типов вырубок, что связано и с лучшими почвенными условиями, расширяющими возможность поселения различных растений, и с существенными различиями (при данных благоприятных почвенных условиях) в характере древостоев (в составе, сомкнутости в

т. д.) и нижних ярусов леса, создающими еще под пологом различные предпосылки к формированию растительного покрова вырубок. Все это указывает на сложность и многообразие взаимосвязей типов леса с типами вырубок в условиях высокопродуктивных лесов.

Лещиновый тип вырубки характеризуется сильным разрастанием лещины, которая образует нередко даже сплошные заросли. В западной части зоны смешанных лесов, а также в зоне широколиственных лесов к лещине подмешиваются клен и липа.

Лещиновые вырубки формируются из-под группы сложных типов леса там, где под пологом произрастает лещина. Наличие последней создает потенциальные возможности для формирования лещинового типа вырубок после рубки древостоев.

Расположены лещиновые вырубки на хорошо дренированных и повышенных элементах рельефа. Почвы здесь, как правило, представлены богатыми зольными веществами и азотом, суглинками. Наиболее характерны дерново-слабо-неглубокоподзолистые и серые лесные. По механическому составу почвы в основном суглинистые; лежат они на покровных и моренных суглинках.

Сформировавшийся лещиновый тип вырубки наиболее отчетливо выражен на шестой-седьмой год после рубки. Прежде всего, бросается в глаза обилие лещиновых кустов, нередко сплошь покрывающих вырубку. Так, на лещиновых вырубках лесхозов Московской области насчитывается на 1 га до 6 тыс. кустов лещины, имеющих, в свою очередь, по 10—12 стеблей каждый.

В напочвенном покрове лещиновых вырубок преобладают представители неморальных и луговых видов травянистой растительности: полевица обыкновенная, вейник лесной, луговик дернистый, мятлик луговой, сныть, дудник, герань лесная, Иван-да-Марья, лютик кашубский, зеленчук желтый, пикульник.

Тип вырубки, будучи элементарной единицей лесорастительных условий, является в то же время сосредоточием всех основных элементов, характеризующих в совокупности лесорастительную среду. Таким образом, тип вырубки, в указанном смысле, определяет среду для возобновления леса, особенно на начальных, наиболее трудных его этапах [2]. В этом отношении лещиновый тип вырубки крайне неблагоприятен для восстановления древесной растительности, ибо естественное возобновление, в частности хвойными породами, на лещиновых вырубках проходит неудовлетворительно. Сильное разрастание лещины и травяного покрова препятствует обильному возобновлению лесобразующих пород, несмотря на благоприятные почвенные условия. Для успешного облесения лещиновых вырубок необходимы лесокультурные работы.

Х. М. Исаченко [1], исследовавший культуры дуба в Козельском лесхозе Калужской области, отметил, что при отсутствии борьбы с порослью лещины на вырубках в первые же 10 лет после закультивирования происходит полная гибель лесных культур. Поэтому лещиновый тип вырубки мы склонны относить к разряду наиболее трудных для искусственного лесовосстановления. Обычная технология создания культур по плагам и бороздам, нарезаемых плугами ПКЛ-70 и ПЛП-135, крайне нежелательна. При таком способе подготовки почвы культивируемая порода заглушается как наземной частью густых кустов лещины, так и их мощной поверхностной корневой системой. В случае рубки кустов при осветлениях лещина быстро восстанавливается вегетативным путем и продолжает угнетать культивируемые породы.

Для успешного создания лесных культур на месте лещиновых вырубок необходима раскорчевка полосами шириной до 50 м, либо (что еще лучше) широкими полосами (до 100 м). Такой способ подготовки почвы применяется, в частности, в Дмитровском лесокombинате Московской области. Используются корчеватели-собиратели, скалывающие с раскорчеванных полос пни, порубочные остатки и мелкую поросль в валы высотой до 2—2,5 м и шириной до 5 м. Корчевателями-собирающими, работающими по толкающему принципу, полностью удаляются в валы не только пни, но и вся поверхностная корневая система деревьев и лещиновых кустов, что исключает всякую возможность ее вегетативного возобновления. Затем почва подвергается вспашке плугами ПБН-1 (либо ПКВ-56) и дискованию БДТ-2,2. Посадка осуществляется лесопосадочными машинами СБН-1А и МЛУ-1. В созданных по такой технологии культурах ряды прямолинейны, полностью исключена возможность вегетативного восстановления поросли лещины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Исаченко Х. М. Опыт лесоразведения в центральных областях европейской части СССР. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1957. — 112 с. [2]. Мелехов И. С. О теоретических основах типологии вырубок. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1958, № 1, с. 27—38. [3]. Мелехов И. С. Связь типов вырубок с типами леса. — Бот. журн., 1959, т. 44, № 3, с. 349—352. [4]. Мелехов И. С., Корконосова Л. И., Чертовской В. Г. Руководство по изучению типов концентрированных вырубок. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 115 с.

УДК 630*232.323

УПЛОТНЕНИЕ ПОСЕВНЫХ БОРОЗДОК
ПРИ ПОСЕВАХ В ЛЕСОПИТОМНИКАХ

Ф. В. ПОШАРНИКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Положительное влияние уплотнения дна посевных бороздок на прорастание семян и динамику появления всходов было установлено при посевах семян различных пород. Исследования эффективности уплотнения почвы относятся в основном к посевам семян сельскохозяйственных культур [3], но имеются сведения об эффективности прикатывания семян лесных пород [4, с. 19].

В целях уплотнения дна борозды в нижней передней части многих сошников устанавливали подошвы. Это, например, сошники сеялки конструкции Е. И. Хайковского для лесных семян ясеней и кленов, снабженных крылатками, коробчатые сошники экспериментальной сеялки ВЛТИ и некоторые другие. Подошвы представляют собой металлические пластины, жестко установленные в нижней передней части сошников таким образом, что их поверхности располагаются в одной плоскости с нижними обрезамн сошников. Было изучено влияние таких подошв на уплотнение дна посевных бороздок в почвенном канале кафедры механизации лесного хозяйства ВЛТИ. Определяли степень уплотнения почвы на дне бороздки после прохода сошника без подошвы и с подошвой. Твердость почвы на дне бороздки измеряли с помощью твердомера Ревякина. До прохода сошников она составила 4,3 Н/см², после прохода сошников без подошвы — 4,52, с подошвой — 4,61 Н/см².

Как видим, при установке подошвы практически не происходит уплотнения почвы на дне бороздки. Это объясняется тем, что при движении сошника почва перемещается по его наклонной и заостренной передней части только вверх и в стороны. Так как уплотняющая подошва располагается в плоскости нижних обреза сошника, она практически не деформирует почву, а следовательно, и не уплотняет. Поэтому установка уплотняющих подошв рассмотренным способом не может существенно повлиять на прорастание семян.

Нами было предложено уплотняющие пластины устанавливать таким образом, чтобы они выходили за пределы нижних обреза сошников и более существенно влияли на изменение твердости дна бороздки. Кроме того, предусматривалась такая установка пластины, при которой можно было регулировать твердость дна бороздки.

Известны сошники, в которых нужная степень уплотнения дна бороздки достигается применением пневмовибратора в сочетании с трамбовкой [1]. Такая конструкция уплотнителя дна бороздки сложна по устройству и требует усложнения также конструкции сеялки (герметизации бруса рамы для ресивера, применения специального компрессора сжатого воздуха и т. д.).

Нами была разработана более простая и надежная конструкция сошника с уплотнителем дна бороздки, которая позволяет регулировать степень уплотнения почвы (рис. 1, а). В нижней части сошника, имеющего передние 4 и боковые 5 щеки, шарнирно крепится уплотнитель 7, к которому также шарнирно крепится штанга 3 с надетой на нее пружиной 2. При помощи шайбы 1 и штифта 6 можно изменять ее жесткость перемещением шайбы и штифта по регулируемым отверстиям на штанге.

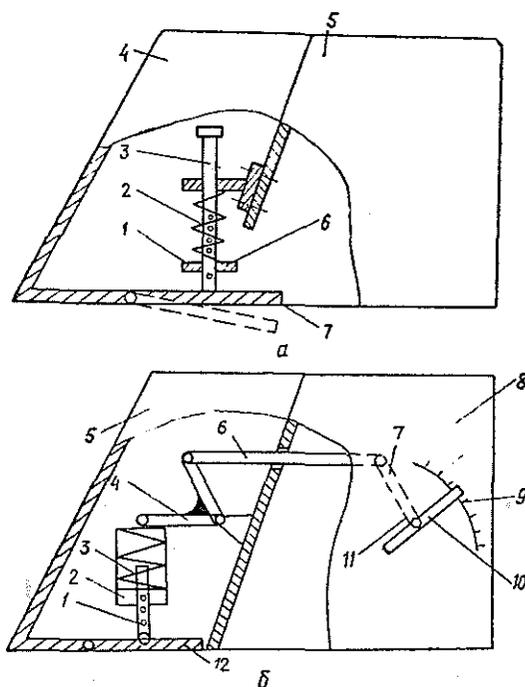
Этот сошник с устройством для регулирования степени уплотнения дна бороздки также испытывался в почвенном канале. При отсутствии давления пружины твердость дна бороздки составила 4 Н/см², при давлении 10 Н — 4,5 Н/см², 20 Н — 6,2 Н/см², 30 Н — 8,1 Н/см², 50 Н — 8,7 Н/см².

Эти данные свидетельствуют о том, что предложенный нами способ позволяет в 2 с лишним раза изменять твердость почвы на дне бороздки.

Достоинство способа — его надежность. Однако нужно иметь в виду, что при выдвигании пластины ниже обреза сошника увеличивается выталкивающая сила почвы, что заставляет сошник перемещаться на меньшей глубине. Для сохранения требуемой глубины хода сошника целесообразно одновременно с регулировкой степени нажатия пластины на дно борозды регулировать и положение нажимной пружины, действующей на грядиль сошника. Это в целом несколько усложняет регулирование положения сошников сеялки.

Для достижения устойчивой работы сошника на заданной глубине хода при различной степени уплотнения дна борозды без применения дополнительной регулировки в системах подвески сошников была предложена новая конструкция сошника [2].

a — сошник с уплотнителем, регулирующим степень уплотнения; *b* — сошник с уплотнителем и рыхлителями.



Сошник (рис. 1, б), включающий передние 5 и боковые 8 щеки, имеет шарнирно закрепленный в нижней части уплотнитель 12, к которому шарнирно крепится штанга 1 с надетой на нее пружиной 3. Пружина 3 размещается в стакане 2. На боковых щеках 8 с наружной стороны смонтированы пластинчатые рыхлители 10 стенок борозды, которые через кривошипы 7 и шатуны 6 соединяются с двуплечими рычагами 4, одно из плеч которого упирается в дно стакана 2. На наружных щеках 8 сошника размечены шкалы 9, по которым можно устанавливать требуемый угол наклона рыхлителей 10. В нужном положении рыхлители фиксируются стопорными винтами 11.

Работает сошник следующим образом. При перемещении сошник образует борозду, к дну которой пружиной 3 прижимается уплотнитель 12. Степень уплотнения регулируется изменением длины, а следовательно, и жесткости пружины, однако в отличие от конструкции сошника, представленного на рис. 1, а, длина пружины изменяется поворотом рыхлителей 10 относительно отградуированной шкалы 9. При повороте рыхлителей 10 поворачиваются кривошипы 7, шатуны 6 и двуплечий рычаг 4, который поднимает и опускает стакан 2, увеличивая или уменьшая тем самым длину пружины 3.

Предлагаемая конструкция сошника обеспечивает такую регулировку давления уплотнителя, при которой реакция дна борозды, уравновешивается давлением почвы на поверхности рыхлителей, вследствие чего практически не изменяется глубина хода сошника.

Угол наклона рыхлителей, град	Твердость дна борозды, Н/см ²	Средняя глубина хода сошника, см	Угол наклона рыхлителей, град	Твердость дна борозды, Н/см ²	Средняя глубина хода сошника, см
0	4,1	10,5	20	6,3	9,7
5	4,7	10,3	25	6,7	9,7
10	5,0	10,1	30	7,2	9,6
15	5,6	9,7			

Работу новой конструкции сошника с уплотнителем проверяли в тех же условиях почвенного канала, что и у предыдущих конструкций. В таблице приведены результаты измерений твердости дна борозды при различных положениях рыхлителей.

В зависимости от угла наклона рыхлителей можно получить различную твердость дна борозды, практически не уменьшая глубины хода сошника (разница в глубине при различных положениях рыхлителей не превышает 1 см). Отмечено также, что при увеличении угла наклона рыхлителей, т. е. повышении твердости дна бороздки, улучшается равномерность глубины хода сошника.

Предлагаемые нами конструкции уплотнителей позволяют значительно влиять на изменение твердости почвы на дне посевных бороздок и тем самым улучшать условия прорастания семян.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 126312 (СССР). Вибрационный сошник/ А. А. Усков, К. А. Гуларян. — Оpubл. в Б. И., 1960, № 4. [2]. А. с. 709018 (СССР). Сошник/ Ф. В. Пошарников, Д. С. Земель, А. И. Саликов. — Оpubл. в Б. И., 1980, № 2. [3]. Крашенинников Н. И. Прикатывание почвы и урожай. — М.: Сельхозиздат, 1963. [4]. Павленко Ф. А. Опыт выращивания посадочного материала в лесных питомниках. — М.: Лесн. пром-сть, 1966.

УДК 630*627.3 : 630*235.42

РАЗЛОЖЕНИЕ ПОДСТИЛКИ В ДУБОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕКРЕАЦИИ

Ю. В. ШУДРЯ

Львовский лесотехнический институт

Влияние рекреационного лесопользования на лесную подстилку изучали в природных условиях зеленой зоны Львова во влажной грабовой дубраве западной части лесостепи на четырех постоянных пробных площадях. Пробные площади заложены в древостоях I класса бонитета по общепринятой в лесной таксации методике. Интенсивность рекреационной нагрузки определена по площади уплотненной поверхности почвы: 1, 8, 27, 50 %. Исследования проводили в течение вегетационного периода 1982 г.

Установлено, что в результате вытаптывания биомасса опада и подстилки уменьшается на 50—60 % на участках с интенсивной нагрузкой по сравнению с участками со слабой нагрузкой. Толщина подстилки соответственно снижается с 2,6 до 0,3 см. В табл. 1 представлены показатели изменения лесной подстилки.

Таблица 1

Интенсивность рекреационной нагрузки	Масса подстилки, т/га	Толщина подстилки, см
Слабая	9,13	2,0
Средняя	8,75	1,5
Сильная	6,52	0,3
Контроль	11,98	2,6

Динамику разложения подстилки, в зависимости от рекреационной нагрузки в процессе исследований, определяли по известной методике [1], устанавливая интенсивность минерализации закладываемой в подстилку льняной ткани. По степени разложения льняной ткани, состоящей из чистой клетчатки, за определенный промежуток времени можно судить об интенсивности минерализации подстилки, основу которой также образует клетчатка.

Полоски льняной ткани размером 10 × 20 см, предварительно взвешенные в абс. сухом состоянии, помещали под подстилку горизонтально поверхности почвы и смачивали дистиллированной водой. Для получения результатов требуемой точности опыты выполняли с 20-кратной повторностью.

Наблюдения за изменением разложения клетчатки в подстилке проводили в течение четырех месяцев (с 1 мая по 1 сентября 1982 г.). Льняную ткань извлекали из подстилки, отмывали от земли и растительных остатков, высушивали до абс. сухого состояния и взвешивали. В табл. 2 приведены результаты обработки полученных данных.

Из таблицы следует, что при увеличении рекреационной нагрузки уже в мае, через месяц после закладки, заметно замедляется разложение клетчатки. Аналогичная закономерность наблюдается и в последующие месяцы вегетационного периода. Основная причина этого процесса — большее прогревание и иссушение подстилки, вызванное уничтожением нижних ярусов фитоценоза и уменьшением количества деревьев в дубовых древостоях. В итоге за весь период наблюдений установлено устойчивое за-

Таблица 2

Номер пробной площади	Рекреационная нагрузка	Интенсивность разложения, % к первоначальной массе (числитель) и % к контролю (знаменатель), по месяцам			
		I.V—I.VI	I.VI—I.VII	I.VII—I.VIII	I.VIII—I.IX
20	Слабая	16,8	44,5	53,4	62,7
		83,2	84,8	78,0	82,1
22	Средняя	13,1	37,2	49,2	56,1
		64,9	70,9	71,8	73,4
23	Сильная	3,2	20,4	38,5	45,3
		15,8	38,9	56,2	59,3
21	Контроль*	20,2	52,5	68,5	76,4
		100	100	100	100

* Контроль — участок с условно ненарушенной структурой.

медленнее минерализации льняной ткани на участках со средней и сильной рекреационной нагрузкой по сравнению с контролем, которое составляет соответственно 26,6 и 40,7 %.

Наиболее интенсивное разложение клетчатки на всех участках наблюдается в июне. При анализе результатов исследований и их сравнении с метеорологическими данными (табл. 3) установлено, что разложение коррелирует с количеством осадков, т. е. при увеличении суммы осадков интенсивность разложения подстилки возрастает. Аналогичные выводы сделаны также Э. Арвисто [1] и рядом других авторов.

Проведенные исследования позволили установить, что под влиянием рекреации подстилка уплотняется, происходит механическое ее измельчение и перемещение, смыв и выдувание ветром, а также сокращается количество ежегодного опада. В результате уменьшается запас и мощность подстилки. Интенсивность разложения подстилки замедляется, скорость поступления в почву продуктов этого процесса уменьшается, ухудшаются условия почвенного питания дубовых древостоев.

Таблица 3

Месяц	Температура воздуха, °C	Сумма осадков, мм
Май	14,6	27,6
Июнь	16,0	117,3
Июль	17,8	46,8
Август	18,2	50,9

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Арвисто Э. Разложение органического вещества в дерново-карбонатных и бурых почвах. — Науч. тр./ Эстонск. с-х. акад., 1970, т. 65, с. 106—143.

УДК 630*181.5 : 582.475.4

О ПРИВИВКАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

В. К. БАЛАБУШКА

Центральный республиканский ботанический сад АН УССР

Опыты по прививке сосны обыкновенной мы производили при создании архивно-маточной плантации в Старо-Петровском лесничестве Клавдиевского ОПСС лесхоза на площади 3,6 га. Почва супесчаная, свежая, тип условий местопроизрастания В₂. В качестве подвоев использовали существующие лесные культуры сосны обыкновенной шестилетнего возраста. Высота культур изменялась от 1 до 2,5 м, диаметр — от 2 до 4 см. Размещение привитых деревьев 5 × 5 м, остальные непривитые экземпляры постепенно удаляли.

В течение 1974—1981 гг. на этой плантации изучали приживаемость, сохранность и прирост прививок в связи с размерами оставленных брахибластов на черенке, наличием озими на привое, типами условий местопроизрастания черенков, прививкой

на побегах подвоя с северной, восточной, южной и западной сторон, местом прививки на побеге подвоя.

Представляет интерес установить влияние длины хвоя привоя на успешность прививок (см. табл.).

Боле высокая приживаемость черенков получена при прививке короткохвойных сосен. Сохранность прививок на протяжении восьми лет была примерно одинаковой во всех вариантах опыта, а прирост наивысший на втором, третьем и седьмом году в варианте с длиннохвойным привоем ($t_2(3,07) > 2$; $t_{3,7} > 2$) на втором году между вариантами вторым и третьим, на третьем году — первым и третьим, на седьмом году — также первым и третьим вариантами.

Для успешности прививок важно знать также, как влияет на приживаемость и рост оставление шишечки («озимь») на черенке, так как нередко на заготовленных для прививки побегах встречаются однолетние шишечки. Результаты исследований приведены в таблице.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что наличие шишечек на привое не уменьшает приживаемости черенков, сохранности и прироста прививок. Разница прививок существенна лишь на третьем и седьмом году прививок с шишечками ($t > 2$).

В одном из опытов изучали влияние типов условий местопроизрастания привойного материала на приживаемость, сохранность и прирост прививок на архивной плантации в свежей субори (B_2).

Из данных таблицы видно, что наивысшая приживаемость черенков получена от материнских деревьев из свежей субори, т. е. из тех условий, в которых производилась прививка.

Процент сохранившихся прививок на протяжении восьми лет наивысший для черенков из свежей субори, соответствующей типу лесорастительных условий архивной плантации. Наибольший прирост прививок получен из сугрудковых типов условий местопроизрастания. Разница в приростах прививок на первом и втором году ($t_2(8,57) > 2$) существенна для свежего и влажного сугрудка, на третьем году ($t_3(6,34) > 2$) — для свежего сугрудка. Здесь, очевидно, сказалась наследственная сторона экотипов.

Для выявления влияния микроклиматических условий в связи с расположением прививок по сторонам света черенки прививали с разных сторон центрального побега. Результаты исследований представлены в таблице.

Во всех вариантах получена высокая приживаемость, а сохранность в течение восьми лет выше у прививок с восточной стороны.

Разница в приросте прививок на первом году незначительна во всех вариантах, на втором году ($t > 2$) — существенна между первым и вторым вариантами, на третьем и седьмом — существенна между третьим и первым вариантами, т. е. лучшим ростом характеризуются прививки с южной стороны.

Практическое изучение имеет вопрос о прививке на центральном или боковом побеге. Поэтому была проведена серия опытов для оценки приживаемости, сохранности и прироста прививок в зависимости от характера побега на подвое (см. табл.):

Приживаемость черенков при прививке на осевом и боковых побегах почти одинакова. Сохранность прививок в течение восьми лет выше при прививке черенков на боковых побегах, что можно объяснить более благоприятным микроклиматом в нижней части кроны.

Разница в приросте прививок на первом, втором, третьем и седьмом году существенна ($t > 2$) для прививок на осевом побеге.

Чтобы изучить влияние места прививки на приживаемость, была проведена прививка черенков в верхней, средней и нижней частях побега (см. табл.). Результаты опыта подтверждают, что лучшее место расположения прививаемого черенка на подвое — его верхняя часть, худшее — нижняя.

УДК 630*323.13

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ГИДРОЦИЛИНДРОВ МАНИПУЛЯТОРА ЛЕСНОЙ МАШИНЫ

В. Н. КОРШУН, К. Н. БАРИНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В современных лесных машинах широкое распространение получили шарнирно-сочлененные манипуляторы, основными элементами которых являются: стрела, рукоять и гидроцилиндры. Как правило, управление стрелой и рукоятью осуществляется отдельными гидроцилиндрами с автономным управлением [2]. Проектирование манипуля-

тора основывается на выборе оптимальных геометрических характеристик, обеспечивающих надежное функционирование рабочих органов при любом положении составных элементов. Поскольку стоимость гидроцилиндров составляет существенную часть стоимости манипулятора, то оптимизация расположения гидроцилиндров и уменьшение их типоразмеров снизит затраты на создание всей машины.

Задача оптимального размещения гидроцилиндров заключается в том, чтобы конструкция позволяла развивать минимальное пиковое усилие цилиндров P при любом положении составных элементов манипулятора (задача на «минимакс»). Подобная задача решалась графическим методом без достаточной формализации [3].

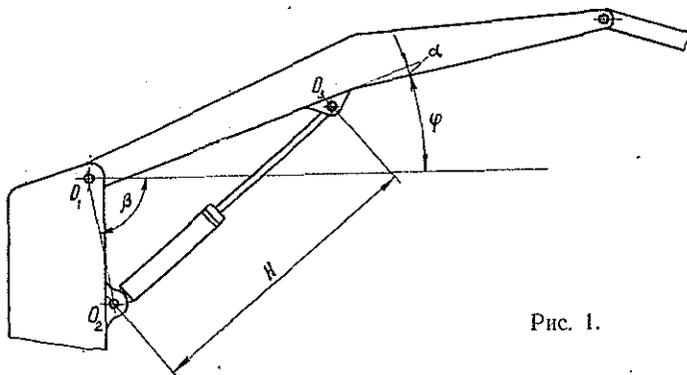


Рис. 1.

Расчетная схема для оптимизации расположения мест крепления гидроцилиндра стрелы приведена на рис. 1.

Принятые обозначения:

O_1 , O_2 и O_3 — точки крепления элементов манипулятора;

φ — угол перемещения стрелы;

a — длина стрелы;

H — длина гидроцилиндра.

Варьируемыми проектными параметрами являются расстояния между точками O_1 и O_2 , равное a , O_1 и O_3 , равное b , и угол $\gamma = \alpha + \beta$. Для большинства манипуляторов лесных машин: $\varphi_{max} - \varphi_{min} = 90^\circ$.

Из геометрических соотношений

$$H^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos(\gamma + \varphi). \quad (1)$$

Усилие в гидроцилиндре стрелы P_c при запертом гидроцилиндре рукоятки определим с помощью принципа Даламбера

$$P_c(\varphi) = \frac{M(L_p \cos \psi + L_c \cos \varphi) [a^2 + b^2 - 2ab \cos(\gamma + \varphi)]^{1/2}}{ab \sin(\gamma + \varphi)}, \quad (2)$$

где M — масса, приведенная к точке подвеса рабочего органа;

L_p — длина рукоятки;

ψ — угол перемещения рукоятки.

Формализованная задача размещения гидроцилиндров имеет вид

$$P_c(\varphi) = \min P_c(\varphi_{max}). \quad (3)$$

$$\varphi_{min} \leq \varphi \leq \varphi_{max}$$

Управляемые (проектные) параметры оптимизации: a , b , γ .

На целевую функцию (3) накладываются ограничения по величине хода гидроцилиндра стрелы:

$$\left. \begin{aligned} H_{min}^2 &= a^2 + b^2 - 2ab \cos(\gamma + \varphi_{min}); \\ H_{max}^2 &= a^2 + b^2 - 2ab \cos(\gamma + \varphi_{max}). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Условимся, что угол перемещения стрелы φ будем отсчитывать от горизонтали: ($-20^\circ \leq \varphi \leq 70^\circ$).

Многочисленная оптимизационная задача (3) может быть сведена к моноразмерной посредством выражения параметров a и b через γ . Решая систему (4), получим уравнения связи:

$$\left. \begin{aligned} 2ab &= \frac{H_{max}^2 - H_{min}^2}{\cos(\gamma + \varphi_{min}) - \cos(\gamma + \varphi_{max})}; \\ a^2 + b^2 &= 2ab \cos(\gamma + \varphi_{max}) + H_{max}^2. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Анализ выражения (2) позволяет сделать предположение, что целевая функция является мультимодальной (при $a \geq 0$ и $b \geq 0$), причем при $\sin(\gamma + \varphi)$ имеется разрыв, следовательно, необходимо наложить ограничения на γ :

$$-\varphi_{max} \leq \gamma \leq \pi - \varphi_{min}. \quad (6)$$

Для оптимизации следует задать значения параметров конкретного манипулятора (прототипа): M, L_p, L_c, ψ, H, a .

Нас интересует случай максимального нагружения, когда $\psi = \psi_{max}$. Для большинства манипуляторов лесных машин $\psi = 120^\circ$. Определив значения φ и P_c^{max} в оптимуме, посредством уравнений связи находят величины a и b . Аналогично формализуется задача оптимального размещения гидроцилиндра рукояти.

На рис. 2 дана схема алгоритма оптимизации. Обращение к стандартным подпрограммам оптимизации осуществляется:

для φ — ZXFBV [5];

для γ — MINFUN [1, 4].

Исходя из требуемой точности результата, задается шаг варьирования φ и γ .

В качестве примера приведены результаты вычислений при конкретных параметрах манипулятора лесной машины: $M = 2500$ кг; $L_p = 3$ м; $L_c = 3,5$ м; $H_{min} - H_{max} = 0,8 - 1,2$ м; $\psi = 120^\circ$; $\varphi_{min} - \varphi_{max} = -20 - 70^\circ$; $\alpha = 12^\circ$.

Оптимальные значения: $a = 0,7$ м; $b = 1,8$ м; $\gamma = 1,25$ рад; $P_c^{max} = 120$ кН.

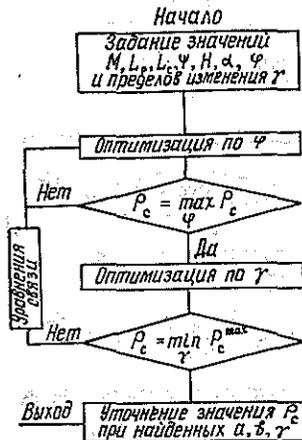


Рис. 2.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Аоки М. Введение в методы оптимизации. — М.: Наука, 1977. — 344 с.
 [2]. Кушляев В. Ф. Лесозаготовительные машины манипуляторного типа. — М.: Лесн. пром-сть, 1981. — 248 с. [3]. Нестеров А. П. Графическая оптимизация гидроривода манипулятора лесной машины по передаточному отношению. — В кн.: Машины и орудия для механизации лесозаготовок и лесного хозяйства. Л.: ЛТА, 1979, с. 43—46. (Междуз. сб. науч. тр.; Вып. 8). [4]. Сборник научных программ на ФОРТРАНе. — М.: Статистика, 1974. [5]. International Mathematical and Statistical Library. — IMSL 1, ed. 5, Houston, Texas, 1975.

УДК 678.029.46 : 630*865

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСНОПОЛИМЕРНЫХ АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ

Ю. Д. БАРАНОВ, В. В. АСТАПКОВИЧ

Институт механики металлополимерных систем АН БССР

При создании ударопрочных композитов на основе измельченной древесины в качестве армирующих элементов широко используют синтетические волокна [2], прочность которых составляет свыше 140 Н при толщине нити 0,55 мм. С технико-эконо-

мической стороны, особый интерес представляет решение задачи рационального использования отходов синтетических волокон, покрытых резорцино-латексным составом (наносимым для обеспечения прочности связи корда с резиной и составляющим 3—4 % от массы волокна). Широкое использование таких отходов в качестве армирующих элементов при производстве композиционных материалов значительно расширяет сырьевую базу и уменьшает стоимость готовых изделий. Однако отходы синтетических волокон из-за наличия на их поверхности частично отвержденного резорцино-латексного слоя не обеспечивают положительного армирующего эффекта при формировании древеснополимерных композитов на фенольных связующих.

Ниже приведены результаты исследований, направленных на повышение адгезионного взаимодействия следующих компонентов: синтетическое волокно с резорцино-латексным покрытием — фенолоформальдегидное связующее — древесина. В качестве модифицирующего агента для изменения свойств резорцино-латексного слоя выбран стирол, который хорошо совмещается с фенолоформальдегидным связующим, способствует активации поверхности используемого волокна и обладает способностью прививки к каучуку [3].

Рецептурный состав исследуемых композитов: 17—23 мас. % фенолоформальдегидной резольной смолы марки ЛБС-3 (ГОСТ 901—78), 20—30 мас. % синтетических волокон с резорцино-латексным покрытием и 35—45 мас. % измельченной древесины березы с размерами частиц 10—20 мм.

Для модификации волокон использовали стирол в смеси с инициатором — гидроперекисью изопропилбензола. При обработке волокна выбранным модификатором наблюдалось некоторое набухание его нитей (рис. 1), привес стирола на волокнах составлял 25 %. Образцы для испытаний изготавливали по технологии, описанной в работе [1]. Ударную вязкость композитов определяли по ГОСТу 4647—69, разрушающее напряжение при статическом изгибе — по ГОСТу 4648—71, при сжатии — по ГОСТу 6651—78. Испытание в воде проводили по ГОСТу 4650—78; для испытаний в водных растворах аммиака образцы помещали в эксикаторы (с соответствующей концентрацией раствора NH_4OH), в которые через 10 сут добавляли свежую порцию аммиака.

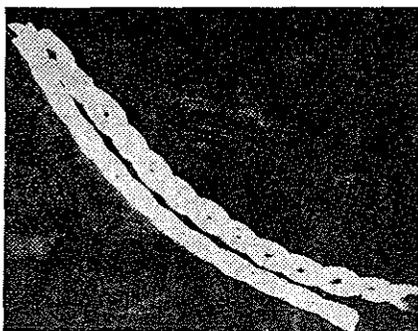


Рис. 1. Обработанные модификатором и необработанные нити синтетического волокна.

Стойкость композита к воздействию исследуемых сред оценивали по изменению разрушающих напряжений при статическом изгибе и сжатии.

Результаты исследований показали (см. табл.), что использование модифицированных волокон в качестве армирующих добавок способствует повышению разрушающих напряжений композита при сжатии и изгибе и обеспечивает стабиль-

ность его свойств в условиях длительной выдержки в различных средах (вода, водный раствор аммиака).

Согласно данным работы [2], деформационно-прочностные свойства наполненных волокнами композитов в значительной степени определяются прочностью связи на границе раздела контактирующих фаз. Рост ее прочности приводит к увеличению ударной вязкости и разрушающего напряжения при статическом изгибе и сжатии армированного композита при использовании модифицированных волокон.

Древеснополимерный композит	Разрушающее напряжение, МПа		Ударная вязкость, кДж/м ²	Поглощение за 30 сут, %		Сохранение прочности, %, после 30 с выдержки	
	при сжатии	при изгибе		H ₂ O	NH ₄ OH	в воде	в NH ₄ OH
Армированный кордным волокном	65	58	18	6,1	17,9	68,9*	30,8**
Армированный модифицированным кордным волокном	80	61	32	3,3	12,8	78,7*	56,2**

Примечание. Одной звездочкой обозначено разрушающее напряжение при статическом изгибе; двумя — разрушающее напряжение при сжатии.

Установлено, что в результате такой обработки происходит сорбция резорцино-латексным покрытием волокон смеси стирола с гидроперекисью изопропилбензола, а в процессе горячего прессования (428—432 К) сорбированный стирол подвергается частичной полимеризации и сополимеризации с каучуком резорцино-латексного покрытия и связующим. Это способствует образованию более прочного контакта полимера с волокнистым наполнителем, повышающего прочностные характеристики древеснополимерного композита.

Изучение влияния концентрации гидроперекиси изопропилбензола, инициирующей привитую полимеризацию, показало, что его количество оказывает существенное влияние на основные показатели процесса. Как видно из рис. 2, повышение концентрации гидроперекиси изопропилбензола до 3 % приводит к увеличению массы привитого полимера, а дальнейшее повышение — к ее уменьшению. При этой же концентрации гидроперекиси изопропилбензола в стироле достигается максимальная эффективность прививки полимера.

Некоторые физико-механические свойства армированных древопластиков приведены в таблице.

Сопоставление поведения различных образцов древеснополимерного композита при воздействии воды и раствора аммиака показало, что введение в его состав модифицированных волокон повышает стабильность прочности материала в результате улучшения условий взаимодействия между волокном и связующим. При этом характер водо- и аммиакопоглощения у обоих видов композита одинаков, а интенсивность различна. Такой армированный древеснополимерный композит не дефицитен и может найти широкое применение для изготовления деталей и узлов машин, работающих в условиях динамических нагрузок при одновременном воздействии агрессивных сред. Производство ударопрочных изделий из него эффективно организовать на любом предприятии, имеющем деревообрабатывающие цеха и прессовое оборудование для переработки пластмасс, что внесет значительный вклад в решение проблемы экономии металлов и рационального использования природных ресурсов.

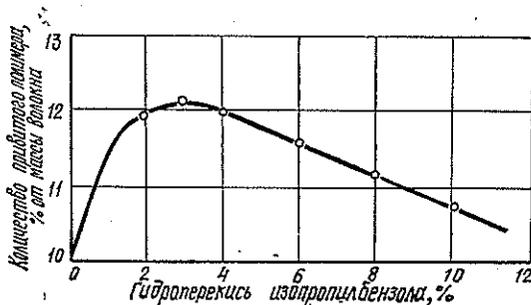


Рис. 2. Зависимость количества привитого полимера от концентрации инициатора (гидроперекиси изопропилбензола) в стироле.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 857193 (СССР). Древесная пресскопозиция/ Б. И. Купчиннов, Ю. Д. Баранов, Н. Д. Горобченко и др. — Оpubл. в Б. И., 1981, № 31. [2]. Белый В. А., Врублевская В. И., Купчиннов Б. И. Древеснополимерные конструкционные материалы и изделия. — Мн.: Наука и техника, 1980, с. 279. [3]. Николаев А. Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. — М.: Химия, 1966, с. 138—143.

УДК 674.09-791.8

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТТАИВАНИЯ ПРОМЕРЗШИХ ПИЛОВОЧНЫХ БРЕВЕН

А. С. СМЕТАНИН, Л. А. СЫСОЕВ, В. А. ЕРГИН

Архангельский лесотехнический институт, Цигломенский ЛДК

Анализ результатов работы лесопильно-деревообрабатывающих предприятий п/о Северолесозэкспорт, а также данные работы около двухсот других предприятий Минлесбумпрома показали, что при выработке технологической щепы имеются значительные резервы повышения эффективности производства и качества щепы.

При сравнении качественных характеристик щепы (сортность, содержание коры, фракционный состав, гниль, минеральные вещества и т. д.) в зависимости от сезона

ее выработки выявлена их значительная разница. Основное различие — в содержании коры, которое в летний период колеблется в пределах от 0,8 до 2,0 %, а в зимний — от 1,6 до 3,9 % и выше. Большое содержание коры в зимний период значительно снижает сортность щепы для целлюлозно-бумажного производства. По этой причине предприятия теряют от 4 до 6 р. на каждый вырабатываемый в зимнее время кубометр щепы.

Серийно выпускаемые окорочные станки типов ОК-63-1 и ОК-80, которыми оснащены лесопильные предприятия, не обеспечивают высококачественную окорку промерзших пиловочных бревен, особенно сплавных.

Трудность окорки мерзлой древесины заключается в том, что силы сцепления промерзшей коры и древесины достигают значительных величин, а твердость их различается незначительно.

Необходимо совершенствовать как окорочное оборудование, так и технологию и оборудование для предварительной подготовки пиловочных бревен.

Известны различные способы оттаивания промерзших бревен перед окоркой и распиловкой: гидротермический; горячими газами; механический; токами высокой частоты и т. д. В условиях работы лесопильно-деревообрабатывающих предприятий наиболее эффективен гидротермический способ.

Устройства для оттаивания бревен должны иметь высокую производительность, большой коэффициент полезного действия тепла, минимальные капиталовложения, обеспечивать высококачественное оттаивание древесины по всей поверхности бревен, надежность и безопасность работы, возможность реконструкции без остановки работы завода, непрерывность технологического процесса, занимать минимальные производственные площади. Известные устройства не отвечают в полной мере этим требованиям.

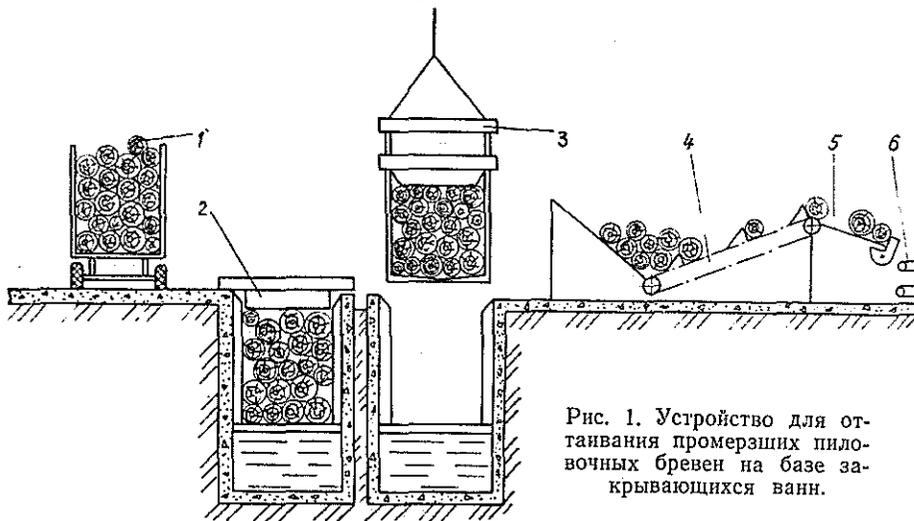


Рис. 1. Устройство для оттаивания промерзших пиловочных бревен на базе закрывающихся ванн.

Нами предложено два вида устройств. Основа первого вида — закрывающиеся ванны (рис. 1). Пиловочное сырье может подаваться к ваннам конвейером, челюстными колесными погрузчиками или на автомобильных тележках 1 тягачами. Каждый лесопильный поток оборудуется двумя ваннами с тем, чтобы обеспечивать непрерывность тепловой обработки промерзших бревен. Для герметизации ванны снабжены съемными или откидными крышками 2. Загрузку и выгрузку ванн наиболее эффективно осуществлять портальными захватами 3. К окорочным станкам и в лесопильные потоки бревна подаются с помощью устройства 4 (типа ЛТ-80) для их разобщения, накопительной горки 5 и конвейера 6. Для оттаивания используют пар или горячую воду. В летний период времени ванны бездействуют и бревна подаются непосредственно на разобщик.

Второй вид устройства базируется на закрытых дворах бассейна (рис. 2) и состоит из трех участков: А — загрузки двора бревнами; Б — оттаивания бревен; В — выгрузки бревен из бассейна.

Перемещение бревен из загрузочного кармана 1 по участку оттаивания к месту выгрузки осуществляется поперечным двухветвистым конвейером 3 с помощью Г-образных захватов 2. Бревна перемещаются пачками в подтопленном состоянии, что

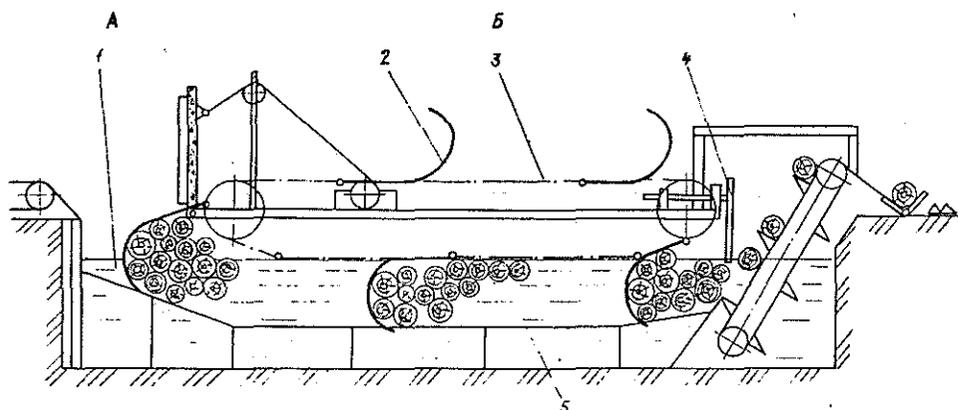


Рис. 2. Устройство для оттаивания промерзших пиловочных бревен на базе проходного двора бассейна.

соответственно позволяет значительно сократить длину устройства по сравнению с перемещением бревен в однорядной щети, а также осуществить равномерное оттаивание бревен по всей поверхности. Температура воды для оттаивания от $+15$ до $+35$ °С в зависимости от толщины коры бревен. Чтобы исключить утоп бревен, дворники оснащаются продольными опорами 5. Умеренная температура оттаивания и герметизация дворников сверху позволяют достичь высокого коэффициента полезного использования тепла. Насадка бревен на конвейер для выгрузки их из бассейна осуществляется толкателем 4 с помощью шарнирно закрепленного упора. Далее бревна подаются в окорку, а затем в лесопильный поток.

В летний период времени, когда участок оттаивания не функционирует, загрузка окорочных станков осуществляется с помощью устройств типа ЛТ-80.

Недостаток второго вида устройств по сравнению с первым в том, что их необходимо периодически демонтировать и монтировать для очистки дворников от коры.

Расчеты показали, что срок окупаемости предлагаемых устройств не превышает 6 месяцев.

Важен вопрос о местонахождении участка оттаивания и окорки бревен в технологическом процессе подготовки пиловочного сырья к распиловке. При обработке окоренных бревен качество их сортировки повышается, но при этом имеются и недостатки. В летний период времени необходимо дождевание, а в связи с этим — устройство дренажей и очистки воды. В зимнее время или распиливают мерзлую древесину (что снижает производительность лесопильного оборудования), или повторно оттаивают бревна. При применении механических захватов процент повреждаемости окоренной древесины выше, чем неокоренной.

С учетом вышесказанного и рекомендаций ЦНИИМОДа о сортировке пиловочных бревен по четным диаметрам предпочтительно оттаивать и окоривать бревна после их сортировки. Подобная последовательность необходима и при применении в лесопилении фрезернопильных установок, где потребуется калибровка бревен, которую легче осуществить на оттаянной древесине.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*812(049.3)

РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ Б. С. ЧУДИНОВА
«ВОДА В ДРЕВЕСИНЕ»

Вышла в свет книга проф. Б. С. Чудинова «Вода в древесине»*. Это одна из многих монографий в мировой литературе, в которой изложены вопросы взаимодействия древесины с водой как в статике, так и в динамике. Эти вопросы можно рассматривать как определенную основу, на которой должны базироваться различные технологические процессы.

Книга состоит из четырех глав. В первой главе рассмотрены основные компоненты системы древесина—вода—воздух, приведены сведения о макро- и микростроении древесины, предложены идеализированные модели пористой структуры древесины хвойных и лиственных пород, рассмотрена структура клеточной стенки. Автор стоит на той точке зрения, что стенка клетки в сухом состоянии не имеет постоянных капилляров. Клеточная стенка квалифицируется как коллоидное, непористое тело; плотность стенки принимается равной плотности древесинного вещества. Это позволяет считать, что капиллярные явления в древесине имеют место только в системе полостей клеток. В первой главе приведены также данные об основных свойствах свободной и связанной воды. Кроме того, уделено внимание свойствам воды и воздуха при отрицательных температурах.

Во второй главе рассмотрены капиллярные явления и рассчитаны условная и фактическая поверхности макрокапилляров в древесине хвойных и лиственных пород на основании структурных моделей, предложенных автором. Представляют интерес полученные автором зависимости между поверхностью стенок клеток и плотностью древесины в абсолютно сухом состоянии.

Третья и четвертая главы в книге наиболее обширны. В третьей главе рассмотрена связанная вода древесины в статике: изотермы сорбции и сорбционный гистерезис, равновесная влажность, пределы гигроскопичности и разбухания древесины, фазовый и фракционный состав воды. Автор показывает, что в стенке клетки влага находится, в основном, в пленочном состоянии в виде полимолекулярных слоев адсорбционной воды.

Анализируя изложенные вопросы, автор предлагает ряд схем капилляров в клеточной стенке между различными ее элементами, рассматривает термодинамику капиллярных явлений и приходит к выводу о неприменимости формулы Томсона к расчету постоянных капилляров в стенках клеток. В связи с этим автор применяет методы расчета размеров капилляров по разбуханию клеточной стенки и на базе изотерм сорбции. В этой главе много внимания уделяется вопросам разделения гигроскопической воды на фракции. Критическое рассмотрение различных теорий позволило автору, в конечном итоге, развить свои представления о капиллярной конденсации в древесине. При этом сделано интересное заключение о том, что резкий подъем изотерм сорбции связан не с капиллярной конденсацией, а с полимолекулярной адсорбцией. Объясняя кажущееся парадоксальным явление уменьшения количества поглощаемой воды по мере увеличения размеров капилляров при капиллярной конденсации, автор выдвинул оригинальную, оказавшуюся весьма плодотворной гипотезу о локализации конденсационной воды на шероховатой открытой поверхности стенок клеток. На этой базе автор далее проводит расчеты пределов гигроскопичности древесины в зависимости от ее плотности. Самостоятельно рассмотрены пределы гигроскопичности при

* Чудинов Б. С. Вода в древесине. — Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1984. — 270 с.

$t > 100$ и $t < 0^\circ\text{C}$. В заключение главы автор приводит диаграмму состояния связанной воды, на которой «тройная точка» оказывается не фиксированной, а имеет непрерывный спектр значений.

Четвертая глава посвящена взаимодействию древесины с водой в динамике. Здесь обстоятельно изложена теория замерзания воды в капиллярно-пористых телах и, в частности, в древесине. Рассмотрены причины понижения температуры замерзания, количественные характеристики процесса, гистерезисные явления, вопросы стабилизации температуры при замерзании (оттаивании) свободной влаги. Далее анализируются механизм сорбции водяного пара древесиной в различных диапазонах φ , а также характер адсорбции воды древесной частицей.

В этой же главе анализируется перенос влаги в древесине. Автор комментирует возникшую в последние годы за рубежом дискуссию о применимости закона диффузии Фика к описанию переноса влаги в древесине и высказывает свою точку зрения.

При изучении переноса свободной влаги автор выдвигает гипотезу о том, что движущей силой является градиент парциального давления воздуха в полостях клеток, что возможно только при их достаточно высокой герметичности.

Большое внимание уделено механизму переноса связанной воды. Обсуждая различные точки зрения, автор считает, что основным является перенос пленочной воды в жидком виде под действием расклинивающего давления; переносу пара отводится незначительная роль, практически исключается роль эффузии и перенос под влиянием сил осмоса. Отмечается, что использование теории термодинамики необратимых процессов не разрешило всех сложных вопросов переноса влаги в древесине. Следует заметить, что будучи феноменологической, эта теория позволяет учесть совместное действие различных движущих сил, однако она не в состоянии разрешить проблемы деталей микромеханизма процесса.

В заключительной части четвертой главы содержатся результаты теоретического анализа явлений разбухания и усушки древесины. Эти материалы представляют древесиноведческий интерес, поскольку на базе нового подхода вскрываются сложные взаимосвязи между структурой и влажностными деформациями древесины. Предложенная автором модель строения так называемой «идеализированной древесины», в частности, позволила объяснить явления анизотропии усушки и разбухания. Подвергнут анализу вопрос о давлении, возникающем от стесненного набухания клеточной стенки и древесины в целом. Отмечая плодотворность этих исследований, следует указать на целесообразность учета механических характеристик рассматриваемых структур.

В книге приведено много оригинальных гипотез, новых идей, некоторые из них весьма плодотворны и бесспорны, другие дискуссионны и требуют подтверждения. Сам автор неоднократно отмечает это последнее обстоятельство. Так, например, не является, очевидно, правильным избранный автором способ доказательства того, что безразмерный потенциал переноса $1/A$ (стр. 208—209) не учитывает влияния температуры. Подвергнув критике правомерность применения закона Фика для переноса массы, автор, рассматривая сорбцию влаги частицами древесины, все же использует решение уравнения, основанного на этом законе.

Книга написана хорошим литературным языком, читается с большим интересом, вносит существенный вклад в фундаментальное древесиноведение и теорию сушки древесины, полезна для студентов, аспирантов и научных работников.

Б. Н. Уголев, Г. С. Шубин

Московский лесотехнический институт

СОДЕРЖАНИЕ

- А. П. Петров. Проблемы лесозоономической науки в условиях интенсивного развития лесного комплекса 3

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Н. А. Коновалов, В. Л. Малыхин, Т. Н. Яковлева. Влияние биогрупп материнских деревьев сосны обыкновенной на рост семенного потомства 10
- В. М. Соловьев. Значение особенностей роста и формирования древостоев в изучении динамики типов леса 14
- А. И. Швиденко. Восстановление пихтовых фитоценозов на востоке ареала в Украинских Карпатах 19
- Г. Т. Крилицкий. Об определении жизненности подроста древесных растений биоэлектрическим методом 22
- С. А. Потапова. Изменчивость размеров смоляных ходов и трахеид древесины однолетних побегов интродуцированных сосен 25
- Э. Н. Фалалеев, А. И. Палкин. Математическое моделирование урожайности дикорастущих ягодников 27
- А. И. Киприанов, Т. И. Прохорчук, Т. В. Соколова, Е. Н. Наквасина. Влияние стимуляторов на основе сульфатных щелоков на сезонный рост сеянцев ели и сосны в условиях теплиц 30

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Л. В. Коротяев. Исследование свободных поперечных колебаний хлыстов 34
- Н. А. Гайдар, С. И. Медвидь. О влиянии упругих свойств грунта на колебания лесовозного автопоезда 38
- В. С. Костенко. Об одном подходе к проектированию сети передачи данных в АСУ лесопромышленным объединением 44
- В. К. Карлов, В. С. Косов. Окорка лесоматериалов с использованием гибких короснимателей 48
- И. И. Федотов, Л. И. Громашева, С. Ю. Псарев. Анализ долговечности рамы бензиномоторной пилы МП-5 53

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- Л. З. Лурье. Определение оперативных запасов на участке обработки полуфабрикатов пиломатериалов 59
- Ю. М. Иванов. О точности определения параметров длительной прочности древесины 62
- А. С. Прокофьев, В. А. Кабанов. Сравнительная стойкость клеевых соединений древесины 66
- В. Н. Вольинский. О масштабном факторе при испытаниях древесины на изгиб 69
- В. Д. Шестаков. К вопросу уменьшения потерь древесины в стружку при продольном фрезеровании пиломатериалов 74
- М. В. Морев. Построение модели процесса сортировки лесоматериалов 78
- С. А. Апостолов, В. И. Белошицкий, Н. А. Варакина. О влиянии режимных факторов на вибрации системы СПИД при цилиндрическом фрезеровании древесины 82

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- С. Д. Каменков, И. А. Гамова, И. М. Голубева. Об отверждении совмещенного карбамидофенолформальдегидного связующего для древесных пластиков 85
- Д. А. Афонин, А. А. Багаев, Г. И. Царев, А. И. Киприанов. Определение кинетических параметров термополимеризации высших жирных кислот 89
- М. Н. Раскин, С. Ф. Виленчук, М. Ф. Овчинникова, Д. С. Орлов. Сравнительные характеристики фульвокислот и продуктов окисления гидролизного лигнина азотной кислотой и их действие на растения 92

Е. В. Комаров, Ю. Г. Хабаров, Г. Ф. Прокшин. Изучение кинетики реакции взаимодействия сульфатного лигнина с феррицианидом калия	98
Н. В. Овчинников, Ю. Д. Алашкевич, В. Г. Васютин, В. А. Боярченко. Подготовка технического лигнина для получения органоминеральных удобрений	102

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Т. С. Лобовиков, В. Е. Калямина. К вопросу трансформации технологии лесозаготовок в условиях эксплуатации таежных лесов Урала	106
А. П. Иванов, О. А. Федяев. Опыт организации и пути развития производственных объединений	110
Г. Ф. Горбачев. Динамика уровня ведения лесного хозяйства РСФСР за 1945—1980 гг.	113
Г. Е. Романов. Об экономическом содержании понятия лесосырьевой базы	115
П. С. Гейзлер. Показатели эффективности функционирования территориальных лесопромышленных комплексов	117

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Р. И. Погоровская, А. Г. Мошкалев. Метод обоснования объемов лесовосстановительных мероприятий в эксплуатационных лесах таежной зоны при лесоустройстве	121
М. Д. Мерзленко. Лещиновый тип вырубki	122
Ф. В. Пошарников. Уплотнение посевных бороздок при посевах в лесопитомниках	124
Ю. В. Шудря. Разложение подстилки в дубовых древостоях под влиянием рекреации	126
В. К. Балабушка. О прививках сосны обыкновенной	127
В. Н. Коршун, К. Н. Баринюв. Оптимизация размещения гидроцилиндров манипулятора лесной машины	129
Ю. Д. Баранов, В. В. Астапкович. Повышение прочности древеснополимерных армированных композитов	131
А. С. Сметанин, Л. А. Сысов, В. А. Ергин. Устройство для оттаивания промерзших пиловочных бревен	133

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Б. Н. Уголев, Г. С. Шубин. Рецензия на книгу Б. С. Чудинова «Вода в древесине»	136
Рефераты	142

CONTENTS

- A. P. Petrov. Forest economic problems of intensive development of the whole forest sector in the country 3

FORESTRY

- N. A. Konovalov, V. L. Malykhin, T. N. Yakovleva. The influence of biogroups of *Pinus silvestris* parent trees on the growth of seed posterity 10
- V. M. Soloviev. Significance of peculiarities of growing and forming stands when studying the dynamics of forest types 14
- A. I. Shvidenko. Restoration of fire phytocenoses in the East of the area in Ukraine Carpathians 19
- G. T. Krinitsky. On determination of woody plants undergrowth vitality by bioelectric method 22
- S. A. Potapova. Dimensional unsteadiness of the xylem's resin ducts and tracheids in the wood of one-year-old shoots of introduced pines 25
- E. N. Falaleev, A. I. Palkin. Computational modelling of wild berry plantations resources 27
- A. I. Kiprianov, T. I. Prokhorchuk, T. V. Sokolova, E. N. Nakvasina. Influence of stimulants on the basis of sulphate liquors upon the seasons growth of coniferous seedlings during the vegetation period under hot house conditions 30

FOREST EXPLOITATION

- L. V. Korotyayev. Investigation into free transverse oscillations of tree-lengths 34
- N. A. Gaidar, S. I. Medvid. On the influence of resilient characteristics of soil on the oscillation of a logging autotrain 38
- V. S. Kostenko. On an approach to designing the system of transmitting data to ASU by forest industry association 44
- V. K. Karpov, V. S. Kosov. Processing logs with flexible debarking tools 48
- I. I. Fedotov, L. I. Gromasheva, S. Yu. Psarev. Analysis of longevity of MP-5 gasoline motor saw frame 53

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

- L. Z. Lurie. Determination of operational reserves in the processing of half-finished sawtimbers 59
- Yu. M. Ivanov. On the accuracy of the determination of parameters of long-term strength of wood 62
- A. S. Prokofiev, V. A. Kabanov. Comparative resistance of wood's glue joint 66
- V. N. Volynsky. On a scale factor at the test of bending strength of wood 69
- V. D. Shestakov. To the problem of decreasing wood losses at the longitudinal milling of lumber 74
- M. V. Morev. The modelling of the process of sorting timber 78
- S. A. Apostolyuk, V. I. Beloshitsky, N. A. Varakina. On the influence of regime factors on the SPID system's vibrations at cylindrical milling of wood 82

CHEMICAL WOODWORKING

- S. D. Kamenkov, I. A. Gamova, I. M. Golubeva. On curing combined carbomiddophenolformaldehyde adhesive for wood plastics 85
- D. A. Afonin, A. A. Bagaev, G. I. Tsarev, A. I. Kiprianov. Determination of kinetic parameters of thermal polymerization of heigher fatty acids 89
- M. N. Raskin, S. F. Vilenchuk, M. F. Ovchinnikova, D. S. Orlov. Comparative characteristics of fulvic acids and of hydrolytic lignin oxidation products with nitric acids and their effect on plants 92
- E. V. Komarov, Yu. G. Khabarov, G. F. Prokshin. Studying the kinetics of interaction of kraft lignin with ferricyanid potassium 98

- N. V. Ovchinnikov, Yu. D. Alashkevich, V. G. Vasyutin, V. A. Boyarchenko.*
The preparation of industrial lignin for getting organomineral fertilizers . . . 102

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

- T. S. Lobovikov, V. E. Kalyamina.* On the question of logging technology transformation in conditions of the Urals taiga forests exploitation . . . 106
- A. P. Ivanov, O. A. Fedyaev.* Experience of organizing and ways of developing industrial associations . . . 110
- G. F. Gorbachev.* Dynamics of the forestry level in RSFSR in the period of 1945 — 1980 . . . 113
- G. E. Romanov.* On the economic sense of the notion of raw material base . . . 115
- P. S. Geizler.* Indices of the effectiveness of functioning territorial forest industry complexes . . . 117

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

- P. I. Poyurovskaya, A. G. Moshkalev.* Method of basing the volumes of reforestation works in the operational taiga zone forests at forest estimation . . . 121
- M. D. Merzlenko.* Common hazel type of clearing . . . 122
- F. V. Posharnikov.* The condensation of sowing furrows at the sowings in forest nurseries . . . 124
- Yu. V. Shudrya.* The decay of litter in oak stands under the influence of recreation . . . 126
- V. K. Balabushka.* On the common pine graftings . . . 127
- V. N. Korshun, K. N. Barinov.* Optimal location of hydrolic cylinders of forestry machine's manipulator . . . 129
- Yu. D. Baranov, V. V. Astapkovich.* Increasing the strength of woodpolymeric reinforced composites . . . 131
- A. S. Smetanin, L. A. Sysoev, V. A. Ergin.* The device for thraving out frozen saw logs . . . 133

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

- B. N. Ugolev, G. S. Shubin.* The opinion of B. S. Chudinov' book „Water in wood“ . . . 136
- Referats . . . 142

РЕФЕРАТЫ

УДК [630*6+630*79]:001.8

Проблемы лесозоономической науки в условиях интенсивного развития лесного комплекса. ПЕТРОВ А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 3—9.

Сформулированы проблемы лесозоономической науки, задачи и идеи по интенсификации использования и воспроизводства лесных ресурсов; сделан вывод о необходимости экономического обоснования единой стратегии развития для всех отраслей лесного комплекса страны.

УДК 630*283.311.2:581.167

Влияние биогрупп материнских деревьев сосны обыкновенной на рост семенного потомства. КОНОВАЛОВ Н. А., МАЛЫХИН В. Л., ЯКОВЛЕВА Т. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 10—14.

Посредством дисперсионного анализа двухлетних сеянцев изучен рост полусибсов сосны, определена степень влияния биогрупп на некоторые признаки роста, выявлена возможность отбора биогрупп по семенному потомству. Табл. 2. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630*228:630*187

Значение особенностей роста и формирования древостоев в изучении динамики типов леса. СОЛОВЬЕВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 14—18.

Показана роль древостоев различной структуры, возникших на местоположениях бывших типов леса, в восстановительной динамике прежних и образовании новых типов леса в связи с развиваемыми представлениями о росте и дифференциации деревьев, стрессе и формировании древостоев. В качестве составной части динамической типологии леса рассматриваются типы формирования как структурно и динамически однородные подразделения древостоев. Раскрывается значение показателей роста как индикаторов почвенно-грунтовых условий. Библиогр. список: 27 назв.

УДК 581.524.3

Восстановление пихтовых фитоценозов на востоке ареала в Украинских Карпатах. ШВИДЕНКО А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 19—22.

Излагаются результаты исследования процессов формирования яруса подроста пихты под пологом производных древостоев в Украинских Карпатах и восстановления пихтовых фитоценозов. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*181.7:53.082.9

Об определении жизнеспособности подростка древесных растений биоэлектрическим методом. КРИНИЦКИЙ Г. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 22—25.

Изложены особенности правильного применения ранее разработанной методики измерения метаболических электропотенциалов для определения жизнеспособности подростка. Табл. 1. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 630*811.1

Изменчивость размеров смоляных ходов и трахеид древесины однолетних побегов интродуцированных сосен. ПОТАПОВА С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 25—27.

Изучена изменчивость диаметров смоляных ходов и трахеид ранней древесины восьми видов интродуцированных сосен. Отмечена средняя вариабельность размеров смоляных ходов и низкая вариабельность размеров трахеид. В первый год формирования древесины размеры смоляных ходов в меньшей степени, чем размеры трахеид, зависят от условий произрастания интродуцентов. Меньшая изменчивость размеров смоляных ходов соответствует лучшему состоянию растений. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*283.1.001.573

Математическое моделирование урожайности дикорастущих ягодников. ФАЛАЛЕЕВ Э. Н., ПАЛКИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4; с. 27—30.

Урожайность дикорастущих ягод находится в тесной связи с лесорастительными условиями, особенно с типом леса, сомкнутостью полога и средней высотой насаждения. Регрессионный анализ позволил выявить закономерные связи между урожайностью брусники и таксационными признаками насаждений и дать их количественное выражение. Табл. 1.

УДК 676.11.082.1:631.811.98:674.032

Влияние стимуляторов на основе сульфатных щелоков на сезонный рост сеянцев ели и сосны в условиях теплиц. КИПРИАНОВ А. И., ПРОХОРЧУК Т. И., СОКОЛОВА Т. В., НАКВАСИНА Е. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 30—33.

Применение стимуляторов на основе сульфатных щелоков позволяет увеличить продолжительность и интенсивность периодов активного роста сеянцев ели и сосны. Стимулирующее действие проявляется в наибольшей степени в первой половине вегетационного периода (интенсифицируется рост первичного корешка и гипокотили проростков) и в конце сезона (усиливается рост главного корня, кумуляция органического вещества сеянцев). Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 629.11.012.814[630*323+630*324]

Исследование свободных поперечных колебаний хлыстов. КОРОТЯЕВ Л. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 34—38.

Приведены опытные значения параметров свободных поперечных колебаний еловых хлыстов, уложенных на две опоры без свисания вершины и комля. Установлено, что в этом случае колебания затухают по экспоненциальному закону и колебательный процесс описывается линейным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами и одной степенью свободы. Результаты исследования рекомендуются для применения при совершенствовании и эксплуатации трелевочных машин. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*375.5

О влиянии упругих свойств грунта на колебания лесовозного автопоезда. ГАЙДАР Н. А., МЕДВИДЬ С. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 38—44.

Приведены некоторые результаты исследований влияния упругих свойств грунта на колебания лесовозного автопоезда. Разработана методика определения приведенной массы грунта, составлена упрощенная расчетная колебательная модель и установлены параметры свободных колебаний лесовозного автопоезда с учетом влияния упругого основания. Разработаны соответствующие рекомендации. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 65.011.56

Об одном подходе к проектированию сети передачи данных в АСУ лесопромышленным объединением. КОСТЕНКО В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 44—48.

Рассмотрен системный подход к проектированию одной из важнейших составных частей АСУ лесопромышленным объединением — сети передачи данных. Приведены порядок расчета и экономический критерий выбора технических средств передачи данных в АСУ. Ил. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*361.9

Опорка лесоматериалов с использованием гибких короснимателей. КАРПОВ В. К., КОСОВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 48—53.

Приведены результаты теоретических исследований процесса опорки лесоматериалов канатными вращающимися головками (КВГ). Установлены кинематические и силовые параметры при работе гибких короснимателей. Дана оценка производительности опорки КВГ. Полученные соотношения дают возможность определить конструктивные и технологические параметры опорочного устройства с использованием гибких короснимателей. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*362.7-843.192

Анализ долговечности рамы бензиномоторной пилы МП-5. ФЕДОТОВ И. И., ГРОМАШЕВА Л. И., ПСАРЕВ С. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 53—58.

Оценен ресурс стойки, руля и шарнира в зависимости от некоторых факторов эксплуатации. Дан анализ причин преждевременной утраты ресурса рамы, указаны пути его увеличения. Выявлен закон распределения отказов стойки, руля, шарнира и получены математические зависимости, позволяющие определить вероятность, частоту и интенсивность утраты ресурса на любом отрезке времени их эксплуатации. Ил. 3. Табл. 1.

УДК 674.093.2.001.57

Определение оперативных запасов на участке обработки полуфабрикатов пиломатериалов. ЛУРЬЕ Л. З. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 59—61.

Составлена математическая модель процесса накопления и расходования оперативных запасов, приемлемая для практического пользования, и осуществлена ее проверка в реальных условиях производства. Сделан вывод о возможности и необходимости планирования

и контролирования оперативных запасов с целью прогнозирования результатов деятельности предприятий. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*812

О точности определения параметров длительной прочности древесины. ИВАНОВ Ю. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 62—66.

По экспериментальным данным определен доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 основного параметра длительной прочности древесины $\lg A$ от $\pm 2,1$ до $\pm 5,59\%$. Рассмотрено прогнозирование длительной прочности древесины при равномерном распределении напряжений и неоднородном напряженном состоянии, влияние концентрации напряжений, определяемой эмпирическим коэффициентом, и оценка, с помощью последнего, корректности теоретического коэффициента концентрации. Ил. 2. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 630*824.7

Сравнительная стойкость клеевых соединений древесины. ПРОКОФЬЕВ А. С., КАВАНОВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 66—69.

Приведены данные о циклической долговечности соединений древесины сосны на клеях ФР-12, ФР-100, ФРФ-50 и КВ-3, подвергнутых переменным температурно-влажностным воздействиям. Сделан вывод о целесообразности применения клеев ФР-100 и ФРФ-50 в наиболее ответственных соединениях. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*812.71

О масштабном факторе при испытаниях древесины на изгиб. ВОЛЫНСКИЙ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 69—74.

В статье рассмотрены результаты определения модуля упругости и предела прочности при изгибе сосновых образцов различных сечений на переменном пролете. Установлено, что с увеличением момента сопротивления поперечного сечения образцов их показатели уменьшаются, а с увеличением расстояния между опорами значительно увеличиваются, особенно модуль упругости. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.09:621.914.1

К вопросу уменьшения потерь древесины в стружку при продольном фрезеровании пиломатериалов. ШЕСТАКОВ В. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 74—77.

В работе рассмотрены факторы, влияющие на толщину снимаемого слоя древесины при продольном фрезеровании пиломатериалов. Указаны причины поперечной покособленности. Приведены результаты исследований по определению потерь древесины в стружку при продольном фрезеровании пиломатериалов, полученных различными способами раскря. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.09:658.52.011.56

Построение модели процесса сортировки лесоматериалов. МОРЕВ М. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 78—81.

Приводятся структура модели процесса сортировки лесоматериалов и функциональные характеристики блоков. Ука-

зан путь использования результатов моделирования. Ил. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 62-752.001.57:621.914.1

О влиянии режимных факторов на вибрации системы СПИД при цилиндрическом фрезеровании древесины. АПО-СТОЛЮК С. А., БЕЛОШИЦКИН В. И., ВАРАКИНА Н. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 82—84.

В работе приведена математическая модель вибрационных процессов, происходящих в динамической системе СПИД под влиянием основных режимных факторов, изучена зависимость амплитуды вибраций от сил резания, скорости подачи, ширины фрезерования и толщины снимаемого слоя древесины при цилиндрическом фрезеровании древесины. Ил. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.812.2.001

Об отверждении совмещенного карбаминоформальдегидного связующего для древесных пластинок. КАМЕНКОВ С. Д., ГАМОВА И. А., ГОЛУБЕВА И. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 85—89.

Изучено отверждение совмещенного связующего, состоящего из новолачной фенолформальдегидной и карбаминоформальдегидной смол, с помощью химических анализов, методов термогравитометрии и ИК-спектроскопии. Изучено влияние температуры и продолжительности термообработки на степень отверждения совмещенного связующего. Определен оптимальный режим переработки пресскомпозиции на основе совмещенного связующего. Ил. 4. Табл. 4. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 676.085.2:[541.12:542.952:543.852.4]

Определение кинетических параметров термополимеризации высших жирных кислот. АФОНИН Д. А., БАГАЕВ А. А., ЦАРЕВ Г. И., КИПРИАНОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 89—92.

Получены выражения формальной кинетики для реакции термополимеризации индивидуальных непредельных жирных кислот методом ГЛХ. Показано, что скорость реакции термополимеризации зависит от количества двойных связей в молекуле кислоты. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*813.11

Сравнительные характеристики фульвокислот и продуктов окисления гидролизного лигнина азотной кислотой и их действие на растения. РАСКИН М. Н., ВИЛЕНЧУК С. Ф., ОБЧИННИКОВА М. Ф., ОРЛОВ Д. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 92—98.

На основании исследований сравнены химические свойства и биологическая активность основной фракции продуктов окисления гидролизного лигнина азотной кислотой и природных фульвокислот (ФК). Показано, что продукты окисления гидролизного лигнина не только близки к ФК по химическому составу, но и оказывают аналогичное им физиологическое действие на высшие растения. Ил. 1. Табл. 4. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 547.992.3+546.723.267

Изучение кинетики реакции взаимодействия сульфатного лигнина с феррицианидом калия. КОМАРОВ Е. В., ХАБА-

РОВ Ю. Е., ПРОКШИН Г. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 98—102.

Предложена схема совокупности протекающих реакций, включающая ионизацию лигнина и получение свободных радикалов, которые образуют окрашенные комплексы. Последние в щелочной среде конденсируются. Показано, что при небольших концентрациях щелочи кинетика разрушения окрашенного комплекса удовлетворительно описывается уравнением второго порядка относительно концентрации комплекса. Реакция подвержена основному катализу. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*864.2:621.926.73

Подготовка технического лигнина для получения органоминеральных удобрений. ОБЧИННИКОВ Н. В., АЛАШКЕВИЧ Ю. Д., ВАСЮТИН В. Г., БОЯРЧЕНКО В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 102—105.

Разработан технологический способ активирования технического (гидролизного) лигнина на полупромышленной дисковой установке, определены оптимальные режимы диспергирования его, получены и испытаны в полевых условиях органоминеральные удобрения, которые увеличивают урожай пшеницы на 1,9—33,0% по отношению к суперфосфату. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*308

К вопросу трансформации технологии лесозаготовок в условиях эксплуатации таежных лесов Урала. ЛОБОВИКОВ Т. С., КАЛЯМИНА В. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 106—110.

Обосновывается необходимость развития, наряду со сплошными, несплошных рубок в условиях эксплуатации таежных лесов Урала. Это предполагает трансформацию технологии лесозаготовок в более лесоводственно и экономически оправданные типы на основе рационального сочетания рубок главного и промежуточного пользования. Приводится систематическая программа решения проблемы. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 658.014

Опыт организации и пути развития производственных объединений. ИВАНОВ А. П., ФЕДЯЕВ О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 110—113.

Дан анализ организации восьми производственных объединений в системе Минлесбумпрома СССР. Указаны принципы, преимущества и недостатки их организации. Отмечены изменения технико-экономических показателей под влиянием новой организационной формы управления. Рекомендованы пути дальнейшего совершенствования структуры управления в отрасли.

УДК 630*624

Динамика уровня ведения лесного хозяйства РСФСР за 1945—1980 гг. ГОРБАЧЕВ Г. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 113—115.

Раскрыта объективно действующая в нашей стране закономерность, согласно которой уровень ведения лесного хозяйства определяется степенью развития производительных сил в каждом из районов. На примере удельных производственных расходов показано, что эта закономерность прослеживается на лесохозяйственных предприятиях РСФСР

в течение всего послевоенного периода (1945—1980 гг.). Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*905.2

Об экономическом содержании понятия лесосырьевой базы. РОМАНОВ Г. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 115—117.

Дано расширенное толкование понятия лесосырьевой базы как единства спелых запасов, основных фондов лесоэксплуатации и воспроизводства лесных ресурсов. Необходимость этого возникает в связи с проблемами истощенности лесосырьевых баз. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 338.26

Показатели эффективности функционирования территориальных лесопромышленных комплексов. ГЕИЗЛЕР П. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 117—120.

Рассмотрены показатели, позволяющие оценить эффективность функционирования ТЛПК, сравнить деятельность различных ЦЛПК. Предложена система относительных показателей на базе исчисления конечной продукции комплекса КПК и ее модификаций. КПК относится к лесной площади комплекса, лесопокрытой площади, общему объему заготовки древесины, объему заготовки по главному пользованию и объему переработки древесного сырья. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*6

Метод обоснования объемов лесовосстановительных мероприятий в эксплуатационных лесах таежной зоны при лесоустройстве. ПОЮРОВСКАЯ Р. И., МОШКАЛЕВ А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 121—123.

Приводится математическая модель для расчета оптимальных объемов лесовосстановительных мероприятий при лесоустроительном проектировании. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630*2

Лещиновый тип вырубки. МЕРЗЛЕНКО М. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 122—123.

Дается описание лещинового типа вырубки, выделенного автором в зоне смешанных и широколиственных лесов. Формирование последнего связывается с характером леса до рубки, лесорастительными условиями и дальнейшим лесовосстановительным процессом. Предлагается агротехника для успешного создания лесных культур на месте лещиновых вырубок. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*232.323

Уплотнение посевных бороздок при посевах в лесопитомниках. ПОШАРНИКОВ Ф. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 124—126.

Приводятся результаты испытаний различных типов уплотнителей дна посевных бороздок, дается их характеристика и анализируется эффективность их применения. Рекомендуется использовать уплотнители с регулировкой степени уплотнения почвы. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*627.3:630*235.42

Разложение подстилки в дубовых древостоях под влиянием рекреации. ШУДРЯ Ю. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 126—127.

Приведены результаты экспериментальных исследований динамики разложения подстилки в условиях влажной грабовой дубравы зеленой зоны Львова. Установлено, что под влиянием рекреационной нагрузки интенсивность разложения подстилки замедляется. Табл. 3. Библиогр. список: 1 назв.

УДК 630*181.5:582.475.4

О прививках сосны обыкновенной. БАЛАБУШКА В. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 127—129.

Сообщаются результаты прививок сосны обыкновенной. Отмечено, что более высокая приживаемость черенков получена при прививке короткохвойных сосен. Наличие шишек на привое не уменьшает приживаемости черенков, сохранности и прироста привоев. Наивысшая приживаемость черенков получена от материнских деревьев из свежей субори, т. е. из тех условий, в которых произвели прививки. Лучшее место расположения прививаемого черенка — верхняя часть подвоя, худшее — нижняя. Табл. 1.

УДК 630*323.13

Оптимизация размещения гидроцилиндра манипулятора лесной машины. КОРШУН В. Н., БАРИНОВ К. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 131—133.

Формализована задача оптимального размещения гидроцилиндра манипулятора лесной машины по критерию минимальной пиковой нагрузки. Приведен алгоритм оптимизации. Рассмотрен конкретный числовой пример расчета. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 678.029.46:630*865

Повышение прочности древеснополимерных армированных композитов. БАРАНОВ Ю. Д., АСТАПКОВИЧ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 131—133.

Приведены результаты исследований, направленные на повышение адгезионного взаимодействия компонентов: синтетическое волокно с резорцино-латексным покрытием — фенолоформальдегидное связующее — древесина. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК*674.09-791.8

Устройство для оттаивания промерзших пиловочных бревен. СМЕТАНИН А. С., СЫСОЕВ Л. А., ЕРГИН В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 133—135.

Показана экономическая целесообразность дальнейшего совершенствования технологии окорки промерзших пиловочных бревен, в том числе предварительной их подготовки перед окоркой. Дано описание двух устройств для оттаивания промерзших бревен. Ил. 2.

УДК 630*812(049.3)

Рецензия на книгу Б. С. Чудинова «Вода в древесине». УГОЛЕВ Б. Н., ШУБИН Г. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 136—137.