

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

4

1985

Библиотека  
Архангельского  
Лесотехнического  
института  
им. В. В. Куйбышева

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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. Войчалъ, 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 12.5.85. Подписано в печать 8.07.85. Ст. 03312.  
Форм. бум. 70 × 108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура литературная. Печать высокая.  
Усл. печ. л. 12,95 + 1 вклейка. Уч.-изд. л. 15,46. Тираж 1650 экз. Заказ 5082. 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.

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМУ ПРОГРЕССУ — ЭФФЕКТИВНУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ

*Е. С. РОМАНОВ*

Архангельский лесотехнический институт

Состоявшийся в апреле 1985 г. Пленум ЦК КПСС принял решение о созыве очередного XXVII съезда партии и сформулировал концепцию ускорения социально-экономического развития нашей страны на базе научно-технического прогресса. Эти идеи получили развитие и конкретизацию в речи Генерального секретаря ЦК КПСС товарища М. С. Горбачева на совещании по вопросам ускорения научно-технического прогресса, проведенном 11—12 июня в Центральном Комитете партии.

Каждая строка доклада товарища М. С. Горбачева насыщена глубоким смыслом. В нем поставлены очень важные и сложные вопросы экономического развития СССР, совершенствования управления, усиления роли науки, мобилизации трудовой активности всего советского народа.

Коллективы лесотехнических вузов немедленно приступили к изучению материалов совещания. Вновь и вновь углубленно прорабатываются планы научных исследований и всей работы на XII пятилетку и дальнейшую перспективу. Высокая оценка возможностей вузовской науки, высказанная М. С. Горбачевым, воспринята как призыв к резкому повышению отдачи исследований.

Лесные отрасли не упоминаются в докладе Генерального секретаря ЦК КПСС. Но буквально все его положения относятся и к лесному делу. В одном из фундаментальных вопросов — о перспективе инвестиционной и структурной политики — лесной комплекс не может рассчитывать на повышение его доли. Поэтому для лесных отраслей особенно актуален тезис доклада: «Главное сейчас — изыскать и привести в действие все резервы повышения эффективности производства, качества продукции».

Особо значимы положения о соотношении капитальных вложений в добывающие и перерабатывающие отрасли. Пока в лесном производстве не удалось найти такие пропорции между вложениями в лесозаготовки, переработку древесины (в том числе по видам переработки) и лесовозобновление, которые обеспечивали бы удовлетворение потребности страны в лесопродукции при сохранении и приумножении лесного потенциала как по стране в целом, так и по крупным регионам.

«...Ресурсосбережение должно быть одним из главных направлений инвестиционной политики». Это положение доклада предъявляет жесткие требования к лесоперерабатывающим отраслям: ведь производство изделий из древесины в расчете на каждую тысячу кубометров заготовленного леса в нашей стране почти вдвое меньше, чем в других странах с развитой лесной промышленностью.

Велики потери древесины и на лесозаготовках. Их можно разделить на две части. Одна — это недорубы и неосвоенная древесина, брошенная на лесосеках и вдоль трасс лесовозных дорог; этот резерв должен и может быть использован немедленно. Другая часть — отходы лесозаготовок; здесь еще не все решено с процессами использования, выпуском нового оборудования, определением организационных форм превращения отходов в готовые продукты.

Проблема полного и комплексного использования лесосырьевых ресурсов — одна из двух глобальных проблем лесного производства (другая связана с трудовым фактором). Решение ее во многом зависит от того, насколько едины в своих усилиях будут все звенья лесного комплекса: лесозаготовительная и лесоперерабатывающая промышленность, лесное хозяйство, лесная наука. Ныне они разобщены. Четырех-пятизвенная система управления лесопромышленными подотраслями превращает их в министерства в министерстве. В Гослесхозе и Минлесбумпроме СССР можно найти, по-видимому, любую мыслимую структурную единицу от мелкого предприятия до мощных научно-производственных объединений. Но ни в том, ни в другом ведомстве нет единого хозяйственного механизма, целенаправленного на полное использование лесных ресурсов.

Подобно производству, и даже сильнее, разобщена отраслевая лесная наука. Роль вузовской науки все еще не соответствует ее возможностям. Промышленность не всегда ставит большие конкретные задачи перед учеными вузов, а их собственные предложения порой непрактичны. Сотни авторских свидетельств вузовских ученых остаются лишь своего рода похвальными листами.

О трудностях с внедрением результатов научных исследований и изобретений в производство говорят и пишут давно. Но ощутимых сдвигов нет. Главная причина

видится в том, что до сих пор от руководителей всех уровней требовалось в основном выполнение объемных показателей: выпуск продукции, сдача объектов и т. п. В новых условиях нужен более жесткий конкретный спрос с руководителей именно за усиление интенсификации и повышение эффективности.

Во всех выступлениях товарища М. С. Горбачева: на встрече с руководителями промышленных объединений и предприятий, колхозов и совхозов, производственных бригад, специалистами и учеными в ЦК КПСС 8 апреля 1985 г., на апрельском (1985 г.) Пленуме ЦК КПСС, в речи перед партийно-хозяйственным активом Ленинграда, на совещании в ЦК КПСС 11 июня — подчеркнуто, что прогресс необходим значительный и скорый. Из выступлений участников совещаний и Пленума видно, что задачи эти близки и понятны советским людям, по ним имеется определенный задел. Но для решения этих задач во всем их объеме требуется улучшение планирования, совершенствование управления, в том числе расширение самостоятельности низового звена и повышение ответственности на всех уровнях. «Основные резервы в достижении высшей эффективности лежат на стыках отраслей», — говорил товарищ М. С. Горбачев на совещании 11 июня. Далее он сказал, что проработать все межотраслевые связи не в силах ни Госплан, ни министерства. Применительно к лесному делу вопрос о стыках — это не только вопрос о взаимодействии двух основных ведомств (Гослесхоза и Минлесбумпрома), но и о взаимосвязях между подотраслями внутри Минлесбумпрома, а также в других ведомствах, занимающихся лесозаготовками, лесопилением и т. д. Поэтому вывод товарища М. С. Горбачева: «Все это ставит в повестку дня вопрос о создании органов управления крупными народнохозяйственными комплексами», — указывает путь перестройки системы управления и в лесном производстве. Заготовка и переработка древесины вместе с уникальной возможностью — воспроизводить этот ценнейший природный ресурс, — все это объединяется общностью территории. Применительно к лесу «крупные народнохозяйственные комплексы» — это совокупность всех лесных предприятий на территории области, республики (например, Архангельской области, Коми АССР), или в зоне деятельности крупных целлюлозно-бумажных комбинатов (например, Котласского, невзирая на границы административных областей), лесопромышленных узлов (г. Архангельск) и т. д. В рамках таких комплексов несравненно проще решится вопрос образования комплексных предприятий (лесхоз + леспромхоз и т. п.), производственных объединений вертикального типа (например, лесхоз + химлесхоз + леспромхозы + сплавконтора), постояннодействующих предприятий и др. В этих условиях «...должны измениться роль и функции министерств. Они смогут максимально сосредоточить внимание на перспективном планировании, широкомасштабном использовании новшеств для повышения технического уровня производства и продукции».

Основное содержание научно-технического прогресса составляет совершенствование техники, технологии, организации производства. Однако успех осуществления всех мероприятий — от планирования научно-исследовательских работ до оценки фактического уровня научно-технического прогресса на предприятиях и в объединениях — будет зависеть от организационно-экономических условий: моральных и материальных стимулов и оценки качества труда ученых, инженеров, руководителей, рабочих; улучшения структур управления и др. Создание этих условий должно стать опережающим неотложным шагом.

«Перед нами громада дел — дел новаторских, масштабных, трудных». Эти слова Генерального секретаря ЦК КПСС М. С. Горбачева в полной мере относятся к лесному производству, лесной науке и высшей школе. Необходимо немедленно приниматься за эту работу.

---

Редакционная коллегия и редакция «Лесного журнала» приглашают ученых лесотехнических вузов выступить на страницах журнала с предложениями о путях осуществления научно-технического прогресса в лесном деле.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*41

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ  
И ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОЗАЩИТЫ\***

Г. В. СТАДНИЦКИЙ, В. В. СТРАХОВ

Ленинградский технологический институт ЦБП  
ВНИИХлесхоз

В современном лесохозяйственном производстве лесозащита занимает особое положение. Это обусловлено тем, что с дендрофильными насекомыми и возбудителями заболеваний, присутствующими в неблагополучных или погибающих насаждениях, связывают как потери древесины, так и гибель леса в целом. Предполагается, что эти потери можно предотвратить, уничтожая или подавляя популяции вредящих организмов. Так, по мнению А. И. Воронцова [2], «...лесозащита — ...учение о методах, технике и организации борьбы (разрядка наша — Г. С., В. С.) с вредными для леса животными и растительными организмами, то есть технология лечения больного леса». В качестве научной основы лесозащиты принято изучать патологию леса, а популяции вредных для леса организмов рассматривать как факторы патологии, т. е. как биотические причины патологических изменений состояния лесных биогеоценозов, наряду с абиотическими [2]. При таком подходе популяции растительноядных организмов (консументов) придается большее биоценотическое значение, чем популяции продуцентов (лесообразующих пород), а лесоводу, следовательно, отводится второстепенная роль в управлении лесными биогеоценозами. Лес оказывается местом скопления различных объектов исследования или хозяйственной деятельности, а не целостной системой — биогеоценозом.

Опыт воздействия человека на лесные биогеоценозы показывает необходимость комплексного подхода к решению не одной, а совокупности проблем, связанных, например, с такой важнейшей лесоводственной задачей, как лесовосстановление, включая и проблемы лесозащиты. Это положение никак не оспаривается, но с большим трудом доводится до конкретных действий. В большой степени это связано с крайней ограниченностью имеющихся теоретических разработок. Основным препятствием на пути реализации комплексного подхода к лесовосстановительным работам на основе экологических принципов является, по нашему мнению, сильнейшая инерция в разработке экологически совершенной методологии лесовосстановления, в том числе некорректное определение целей, конкретных задач и теоретических проблем лесозащиты как элемента лесохозяйственного производства.

Накопленные отечественной и мировой наукой и практикой факты не подтверждают практической полезности общепринятого представления о том, что уничтожение «вредящих» организмов — наилучший и едва ли не единственный путь предотвращения или уменьшения ущерба от них. Эти факты и позволяют преодолеть инерцию мышления, заложить новую теоретическую основу для оценки, прогноза и принятия решений по управлению лесными биогеоценозами в зависимости от конкретно складывающихся отношений между популяциями лесообразующих древесных пород (продуцентов) и так называемых вредных для

\* Печатается в порядке обсуждения.

леса консументов-фитофагов. Предлагаемую статью следует рассматривать как первый шаг в данном направлении.

*Консументы-фитофаги  
в естественных лесных биогеоценозах*

Основной закономерностью всех экологических процессов в биогеоценозе является, как известно, непрерывный поток энергии и вещества, направленный по градиенту от автотрофных продуцентов-фотосинтетиков к гетеротрофным консументам. Этот поток сопровождается процессами естественного отбора особей как продуцентов, так и консументов разных трофических уровней. В выживании наиболее приспособленных к среде данного качества и отмирании, утилизации консументами и редуцентами неприспособленных заключена сущность общебиологического закона естественного отбора, сформулированного Ч. Дарвином.

Поступающая в распоряжение консументов I-го уровня (фитофагов) биомасса продуцентов — основной источник энергии и вещества для последующих трофических уровней, т. е. она определяет дальнейший поток энергии через биогеоценоз. Растениеядные организмы (наряду с абиотической компонентой среды) всецело определяют существование следующих трофических уровней — плотоядных организмов первого и последующих порядков. Равным образом продуценты определяют возможность существования фитофагов. В этом проявляется диалектическая природа взаимоотношений популяций, входящих в смежные уровни трофической цепи: с одной стороны, фитофаги имманентно присущи любому биогеоценозу как часть среды обитания вторичных консументов, выступающих по отношению к ним в качестве факторов естественного отбора, а с другой, — продуценты (популяции растений) образуют среду обитания фитофагов, выполняющих по отношению к растениям ту же роль.

Формирование видового состава фитофагов, динамика их популяций, исчезновение одних видов и появление других вследствие сукцессии лесного биогеоценоза определяются средообразующей ролью продуцентов, трансформирующих абиотическую компоненту среды, а далее — и воздействием фитофагов на разные элементы растительного сообщества, в чем убеждают собственные и обширные литературные материалы ([22, 27, 28] и др.). Взаимоотношения продуцентов и консументов обладают всеми чертами коадаптивного процесса [1, 11, 21, 22, 27, 28]. Наличие и эволюция коадаптаций в процессе естественного отбора не дает абсолютных преимуществ ни тем, ни другим. Это справедливо для любых звеньев трофической цепи, в том числе «хозяин — паразит», «жертва — хищник» [21]. Поэтому катастрофические, с точки зрения человека, размножения фитофагов, например сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus superans* Tschetw.) в лесах Сибири или пихтовой листовертки-почкоеда (*Choristoneura fumiferana*) в Канаде, не сопровождаются тотальной гибелью лесов [11, 20, 27]. Безусловным подтверждением огромной значимости сказанного для лесного хозяйства является существование стабильных по составу и ареалам пород лесных биогеоценозов со всеми их «вредителями» начиная от плицена до настоящего времени. На древесине, заготавливаемой в этих лесах, в основном и работает пока лесоперерабатывающая промышленность.

Высокая стабильность во времени — неотъемлемое и общепризнанное свойство лесных биогеоценозов [9, 20, 29], обусловленное во многом значительно большей продолжительностью онтогенеза видов-эдификаторов (деревьев) по сравнению с онтогенезом любых консументов. Главная же причина такой стабильности, с точки зрения общей экологической теории, заключается в пространственно-временной гетерогенности

абиотических и биотических составляющих (факторов!) лесного биогеоценоза, благодаря которой образуется градиент условий среды для каждого отдельного вида (от оптимума к пессимуму).

Эта гетерогенность и градиенты оптимальности прослеживаются как для биоты Земли в целом (географическая зональность), так и для биоты конкретного (в том числе лесного) биогеоценоза (породный состав, класс бонитета, тип условий произрастания, возрасты климакса и распада и пр.) [27, 29].

Известно, что по мере роста древостоя плотность популяции вида-эдификатора (число деревьев) снижается, в то время как биомасса возрастает вплоть до абсолютного превышения ею биомассы всех других совместно обитающих видов. Так, в нормальных насаждениях сосны Iб—II классов бонитета биомасса (запас) древесины в возрасте 10 лет составляет 64 м<sup>3</sup>/га, а в возрасте 160 лет — 992 м<sup>3</sup>/га. Плотность популяции сосны за этот период снижается в 30 раз — с 6920 до 233 деревьев на 1 га [7]. Соответствующая отпаду биомасса утилизируется по цепям питания, начинаемым фитофагами и завершаемым биоредуцентами.

К моменту достижения абсолютного максимума биомассы древесины, практически совпадающего с максимумом среднего годовичного прироста (возраст количественной спелости), устанавливается динамическое равновесие числа видов и их биомасс, обычно обозначаемое как состояние климакса. Именно этот этап наиболее привлекателен для человека, поскольку достигается максимальный эффект при лесозаготовках. Однако вслед за климаксом начинается распад популяции, в котором участвуют животные-фитофаги, ксилотрофные грибы, беспозвоночные, бактерии. Если вовремя не снять урожай древесины, то рано или поздно он будет полностью утилизирован консументами, которые, с точки зрения человека, нанесут ущерб. Этот ущерб и связывают с фитофагами, в первую очередь, с такими, которые способны размножаться в массе, давая так называемые очаги вспышек массовых размножений.

Наши представления о роли биоценологических взаимоотношений между популяциями в конкретном биогеоценозе зачастую субъективны и зависят от масштаба рассмотрения биогеоценоза как объекта хозяйства. Поэтому причины и последствия, например, массовых размножений насекомых или эпифитотий фитопатогенов объясняют по-разному, как правило, исходя из взаимоотношений фитофагов с зоофагами (II и III уровни пищевой цепи), гораздо реже — кормовых растений и фитофагов (I и II уровни). Существующие теории динамики численности насекомых-фитофагов — трофическая, климатическая, паразитарная, полифакториальная, синтетическая — отдают приоритетную значимость одному или нескольким явлениям (факторам) из их общего диалектического единства [2, 3, 11, 12, 22, 27, 29]. Они были созданы на основе представлений о наличии регуляционных процессов в природе, протекающих в соответствии с общими кибернетическими принципами. Представление о регуляции во многом питается стремлением человеческого мышления описать наблюдаемые явления в причинно-следственных понятиях. Наличие прямых и обратных связей послужило основанием для гипотезы о том, что популяции представителей высших трофических уровней оказывают управляющее воздействие на популяции предыдущих уровней, т. е. навстречу (против градиента) потоку энергии и вещества в биогеоценозе [29]. Отсюда предполагается, что наблюдаемая гибель части насаждений после вспышки массового размножения фитофагов — следствие этой вспышки [2, 4, 8]. Но так ли это на самом деле?

Если с подобных позиций рассматривать классический пример экологической пирамиды Ю. Одум (см., например, [29]): «солнечная энергия — люцерна — телята — мальчик», — то численность фитофагов (здесь — телята, в лесу — насекомые) должна определяться факторами

их смертности (здесь — мальчик, а в лесу — паразиты, хищники, болезни), но не продуктивностью растений (здесь — люцерна, а в лесу — древесная порода). Соответственно численность и биомасса растений должна определяться численностью фитофагов, а не притоком солнечной энергии и продуктивностью почвы. Несостоятельность такого подхода легко обнаруживается, если помнить, что единицей естественного отбора является особь, а не единица биомассы [16, 29]. Отсюда ясно, что управление (приложение энергии против ее потока) в биогеоценозе дестабилизирует его. При этом возникают непредсказуемые колебания численности популяций различных трофических уровней [21, 28, 29]. Практическая ценность такого подхода сомнительна. Доказано, что тотальные обработки перестойных лесов Канады инсектицидами против листовертки в период ее вспышки только усугубляют процесс их гибели, ибо способствуют поддержанию длительного «предвспышечного» состояния популяции. Последнее ведет к постоянно избыточной плотности листовертки на большой территории и к многократным дефолиациям деревьев [20, 25].

Тем не менее, в лесном хозяйстве все еще бытует представление о наличии регуляции, осуществляющейся под воздействием преимущественно консументов, т. е. навстречу потоку энергии. Отсюда предполагается, что, воздействуя на фитофагов, можно управлять популяцией древесной породы и биогеоценозом в целом, формируя количество и качество выращиваемой древесины. Соответственно, если после зафиксированной вспышки массового размножения наблюдается повышенная смертность деревьев или распад популяции лесообразующей породы, то традиционный причинно-следственный подход квалифицирует фитофагов как причину этих последствий. Но любому экологу, взор которого не ограничен рамками узкой специальности, ясно, что катастрофические последствия вспышки суть следствие, а не причина нежизнеспособного состояния популяции древесной породы. Пандемия пихтовой листовертки может быть поставлена в аналогию с пандемиями сибирского шелкопряда, но факт негативных последствий канадские специалисты объясняют экологически грамотно — следствием преобладания перестойных лесов, естественный распад которых остановить невозможно.

Взаимодействие деревьев и фитопатогенных организмов, в частности грибов, также носит все черты коадаптивного процесса [24]. Очевидно, что и решения соответствующих проблем будут сходными.

Традиционное рассмотрение фитофагов как безусловных вредителей леса способствовало тому, что из понимания явления исчезло основное содержание естественного отбора при взаимодействии растений и фитофагов: наименее приспособленные к среде в данный момент времени особи (деревья) утилизируются фитофагами, а наиболее приспособленные выживают. Растения и фитофаги, являясь элементами среды обитания по отношению друг к другу, взаимно влияют на изменения каждой своей среды по градиенту оптимальности. Суть процесса именно в том, что, грубо говоря, пессимальное состояние растений оптимально для фитофага (см., например, [12, с. 9]). Наглядный пример этой закономерности — сукцессия энтомофауны на фоне сукцессии эдификаторной растительности и фитоценоза в целом [27, 28].

Безусловное исключение по своему значению в естественных лесных биогеоценозах составляют ксилофаги, в частности кормофаги. Они утилизируют естественный отпад, т. е. поселяются на необратимо ослабленных, утративших устойчивость деревьях [1, 2, 4, 5, 12, 22, 26, 27]. Есть мнение, что некоторые физиологически агрессивные виды могут не только заселять жизнеспособные деревья, но при массовом поселении необратимо ослаблять и убивать их [2, 4, 5, 6]. В рамках концепции



[2, 5] для этого необходима реализация трех условий: высокой численности данногоксилофага, наличия приемлемого для поселения субстрата и способности размножаться на жизнеспособном дереве. Рассмотрим, возможна ли одновременная реализация этих трех условий.

- Начальный рост численности популяцийксилофагов обусловлен образованием их экологической ниши — усыхающих и свежесухостойных деревьев вполне определенного физиологического состояния [1, 12, 23]. Появление такого количества субстрата в лесу связано с процессами естественного или антропогенного распада популяции кормовой породы, усугубляющегося массовыми размножениями насекомых-филлофагов или распространениемксилотрофных грибов [1, 12, 14, 15, 23, 26]. Важная особенность субстрата для короедов и лубоедов, а отчасти и для усачей — быстрая (в течение 1—2 лет) потеря его привлекательности для личинок вследствие высыхания или отработки грибами [1, 23, 27]. Поэтому известные нам случаи массового появления погибших или необратимо ослабленных деревьев после пожаров или ураганов не сопровождались массовым размножением кормофагов: луб и камбий высыхали раньше, чем численность популяции насекомых достигала размера, достаточного для освоения всего наличного корма, что подтверждается и литературными данными [1, 5, 15, 23, 26, 27].

Отсюда видно, что высокая плотность поселенияксилофагов характеризует вполне удовлетворительное в лесопатологическом отношении состояние насаждения, ибо она реализуется при незначительном отпаде деревьев, и наоборот.

Накоплениексилофагов возможно только при наличии перманентной «подпитки» их популяции приемлемым субстратом, что теоретически возможно при стабильном во времени отпаде деревьев, превышающем 10 % в год, т. е. в деградирующем насаждении [1, 2, 5, 15, 23].

Почему же не заселяются жизнеспособные деревья в данном или соседнем лесных биогеоценозах? Этот вопрос с исчерпывающей полнотой освещен в сводках [1, 23]. Установлено, в частности, что заселение короедами и лубоедами окольцованных или вертикально поставленных срубленных деревьев с последующим успешным развитием потомства происходит только после прекращения смолывыделения. Насильственная посадка жуков на жизнеспособные деревья или привлечение их феромонами сопровождаются попытками поселения, но, из-за непригодности субстрата, личинки не развиваются. Опыты Г. В. Стадницкого и В. П. Душина в Архангельской области по одновременному тестированию состояния деревьев сосны живичным индикатором П. А. Положенцева и электрофизиологическим методом показали, что заселение сосновыми лубоедами окольцованных до древесины деревьев на корню происходит после того, как коэффициент поляризации луба становится близким к единице, а балл смолывыделения — к нулю. Но такое состояние стоящее дерево приобретало спустя месяц и более после кольцевания, в то время как срубленные деревья — через несколько часов, причем заселение начиналось спустя 2—3 дня.

Стоящее окольцованное (как и необратимо ослабленное другими причинами) дерево, утратившее смолывыделение, усыхает независимо от того, заселено оно короедами или нет. Следовательно, наиболее распространенные кормофаги (короеды, лубоеды) в лесном биогеоценозе проявляют себя как сапрофаги или «паразиты теплого древесного трупа», не будучи факторами смертности. С прикладной точки зрения, массовое заселение ими дерева равнозначно фиксации (индикации) факта его смерти. Защита таких деревьев отксилофагов заведомо бессмысленна с любой точки зрения.

В отношении усачей рода *Monochamus* существует мнение [4, 6, 13, 14, 15], что при массовом размножении снижается пространственно-

временная дискретность их популяций, т. е. (в терминах Д. Лэка) популяция оказывается сомкнутой по корму за счет дополнительного питания жуков хвоей, что может привести к усыханию новых деревьев [4, 6]. По нашему мнению, это обусловлено величиной диапазона физиологического состояния деревьев, определяющего оптимум для развития собственно филофагов в биогеоценозе. Наиболее широкий диапазон оптимума отмечен для филофагов [11, 14, 27, 28]. Пространственно-временная дискретность их популяций в наименьшей степени зависит от пространственно-временной локализации насаждений, оптимальных для их развития, поскольку диапазон таких состояний в пространстве — времени достаточно широк [14]. Наименьший диапазон оптимальных состояний экологической ниши присущ скрытноживущим подкорovým насекомым, прежде всего, короедам и лубоедам. Пространственно-временная локализация оптимального для них субстрата высоко дискретна [14], что обусловлено особенностями образования отпада в естественных лесных биогеоценозах и быстрыми темпами утраты как привлекательности, так и приемлемости в качестве пищи личинок из-за быстрого усыхания луба [1, 12, 23]. Для усачей характерен более широкий диапазон привлекательного состояния, чем для лубоедов и короедов (так как их личинки питаются собственно древесиной), но он все-таки более узок, чем для экзофитных филофагов. Соответственно возрастает длительность существования оптимальных для усачей состояний деревьев, что определяет степень дискретности их популяций как в пространстве, так и во времени и специфику динамики численности [3, 4, 6, 12]. Отсюда вытекает промежуточное положение таких усачей по сравнению как с филофагами, так и с собственно подкорowymi кормофагами. С этой точки зрения роль дополнительного питания усачей, в частности большого черного хвойного усача (*Monochamus urussovi* Fisch.) не столь однозначна, как полагают большинство исследователей [3, 4].

Образование избыточно плотных популяций этого вида в пихтовых лесах Сибири происходит, как правило, на больших площадях и часто связано с очагами массового размножения сибирского шелкопряда [3, 5, 12]. Более того, такие популяции существуют неопределенно долгое время, по сравнению с периодом вспышки шелкопряда [4, 6]. Это показывает, что насаждения, в которых развивается избыточно плотная популяция усача, уже находятся на грани естественного распада или под воздействием каких-либо антропогенных факторов [15]. Так называемая «подготовка кормовой базы» при дополнительном питании жуков определяется широким диапазоном оптимума физиологического состояния деревьев и не имеет существенного значения ни для популяции усача, ни для популяции древесной породы в целом.

#### *Консументы первого порядка в искусственных лесных сообществах*

Территория вырубki или гарь на месте бывшего естественного лесного биогеоценоза характеризуется изначальной разнородностью климатических и гидроэдафических характеристик и испытывает воздействие со стороны биотических компонентов окружающих ее ценозов. Из последних постоянно происходит «выселение» размножающихся там консументов. Естественный лесовосстановительный процесс обусловлен заселением территории фенетически и генетически разнородными особями растений-эдификаторов, что в дальнейшем определяет сложный ход сукцессии и неизбежный естественный отбор как среди растений, так и среди консументов [27, 28].

При создании искусственного насаждения посевной или посадочный материал преднамеренно подбирают по возможности однородным,

стандартным. В итоге с самого начала сукцессия становится непредсказуемой, ибо ее естественное течение невозможно, поскольку закономерности естественного отбора реализуются в практически однородной совокупности индивидуумов. Нередко это проявляется в неизбирательной гибели культур под влиянием фузариоза, снежного шютте, корневой губки, майского хруща, подкорного клопа, корнежиллов, большого соснового долгоносика и др. Таким образом, упрощенная усилиями человека базисная пространственно-временная структура биогеоценоза при создании искусственной однородной совокупности особей будущего вида-эдификатора порождает столь же упрощенные взаимоотношения между трофическими уровнями. Это неизбежно требует длительного управления видами, привнесенными человеком и независимо от него нашедшими здесь свою экологическую нишу.

Лесокультурный фонд может слагаться из самых разнообразных площадей — от земель бывшего сельскохозяйственного пользования до гарей и вырубок разных типов, в том числе и возникших на разных этапах экологической сукцессии. Так, гари в молодняке, приспевающем или перестойном насаждении одного и того же типа леса совершенно различны по гидроэдафическим и другим характеристикам [8, 9]. Но применяемые схемы лесовосстановления в значительной мере унифицированы технологическими картами [17, 18]. Это порождает трудно разрешимые, а порой и непреодолимые задачи любой ценой сохранить созданный объект, на что и ориентирована современная лесозащита.

Например, в районах интенсивной вырубки спелых насаждений и их замены на популяционно-биоценотическом уровне молодняками происходит распространение и, вероятно, повышение вирулентности возбудителя корневой губки. Наибольший ущерб она приносит в чистых высокополнотных хвойных насаждениях высших классов бонитета, I—III классов возраста, причем примесь лиственных пород снижает ущерб [2, 10]. При создании культур об этом упоминается на уровне рекомендаций общего характера, но на деле реализуется унифицированная система лесовосстановления. Существуют две главные причины широкого распространения корневой губки: замена на обширных площадях спелых насаждений молодняками и растущая посещаемость лесов, ведущая к распространению инфекции. Ясно, что преодолеть эти причины «борьбой» с возбудителем заболевания нереально.

Другой пример — снежное шютте. Единственная реальная возможность избежать угрозы гибели культур заключается в быстром росте посадок, чтобы их вершины быстро вышли за пределы уровня снежного покрова. Но пересадка затормаживает рост. Аналогичные противоречия возникают при попытках создания культур на застарелых хрущатниках.

Изреживание культур при уходе или формировании лесосеменных участков может превратить их в удобное пастбище для лосей и привести к большому ущербу даже при низкой плотности популяции последних. Наши наблюдения показали также, что культуры сосны, создаваемые материалом с закрытой корневой системой, могут успешно противостоять большому сосновому долгоносика при наличии сомкнутого травостоя, создающего неблагоприятный микроклиматический режим для дополнительно питающихся жуков и затрудняющего их миграции [13]. Но этому условию противоречат рекомендации по уничтожению травяно-кустарничковой растительности, якобы конкурирующей с культурами, с помощью гербицидов и арборицидов. Целесообразность этих мероприятий крайне проблематична.

Лесные культуры — весьма специфичный, с точки зрения экологической теории, объект, характеризующийся относительно быстрыми тем-

пами сукцессии, изменениями светового и гидрологического режима при быстром смыкании крон, а следовательно, и относительно быстрой сменой комплексов консументо-фитофагов [2]. В условиях недифференцированного проведения лесокультурных работ те или иные представители этого комплекса наносят ощутимый ущерб создаваемым объектам. Вместо того, чтобы по возможности минимизировать этот ущерб гибким изменением технологии лесовосстановительных работ, зачастую упывают на непрерывную дорогостоящую борьбу с этими консументами при помощи химических и микробиологических конобиотиков-энтомоцидов, загрязняющих природную среду, и рассматривают ее как основную цель лесозащиты [2, 20], но эффективность ее низка.

Если не изменить существующую практику искусственного лесовосстановления в соответствии с экономическими и экологическими принципами, то в недалеком будущем потребуются создать целую систему лесопатологического патронажа культур, основанную не только на подавлении консументов-фитофагов, но и на широком применении удобрений, уходов, санитарных мероприятий. Вряд ли такой патронаж оправдан экономически, если он вообще осуществим на больших площадях в районах интенсивной лесозащиты.

Представляется очевидным, что только лесовосстановление, основанное на принципах адаптивной экологии и дифференцированного подхода к разным объектам в зависимости от состояния и тенденций сукцессионного процесса, может радикально улучшить положение и нейтрализовать негативные последствия жизнедеятельности консументов-фитофагов. Трезвое признание и преодоление объективных трудностей искусственного лесовосстановления принесет больше пользы, чем традиционное объяснение гибели питомников и культур деятельностью хрущей, шютте, корневой губки, долгоносиков или дорогостоящее подавление их популяций.

#### *Значение и задачи лесозащиты как составной части лесовосстановительного процесса*

Из всей системы лесовосстановительных мероприятий на долю лесозащиты приходится контроль некоторых звеньев трофической цепи: взаимодействий деревьев с фитофагами, а фитофагов — со всем остальным комплексом факторов среды или его частью. Конкретные приемы и операции лесозащиты различны в зависимости от происхождения биогеоценоза, этапа его сукцессии, степени нарушенности консортивных связей между компонентами вследствие лесоводственного вмешательства и др.

В сельском хозяйстве человек обычно полностью берет на себя на 1—2 года (иногда больше) целенаправленное управление биогеоценозом — от посева или посадки до сбора урожая. В лесном хозяйстве большая часть продукции находится в состоянии незавершенного производства, а урожай снимается с перерывом в десятки лет. Управлять лесными сообществами, их сукцессионными процессами в течение такого срока на громадных площадях невозможно и нецелесообразно. Единственная экологически приемлемая и экономически оправданная альтернатива — осуществление лесовосстановительных работ с соблюдением максимального соответствия требований внедряемых древесных пород всему комплексу условий на конкретном участке лесокультурного фонда. Если это требование не может быть выполнено по техническим или организационным соображениям, от производства заведомо неперспективных культур следует отказаться.

Возникает немаловажная задача генетического отбора привойного посевного и посадочного материала вместо принятого сейчас без всяких

оснований отбора по фенотипу. Внедряемые при создании культур индивиды древесной породы (сеянцы) должны обладать наследственностью, адекватной конкретным условиям среды.

Далее: необходима прогностическая оценка развития биогеоценоза, в который вводятся новые компоненты — культуры, с учетом их будущего участия в сукцессионном процессе.

Условие успешного воссоздания «цеха» по производству древесного сырья — не выравнивание среды с помощью гербицидов, арборицидов и иных силовых приемов, а сохранение естественной для данного биогеоценоза ее гетерогенности. На практике это означает, что в одном случае следует согласиться с естественным ходом сукцессии на вырубке или гари, в другом — создавать смешанные культуры, в третьем — использовать травостой для восстановления утраченной при пожаре или отчужденной при рубке почвенной органики и запаса биогенных элементов, в четвертом — создавать чистые хвойные молодняки, поддерживая их в разумных пределах лесопатологическим патронажем. Такой дифференцированный подход к лесовосстановлению позволяет следовать естественным экологическим процессам в конкретных ситуациях, что не исключает возможности вмешательства человека в сукцессионные процессы, например, проведения реконструкции молодняков [19]. Лесоводственное обоснование дифференцированного лесовосстановления в условиях рубок главного пользования существует. Еще в 50-е годы И. С. Мелеховым разработана типология вырубков [8], которая должна стать научной базой проектирования лесовосстановления на вырубках. Конечно, дифференцированное лесовосстановление — сложный путь, но только он, на наш взгляд, позволяет при минимальных затратах снимать урожай древесины с одной и той же площади с минимальным разрывом во времени.

Стратегия лесовосстановления должна определяться, с одной стороны, стратегией лесоперерабатывающих отраслей, а с другой, — влиять на нее. Так, например, реальная ситуация с запасами хвойной древесины на Севере диктует временное частичное преобладание лиственной и малоценной древесины в составе сырья. В технологии лесопереработки эти вопросы уже решены, и нет оснований бояться временной смены пород в некоторой части лесного фонда.

Основная задача лесозащиты состоит в изучении, оценке и прогнозировании экологических процессов, связанных с действием факторов естественного отбора: динамикой численности, физиологическими и демографическими характеристиками популяций эдификаторных растений и их консументов. Приоритет, таким образом, принадлежит не надзору за популяциями консументов, а оценке состояния и устойчивости деревьев.

Задачи лесозащиты в создаваемых человеком биогеоценозах гораздо сложнее. С позиций экологии очевидна бесперспективность попыток искоренения популяций фитофагов [20], за исключением отдельных видов в пределах полностью контролируемых объектов, которые можно приравнять к сельскохозяйственным (особо ценные культуры, лесопарки, семенные участки, питомники). Методология управления искусственными лесными сообществами предусматривает не силовые методы воздействия на нежелательные организмы. Она должна способствовать удержанию их численности на хозяйственно незначимом уровне за счет мероприятий, способствующих оттоку, перераспределению и элиминации части их популяций в конкретных биогеоценозах. Теоретическое обоснование этого направления выходит за рамки настоящей статьи.

\* \* \*

Итак, лесозащита — составная часть лесовосстановления, и ее проблемы неотделимы от проблем последнего. Мы убеждены, что назрела необходимость переосмысления основных экологических процессов в лесных биогеоценозах применительно к проблемам лесозащиты. По-видимому, следует признать, что представление об антагонистической подоплеке взаимоотношений между популяциями смежных трофических уровней не дает желаемых практических результатов. Этим объясняется исчерпание полезности тех целей и задач лесозащиты, которые постулировались при создании мощных биоцидных препаратов, начиная с ДДТ и по сию пору. По всей видимости, существенный прогресс лесозащиты может быть достигнут при разработке принципов дифференцированного лесовосстановления на основе адаптивной экологии, т. е. перемещением центра тяжести исследований и принимаемых решений с антагонистических процессов на коадаптивные. Для этого лесозащита должна стать предметом фундаментальных исследований. Планирование лесовосстановительных работ должно основываться на исследовательском процессе по оценке и прогнозу состояния лесного биогеоценоза или его части в целях выбора оптимального для конкретных условий режима лесовосстановления, т. е. проводить его следует дифференцированно. При этом отпадает или сведена к минимуму необходимость в силовых методах управления.

Ведущей фигурой в лесозащите оказывается, таким образом, лесовод, а на лесопатолога возлагаются ответственные функции эксперта.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Васечко Г. И. Взаимодействие короедов с кормовыми деревьями.— М.: ВИНТИ. Сер. «Энтомология», 1981, т. 5, с. 3—139. [2]. Воронцов А. И. Патология леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 270 с. [3]. Исаев А. С., Хлебопрос Р. Г., Кондаков Ю. П. Закономерности динамики численности лесных насекомых.— Лесоведение, 1974, № 3, с. 27—42. [4]. Исаев А. С., Киселев В. В., Ветрова В. П. Влияние массового размножения большого хвойного черного усача на состояние лесных биогеоценозов.— В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеониздат, 1981, т. 4, с. 20—31. [5]. Катаев О. А. Короеды и усыхание еловых лесов.— В кн.: Доклады на 29-м ежегодном чтении памяти Н. А. Холодковского. Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1977, с. 22—43. [6]. Киселев В. В. Пространственно-временная характеристика взаимодействия большого черного усача с кормовым объектом.— В кн.: Пространственно-временная структура лесных биогеоценозов. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1981, с. 66—76. [7]. Мелехов И. С. Основы типологии вырубок.— В кн.: Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве. Архангельск: АН СССР, Ин-т леса и лесохимии, 1959, с. 5—34. [8]. Мелехов И. С. Лесоведение.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 406 с. [9]. Негруцкий С. Ф. Корневая губка.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 200 с. [10]. Рафес П. М. Взаимодействие лесных насекомых, повреждающих листья, с кормовыми деревьями.— М.: ВИНТИ. Сер. «Энтомология», 1981, т. 5, с. 140—202. [11]. Рожков А. С. Дерево и насекомое.— Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1981.— 191 с. [12]. Стадницкий Г. В. Влияние живого напочвенного покрова на повреждаемость сосновых культур большим сосновым долгоносиком.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 6, с. 26—29. [13]. Стадницкий Г. В., Бортник А. М. Стациональная теория динамики популяций насекомых.— В кн.: Доклады на 29-м ежегодном чтении памяти Н. А. Холодковского.— Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1977, с. 46—65. [14]. Стадницкий Г. В., Бортник А. М. Экологические проблемы защиты таежных лесов.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 3, с. 5—13. [15]. Страхов В. В. Опыт описания экосистем в демографических терминах.— В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеониздат, 1980, т. 3, с. 110—121. [16]. Технологические карты на лесовосстановительные работы в зоне хвойных лесов РСФСР: Метод. указания и практ. рекомендации.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1969.— 148 с. [17]. Технологические карты на производство лесных культур на дренированных и временно переувлажненных почвах вырубок.— Архангельск: Ин-т леса и лесохимии, 1978.— 43 с. [18]. Чмыр А. Ф. Биологические основы восстановления еловых лесов южной тайги.— Л.: ЛГУ, 1977.— 160 с. [19]. Экологические системы. Адаптивная оценка и управление/ Под ред. С. Х. Холлинга.— М.: Мир, 1981.— 396 с. [20]. Dempster J. P., Pollard E. Fluctuations in resource availability

and insect population.— *Oecologia*, 1981, vol. 50, p. 412—414. [22]. Fox L. R. Defence and dynamics in Plant-Herbivore system.— *Amer. Zool.*, 1981, vol. 21, p. 853—864. [23]. Hanover J. W. Physiology of tree resistance to insects.— *Amer. Rev. Entomol.*, 1975, vol. 20, p. 75—95. [24]. James R. L., Goheen R. J. Conifer mortality associated with disease and insects.— *Plant Dis.*, 1981, vol. 65, N 6, p. 506—507. [25]. Macean D. A. Vulnerability of fir-spruce stands during uncontrolled spruce budworm outbreaks: a review and discussion.— *Forestry Chronicle*, 1980, vol. 56, N 5, p. 213—221. [26]. McMullen L. N., Fiddick R. L., Wood R. W. Bark beetles *Pseudohylesinus* spp. (Coleoptera: Scolytidae), associated with anabils fir defoliated by *Neodiprion* sp. (Hymenoptera: Diprionidae).— *Entomol. Soc. Brit. Columbia*, 1981, vol. 78, N 1, p. 25—29. [27]. Price P. W. *Insect Ecology*.— N. Y.: Wiley & Sons, 1975.— 514 p. [28]. Schowalter T. D. Insect herbivore relationship to the state of the host plant: biotic regulation of ecosystem nutrient cycling through ecological succession.— *Oikos*, 1981, vol. 37, N 1, p. 126—130. [29]. Usher M. B. *Biological management and conservation (ecological theory, application and planning)*.— London: Chapman & Hall, 1973.— 394 p.

Поступила 15 февраля 1985 г.

УДК 630\*164.3

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ В КУЛЬТУРАХ ДУБА В ЗАСУШЛИВОЙ СТЕПИ

В. И. ЕРУСАЛИМСКИЙ

Союзгипролесхоз

Дуб черешчатый — одна из наиболее распространенных главных пород в искусственно созданных насаждениях степной зоны. Культуры дуба в большинстве случаев создавали смешанными с различными древесными и кустарниковыми породами. Из сопутствующих древесных пород чаще всего применяли ясень ланцетный (зеленый), из кустарников — акацию желтую, клен татарский, скумпию, смородину золотую.

Вскрытие особенностей строения и взаимораспространения корневых систем дуба и его спутников помогает понять взаимоотношения, складывающиеся между этими породами в культурах, и служит дополнительным обоснованием для выбора ассортимента сопутствующих дубу пород, разработки схем смешения.

Корневые системы изучали в массивных насаждениях дуба 17—19-летнего возраста, которые созданы в плакорных условиях засушливой степи (в Волгоградской, Ростовской областях и западной части Калмыцкой АССР) в смешении с ясенем ланцетным, вязом приземистым (перистоветвистым) и с различными кустарниками. Почвенный покров представлен зональными темно-каштановыми почвами.

При проведении исследований применяли метод раскопки скелетных корней, дополненный на части пробных площадей методом монолита. На пробной площади корневую систему изучали у двух деревьев каждой породы, близких к средним по таксационным показателям.

Для изучения корневых систем в горизонтальной плоскости послойно вскрывали почву на глубину 30—40 см. Для изучения вертикального строения корней закладывали траншеи глубиной до 2 м поперек рядов культур.

Для количественного учета корней из стенок траншей, начиная с поверхности и на глубину распространения основной массы корневых систем (60—80 см), вырезали послойно почвенные монолиты. После отмывки корни каждой породы распределяли по толщине на фракции диаметром до 1 мм, 1—3, 3—10, более 10 мм и высушивали до постоянной массы. Ниже приведена масса высушенных корней.

Исследования показали, что корневая система дуба, независимо от состава сопутствующих древесных, кустарниковых пород и ширины междурядий, имеет общие особенности строения — мощный стержневой корень и многоярусную систему скелетных горизонтальных корней. При прохождении плотных горизонтов или включений стержневой корень расщепляется на 2—3 более тонких корня, которые продолжают расти в том же направлении. Весьма характерно образование строго вертикальных (якорных) корней, которые берут начало от горизонтальных

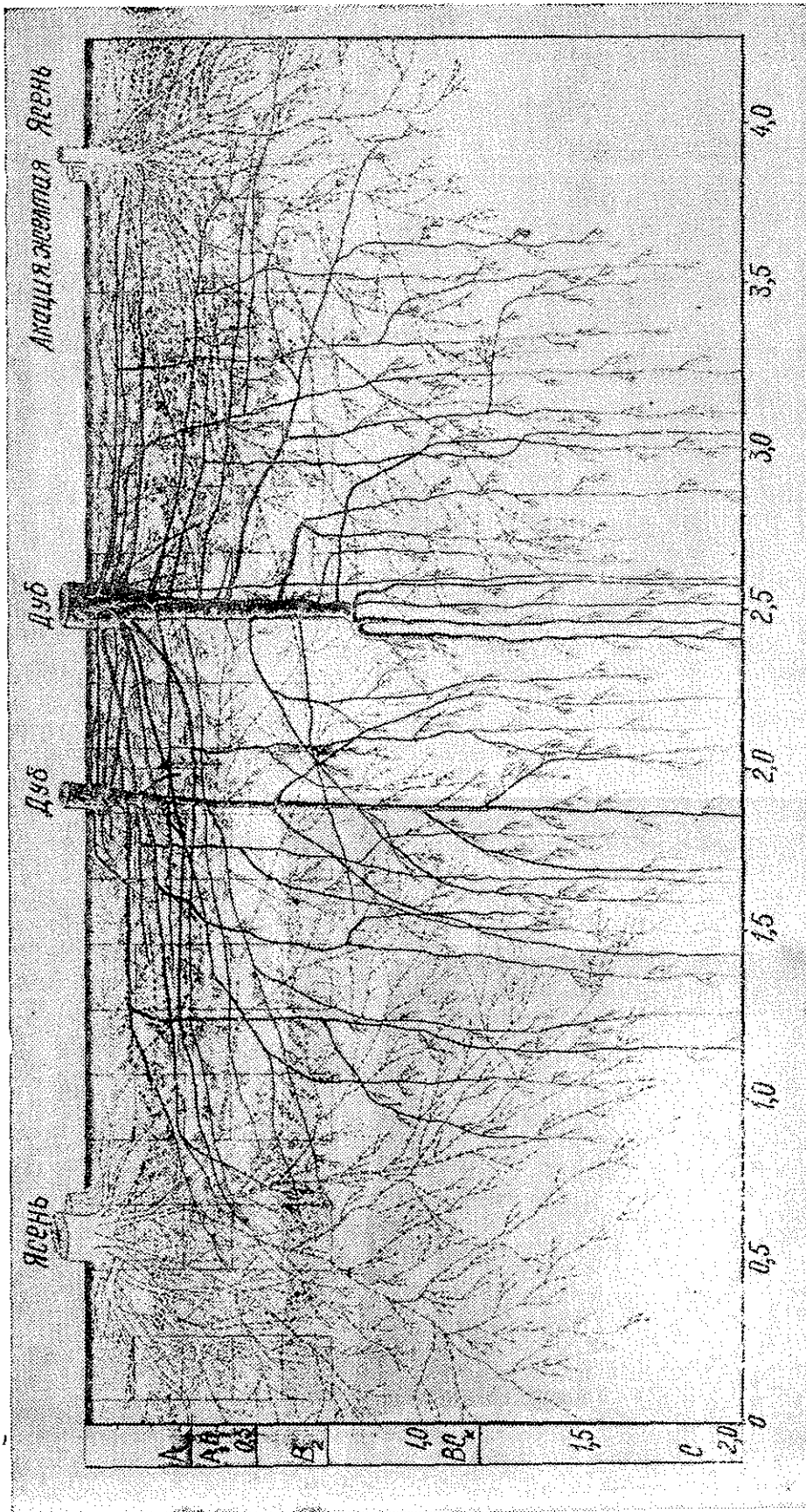


Рис. 1. Корневые системы дуба, ясеня и акации. Вертикальная проекция.



скелетных на разном расстоянии от ствола. По данным М. И. Калинина [1], образование таких корней у дуба типично для почв с относительно недостаточным увлажнением. Якорные корни, как и стержневой, опускаются за пределы 2-метрового слоя почвы.

Корневая система ясеня ланцетного не имеет такого четко выраженного строения, как у дуба. Корни ясеня отходят от корневой шейки или несколько ниже ее беспорядочно, заглубляясь в почву под различными углами. Ясно выраженный стержневой корень отсутствует, но отдельные вертикальные корни проникают глубже 2 м; характерно усиленное корнеобразование в приповерхностном слое почвы.

Рассмотрим архитектуру корневых систем в 19-летних культурах, которые созданы по схеме: Яс. л + Ак. ж — Д — Д — Яс. л + Ак. ж (Башантинский лесхоз Калмыцкой АССР). Расстояние между рядами 1,5 м. При такой схеме наблюдается активное проникновение корней дуба в ризосферу ясеня, и наоборот (рис. 1).

Анализ материалов послышной корненасыщенности в этих культурах (рис. 2) показывает, что в самом верхнем слое глубиной 0—15 см корни ясеня значительно преобладают как по общей массе, так и по массе наиболее активных всасывающих корней диаметром до 1 мм. По данным Л. С. Савельевой [3], такое строение корневой системы ясеня позволяет ему использовать даже незначительные летние осадки. В нижележащих горизонтах по общей массе преобладают корни дуба за счет фракций от 1 до 10 мм. Но всасывающих корней диаметром менее 1 мм у ясеня почти на всей исследуемой глубине больше, чем у дуба.

Поэтому при близком (1,5-метровом) расстоянии между рядами дуба и ясеня последний, обладая большей массой активной части кор-

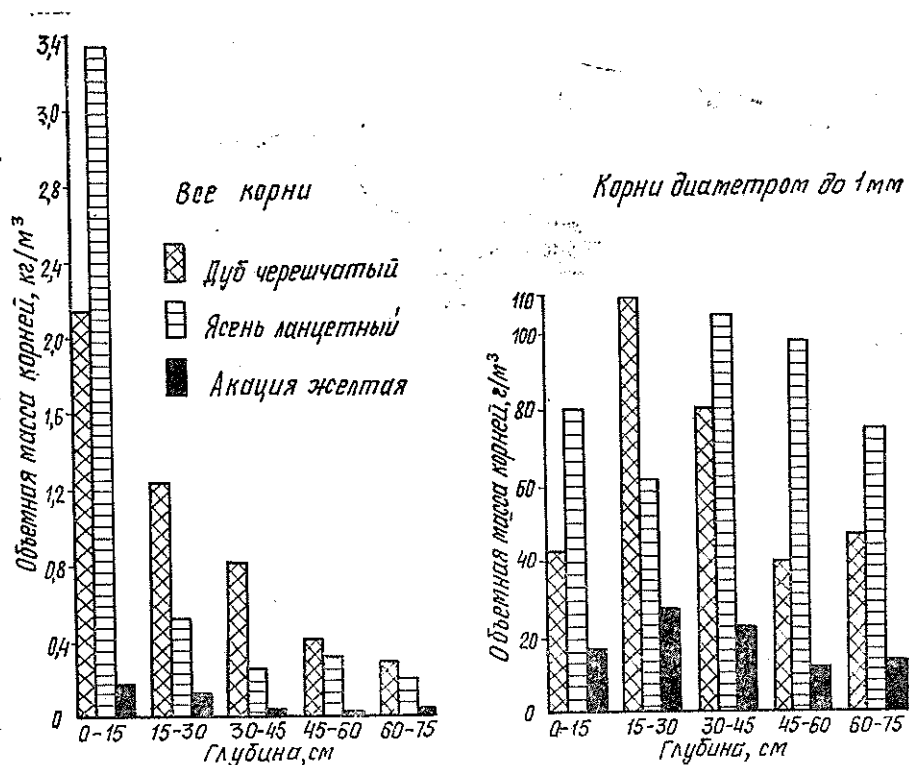


Рис. 2. Объемная масса корней в 19-летних культурах дуба на темно-каштановой тяжелосуглинистой почве.

невой системы, оказывает неблагоприятное влияние на дуб. В 19-летних культурах, созданных по схеме Яс. л—Д—Д—Яс. л (Камышинский лесхоз Волгоградской области), где расстояние между рядами дуба и ясеня 3 м, проникновение корней ясеня в ризосферу дуба выражено значительно слабее (рис. 3).

В культурах с таким размещением (конечно, на пригодных для дуба почвах) дуб, как правило, не только не угнетается ясенем, но последний хорошо выполняет роль сопутствующей породы.

Общая масса корней акации желтой по сравнению с корнями дуба и ясеня ничтожна, но доля наиболее тонких всасывающих корешков довольно внушительна: на глубине 15—45 см она составляет от 1/4 до 1/2 массы корней дуба или ясеня. Ее густые мочки пронизывают наиболее насыщенную часть ризосферы дуба, интенсивно потребляя влагу и минеральные вещества.

Исследования в культурах дуба с желтой акацией проводили также в Сальском лесхозе Ростовской области. При расстоянии между рядами дуба и акации 1,5 м мочковатые корни акации активно развивались в ризосфере дуба и выходили за пределы его рядов. Особенности строения корневой системы акации желтой являются одной из основных причин непригодности ее как подлеска в культурах дуба в засушливой степи. Почти во всех обследованных насаждениях дуба с желтой акацией рост дуба подавлен, состояние его неудовлетворительное.

Корневые системы дуба в смешении с вязом приземистым изучали в культурах, где ряды дуба чередуются с рядами вяза при расстоянии между ними от 2,5 до 4 м (Ждановский лесхоз Волгоградской области). Возраст дуба 17 лет, вяза 13 лет. По механическому составу почва в верхней части легкосуглинистая, с постепенным переходом к песчаной (с 70—75 см). В песчаном горизонте встречаются 2—3-сантиметровые прослойки ожелезненного песчаника и щебенки.

Распределение корней  
в насаждении дуба с вязом приземистым

Глубина, см	Порода	Объемная масса корней, г/м <sup>3</sup> почвы, по фракциям с диаметром корней				
		>10 мм	3—10 мм	1—3 мм	<1 мм	Всего
0—30	Дуб	64	66	63	74	267
	Вяз	999	426	290	206	1921
	Итого	1063	492	353	280	2188
30—45	Дуб	137	296	94	98	625
	Вяз	696	497	255	166	1603
	Итого	833	793	349	264	2228
45—60	Дуб	—	63	7	11	81
	Вяз	—	61	22	20	103
	Итого	—	124	29	31	184

Корневая система вяза развита чрезвычайно сильно и представлена густой сетью горизонтальных мочковатых корней, а также стержневыми корнями, опускающимися за пределы двухметровой глубины. Корни дуба, несмотря на большую ширину междурядий, вытеснены корнями вяза из 15—20-сантиметрового поверхностного слоя почвы (рис. 4). На всю исследованную глубину и по всем фракциям толщины корни вяза по массе значительно преобладают над корнями дуба (см. табл.).

Если в культурах дуба с ясенем соотношение общей массы корней дуба и ясеня колеблется от 0,9 до 1,1, то соотношение корней дуба и

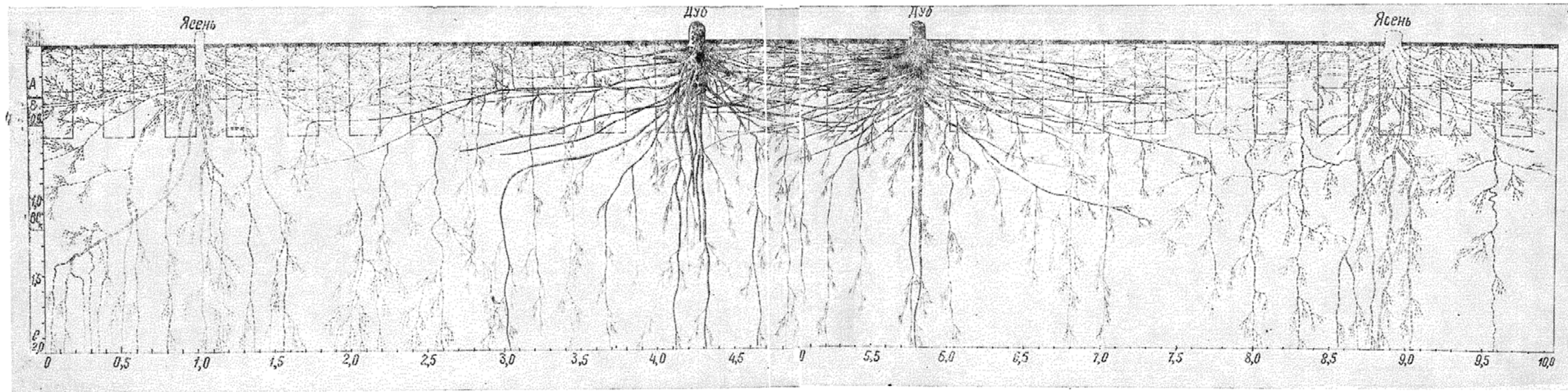


Рис. 3. Корневые системы дуба и ясеня: вертикальная проекция.



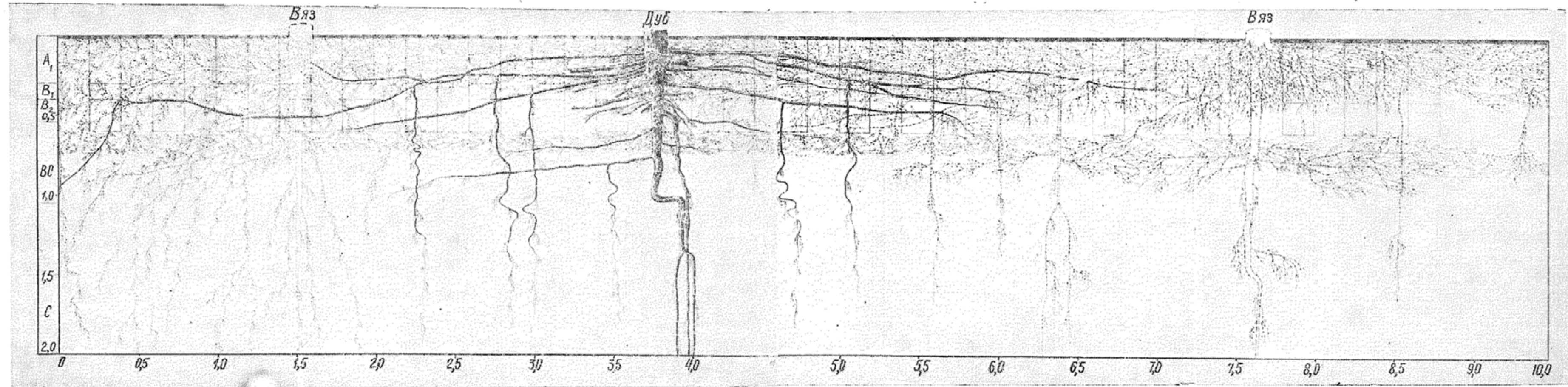


Рис. 4. Корневые системы дуба и вяза. Вертикальная проекция.

вяза, соответственно, только 0,2. При этом следует учесть, что вяз моложе дуба на 4 года.

Если взаимодействие корневых систем дуба и ясеня складывается неблагоприятно для дуба при расстоянии между рядами этих пород 1,5 м, то корни вяза, как видно из приведенных данных, подавляют корневую систему дуба и при значительно более широких междурядьях.

Несовместимость корневых систем дуба и вяза, наряду со значительно более интенсивным ростом надземной части вяза в первый период жизни, свидетельствует о нецелесообразности смешения этих пород в культурах. Это подтверждается многими неудачными примерами дубово-вязовых (с вязом приземистым) культур на почвах каштанового типа.

Хотя в рассматриваемом регионе стержневые или вертикальные корни дуба, вяза, ясеня опускаются порой за пределы 2 м, а у дуба, по данным некоторых авторов, достигают 15—20 м, основная масса корневых систем всех этих пород сосредоточена в слое глубиной до 60—80 см. Кроме того, корненасыщенность ризосферы с глубиной быстро уменьшается. Так, по большинству пробных площадей масса корней дуба и ясеня в слое почвы 0—30 см составляет 60—80 % от массы их в слое 0—60 (80 см).

В малоплодородных слоях почвы корни всех пород развиваются слабо. Так, в песчаном горизонте (рис. 4), который начинается с глубины 70—75 см, насыщенность почвы корнями дуба и вяза резко уменьшается; сохраняются лишь стержневой и немногочисленные вертикальные корни.

Из кустарниковых пород наиболее интенсивно развивается корневая система клена татарского. Он образует ряд мощных якорных корней, а его горизонтальные корни распространяются в стороны на 2—2,5 м. Однако, в отличие от желтой акации, корневая система клена татарского представлена в основном скелетными и полускелетными корнями.

Опыт показывает, что клен татарский — неплохой спутник дуба в засушливой степи при условии своевременных рубок ухода. Если в культурах с порядным смешением дуба и клена и шириной междурядий 1,5—2,0 м лесоводственный уход проводится с запозданием, то клен татарский, в связи с интенсивным развитием корневой системы и надземной части, составляет серьезную конкуренцию дубу. Корневая система смородины золотой компактна и почти не проникает в ризосферу дуба; этот кустарник хорошо зарекомендовал себя в качестве подлеска в насаждениях дуба.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Калинин М. И. Формирование корневой системы деревьев.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 151 с. [2]. Савельева Л. С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 167 с.

Поступила 19 декабря 1983 г.

УДК 630\*182.21 : 630\*56

### ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ СОСНЯКОВ-ЧЕРНИЧНИКОВ

А. С. ТИХОНОВ, С. А. ПОПАЛИАР

Брянский технологический институт

Сосновые насаждения обладают высокими санитарно-эстетическими свойствами, но неустойчивы к загрязнению атмосферы, страдают от уплотнения почвы, а при высокой рекреационной нагрузке не возобнов-

ляются ([1—3] и др.). Для разработки мер поддержания долговечности сосняков требуется изучить особенности их роста и развития.

Эта задача была решена нами для слабо осушенных сосняков черничных влажных на суглинках в лесах Охтинского лесхоза, которые примыкают к жилому массиву Ленинграда с 60-тысячным населением. В древостоях различного возраста заложено 11 пробных площадей, на которых в 1982 г. учтены урожай шишек, подрост, отпад, исследованы прирост стволов в толщину, характер развития крон, сквозистость крон и др. Сомкнутость и сквозистость крон определены точечным методом [4].

Снижение прироста по диаметру ствола, по сравнению с приростом у сосен того же возраста в контрольной зоне (Сестрорецкий лесхоз), на 10—20 %, вытоптанность напочвенного покрова на 20—35 % площади, среднеполнотность взрослых древостоев позволяют отнести изучаемые лесные биогеоценозы к III фазе дигрессии [5].

При естественном возобновлении сосны в результате постепенных или ландшафтных рубок стадии индивидуального роста деревьев и чащи в рекреационных лесах отсутствуют, т. е. развитие начинается со стадии жердняка.

Стадия жердняка отличается высоким приростом ствола, сомкнутостью крон и конкуренцией, определяющей дифференциацию деревьев. В 20-летнем сосняке она только началась, и деревья I класса Крафта не выделены. Не встречено ни одной сосны, которая бы плодоносила. В качестве особенности рекреационного жердняка можно отметить появление особей (даже III класса роста) с туповершинной кроной.

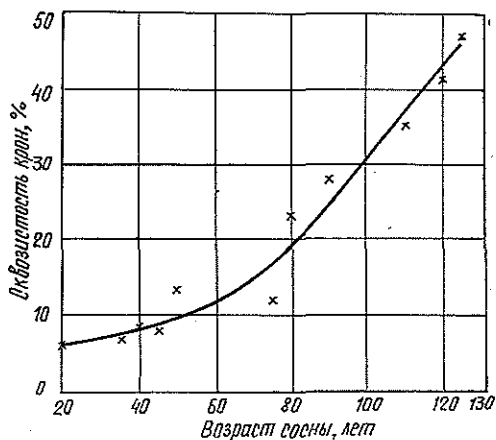
Для повышения пожароустойчивости насаждения и эстетических свойств на стадии жердняка следует сохранять всю примесь березы.

В 35-летнем сосняке наблюдалось плодоношение у 1/5 деревьев первых двух классов Крафта и у единичных — III класса. С этого возраста доля плодоносящих деревьев постепенно повышается и достигает максимума в 75-летнем древостое (среди деревьев I класса плодоносило 68 %, II — 44 %, III — 30 %). Среднее число шишек на плодоносящем дереве продолжает повышаться на деревьях I класса Крафта до 90-летнего возраста. В древостоях старшего возраста плодоносили только деревья этого класса, и в 125-летнем сосняке доля их составила

34 %, а среднее число шишек — 36. Островершинную крону имели 16 % деревьев I класса, туповершинную — 21, плосковершинную — 62 %, суховершинные сосны составляли 1 %. В целом можно считать, что в сосняках III фазы дигрессии репродуктивная способность деревьев старше 90 лет ослабевает.

Таким образом, следующей стадией развития рекреационного сосняка будет стадия возмужалости, которая наступает с 35-летнего возраста, что характерно и для обычных древостоев. Обращают на себя внимание другие качественные изменения.

После 80-летнего возраста начинает резко увеличиваться



Изменение сквозистости крон сосны обыкновенной в I ярусе насаждения III фазы дигрессии.

## Характеристика древостоя и подроста на пробных площадях

Но- мер проб- ной пло- щадки	Ярус	Состав яруса	Воз- раст, лет	Средние		Пол- но- та	Сом- кну- тость крон полю- га, %	За- пас, м³	Густота подроста (общая/ только сосны)	
				высо- та, м	диа- метр, см					
1	I	9,7С 0,3Б	20 20	5,0	5,4	0,80	84	44	—	
				4,1	4,0	0,16	9	1		
2	I	9,8С 0,2Б ед.Е	35 35 35	Итого		0,96	93	45	—	
				10,0	10,0	0,86	90	105		
				7,5	8,0	0,10	5	8		
3	I	9,9С 0,1Б ед.Е	40 40 30	Итого		0,98	95	114	—	
				10,6	10,7	0,81	86	119		
				7,0	5,5	0,06	4	1		
4	I	9,8С 0,2Б ед.Е	45 45 30	Итого		0,90	92	120	—	
				11,8	11,0	0,73	72	153		
				8,7	6,6	0,08	15	2		
5	I	9,6С 0,2Е 0,2Б	50 50 45	Итого		0,82	85	155	—	
				13,7	11,8	0,71	73	196		
				10,0	8,2	0,04	6	4		
6	I II	10,0С 4,2Е 5,8Б	75 55 50	Итого		0,81	80	204	—	
				18,0	20,5	0,66	68	250		
				14,5	13,6	0,04	2	4		
7	I II	10,0С 4,4Е 5,6Б	80 65 50	Итого		0,76	72	272	—	
				18,4	20,7	0,62	67	292		
				11,0	10,3	0,02	10	4		
8	I II	10,0С 5,9Е 4,1Б	90 60 50	Итого		0,7	73	301	—	
				20,5	23,8	0,62	72	307		
				12,0	9,7	0,03	5	3		
9	I II	10,0С 1,9Е 8,1Б	100 60 55	Итого		0,67	73	312	—	
				24,0	26,2	0,54	65	250		
				11,0	10,0	0,02	2	1		
10	I II	10,0С 0,6Е 9,4Б	120 60 50	Итого		0,61	69	256	—	
				25,0	30,3	0,49	59	229		
				8,0	6,2	0,02	4	1		
11	I II	10,0С 4,3Е 5,7Б	125 65 60	Итого		0,59	64	233	—	
				25,5	31,6	0,47	56	241		
				14,0	12,0	0,03	2	5		
				Итого		0,55	61	253		

сквозность крон (см. рис.), чем и объясняется спад плодоношения. Изреживание ассимиляционного аппарата происходит под воздействием и некоторого загрязнения атмосферы. Казалось бы, что большая посеща-

емень населением взрослых древостоев должна привести к их деградации. Но они, как видно, сохраняются и в 125-летнем возрасте. Несмотря на уменьшение годичного слоя (выравненные максимальные размеры у средних деревьев в 75 лет — 1,8 мм, в 90 — 1,4, в 100 — 1,3, в 110 — 1,2 и в 125 лет — 1,0 мм), тенденция нарастания прироста за последнее 10-летие, обусловленная климатом, сохраняется и у старых 125-летних сосен. Хотя густота суховершинных и безвершинных деревьев первых трех классов Крафта растет (в 75-летнем сосняке — 0, в 80-летнем — 6, в 110-летнем — 21), ежегодный отпад после проведения санитарных рубок по массе ствола в этом возрасте колеблется около 2 %, а в 120- и 125-летних сосняках составил соответственно 2,3 и 2,5 %. Все это указывает на какой-то фактор, поддерживающий устойчивость лесного биогеоценоза.

Таким фактором является появившийся II ярус из березы и ели (см. табл.). Деревья этих пород поселяются преимущественно на приствольных повышениях. Разрастающиеся сучья мешают проходу отдыхающих, тропы начинают смещаться за пределы проекции крон сосен. Это дает основание выделить в развитии рекреационного черничного сосняка примерно с 50-летнего возраста стадию двухъярусного древостоя (с момента действия II яруса, как существенной преграды на пути отдыхающих, при средней высоте более 10 м).

На стадии двухъярусного древостоя для улучшения роста березового, елового и соснового подроста и перехода его во II ярус необходимо удалить примесь березы (осины) из I яруса, что улучшит просматриваемость стволов сосны в верхней части древостоя, выразительнее будет его этажность.

В рекреационных сосняках-черничниках на стадии двухъярусного древостоя, в связи с высокой сквозистостью крон сосны, во II ярусе доминирует светолюбивая береза, улучшающая почву и в какой-то мере способствующая долговечности сосны.

Однако с 90-летнего возраста древостоя этот фактор не перекрывает отрицательного действия повышающейся рекреационной нагрузки. Разрушается ассимиляционный аппарат, снижается плодоношение, почти полностью прекращается рост сосны в высоту: островершинные кроны переходят в туповершинные, а затем в плосковершинные, которые в 125-летнем сосняке преобладают. Ослабленные деревья назначают в санитарную рубку, и запас соснового яруса уменьшается. Поэтому приходится выделить стадию пониженной жизнеспособности сосны. Жизнеспособность можно поддержать удобрением почвы, разработав особую технологию, ослабляющую загрязнение близко залегающих почвенно-грунтовых вод.

Если напочвенный покров вытопан на 5—25 % площади, следует устраивать сеть тропинок. Влияние вытопанности площади на интенсивность разрушения лесного биогеоценоза изучено недостаточно. Как показали американские исследования [6], из 38 различных факторов наиболее значимыми для напочвенного покрова оказались: рекреационная нагрузка, доля поверхности земли, занятая камнями, глубина залегания горизонта В, процент илстых частиц в горизонте С и уклон местности.

Если не принять соответствующих мер, то сосновый ярус разрушится раньше возраста естественной спелости, и его место займет быстро растущая во II ярусе береза, т. е. за стадией пониженной жизнеспособности сосны наступит стадия смены пород. Единичные примеры стадии смены пород уже встречаются в Охтинском лесхозе.

В лесных массивах с преобладанием сосны такая смена местами допустима для разнообразия ландшафтов. Но чтобы сохранить преобладание сосняков и в дальнейшем, следует на стадии пониженной жизнеспособности сосны...



неспособности сосны проводить вырубку II яруса полосами, направленными поперек прогулочных троп. Если предполагается ограждение возобновляемых сосной участков леса, то оставленные ленты II яруса могут иметь любое направление. При необходимости II ярус удаляется полностью.

После рубки II яруса, при встречаемости перспективного соснового подростка на площадках по 10 м<sup>2</sup> менее 50 %, желательны сдирать моховой покров на микроповышениях.

Поскольку, наряду с сосновым, в большей мере появляется самосев березы, то в дальнейшем потребуются групповой уход за сосновым подростом, заключающийся в вырубке вокруг него березы и других пород.

Ежегодная рекреационная полезность 1 га леса равна 100—140 р. [5]. Затраты на рекомендуемые эпизодические мероприятия, отнесенные на отрезок времени в 20—25 лет, составят малую долю от указанной полезности. Следовательно, и экономический, и социальный эффекты будут обеспечены.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зеликов В. Д., Пшоннова В. Г. Влияние уплотнения почвы на насаждения в лесопарках.—Лесн. хоз-во, 1961, № 12, с. 34—37. [2]. Кулагин Ю. З. О газоустойчивости древесных растений и биологической очистке атмосферного воздуха в лесостепном Предуралье.—В кн.: Материалы первой Украинской конференции. Киев, 1968, с. 38—42. [3]. Пронин М. И., Русанов Я. С. Человек, лес, фауна.—М.: Лесн. пром-сть, 1981.—168 с. [4]. Тихонов А. С. Приспособление для изучения лесных фитоценозов точечным методом.—Лесоведение, 1971, № 3, с. 90—92. [5]. Тихонов А. С. Классическое лесоводство в рекреационных лесах.—Л.: ЛТА, 1983.—42 с. [6]. Douglas R. W. Forest Recreation.—New York, 1975, p. 336.

Поступила 3 апреля 1984 г.

УДК 581.822 : 581.824 : 582.47

### СООТНОШЕНИЕ ТВЕРДОГО ЛУБА И СМОЛОВМЕСТИЛИЩ В КОРЕ НЕКОТОРЫХ ХВОЙНЫХ

Л. И. ЛОТОВА

Московский государственный университет

Кора древесных растений — транспортная система, по которой передвигаются продукты ассимиляции. Она играет также важную роль в осуществлении защитных реакций дерева против действия неблагоприятных факторов внешней среды. Образованием корки достигается создание на поверхности ствола мощного покрова из мертвых тканей, обладающего хорошими теплоизоляционными свойствами, предохраняющего растения от солнечных ожогов [7], механических повреждений внутренних тканей и внедрения в них патогенных организмов.

В образовании системы защиты большое значение имеют перидермы, входящие в состав корки. У хвойных они неодинаковы в функциональном отношении. Перидерма коричневого цвета предохраняет глуболежащие ткани от действия неблагоприятных факторов внешней среды (экзофиллактическая перидерма). Изоляцию живых тканей от контакта с мертвыми осуществляет перидерма с красновато-коричневой пробкой, клетки которой заполнены флобафенами и антоцианидинами [15].

Образованием перидерм растение реагирует на внедрение в кору гиф гриба. У веймутовой сосны (*Pinus strobus* L.) перидерма закладывается вдоль внутренней границы инфицированного участка. В клетках пробки в первую очередь суберинизируются тангентальные стенки,

а потом формируется каменистая пробка, которая создает более мощную преграду на пути разрастающихся гиф [18]. Каменистая пробка [14] состоит из клеток-феллоидов [7] с очень толстыми одревесневшими стенками. По данным А. Фрей-Висслинга [12], лигнификация в эволюции высших растений имела огромное значение не только для стабилизации формы клеток, но и для повышения сопротивляемости растения грибной инфекции. В коре сосны лигнификация затрагивает лишь клетки каменистой пробки, других одревесневших элементов у нее нет. У ели, лиственницы, лжетсуги, кедра и всех остальных представителей сем. сосновых этот процесс распространяется и на паренхимные клетки непроводящей зоны луба, превращающиеся в склереиды. У растений из сем. тиссовых, головчатотиссовых, ногоплодниковых, таксодиевых и кипарисовых толстостенные одревесневшие волокна регулярно дифференцируются из производных камбия. Развитие твердого луба обуславливает механическую прочность и твердость коры.

У хвойных растений систему защитных приспособлений составляют не только элементы твердого луба, но и секреторные вместилища, которые могут быть одноклеточными и многоклеточными [6]. Из веществ, синтезируемых клетками лубяной паренхимы, большое значение имеют фенольные соединения, способные ингибировать развитие патогенных организмов [1], и сходные с ними по ряду биологических свойств терпеноиды, входящие в состав смолы [2]. Смоловыделение представляет собой чрезвычайно быструю ответную реакцию дерева на любое поражение ствола [10, 13]. Присутствие в коре специализированных смолеместил П. Грегуш [13] рассматривает как один из экологических признаков растения, коррелирующий с их высокой морозостойкостью.

В связи с тем, что и механическая, и смоловыделительная системы осуществляют одну и ту же функцию защиты внутренних тканей от повреждений биотического и абиотического характера, в коре некоторых хвойных эти системы развиваются в определенных соотношениях.

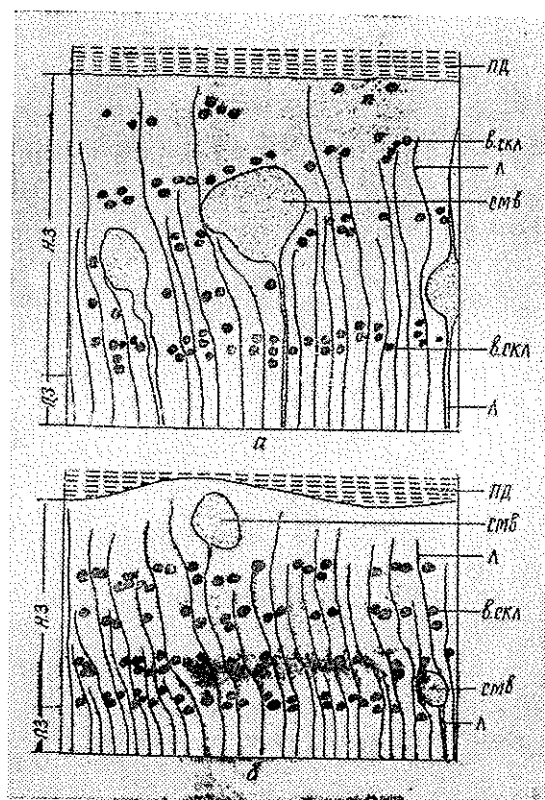
П. Б. Раскатов [8], исследовавший анатомическое строение коры пихты белой (*Abies alba* Mill.) и сибирской (*A. sibirica* Ldb.), обнаружил обратную зависимость между суммарной поверхностью поперечных сечений многоклеточных смолеместил и групп каменистых клеток. В коре сибирской пихты сильное развитие смолоносного аппарата сочетается со слабой склерификацией паренхимных клеток и наличием толстой перидермы. У белой пихты перидерма тонкая, смолеместил немного, но каменистые клетки весьма обильны, особенно в наружных слоях непроводящей зоны луба.

Для луба пихты характерно наличие «слизевых» клеток [14], представляющих собой сильно разросшиеся клетки тяжевой и лучевой паренхимы [5, 8, 17]. Так как эти клетки наряду со слизью содержат фенольные соединения и смолу, некоторые авторы [11] считают целесообразным восстановить название «смоляные» клетки, предложенное Г. Шахтом [16]. Число этих клеток у разных видов очень варьирует и коррелирует со степенью склерификации: чем выше содержание смоляных клеток, тем сильнее развит твердый луб. Это отмечено нами [5] при сравнительно-анатомическом изучении структуры коры пихты кавказской (*A. Nordmanniana* (Stev.) Spach.), одноцветной (*A. concolor* Lindl. et Gord.) и алжирской (*A. numidica* De Lannoy).

В коре ели, сосны, лиственницы смолоносная система представлена схизогенными каналами, формирующимися в камбиальной зоне и проходящими в лучах, а также цистообразными и головчатыми вместилищами, возникающими вследствие местных расширений лучей [4, 6]. Эти вместилища, развивающиеся только в непроводящей зоне луба, нередко располагаются на поперечных срезах коры тангентальными цепочками [3], что, по мнению К. Эсау [9], характерно для вместилищ травма-

Рис. 1. Схема строения луба у сибирской (а) и даурской (б) лиственницы.

п.з — проводящая зона луба;  
н.з — непроводящая зона луба;  
л — лучи; в.скл — волокнистые склеренды;  
смв — смоловместилища; пд — перидермы.



тического типа. У разных видов лиственницы, растущих в одинаковых экологических условиях, степень участия смоловыделительной системы и твердого луба в осуществлении функции защиты неодинакова. В этом отношении наиболее интересны лиственница даурская (*Larix dahurica* Turcz.) и сибирская (*L. sibirica* Ldb.), характеризующиеся высокой морозоустойчивостью. Уступая сибирской лиственнице в мощности смоловыделительного аппарата, даурская значительно превосходит ее по содержанию склерифицированных элементов, относящихся к категории волокнистых склеренд (рис. 1).

Кроме сосновых, смоловыделительная система хорошо развита в сем. кипарисовых. В лубе представителей этого семейства четко выражена четырехрядная тангентальная слоистость: между двумя однорядными слоями волокон находятся три ряда тонкостенных клеток, средний из которых состоит из паренхимных, а наружный и внутренний — из ситовидных клеток, примыкающих к тангентальным стенкам волокон.

Формирование смоловместилищ начинается с деления паренхимных клеток и образования небольшого схизогенного межклетника, увеличивающегося в дальнейшем вследствие лизиса окружающих его клеток. Обычно образуются парные вместилища. Сначала они разделены однорядным слоем волокон, оболочки которых не подвергаются полному растворению. Со временем этот слой разрывается и возникает одна крупная полость (рис. 2). Такие вместилища, имеющие вид замкнутых вытянутых в продольном направлении полостей, встречаются в лубе можжевельника, туи складчатой, кипариса и других растений. Наиболее молодые вместилища находятся во внутренней, более старые — в наружной части луба. Нередко, однако, их развитие запаздывает, и они

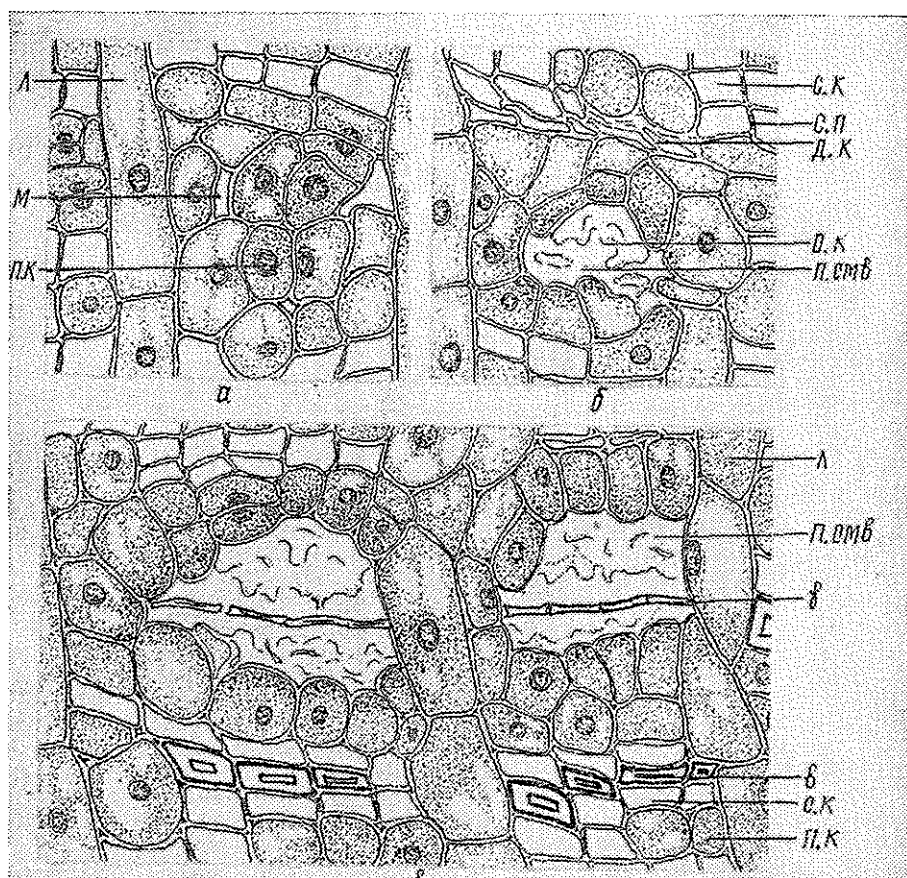


Рис. 2. Формирование смоловместилищ в лубе гвадалупского кипариса (а—в — разные стадии развития).

с. к — ситовидные клетки; с. п — ситовидные поля; л. к — паренхимные клетки; в — волокна; л — лучи; д. к — деформированные клетки; м — межклетник; о. к — остатки клеточных стенок; п. смб — полость смоловместилища.

начинают развиваться между ранее сформированными вместилищами, расположенными тангентальными слоями.

У трех исследованных нами видов кипариса из Никитского ботанического сада: кипариса лузитанского (*Cupressus lusitanica* Mill.), к. крупноплодного (*C. macrocarpa* Hartw.) и к. гвадалупского (*C. guadalupensis* Wats., syn.: *C. macrocarpa*, f. *guadalupensis* Mast.), число волокон и смоловместилищ находится в обратно пропорциональных отношениях. У гвадалупского кипариса небольшое число полностью дифференцированных волокон сочетается с обилием смоловместилищ, которые могут соединяться, образуя сильно вытянутые в тангентальном направлении полости (рис. 3, а). В изученных нами образцах коры лузитанского кипариса волокна многочисленные, очень толстостенные, а смоловместилищ сравнительно немного (рис. 3, б).

Способность формировать смолоносную систему свойственна многим кипарисовым, однако в некоторых случаях она, по-видимому, реализуется лишь под влиянием определенных факторов, оказывающих отрицательное воздействие на растение. Большое значение имеет и общий возраст дерева. Этим, на наш взгляд, можно объяснить причину

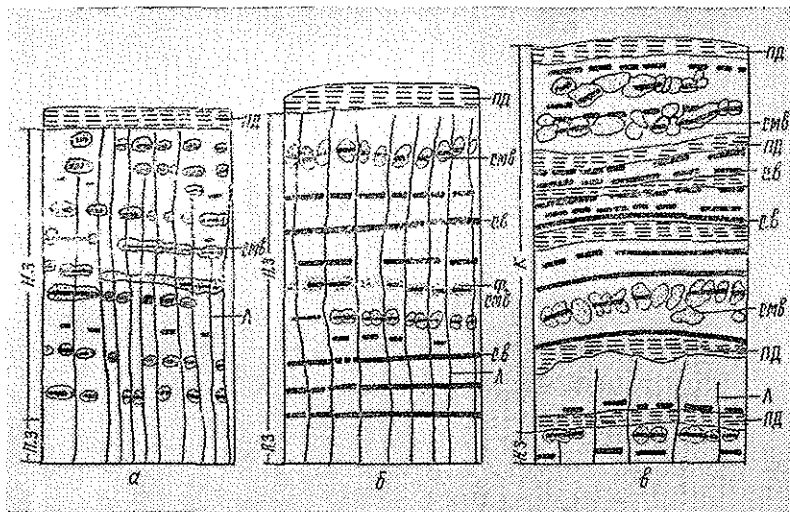


Рис. 3. Схема строения луба и корки кипарисов гвадалупского (а), лузитанского (б), крупноплодного (в).

к — корка; пд — перидермы; л — лучи; с.м.в. — смоломестиллица; с.в. — слои волокон; ф.с.м.в. — формирующиеся смоломестиллица; н.з. — проводящая зона луба; л.з. — непроводящая зона луба.

неравномерного распределения в коре крупноплодного кипариса участков с мощно развитыми смолоносными полостями и участков, в которых смоломестиллиц мало или нет совсем, но хорошо выражены слои полностью дифференцированных толстостенных одревесневших волокон (рис. 3, в).

Таким образом, возможность выполнения функции защиты внутренних тканей дерева, которую несет наружная зона луба, не участвующая в проведении веществ, в большой степени определяется развитием двух структурных компонентов: твердого луба и смолоносной системы. При этом недостаточное развитие одного из них может быть компенсировано мощным развитием другого.

Толстостенные одревесневшие элементы, обуславливающие твердость и прочность коры, противодействуют механическим повреждениям и создают преграду для распространения инфекции. Выделение смолы обеспечивает быструю ликвидацию последствий этих повреждений и более эффективную «химическую» защиту растения от болезнетворных агентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Блажей А., Шутый Л. Фенольные соединения растительного происхождения.— М.: Мир, 1977. [2]. Васильев А. Е. Функциональная морфология секреторных клеток растений.— Л.: Наука, 1977. [3]. Лотова Л. И. О смоловыделительной системе коры лиственниц.— Вестн. МГУ. Биол., почвовед., 1970, № 5. [4]. Лотова Л. И. Сходство и различия в анатомической структуре коры лиственницы, ели и лжетсуги.— Вестн. МГУ. Биол., почвовед., 1970, № 6. [5]. Лотова Л. И. Анатомическая структура коры некоторых видов пихты.— Вестн. МГУ. Биол., почвовед., 1971, № 3. [6]. Лотова Л. И. Смоловыделительная система коры хвойных растений.— Науч. докл. высш. школы. Биологич. науки, 1979, № 3. [7]. Раздорский В. Ф. Анатомия растений.— М.: Сов. наука, 1949. [8]. Раскатов П. Б. Особенности строения коры пихты белой и пихты сибирской.— Науч. зап. Воронеж. отд. ВБО. Воронеж, 1968. [9]. Эсау К. Анатомия растений.— М.: Мир, 1969. [10]. Яценко-Хмелевский А. А. Принципы систематики древесин.— Тр. Бот. ин-та АН АрмССР, 1948, вып. 5. [11]. Alfieri F. J., Evert R F. Structure and seasonal development of the phloem in the Pinaceae.— Bot. Gaz., 1973, vol. 134, N 1. [12]. Frey-Wyssling A. The plant cell wall.— Ed. 3.— Berlin — Stuttgart, 1976. [13]. Greguss P. Xylotomische Bestimmung der heute lebenden

Gymnospermen.—Budapest, 1955. [14]. Moeller J. Anatomie der Baumrinden.—Berlin, 1882. [15]. Mullick D. B., Jensen G. D. New concepts and terminology of coniferous periderms: necrophyllactic and exophyllactic periderms.—Canad. J. Bot., 1973, vol. 51, N 8. [16]. Schacht H. Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse.—Berlin, 1859. [17]. Srivastava L. M. Secondary phloem in the Pinaceae.—Univ. Calif. Publs. Bot., 1963, vol. 36, N 1. [18]. Struckmeyer B. E., Ricker A. J. Wood-periderm formation in white-pine trees resistant to blister rust.—Phytopathology, 1951, vol. 41, N 3.

Поступила 13 марта 1980 г.

УДК 630\*232.315.3 : 621.375.826

## О ДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Б. В. ЗОРОВ, И. Л. КАМЕШКОВ, В. И. КРЮК, И. В. РОДИОНОВА,  
С. А. ШАВНИН

Уральский лесотехнический институт  
Свердловское областное управление лесного хозяйства

Влияние лазерного излучения (ЛИ) с длиной волны 632,8 нм на начальные стадии развития некоторых сельскохозяйственных [1, 6] и древесных [2—4, 7] растений установлено достаточно надежно. После облучения возрастает всхожесть семян и скорость роста этиолированных растений пшеницы [6], в растительных клетках происходит комплекс изменений, включающий перестройку ультраструктуры компонентов клеток [1], увеличивается всхожесть и энергия прорастания семян березы [4], сосны [3, 4, 7] и лиственницы Сукачева [2].

Ряд авторов считают основным механизмом, определяющим действие ЛИ на семена древесных растений, активацию фитохромной системы [2, 6, 7], которая обеспечивает усиление метаболических процессов на ранних этапах развития и способна значительно изменить ход вегетации растения. В пользу фитохромного механизма свидетельствуют эффекты красного — дальнего красного света [6, 7], а также триггерный характер стимулирующего эффекта [2]. Повышение интенсивности дыхания обработанных ЛИ семян сосны [3] также может объясняться фотоконтролем дыхания у семян и проростков, опосредованным фитохромом [8, 9].

Однако данных о действии ЛИ на семена пока недостаточно. В частности, неизвестно, какие древесные породы, помимо указанных, чувствительны к облучению. Кроме того, мало изучен и сам механизм стимуляции начальных процессов прорастания. В связи с этим цель настоящей работы заключается в исследовании влияния предпосевного облучения на всхожесть и энергию прорастания семян важных народнохозяйственных видов — ели обыкновенной и сосны обыкновенной в зависимости от их исходного физиологического состояния. При этом на примере семян сосны обыкновенной, как наиболее изученного объекта, исследовали активирующее действие ЛИ после полного подавления их жизнеспособности путем помещения в анаэробные условия.

Для исследований были взяты семена ели обыкновенной двух партий (I и II), полученные из различных лесхозов Свердловской области, а также семена сосны обыкновенной.

Методика облучения и проращивания семян хвойных пород соответствовала описанной ранее [2]. Источником излучения являлся гелий-неоновый лазер ЛГ-78 ( $\lambda = 632,8$  нм). Использовали 1- и 10-секундные экспозиции, которые давали 1-, 2-, 5-, 10- и 15-кратно. Длительность паузы между экспозициями 1 с. Каждый опыт повторяли шесть раз, по 100 семян в повторности.

Чтобы избежать влияния сезонных изменений всхожести семян, в каждой серии закладывали свой контроль. Для создания анаэробных условий семена сосны полностью погружали в воду на 3 сут. Результаты обрабатывали статистически [5].

Как показали результаты экспериментов, при обработке ЛИ I партии сухих семян ели (рис. 1) максимальное увеличение всхожести происходило в условиях однократной 1-секундной экспозиции (в опыте  $56,0 \pm 3,0 \%$ , в контроле  $26,5 \pm 1,0 \%$ ).

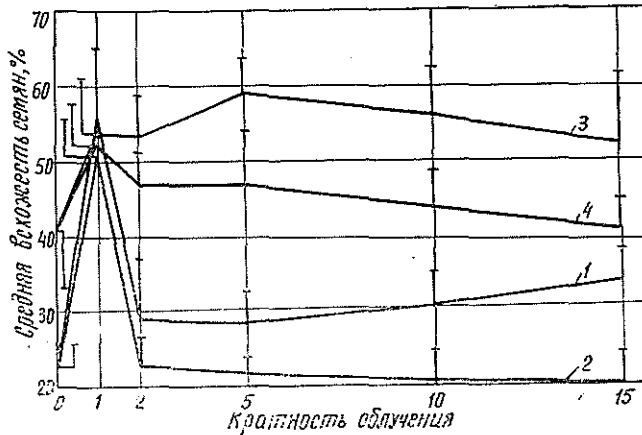


Рис. 1. Зависимость всхожести сухих семян ели обыкновенной от дозы и кратности обработки ЛИ.

1, 3 — семена I и II партий соответственно, экспозиция 1 с; 2, 4 — семена I и II партий, экспозиция 10 с.

Во II партии (рис. 1) сухих семян ели наибольшая всхожесть достигнута при 5-кратной 1-секундной экспозиции и составила  $59,0 \pm 2,0 \%$  (в контроле  $40,0 \pm 2,9 \%$ ).

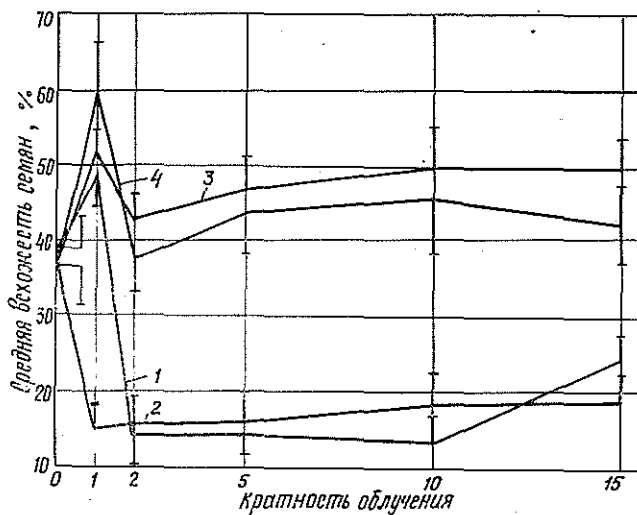


Рис. 2. Зависимость всхожести замоченных семян ели обыкновенной от дозы и кратности обработки ЛИ. Обозначения см. на рис. 1.

Интересно отметить, что в I партии семян ели всхожесть при кратности облучения 2 и более как с 1-секундной, так и с 10-секундной экспозицией незначительно отличается от контроля. Во II партии всхожесть семян ели не имеет резкого экстремума по кратности облучения.

Наибольшая всхожесть при обработке ЛИ замоченных семян ели I и II партий (рис. 2) отмечена в условиях однократной 1-секундной экспозиции и равна, соответственно,  $50,1 \pm 2,0 \%$  (в контроле  $38,0 \pm 1,9 \%$ ) и  $60,0 \pm 3,0 \%$  (в контроле  $36,9 \pm 2,1 \%$ ). Значение  $t_{\text{факт}} = 4,17 > t_{0,05} = 1,96$ .

При кратности облучения 2 и более всхожесть семян ели несколько снижается. В I партии всхожесть семян уменьшается до 12—20 %, во II партии составляет 40—50 % (рис. 2). Характерно, что спад всхожести ниже контрольной при 10-секундной экспозиции происходит в I партии уже при однократном облучении. Этот факт свидетельствует о наличии зависимости от дозы облучения, причем у семян I и II партий она оказалась различной.

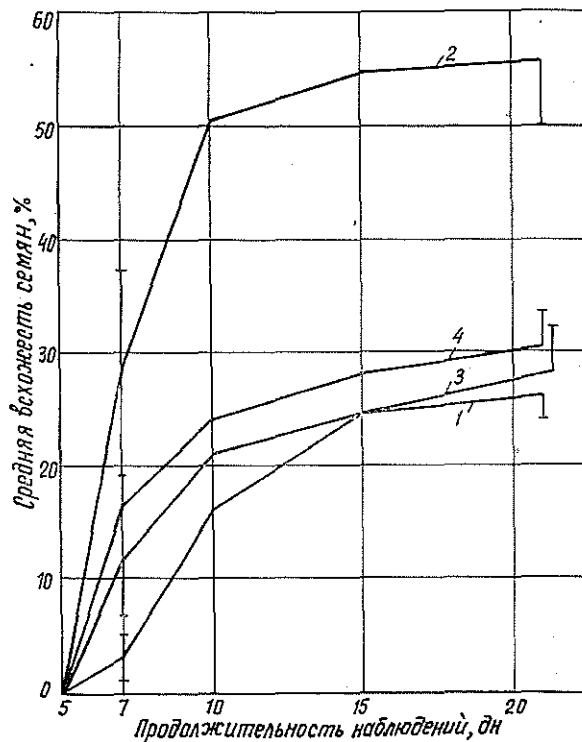


Рис. 3. Зависимость всхожести сухих семян ели обыкновенной I партии от кратности облучения. Доза облучения 1 с.

1 — контроль; 2 — однократное воздействие; 3 — двукратное; 4 — десятикратное.

Анализ динамики всхожести сухих семян ели I партии после однократной обработки ЛИ (рис. 3) позволяет считать, что стимулирующий эффект проявляется уже на первых стадиях прорастания облученных семян ели.

На седьмой день наблюдений всхожесть обработанных ЛИ семян ели ( $29,0 \pm 3,6 \%$ ) в 10 раз превышала всхожесть контрольных семян ( $3,0 \pm 0,6 \%$ ). Значение  $t_{\text{факт}} = 7,28 > t_{0,05} = 1,96$ .



В последующие дни наблюдений соотношение между числом всходов контрольных и обработанных ЛИ семян ели сохранило тенденцию к различию, и на 20-й день наблюдений всхожесть сухих семян ели, обработанных ЛИ, была примерно вдвое больше ( $56,0 \pm 2,9 \%$ ), чем всхожесть семян в контроле ( $26,5 \pm 1,0 \%$ ).

Аналогичные результаты при несколько меньших значениях всхожести имели место при 2-, 5-, 10- и 15-кратной обработке ЛИ сухих семян ели обыкновенной из II партии, а также и для обеих партий замоченных семян.

Динамика (рис. 3) всхожести контрольных семян ели обыкновенной формируется S-образно, с насыщением на 15-й день. Всхожесть этих семян сопровождается латентным периодом продолжительностью до 7 дн, в течение которых прорастают лишь отдельные семена, в то время как облученные имеют укороченную лаг-фазу и более высокую энергию прорастания.

Укороченный латентный период всхожести семян ели свидетельствует об увеличении энергии их прорастания, что может быть объяснено активацией процессов энергетического обмена и усилением интенсивности дыхания [3, 9].

Для проверки этого предположения была проведена серия опытов с семенами сосны обыкновенной, имеющими высокую всхожесть (семена I класса). Эти семена помещали в анаэробные условия, а затем одну их часть проращивали сразу (контроль), а другую — после предварительной обработки ЛИ (опыт).

Результаты исследований выявили существенные различия: после анаэробноза контрольные семена имели на 20-й день нулевую всхожесть, а опытные — около 25 %.

Наибольшая всхожесть семян сосны, помещенных в анаэробные условия и обработанных ЛИ, наблюдалась при 2-кратном облучении с 1-секундной экспозицией и оказалась равной  $30,0 \pm 2,0 \%$  (в контроле 0,0 %).

В то же время обработка ЛИ сухих семян сосны независимо от дозы и кратности лазерного облучения не привела к каким-либо изменениям их всхожести ( $t_{\text{факт}} = 1,25 < t_{0,05} = 1,96$ ).

Таким образом, установлено, что уже однократная обработка ЛИ в течение 1 с как сухих, так и замоченных семян ели обыкновенной может увеличивать энергию их прорастания в 10 раз, а всхожесть — примерно в 2 раза по сравнению с контролем.

На примере сосны обыкновенной отмечено, что семена с высокой контрольной всхожестью мало чувствительны к обработке ЛИ.

Подавление энергетических процессов в семенах, помещенных в анаэробные условия, частично снимается лазерным облучением; их жизнеспособность восстанавливается. Этот факт показывает, что механизм влияния ЛИ на семена хвойных пород следует рассматривать в связи со стимуляцией энергетических процессов.

Отмеченная существенная разница в действии ЛИ на различные породы древесных растений, а также на разные партии семян требует дальнейших исследований и подтверждает необходимость специальных разработок, позволяющих установить оптимальные режимы улучшения качеств посевного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Влияние излучения лазера на выживаемость растений, морфологические особенности и ультраструктурную организацию клеток семян *Arabidopsis thaliana* О. Х. Юлдашев, П. Д. Усманов, Х. Х. Абдулаев, Л. Б. Рубин.— Сельскохозяйств. биология, 1977, т. 12, № 12, с. 222—226. [2]. Влияние лазерного облучения на всхожесть семян лиственницы Сукачева/ В. А. Добрин, И. Л. Камешков, А. Л. Клебанов и др.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 2, с. 16—19. [3]. Воздействие лазерного

луча на всхожесть семян сосны обыкновенной/ В. М. Инюшин, Н. Н. Федорова, И. Ф. Лазаренко, Б. М. Джадайбаева.— Лесн. хоз-во, 1983, № 4, с. 31—33. [4]. Лазаренко И. Ф., Линник В. А. К вопросу использования излучения гелий-неонового лазера для предпосевной обработки семян лесных культур.— В кн.: Проблемы биоэнергетики организма и стимуляция лазерным излучением. Алма-Ата: КазГУ, 1979, с. 144—145. [5]. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика.— Минск: Высш. школа, 1973.— 320 с. [6]. Стимулирующее действие красного света на семена и проростки пшеницы/ Л. К. Сечняк, Н. А. Киндрук, Е. Д. Кузнецов, О. К. Слюсаренко.— Докл. ВАСХНИЛ, 1979, № 5, с. 5—7. [7]. Campbell R. A., Durgan D. I. Laser activation of phytochrome-controlled germination in *Pinus Banksiana*.— Canadian Journ. of Forest Res., 1979, 9, 4, p. 522—524. [8]. Hampp K., Wellburn A. R. Control of Mitochondrial activities by Phytochrome during greening.— Planta, 1979, 147, N 3, p. 229—235. [9]. Pecket R. C., Al-Charchaichi Fawzia. The photocontrol of respiration of lightsensitive lettuce seeds.— J. Exp. Bot., 1979, 30, 117, p. 839—842.

---

Поступила 2 января 1984 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

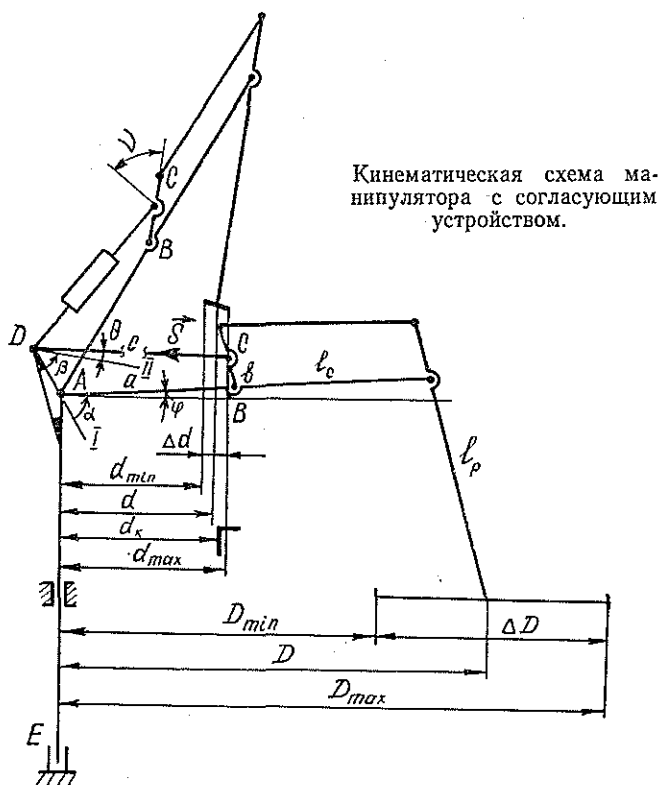
УДК 630\*323.13.5-2

СИНТЕЗ СОГЛАСУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ МАНИПУЛЯТОРОВ  
ТРЕЛЕВОЧНЫХ И ВАЛОЧНО-ТРЕЛЕВОЧНЫХ МАШИН

К. Н. БАРИНОВ, В. Ю. МИЛЮТИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Согласующее устройство (СУ) представляет собой шарнирный четырехзвенник  $ABCD$  (см. рис.), который служит для обеспечения перевода предмета труда из начального положения (с поверхности земли) в конечное (область над кониковым зажимным устройством) по непрерывной траектории, а также для аналогичного перевода рабочего органа в область нахождения предмета труда. Перевод по непрерывным траекториям осуществляется благодаря согласованному движению рукоятки манипулятора в зависимости от движения стрелы.



Кинематическая схема манипулятора с согласующим устройством.

В соответствии с рисунком введем следующие обозначения:

$l_c$  — длина стрелы;

$l_p$  — длина рукоятки;

$a, b, c$  — относительные длины звеньев  $AB, BC, CD$  при длине стойки  $AD$ , принятой за единицу, т. е.  $a = \frac{AB}{AD}, b = \frac{BC}{AD}, c = \frac{CD}{AD}$ ;

$\varphi$  — угол поворота звена  $AB$ , отсчитываемой против часовой стрелки от линии начала отсчета (горизонтали);

$\alpha$  — начальный угол, отсчитываемый против хода часовой стрелки от линии  $AI$  до линии начала отсчета угла  $\varphi$ ;

$\Theta$  — угол поворота звена  $CD$ , отсчитываемый против хода часовой стрелки от линии начала отсчета  $DII$ ;

$\beta$  — начальный угол, отсчитываемый против хода часовой стрелки от линии начала отсчета угла  $\Theta$ ;

$\nu$  — угол между направлением шатуна  $BC$  и направлением скорости точки  $C$ .

В качестве переменных проектирования выбираем следующие параметры четырехзвенника:  $a, b, c, \alpha, \beta$ .

Определим по дальности диапазон начальных состояний рабочего органа

$$\Delta D = D_{max} - D_{min},$$

где  $D_{max}, D_{min}$  — соответственно максимальное и минимальное начальное удаление рабочего органа от оси вращения поворотной колонны манипулятора  $AE$ .

Определим по дальности область конечных положений рабочего органа над кониковым зажимным устройством

$$\Delta d = d_{max} - d_{min},$$

где  $d_{max}, d_{min}$  — соответственно максимальное и минимальное конечное удаление рабочего органа от оси вращения поворотной колонны манипулятора  $AE$ . В конечном положении рабочего органа должно выполняться следующее условие:

$$d_k \in \Delta d,$$

где  $d_k$  — удаление коника от оси вращения поворотной колонны манипулятора  $AE$ .

Область  $\Delta d$  зависит от кинематической схемы манипулятора, области начальных состояний рабочего органа и переменных проектирования:

$$\Delta d = f(l_c, l_p, \Delta D, a, b, c, \alpha, \beta).$$

Применение СУ позволяет уменьшить нагруженность гидроцилиндров стрелы за счет того, что реакция звена  $CD$  создает момент относительно оси вращения стрелы (см. рис.).

Момент зависит от кинематической схемы манипулятора, начального положения рабочего органа и переменных проектирования:

$$m_A(\vec{S}) = f(l_p, D, a, b, c, \alpha, \beta).$$

Задачи синтеза СУ формулируются следующим образом.

1. Задана кинематическая схема манипулятора, включая длины стрелы  $l_c$  и рукояти  $l_p$ . Определена совокупность переменных проектирования  $a, b, c, \alpha, \beta$ . Задан по дальности диапазон начальных состояний рабочего органа  $\Delta D$ . Определена по дальности область конечных положений рабочего органа над кониковым зажимным устройством

$$\Delta d = f(l_c, l_p, \Delta D, a, b, c, \alpha, \beta).$$

Требуется найти такую совокупность параметров  $a_0, b_0, c_0, \alpha_0, \beta_0$ , при которой область  $\Delta D$  отображается в минимальную область  $\Delta d$ , т. е. найти:

$$\min = f(l_c, l_p, \Delta D, a, b, c, \alpha, \beta),$$

учитывая ограничения, накладываемые на переменные проектирования, и параметрические ограничения.

Искомая совокупность параметров обеспечивает перевод рабочего органа из любой точки по дальности  $D \in \Delta D$  в минимальную по дальности область  $d \in \Delta d_{\min}$  и в этом смысле является кинематически оптимальной.

2. Определена критериальная функция

$$I = m_A, \quad (1)$$

где  $m_A = f(l_p, D_{\max}, a, b, c, \alpha, \beta)$  — момент, создаваемый согласующим устройством (при максимальном вылете манипулятора) относительно оси вращения стрелы.

Наложено ограничение на область

$$\Delta d \leq \Delta d_{\text{доп}}, \quad (2)$$

где  $\Delta d_{\text{доп}}$  — расширенная до допустимых значений минимальная область  $\Delta d_{\min}$ , найденная из решения предыдущей подзадачи синтеза.

Требуется найти такую совокупность параметров  $a_1, b_1, c_1, \alpha_1, \beta_1$ , при которой выполняется ограничение (2) и критериальная функция (1) достигает наибольшего значения, т. е. найти:

$$\max = f(l_p, D_{\max}, \alpha, \beta, a, b, c).$$

Искомая совокупность параметров обеспечивает перевод рабочего органа из любой по дальности точки  $D \in \Delta D$  в допустимую область  $d \in \Delta d_{\text{доп}}$  при максимальном разгрузении гидроцилиндров стрелы и в этом смысле является оптимальной.

Подзадачи 1 и 2 решают последовательно: сперва определяют минимальную область  $\Delta d_{\min}$  и соответствующие ей параметры  $a_0, b_0, c_0, \alpha_0, \beta_0$ , а затем область  $\Delta d$  расширяют до допустимой области  $\Delta d_{\text{доп}}$  и находят параметры  $a_1, b_1, c_1, \alpha_1, \beta_1$ , при которых критериальная функция (1) достигает максимального значения.

Ограничения, накладываемые на переменные проектирования, определяют исходя из условия сохранения по высоте габаритов машины и заданной кинематической схемы манипулятора. Параметрические ограничения получают из условия замкнутости четырехзвенника и из ограничений, накладываемых на угол  $\gamma$ .

Задача формализована и решена для СУ манипулятора трактора ТБ-1. В результате решения получены следующие результаты:  $a_0 = 3,35$ ,  $b_0 = 0,6$ ,  $c_0 = 3,45$ ,  $\alpha_0 = 58^\circ$ ,  $\beta_0 = 39^\circ$ ,  $a_1 = 3,4$ ,  $b_1 = 0,62$ ,  $c_1 = 3,23$ ,  $\alpha_1 = 80^\circ$ ,  $\beta_1 = 57^\circ$ .

Предлагаемая методика применима для определения параметров согласующих устройств манипуляторов трелевочных и валочно-трелевочных машин.

Поступила 26 июня 1984 г.

УДК 625.815.5.001.2

## О РАСЧЕТЕ КОЛЕЙНЫХ ПОКРЫТИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОДОРОГ С УЧЕТОМ НЕСИММЕТРИЧНОГО НАГРУЖЕНИЯ

Б. В. УВАРОВ

Архангельский лесотехнический институт

Для колежных покрытий автомобильных дорог применяют расчетную схему балки, лежащей на упругом основании. Нагрузку обычно считают симметрично расположенной относительно продольной оси балки. Такое положение колес автомобиля наиболее типично в нормальных условиях движения. Реже встречается особо неблагоприятный случай нагружения колежного покрытия на краю или на углу плиты, как это бывает, например, при съезде колеса автомобиля с покрытия. Ясно, что на практике подобные случаи не могут быть совсем исключены.

При несимметричном нагружении увеличивается неравномерность распределения напряжений под плитами, что повышает опасность пластических деформаций в грунте. Кроме того, в самом покрытии несимметричная нагрузка создает крутящие моменты, напряжения от которых суммируются с напряжениями от изгиба и увеличивают их. Более строго задача может быть решена по схеме плиты, лежащей на упругом основании. Но, согласно экспериментам, в поперечном сечении плиты почти не деформируются вследствие относительно малой их ширины. Поэтому целесообразно рассматривать конструкцию именно как балку, так как это упрощает задачу.

Итак, элемент колежного покрытия автодороги будем считать балкой на упругом основании с произвольно расположенной нагрузкой от колес автомобиля. Для расчета рассмотрим наиболее универсальную 5-параметровую расчетную модель комбинированного нелинейно-деформируемого основания [1]. Зависимость между давлением  $p(x, y)$  и осадкой поверхности основания  $w_{ос}(x, y)$  имеет вид

$$w_{ос}(x, y) = \frac{1 - \mu_0^2}{\pi E_0} \iint_F \frac{p(\epsilon, \eta) d\epsilon d\eta}{\sqrt{(x - \epsilon)^2 + (y - \eta)^2}} + \frac{1}{C} p(x, y) + K |p(x, y)|^n \{U[p(x, y)] + \Theta U[-p(x, y)]\} \text{sign } p(x, y), \quad (1)$$

где  $E_0$  и  $\mu_0$  — модуль деформации и коэффициент Пуассона грунта;

$C$  — коэффициент постели;

$K$  и  $n$  — параметры, определяющие нелинейные свойства грунта;

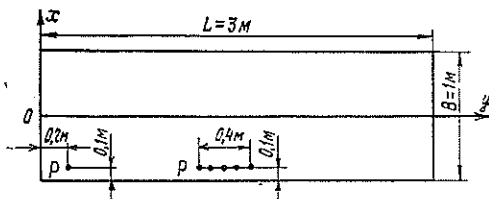
$F$  — область приложения давления;

$\Theta$  — коэффициент, показывающий, во сколько раз деформируемость грунта при растяжении больше, чем при сжатии (при  $\Theta \rightarrow \infty$  связь балки с основанием становится односторонней);

$U$  — единичная функция Хевисайда.

Оси координат расположим так, как это показано на рис. 1. Нагрузку на балку примем в виде совокупности сосредоточенных сил  $P_v$ , приложенных в точках с координатами  $(a_v, b_v)$  ( $v = 1, 2, 3 \dots$ ) и равномерно распределенного давления  $g$ , обусловленного собственным весом конструкции.

Рис. 1. Расположение осей координат и сосредоточенных нагрузок на балке.



Используя известную формулу для упругого прогиба оси балки и учитывая скручивание, выражение для осадки представим в виде:

$$w(x, y) = w_0 + \varphi_0 y + \psi_0 x + \frac{x}{G_K} \left[ \sum_v P_v a_v (y - b_v) U(y - b_v) - \int_0^y \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} x(y - \eta) p(x, \eta) dx d\eta \right] - \frac{1}{6EI} \int_0^y \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} (y - \eta)^3 p(x, \eta) dx d\eta + \frac{1}{6EI} \sum_v P_v (y - b_v)^3 U(y - b_v) + g \frac{By^4}{24EI}, \quad (2)$$

где  $w_0, \varphi_0$  и  $\psi_0$  — неизвестные постоянные параметры;  
 $G_K$  — жесткость балки на скручивание;  
 $EI$  — жесткость балки на изгиб;  
 $p(x, y)$  — реактивное давление грунта.

Приближенно можно принять  $G_K = \frac{1,8EI}{1 + \mu}$ , что справедливо для балок, высота которых значительно меньше ширины.

Приравняв (1) к (2), получим интегральное уравнение, содержащее неизвестные  $p(x, y), w_0, \varphi_0$  и  $\psi_0$ . Требуется еще три уравнения, в качестве которых естественно принять условия статического равновесия:

$$\left. \begin{aligned} \int_0^L \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} p(x, y) dx dy &= \sum_v P_v + gBL; \\ \int_0^L \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} (L - y) p(x, y) dx dy &= \sum_v P_v (L - b_v) + g \frac{BL^2}{2}; \\ \int_0^L \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} xp(x, y) dx dy &= \sum_v P_v a_v. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

В принципе полученная система уравнений разрешима и по смыслу задачи должна иметь единственное решение. Поскольку аналитическое решение задачи затруднительно, используем итерационный метод. Рассмотрим последовательность расчетов.

1. Задают произвольно распределенное реактивное давление  $p_0(x, y)$ . Можно, например, принять:

$$p_0(x, y) = \frac{1}{BL} \sum_v P_v + g.$$

2. Выполняют корректировку реактивного давления для удовлетворения условиям (3). Для корректировки достаточно ввести линейную поправку по формуле

$$p(x, y) = p_0(x, y) + \alpha + \beta x + \gamma(L - y).$$

Подставив это выражение в уравнения (3) и решив их относительно неизвестных поправочных коэффициентов  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , получают:

$$\alpha = \frac{1}{BL} \left\{ gBL + \sum_v P_v \left[ 1 - \frac{6}{L} \left( \frac{L}{2} - b_v \right) \right] - \int_0^L \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} p_0(x, y) \left[ 1 - \frac{6}{L} \left( \frac{L}{2} - y \right) \right] dx dy \right\};$$

$$\beta = \frac{12}{B^2 L} \left[ \sum_v P_v a_v - \int_0^L \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} x p_0(x, y) dx dy \right];$$

$$\gamma = \frac{12}{BL^2} \left[ \sum_v P_v \left( \frac{L}{2} - b_v \right) - \int_0^L \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} \left( \frac{L}{2} - y \right) p_0(x, y) dx dy \right].$$

3. Подставляя  $p(x, y)$  в (1), находят осадку основания  $w_{oc}(x, y)$ .

4. Рассчитывают прогибы балки  $w(x, y)$  по формуле (2). Параметры  $w_0$ ,  $\varphi_0$  и  $\psi_0$  следует определять по найденным уже значениям  $w_{oc}(x, y)$ , применяя тот или иной способ. Хорошая сходимость итераций обеспечивается, например, если принять:

$$w_0 = w_{oc}(0, 0);$$

$$\psi_0 = \frac{1}{B} \left[ w_{oc} \left( \frac{B}{2}, 0 \right) - w_{oc} \left( -\frac{B}{2}, 0 \right) \right],$$

а значение  $\varphi_0$  найти из условия, чтобы прогиб балки равнялся осадке основания в некоторой фиксированной точке. В качестве такой точки удобно принять центр балки, т. е. потребовать, чтобы  $w \left( 0, \frac{L}{2} \right) = w_{oc} \left( 0, \frac{L}{2} \right)$ . Тогда

$$\varphi_0 = \frac{2}{L} \left[ w_{oc} \left( 0, \frac{L}{2} \right) - w_0 + \frac{1}{6EI} \int_0^L \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} \left( \frac{L}{2} - \eta \right)^3 p(x, \eta) dx d\eta - \frac{1}{6EI} \sum_v P_v \left( \frac{L}{2} - b_v \right)^3 U \left( \frac{L}{2} - b_v \right) - g \frac{BL^4}{384EI} \right].$$

5. Еще раз корректируют реактивное давление для уменьшения невязки между  $w_{oc}(x, y)$  и  $w(x, y)$  по формуле

$$p_1(x, y) = p(x, y) + S \frac{BL [w_{oc}(x, y) - w(x, y)]}{\int_0^L \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} |w_{oc}(x, y)| dx dy}.$$



Здесь  $S$  — подбираемый в процессе расчетов коэффициент, влияющий на скорость сходимости итераций.

6. Возвращаются к п. 2, принимая вместо  $p_0(x, y)$  найденное вновь значение  $p_1(x, y)$ , и повторяют расчет.

Последовательно повторяя расчеты, находят все новые приближения для  $p(x, y)$ . Критерием выхода из итерационного цикла может служить максимум абсолютного значения невязки  $|\omega_{oc}(x, y) - w(x, y)|$ . Расчет заканчивают, если эта величина становится меньше допустимой погрешности.

В соответствии с предложенным алгоритмом составлена программа для ЭВМ на ФОРТРАНе. Для вычисления интегралов использовали квадратурную формулу трапеций. При этом прямоугольную область интегрирования разбивали сеткой на элементарные прямоугольники. Особенность в двойном интеграле выражения (1) устраняется с помощью преобразования (начало координат на углу области):

$$\int_0^L \int_0^B \frac{p(\epsilon, \eta) d\epsilon d\eta}{\sqrt{(x-\epsilon)^2 + (y-\eta)^2}} = \int_0^L \int_0^B \frac{[p(\epsilon, \eta) - p(x, y)] d\epsilon d\eta}{\sqrt{(x-\epsilon)^2 + (y-\eta)^2}} +$$

$$+ p(x, y) \left[ (L-y) \ln \frac{\sqrt{(B-x)^2 + (L-y)^2} + (B-x)}{\sqrt{x^2 + (L-y)^2} - x} + \right.$$

$$+ y \ln \frac{\sqrt{(B-x)^2 + y^2} + (B-x)}{\sqrt{x^2 + y^2} - x} + (B-x) \ln \frac{\sqrt{(B-x)^2 + (L-y)^2} + (L-y)}{\sqrt{(B-x)^2 + y^2} - y} +$$

$$\left. + x \ln \frac{\sqrt{x^2 + (L-y)^2} + (L-y)}{\sqrt{x^2 + y^2} - y} \right].$$

В программе вычисляют также значения изгибающих моментов в узлах сетки по формуле

$$M_y(x, y) = - \frac{EI}{B(1-\mu^2)} \frac{\partial^2 w(x, y)}{\partial y^2}, \quad (4)$$

в которой дифференцирование выполняют численно. Кроме того, запрограммировано вычисление общего изгибающего момента, определяемого действующими на балку силами, по формуле:

$$M(y) = \int_0^y \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} (y-\eta) p(x, \eta) dx d\eta - g \frac{By^2}{2} -$$

$$- \sum_y P_y (y - b_y) U(y - b_y). \quad (5)$$

В качестве примера рассчитывали железобетонную дорожную плиту типа П-3 при следующих исходных данных:  $B = 1$  м;  $L = 3$  м;  $EI = 2500$  кН·м<sup>2</sup>;  $\mu = 0,3$ ;  $g = 0,00275$  МПа;  $E_0 = 46,7$  МПа;  $\mu_0 = 0,3$ ;  $K = 0,0643$  м/МПа<sup>2</sup>;  $n = 2$ ;  $C = \infty$ ;  $\Theta = 1000$ .

Принятые расчетные характеристики грунта получены по методике [2] в результате опытов по вдавливанию штампа на суглинистом земляном полотне автомобильной лесовозной дороги. Заданное значение  $\Theta$  практически обеспечивает одностороннюю связь балки с грунтом.

В расчете рассматривали два положения нагрузки, соответствующие давлению от заднего колеса лесовозного автомобиля МАЗ-509 на край и на угол плиты (рис. 1). В первом случае прикладывали пять сосредоточенных сил по 9,5 кН, во втором — одну сосредоточенную нагрузку 47,5 кН.

Область интегрирования разбивали прямоугольной сеткой с количеством узлов  $11 \times 21$ . Оказалось, что итерации сходятся быстрее всего при  $S = 0,05-0,5$  и скорость

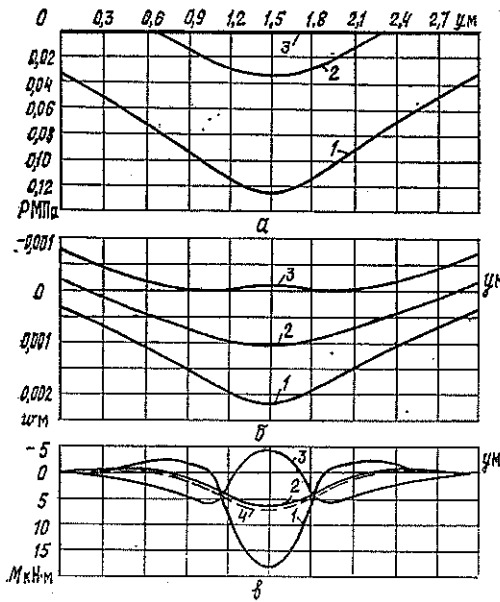


Рис. 2. Расчетные эпюры для нагрузки на краю.

*a* — реакция; *б* — осадка; *в* — момент; 1 —  $x = -0,5$  м; 2 —  $x = 0$ ; 3 —  $x = 0,5$  м; 4 — по формуле (5).

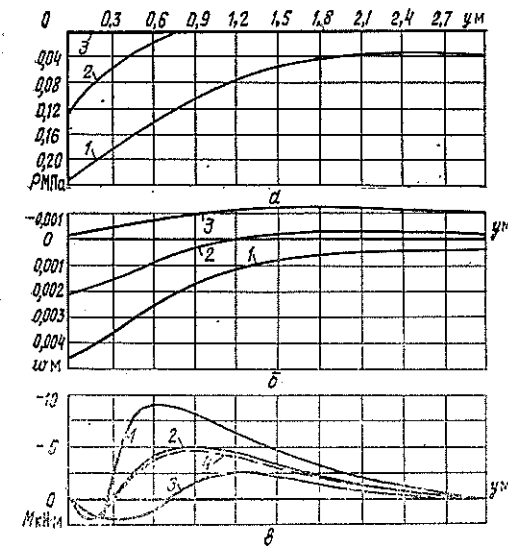


Рис. 3. Расчетные эпюры для нагрузки на углу. Обозначения те же.

сходимости сильно зависит от величины  $\theta$  и положения нагрузки. В разных вариантах при заданной относительной погрешности 2 % требовалось выполнить от 30 до 120 итераций, на что затрачивали от 1 до 4 ч машинного времени ЭВМ «Наирн-4».

На рис. 2 и 3 показаны результаты расчета, согласно которым вблизи нагруженного края плиты положительные изгибающие моменты в 2,5, а отрицательные — в 1,6 раз превышают средние значения. Для оси плиты формулы (5) и (4) дают практически одинаковые результаты. Несимметричность нагрузки существенно влияет на осадки и реактив-

ные давления грунта. При нагружении на углу (рис. 3) плита находится в контакте с грунтом приблизительно лишь на  $1/3$  своей опорной площади, что обуславливает сильную концентрацию реактивных давлений вблизи нагрузки.

В целом расчет показал, что несимметричность нагружения необходимо учитывать при проектировании колеиных лесовозных автодорог. Требуется, в частности, усилить арматуру железобетонных плит и повысить несущую способность основания.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Уваров Б. В. О расчете балок на нелинейно-деформируемом основании, представленном комбинированной моделью.— Основания, фундаменты и механика грунтов, 1971, № 4. [2]. Уваров Б. В. Методика экспериментального определения параметров нелинейно-деформируемого основания комбинированного типа.— Основания, фундаменты и механика грунтов, 1976, № 1.

Поступила 6 марта 1984 г.

УДК 630\*383

## ВЫБОР И РАЗМЕЩЕНИЕ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПУТЯХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Б. А. ИЛЬИН

Ленинградская лесотехническая академия

В работе [1] была обоснована целесообразность применения на вывозке леса дорог с переменной единичной стоимостью строительства: с наибольшей — на головном участке, по которому проходит весь лесной грузопоток, с наименьшей — на глубинном, конечном участке, где объемы вывозки леса и срок действия минимальны.

При практической реализации этого принципа целесообразно и вполне достаточно разделить каждый технологический путь на несколько (от 1 до 3—4) участков, отличающихся дорожной конструкцией. Прочностные и эксплуатационные характеристики их по мере нарастания объемов вывозки должны повышаться.

При выборе дорожных конструкций для веток и усов за основной критерий может быть принят минимум удельных суммарных строительных и эксплуатационных затрат. Важно также обеспечить широкое использование местных строительных материалов (гравия, песка, лесосечных отходов и др.) и инвентарных покрытий (на временных путях). Например, на головном участке дорожная одежда может быть гравийной, на промежуточном — грунтогравийной и на конечном — типа улучшенной грунтовой дороги, а для грунтов с малой несущей способностью глубинный участок ветки может быть сезонного, зимнего действия и т. д. Строительство дорог должно осуществляться ограниченным количеством (по маркам и типам) дорожных машин, наличие которых в леспромхозах предусмотрено ПТЭ [2].

При размещении веток с переменной единичной стоимостью строительства следует пользоваться не оптимальным расстоянием между ними, а оптимальной шириной зоны тяготения леса к данному участку, вычисляемой с учетом рельефа местности, почвенно-грунтовых условий, размещения запасов спелого леса в базе и конфигурации лесного массива, согласно рекомендациям, изложенным в [1].

Число участков различных дорожных конструкций на каждой ветке и их длину можно установить следующим образом.

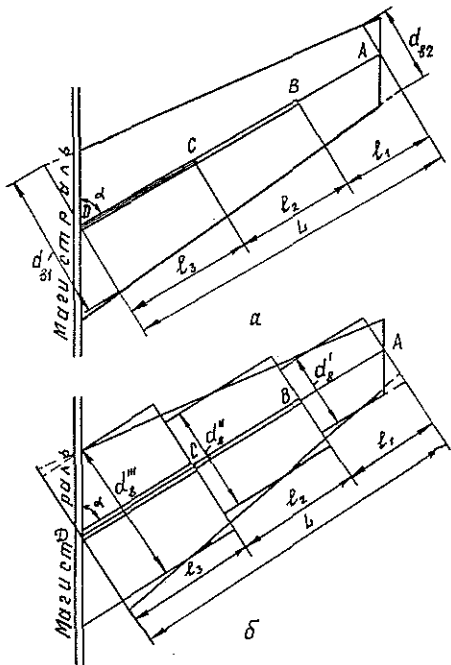


Рис. 1. Расчетная схема для размещения дорожных конструкций на технологических путях, не имеющих разветвлений.

*a* — основная; *b* — для вывода упрощенной формулы.

На расчетной схеме (рис. 1, *a*) представлена ветка без ответвлений, на которой намечается постройка: 1) конечного участка *AB* длиной  $l_1$  с дорожной конструкцией № 1, характеризующейся следующими единичными стоимостными показателями: стоимостью постройки 1 км —  $C_1$ , стоимостью ежегодного содержания и ремонта 1 км —  $B_1$  и удельными расходами по вывозке леса —  $b_1$  р./м<sup>3</sup> · км; 2) промежуточного участка *BC* длиной  $l_2$  км, имеющего дорожную кон-

струкцию № 2 с показателями  $C_2$ ,  $B_2$ ,  $b_2$ ; 3) головного участка *CD* длиной  $l_3$  км с дорожной конструкцией № 3, имеющей стоимостные показатели  $C_3$ ,  $B_3$  и  $b_3$ .

Определим наиболее выгодную длину каждого из перечисленных участков. Для этого сначала рассмотрим вопрос о целесообразности применения на конечном участке *AB* более совершенной конструкции № 2 вместо конструкции № 1. При такой замене потребуются дополнительные затраты на строительство

$$D = (\Delta C + r_b \Delta B) l_1,$$

где  $\Delta C = C_2 - C_1$ ;  $\Delta B = B_2 - B_1$ ;  
 $r_b$  — срок действия участка, лет.

Замена дорожных конструкций обеспечит снижение расходов на вывозку леса, тяготеющего к участку *AB*, на сумму:

$$\mathcal{E} = \Delta b \cdot 0,5 l_1 M.$$

Здесь  $\Delta b = b_1 - b_2$ ;

$M$  — объем леса, тяготеющего к конечному участку, равный (рис. 1, *a*):

$$M = 100 \gamma_L d_{в.ср} l_1,$$

где  $\gamma_L$  — удельный ликвидный запас леса в зоне тяготения к ветке, м<sup>3</sup>/га;

$d_{в.ср}$  — средняя ширина оптимальной зоны тяготения леса к рассматриваемому участку ветки

$$d_{в.ср} = d_{b_2} + \frac{(d_{b_1} - d_{b_2}) l_1}{L}.$$

С учетом этого

$$\mathcal{E} = 10 \gamma_L \Delta b \cdot 0,5 l_1^2 \left[ d_{b_2} + \frac{(d_{b_1} - d_{b_2}) l_1}{L} \right],$$

где  $d_{в2}$  — ширина оптимальной зоны тяготения лесоэксплуатационной площади к технологическому пути у границы лесного массива;

$d_{в1}$  — то же, у примыкания пути к магистрали.

В точке  $B$  экономически выгоден переход от применения дорожной конструкции № 1 к конструкции № 2, если  $D = \mathcal{E}$  или

$$(\Delta C + r_{в} \Delta B) l_1 = 50 \gamma_{л} l_1^2 \Delta b \left[ d_{в2} + \frac{(d_{в1} - d_{в2}) l_1}{L} \right],$$

откуда можно найти наивыгоднейшую длину конечного участка

$$l_1 = \frac{L}{2(d_{в1} - d_{в2})} \left[ \left( d_{в2}^2 + \frac{(\Delta C + r_{в} \Delta B)(d_{в1} - d_{в2})}{12,5 \gamma_{л} \Delta b L} \right)^{0,5} - d_{в2} \right]. \quad (1)$$

Значения  $d_{в1}$  и  $d_{в2}$  определяются по формулам (10) и (11) в [1].

Формулу (1) можно упростить, заменив трапецидальную по форме зону тяготения леса к ветке несколькими (в данном случае тремя) прямоугольниками с размерами  $d_{ви} \times l_i$  км (где  $d_{ви}$  — оптимальная ширина прямоугольной зоны тяготения леса к каждому участку ветки;  $l_i$  — длина каждого участка). В этом случае для конечного участка (рис. 1, б)

$$\mathcal{E} = 50 \gamma_{л} d'_{в} \Delta b.$$

Приравнивая  $D = \mathcal{E}$ , получим:

$$l_1 = \frac{\Delta C + r_{в} \Delta B}{50 \gamma_{л} d'_{в} \Delta b}. \quad (2)$$

Значения  $d_{ви}$  для каждого участка определяют, согласно [1], по формуле:

$$d_{ви} = \sqrt{\frac{(C_{в} + B_{в} r_{ви}) \beta_1 - (C_{ус} + k_{ус} B_{ус})}{30 \gamma_{л} b_{ус}}}, \quad (3)$$

где  $C_{в}$  — стоимость постройки 1 км данного участка дороги;  
 $B_{в}$  — среднегодовая стоимость содержания и ремонта 1 км участка;

$\beta_1$  — коэффициент, учитывающий прокладку веток частично по неэксплуатационным площадям;

$C_{ус} + k_{ус} B_{ус}$  — расходы на постройку и содержание в исправности 1 км уса ( $k_{ус}$  — можно принять в среднем 1,33);

$b_{ус}$  — стоимость вывозки леса по усу, р./м<sup>3</sup> · км;

$r_{ви}$  — срок действия каждого участка, лет.

Пример расчета. Исходные данные:  $\Delta C = 15\,000 - 8000 = 7000$  р.;  $\Delta B = 100$  р.;  $r_{в} = 5$  лет;  $\gamma_{л} = 160$  м<sup>3</sup>/га;  $\Delta b = 0,11 - 0,07 = 0,04$  р./м<sup>3</sup> · км;  $d'_{в} = 3,8$  км.

$$l_1 = \frac{7000 + 100 \cdot 5}{50 \cdot 160 \cdot 3,8 \cdot 0,04} = 6,2 \text{ км.}$$

Для определения длины промежуточного участка  $l_2$  можно использовать такой же прием решения задачи. Здесь, однако, необходимо учесть перевозку по участку  $BC$  не только тяготеющего к нему леса, но и древесины, поступающей с конечного участка  $AB$ . В этом случае

$$D' = (\Delta C' + r'_{в} \Delta B') l_2,$$

где  $\Delta C' = C_3 - C_2$ ;  $\Delta B' = B_3 - B_2$ ;

$r'_{в}$  — срок действия промежуточного участка, лет.

Соответственно,

$$\mathcal{E}' = 100\gamma_n \Delta b' (0,5d''_B l_2^2 + l_1 l_2 d'_B),$$

где  $\Delta b' = b_2 - b_3$ ;

$d''_B$  — средняя оптимальная ширина зоны тяготения леса к промежуточному участку, определяемая по формуле (3).

Приравнявая  $D' = \mathcal{E}'$ , получим:

$$l_2 = \left( \frac{\Delta C' + r'_B \Delta B'}{100 \gamma_n \Delta b'} - l_1 d'_B \right) \frac{2}{d''_B}. \quad (4)$$

Аналогичным способом можно найти длину любого промежуточного участка.

Длина головного участка  $CD$

$$l_3 = L - (l_1 + \Sigma l_2), \quad (5)$$

где  $L$  — общая длина ветки, км;

$l_1$  — длина конечного участка, км;

$\Sigma l_2$  — суммарная длина промежуточных участков, км.

Если  $l_3$  близка к нулю или имеет знак минус, на данной ветке применять дорожную конструкцию № 3 нецелесообразно. На головном участке более выгодна конструкция № 2, как и на промежуточном. Таким образом решается задача определения необходимого числа участков с различными дорожными конструкциями на данной ветке.

Для обеспечения необходимого сгущения дорожной сети в периферийной части зоны тяготения леса к магистральному пути значительная часть веток должна иметь разветвления на конечных участках (при длине веток 12—15 км и более разветвления могут быть целесообразными и на промежуточных участках). Вопрос о назначении разветвлений и ответвлений решается при размещении веток в конкретных лесных массивах с учетом местных условий [1].

На усах протяжением более 1—1,5 км в ряде случаев также целесообразно назначать разветвления их конечных участков.

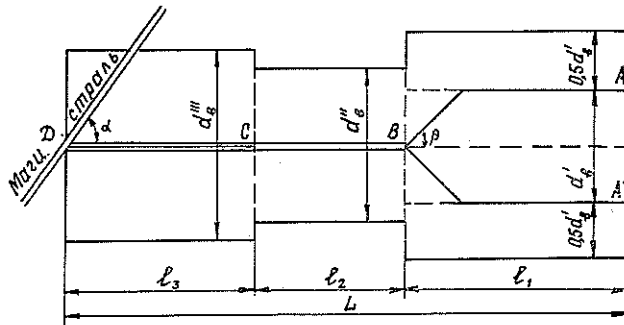


Рис. 2. Расчетная схема для размещения дорожных конструкций на технологическом пути с разветвлением.

Если конечный участок технологического пути состоит из двух ответвлений, то при этом через промежуточный участок будет перевозиться из зоны тяготения к обоим ответвлениям конечного участка соответственно большее количество леса. Кроме того, при устройстве разветвления строительная длина конечного участка возрастает на (рис. 2):

$$\Delta_{\text{раз}} = Bd + Bf - (cd + ef) = qd'_B, \quad (6)$$

где  $Bd, Bf$  — длины соединительных участков разветвления;  
 $cd, ef$  — проекции соединительных участков разветвления на продолжение оси  $BD$  головного участка пути;  
 $q$  — коэффициент

$$q = \frac{1 - \cos \beta}{\sin \beta}, \quad (7)$$

где  $\beta$  — половина угла разветвления (рис. 2).

С учетом указанного, дополнительные расходы при замене на обоих ответвлениях конечного участка дорожной конструкции № 1 конструкцией № 2:

$$D_2 = 2(\Delta C + r_b \Delta B) l_1 + q d'_b \Delta C,$$

а получаемая при этом экономия на вывозке леса

$$\mathcal{E}_2 = 200 \gamma_{л} d'_b \Delta b (0,5 l_1 + 0,5 q d'_b).$$

Приравнивая, согласно предыдущему,  $D_2 = \mathcal{E}_2$ , получим квадратное уравнение:

$$100 \gamma_{л} \Delta b l_1^2 - \left[ \frac{2}{d'_b} (\Delta C + r_b \Delta B) - 100 \gamma_{л} d'_b q \Delta b \right] l_1 - q \Delta C = 0,$$

из которого

$$l_1 = \frac{s + \sqrt{s^2 + 400 \gamma_{л} q \Delta C \Delta b}}{200 \gamma_{л} \Delta b}, \quad (8)$$

где

$$s = (\Delta C + r_b \Delta B) \frac{2}{d'_b} - 100 \gamma_{л} d'_b q \Delta b. \quad (9)$$

Общая строительная длина обоих ответвлений конечного участка

$$l_{стр} = 2 l_1 + q d'_b. \quad (10)$$

Пример расчета. Исходные данные:  $q = 0,41$  (при  $\beta = 45^\circ$ ), остальные значения — см. пример выше.

$$s = (7000 + 5 \cdot 100) \frac{2}{3,8} - 100 \cdot 160 \cdot 3,8 \cdot 0,04 = 1515 \text{ р.};$$

$$l_1 = \frac{1515 + \sqrt{1515^2 + 400 \cdot 160 \cdot 7000 \cdot 0,04 \cdot 0,41}}{200 \cdot 160 \cdot 0,04} = 3,61 \text{ км.}$$

Строительная длина обоих ответвлений

$$l_{стр} = 2 \cdot 3,61 + 0,41 \cdot 3,8 = 8,8 \text{ км.}$$

Из рис. 2 видно, что при наличии ответвлений на конечном участке длину промежуточного участка следует определять по формуле

$$l_2 = \left( \frac{\Delta C' + r'_b \Delta B'}{100 \gamma_{л} \Delta b'} - 2 l_1 d'_b \right) \frac{2}{d'_b}. \quad (11)$$

Из формул (4) и (11) следует, что при  $\frac{\Delta C' + r'_b \Delta B'}{\Delta b'} \leq M$ , где  $M$  — запас леса, тяготеющий к конечному участку,  $\text{м}^3$ , или при

$$C_3 - C_2 \leq M (b_2 - b_3) - r'_b (B_3 - B_2) \quad (12)$$

на промежуточном участке выгоднее применять дорожную конструкцию № 3 вместо конструкции № 2.

Приведенные зависимости позволяют аналитически установить экономию средств, получаемую при строительстве лесовозных путей с переменной единичной стоимостью строительства. Рассмотрим два варианта ветки (см. рис. 1, б): 1) с дорожной конструкцией № 3 на всем его протяжении и 2) с применением дорожных конструкций № 1, 2 и 3, как показано на рисунке. Удельные расходы на постройку и содержание пути и на вывозку леса по нему определяются для варианта № 1 выражением (р./м<sup>3</sup>)

$$p'_{\text{ух}} = \frac{C_3 + 0,5r_B B_3}{100\gamma_{\text{л}} d''_{\text{в}}} + 0,5(l_1 + l_2) b_3 + 0,25b_{\text{yc}} d''_{\text{в}}, \quad (13)$$

а для варианта № 2

$$p''_{\text{ух}} = \frac{C_1 l_1 + C_2 l_2 + 0,5r_B (B_1 l_1 + B_2 l_2)}{100\gamma_{\text{л}} (l_1 d'_{\text{в}} + l_2 d''_{\text{в}})} + \frac{0,5b_1 d'_{\text{в}} l_1^2 + (l_1 l_2 d'_{\text{в}} + 0,5d''_{\text{в}} l_2^2) b_2 + 0,25b_{\text{yc}} [l_1 (d'_{\text{в}})^2 + l_2 (d''_{\text{в}})^2]}{l_1 d'_{\text{в}} + l_2 d''_{\text{в}}}. \quad (14)$$

При выводе формул (13) и (14) было учтено, что на головном участке варианта № 2 применяется та же дорожная конструкция, что и в варианте № 1. Поэтому удельные затраты по обоим вариантам определены только для участка *ABC* длиной  $l_1 + l_2$ . Расчеты по формулам (13) и (14) показывают, что применение технологических путей с переменной единичной стоимостью строительства и содержания только по вывозке дает экономию не менее 8—10 % от общей суммы учитываемых при сравнении расходов.

Сгущение сети усов за счет их разветвлений в периферийных участках зон тяготения леса к веткам приведет к уменьшению среднего расстояния трелевки, что дает дополнительный экономический эффект.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ильин Б. А. О размещении сети лесовозных дорог в лесных массивах.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 4. [2]. Правила технической эксплуатации автомобильных лесовозных дорог.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.

Поступила 25 сентября 1984 г.

УДК 630\*375.5

### ЛЕСОВОЗНЫЕ АВТОПОЕЗДА, ИХ КОМПЛЕКТОВАНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

А. Д. ГРЯЗИН, М. Ю. СМЕРНОВ

Марийский политехнический институт

Перед работниками лесозаготовительной отрасли стоят весьма ответственные задачи по обеспечению вывозки всей заготавливаемой древесины при более эффективном использовании транспортных средств.

Около 85 % всей заготавливаемой в нашей стране древесины вывозится автомобильным транспортом. Для этого применяют автопоезда, состоящие из автомобиля и роспуска. В большинстве леспромпхозов лесовозные автопоезда комплектуют из автомобилей МАЗ-509 или КрАЗ-255Л и одного двухосного роспуска ГKB-9383. Полезную нагрузку на рейс определяют по грузоподъемности тягача и роспуска без учета дорожных условий. Но и грузоподъемность роспуска установлена не по конструктивным соображениям, а по тому, к какому автомобилю он



прицеплен: с КраЗом — 15 т, с МАЗом — 10,5 т. В леспромхозах сейчас практически нет специализированных автопоездов для вывозки короткомерной древесины, технологической щепы и т. п.

Существующее положение с комплектованием лесовозных автопоездов не способствует повышению эффективности их использования и обеспечению вывозки всей заготовленной древесины.

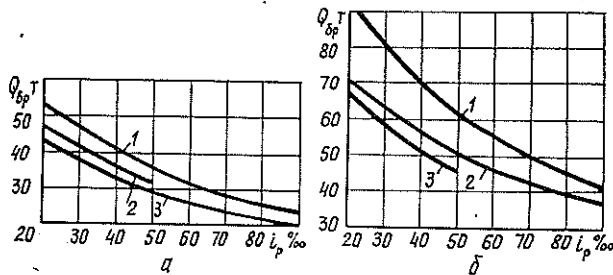


Рис. 1. Графики зависимости массы автопоездов от руководящего уклона и типов покрытий дороги для автомобилей МАЗ-509 (а) и КраЗ-255Л (б).

1 — гравийное (щебеночное) покрытие; 2 — грунтовое в хорошем состоянии; 3 — снежно-уплотненное.

Исследования показывают, что при полном использовании грузоподъемности автопоездов их рейсовая нагрузка значительно отличается от возможной весовой нормы, допускаемой тяговыми свойствами автомобиля для различных дорожных условий. На графиках (рис. 1) показаны кривые изменения массы автопоездов  $Q_{гр}$  в зависимости от руководящего уклона  $i_p$  для различных типов покрытий дорог. В таблице приведены расчетные данные возможных рейсовых нагрузок для автопоездов на базе указанных марок автомобилей. В расчетах и при составлении графиков принимали средние значения основного сопротивления движению для каждого типа покрытия и коэффициентов тары.

Так, основное удельное сопротивление движению принято: для снежно-уплотненного и гравийного (щебеночного) покрытия — 400 Н/т и для грунтового в хорошем состоянии — 600 Н/т.

Значение коэффициента тары прицепного состава (полуприцепов и роспусков) принято 0,25.

#### Данные расчета рейсовых нагрузок

Покрытие	Местность	Возможная рейсовая нагрузка, м <sup>3</sup> , для схем автопоездов и установленной рейсовой нагрузки	
		МАЗ-509 + ГКБ-9383 (20,0 м <sup>3</sup> )	КраЗ-255Л + ГКБ-9383 (28,8 м <sup>3</sup> )
Снежно-уплотненное	Равнинная	33,2	49,0
	Холмистая	33,2	49,0
Гравийное (щебеночное)	Равнинная	37,0	69,2
	Холмистая	28,0	51,2
	Горная	19,2	33,8
Грунтовое в хорошем состоянии	Равнинная	27,9	51,2
	Холмистая	21,3	38,0
	Горная	15,3	29,0

Из таблицы видно, что при установленной нормами [4, 6] рейсовой нагрузке на автопоезд МАЗ-509 + ГКБ-9383 сила тяги автомобиля полностью реализуется только в условиях горной местности на дороге с гравийным покрытием и на грунтовой. В остальных случаях рейсовые нагрузки на автопоезд могут быть увеличены на 6—85 %. Для автомобиля КраЗ-255Л рейсовые нагрузки на автопоезд по силе тяги во всех рассмотренных случаях могут быть увеличены на 4—140 %.

В опытном порядке в целях более полного использования тяговых свойств двигателя лесовозного автомобиля, увеличения рейсовой нагрузки, а следовательно, и повышения производительности на вывозке древесины в лесозаготовительных предприятиях Вологодской и Тюменской областей, а также в Забайкалье начали внедрять двухкомплектные автопоезда, состоящие из тягача и трех роспусков ГКБ-9383. В качестве тягачей используют автомобили КраЗ-255Л и «Комацу-Ниссан». В этом случае полезная нагрузка на рейс возрастает с 28 до 66 м<sup>3</sup>, а производительность автопоезда повышается в 1,5 раза и более. В 1980 г. в объединении Забайкаллес был испытан трехкомплектный автопоезд на базе тягача МАЗ-7310 и пяти роспусков ГКБ-9383. Средняя рейсовая нагрузка такого автопоезда составляет 110 м<sup>3</sup>. Выработка на машино-смену в полтора с лишним раза превышает производительность двухкомплектного автопоезда [5]. В различных районах страны проводят опыты по применению полуприцепов в составе лесовозных автопоездов на вывозке древесины. Так, Г. А. Гребенщиков [1] пишет, что применение полуприцепов в Томской области позволило увеличить полезную нагрузку на автопоезд на 43 %, в результате годовая производительность автопоезда в различных условиях возросла на 16—60 %.

Однако такие многокомплектные лесовозные автопоезда могут эксплуатироваться только на специализированных лесовозных дорогах, без права выезда на дороги общего пользования, так как не отвечают требованиям правил дорожного движения.

Вывозка древесины в лесах Европейско-Уральской зоны и в некоторых других районах в большинстве леспромпхозов осуществляется по лесовозным дорогам с выходом на дороги общего пользования. Здесь необходимо соблюдать требования Устава [7] и Правил дорожного движения: недопустимы общая длина автопоезда свыше 24 м и свес груза за задний габарит более 2 м. Чтобы автопоезд мог двигаться по дорогам общего пользования, обрезают вершины хлыстов. При этом обрезки древесины (вершинки), как правило, остаются на погрузочных пунктах, пополняя и без того большое количество лесосечных отходов. Кроме того, резко падает рейсовая нагрузка и производительность автопоезда, а масса груза по коникам распределяется непропорционально.

В Лениногорском леспромпхозе Казахской ССР обранные вершины грузят на этот же автопоезд и тщательно увязывают воз [8]. Этим обеспечивается вывозка всего хлыста без потерь, и груз распределяется по коникам более равномерно, однако далеко не в соответствии с грузоподъемностью автомобиля и роспуска.

Определим возможную грузоподъемность автопоездов при заднем свесе 2 м и недопустимости перегрузки автомобиля. Из условия равновесия сил имеем

$$R_2 = Gg - R_1,$$

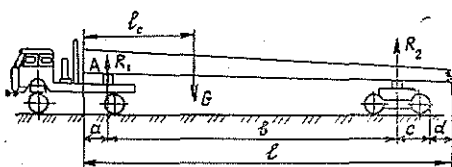
где  $R_2$  — реакция коника роспуска;

$G$  — масса воза хлыстов;

$R_1$  — реакция коника автомобиля.

Силу  $R_2$  находим из уравнения моментов сил относительно точки А (рис. 2), имеем:

Рис. 2. Расчетная схема к определению нагрузок на коники лесовозного автопоезда.



$$R_2 = \frac{Gg(0,33l - a)}{b},$$

где  $l$  — длина пакета хлыстов;  
 $a$  — свес комлей за коник автомобиля;  
 $b$  — расстояние между кониками.

Полезная нагрузка автопоезда определится выражением

$$G = \frac{R_1 b}{(a + b - 0,33l)g}.$$

Расчеты показывают, что из-за малого допустимого свеса воза хлыстов за задний габарит (2 м) автопоезд в составе МАЗ-509 + ГКБ-9383 можно нагружать только до 8,8 т вместо 16 т, а в составе КраЗ-255Л + ГКБ-9383 до 12,8 т вместо 23 т.

Поэтому при указанных условиях нецелесообразно использовать в составе поездов тяжелые двухосные роспуски грузоподъемностью 11—15 т. Необходимы легкие одноосные прицепные единицы грузоподъемностью 4—6 т. В результате снижения собственной массы таких роспусков до 1—1,5 т потребная касательная сила тяги лесовозного автомобиля МАЗ-509 уменьшится на 11—15 %, автомобиля КраЗ-255Л — на 9—11 %, что позволит сократить расход топлива, увеличить скорость движения и производительность автопоездов.

При существующем способе вывозки, даже при значительном свесе вершинной части пакетов древесины за коник роспуска, происходит непропорциональное распределение груза по коникам. Проведенные нами исследования в Кировской, Челябинской, Тюменской областях, в Белоруссии и других районах страны для автопоездов МАЗ-509 + ГКБ-9383, Урал-375 + ГКБ-9383, ЗИЛ-157 + ТМЗ-802 [2, 3] показывают, что во всех случаях автомобиль перегружается на 40—60 % и более, а коник роспуска загружается лишь на 50—70 % от нормативной грузоподъемности. Это вызвано тем, что наиболее тяжелая, комлевая часть дерева традиционно укладывается на коник автомобиля, имеющего грузоподъемность в 2—3 раза ниже грузоподъемности роспуска, на который грузят легкую вершинную часть пакета древесины.

Для повышения эффективности работы лесовозного автомобильного транспорта необходимо применять, в зависимости от условий, различные схемы лесовозных поездов и способы вывозки древесины. Значительный интерес представляет вывозка древесины с включением полуприцепа в состав автопоезда. В этом случае увеличивается грузоподъемность коника автомобиля и, следовательно, обеспечивается более пропорциональное распределение груза. Применение полуприцепов дает также возможность использовать автомобиль как седельный тягач со сменным прицепным составом. При этом один и тот же автомобиль с успехом может прицепить состав с хлыстами (деревьями), короткими сортиментами или с технологической щепой. Однако широкого применения таких автопоездов пока нет. Основной причиной следует считать отсутствие необходимого прицепного состава.

Таким образом, лесозаготовителям нужны лесовозные автопоезда одно- и многокомлектные, обыкновенные и седельного типа с полуприцепами для вывозки деревьев и хлыстов, сортиментов разной длины и технологической щепы. Комплектование лесотранспортных средств в каждом предприятии должно осуществляться в соответствии с местными условиями (рельефом местности, типом покрытия и состоянием дорог, технологией лесозаготовок и перерабатывающего производства).

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года предусматривается увеличить производство прицепов и полуприцепов для автопоездов, разработать конструкции и организовать серийный выпуск специальных автомобилей и автопоездов высокой проходимости. Это обязывает работников науки, проектно-конструкторских организаций и производственных предприятий лесозаготовительной отрасли ускорить разработку конструкций и организацию серийного производства необходимого прицепного состава для вывозки древесины в различных видах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гребенщиков Г. А. Седельный лесовозный автопоезд.— Лесн. пром-сть, 1980, № 1, с. 16—17. [2]. Грязин А. Д. Исследование загрузки лесовозного тягового и прицепного состава в леспромхозах Челябинской области.— В кн.: Эксплуатация лесовозного транспорта в условиях Урала и Сибири. Свердловск, 1980, с. 127—133. (Межвуз. сб.; Вып. 3). [3]. Грязин А. Д., Сергеев П. Г., Смирнов М. Ю. Вопросы совершенствования перевозки хлыстов автопоездами.— В кн.: Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса. Л., 1982. (Межвуз. сб. науч. тр.; Вып. 11). [4]. Единые нормы выработки и расценки на лесозаготовительные работы.— М., 1976, с. 29—30. [5]. Кобылкин А. Т. Двухкомлектные автопоезда.— Лесн. пром-сть, 1981, № 8, с. 16—17. [6]. Общесоюзные нормы технологического проектирования лесозаготовительных предприятий. Ч. 1. Нормы.— Л., 1980, с. 56—58. [7]. Устав автомобильного транспорта РСФСР: С изм. и доп. по состоянию на 1 апр. 1983 г./ Мин-во автомоб. трансп. РСФСР.— М.: Транспорт, 1983.— 63 с.

Поступила 19 марта 1984 г.

УДК 630\*377.44.001

### ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩИХ МАШИН ЛП-19

В. С. КРАЛИН

Уральский лесотехнический институт

В данной статье рассматривается вопрос о создании математической модели для оценки надежности гидроманипуляторов лесозаготовительных машин и оборудования (ЛМО) и анализа надежности технологического оборудования валочно-пакетирующей машины (ВПМ) ЛП-19.

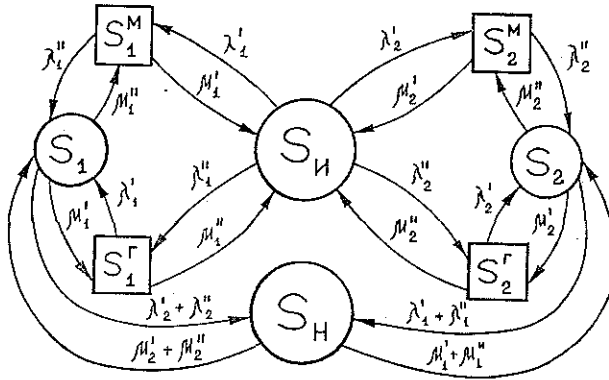
Известно, что надежность системы можно определить двумя способами: 1) с помощью математической модели функционирования системы; 2) непосредственно по функциональной схеме. На практике чаще применяют второй путь. Однако для создания отраслевой системы анализа надежности ЛМО наиболее целесообразен первый путь. При этом реальную систему заменяют схематизированной. Технологическое оборудование ВПМ ЛП-19 можно представить в виде системы, состоящей из следующих элементов: стрела гидроманипулятора; рукоять гидроманипулятора; стойка захвата; захватное устройство; срезающее устройство.

Все элементы рассматриваемой системы соединены между собой последовательно без резервирования и каждый разделен на гидравлическую и механическую части. Допустим, что каждый из элементов си-

стемы может находиться только в двух состояниях: исправном и неисправном. Укажем часть возможных состояний, в которых может находиться данная система:

- $S_H$  — все элементы системы неисправны;
- $S_H$  — все элементы системы исправны;
- $S_1$  — неисправен и ремонтируется первый элемент, остальные исправны;
- $S_1^M$  — неисправна и ремонтируется механическая часть первого элемента, остальные исправны;
- $S_1^Г$  — неисправна и ремонтируется гидравлическая часть первого элемента, остальные исправны и т. д.

Совокупность всех возможных состояний системы можно наглядно изобразить на графе состояний, который представляет простейшую структурно-функциональную схему, отображающую изменения состояния системы без учета в явном виде физики процессов функционирования. В качестве примера на рисунке представлен размеченный граф состояний функционирования стрелы и рукояти гидроманипулятора валочно-пакетирующей машины ЛП-19.



Предположим, что переходы из состояния в состояние происходят непрерывно по времени под влиянием простейших потоков событий и процесс обладает марковским свойством [1]. В этом случае потоки событий, сопровождающие переходы системы из состояния в состояние, должны отвечать свойствам ординарности, стационарности и отсутствия последействия.

Допущение об ординарности потока в данном случае вполне корректно, так как вероятность отказа сразу двух или более элементов системы на бесконечно малом промежутке времени пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью отказа какого-либо одного элемента. Допущение об отсутствии последействия может быть принято, так как в данном случае для любых неперекрывающихся промежутков времени работы машины  $\tau_1$  и  $\tau_2$  числа возможных событий независимы. Справедливость гипотезы о стационарности потока событий, т. е. соответствии статистических данных экспоненциальному распределению в качестве модели наработки до отказа основных элементов технологического оборудования ВПМ ЛП-19, доказана при помощи критерия Бартлета.

Следовательно, с учетом сделанных допущений мы будем иметь дело со случайным марковским процессом, с дискретными состояниями и непрерывным временем.

Прежде всего необходимо найти все интенсивности потоков событий, переводящих систему из состояния в состояние. Например, из состояния  $S_n$  в состояние  $S_1^M$  систему переводит поток отказов  $\lambda_1'$  механической части первого узла. Его интенсивность равна единице, деленной на среднее время безотказной работы этого узла. Обратно из состояния  $S_1^M$  в состояние  $S_n$  систему переводит поток  $\mu_1$  с интенсивностью восстановления механической части первого узла, равной единице, деленной на среднее время его ремонта.

Аналогично находят интенсивности потока событий, переводящих систему из состояния в состояние по всем дугам графа. Располагая известными значениями интенсивности отказов  $\lambda_i$  и восстановления  $\mu_i$ , составим уравнение Колмогорова — Чепмена при  $t \rightarrow \infty$ . Назовем вероятностью  $i$ -того состояния вероятность  $P_i(t)$  того, что в момент  $t$  система будет находиться в состоянии  $S_i$ . Полагая, что события, происходящие с каждым элементом системы в процессе работы, образуют полную группу, имеем:

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1, \quad (1)$$

где  $n$  — количество возможных состояний системы;  
 $P_i$  — вероятность  $i$ -того состояния системы.

Укажем часть конкретных вероятностей для ряда возможных состояний системы:

- $P_n$  — вероятность того, что все элементы системы исправны;
- $P_n^M$  — вероятность того, что все элементы системы неисправны;
- $P_1$  — вероятность того, что неисправен и ремонтируется первый элемент, все остальные исправны;
- $P_1^M$  — вероятность того, что неисправна и ремонтируется механическая часть первого элемента, остальные исправны;
- $P_1^r$  — вероятность того, что неисправна и ремонтируется гидравлическая часть первого элемента, остальные исправны и т. д.

С использованием графа состояний системы можно записать систему линейных уравнений Колмогорова — Чепмена

$$\left. \begin{aligned}
 & (\sum_{i=1}^n \lambda_i' + \sum_{i=1}^n \lambda_i'') P_n = \sum_{i=1}^n \mu_i P_i^M + \sum_{i=1}^n \mu_i'' P_i^r \\
 & (\lambda_1'' + \mu_1') P_1^M = \lambda_1' P_n + \mu_1'' P_1 \\
 & \dots \dots \dots \\
 & [\mu_5 + \mu_5'' + (\sum_{i=1}^n \lambda_i' + \sum_{i=1}^n \lambda_i'') - (\lambda_5' + \lambda_5'')] P_5 = \\
 & = (\lambda_5'' P_5^M + \lambda_5' P_5^r) + [\sum_{i=1}^n \mu_i' + \sum_{i=1}^n \mu_i'' - (\mu_5' + \mu_5'')] P_n.
 \end{aligned} \right\} (2)$$

Решая полученную систему линейных уравнений (2), можно найти вероятности  $P_i$ , соответствующие всем возможным состояниям  $S_i$  данной системы.

Состояние  $S_n$  (и соответствующая ему вероятность  $P_n$ , при которой все элементы системы исправны) — единственное состояние системы, при котором технологическое оборудование ВПМ способно выполнять требуемые функции. Вероятность  $P_n$  есть функция надежности элементов системы. Очевидно, эту вероятность можно вычислить, если известны данные по интенсивностям отказов и восстановления.

Для получения такой информации использовали статистические данные ЦНИИМЭ по надежности ВПМ ЛП-19 в Крестецком, Атубском ЛПХ и Советском лесопромышленном комплексе. Общий объем наблюдений 51389 ч при эксплуатации группы из 20 ВПМ ЛП-19.

В качестве основного показателя, характеризующего надежность машин, принята наработка на отказ. При формировании статистики отказов технологического оборудования ВПМ ЛП-19 во внимание были приняты только те отказы, которые связаны с серьезными повреждениями, такими как поломки стрелы, рукояти и др. При этом не рассматривали отказы гибких трубопроводов и другие, время и трудоемкость устранения которых относительно невелики. Интенсивность отказов  $\lambda_i$ , как указано выше, определяли как единицу, деленную на среднее время безотказной работы данного узла. Аналогичным образом определяли интенсивности восстановления всех элементов системы. При этом среднее время восстановления принимали на основании нормативов ремонта технологического оборудования ВПМ ЛП-19.

В табл. 1 представлены данные об отказах технологического оборудования ВПМ ЛП-19.

Таблица 1

Элемент системы	Наработка на отказ, мото · ч		Среднее время восстановления, ч	
	механической части	гидравлической части	механической части	гидравлической части
Стрела	927,5	805,4	8,1	7,1
Рукоять	617,8	832,9	16,5	7,3
Стойка захвата	910,5	1060,2	7,6	4,9
Захватное устройство	695,8	842,2	6,6	3,1
Срезающее устройство	340,1	261,1	4,7	4,4

Примечание. Для всех элементов системы общее время работы группы машин равно 51 389 мото · ч.

На основании обработки статистики отказов (табл. 1) и данных по восстановлению получены соответствующие интенсивности отказов и восстановления элементов технологического оборудования ВПМ ЛП-19 (табл. 2).

Таблица 2

Элемент системы	Интенсивность отказов		Интенсивность восстановления	
	механической части	гидравлической части	механической части	гидравлической части
Стрела	0,00108	0,00124	0,12346	0,14085
Рукоять	0,00162	0,00120	0,06006	0,13699
Стойка захвата	0,00110	0,00094	0,13158	0,20409
Захватное устройство	0,00144	0,00118	0,15115	0,32258
Срезающее устройство	0,00294	0,00383	0,21142	0,22624

Примечание. Для всех элементов системы общее время работы группы машин равно 51 389 мото · ч.

После подстановки данных, представленных в табл. 2, в формулу (2) и решения полученной системы линейных уравнений получили искомые вероятности состояний. Система линейных уравнений решена на ЭВМ ЕС-1020. В табл. 3 представлены соответствующие вероятности состояний (вероятности отказа) элементов технологического оборудования ВПМ ЛП-19.

Таблица 3

Элемент системы	Вероятность отказа		
	элемента в целом	механи- ческой части	гидрав- лической части
Стрела	0,000	0,008	0,007
Рукоять	0,000	0,024	0,008
Стойка захвата	0,000	0,007	0,004
Захватное устройство	0,000	0,008	0,003
Срезающее устройство	0,001	0,013	0,016

Остановимся на анализе полученных данных. Вероятность того, что все элементы системы исправны,  $P_n = 0,901$ . Вероятность того, что все элементы системы неисправны,  $P_n = 0$ . Вероятности отказа механической и гидравлической частей технологического оборудования ЛП-19 несколько различаются. За исключением срезающего устройства вероятность отказа гидравлической части  $P_i^f$  рассматриваемых элементов ниже, чем механической. Это объясняется тем, что во внимание не принимали отказы, связанные с выходом из строя гибких трубопроводов и других элементов гидроаппаратуры, время и трудоемкость устранения которых относительно невелики.

Для анализа надежности рассматриваемых элементов вместо вероятности отказа рассмотрим вероятность безотказной работы (ВБР)

$$R_i = 1 - P_i, \quad (3)$$

где  $P_i$  — вероятность отказа  $i$ -того элемента.

Механические элементы рукояти и срезающего устройства имеют низкие значения ВБР:  $R_2^m = 0,976$  и  $R_5^m = 0,987$ . ВБР остальных элементов имеют достаточно высокие величины и хорошо согласуются с нормативными данными [2]. В качестве нормативных значений для механических элементов технологического оборудования ВПМ ЛП-19 рекомендуется принимать величину ВБР, равную 0,990—0,999. Хорошо согласуется с нормативным значением вероятность  $P_n$  исправного состояния, которая представляет собой ВБР всей системы.

Таким образом, предлагаемая математическая модель оценки надежности ЛМО позволяет учесть стохастическую природу взаимодействия машины и орудия труда и выявить на этой основе оптимальные характеристики машин, а также отдельные элементы, лимитирующие надежность.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Баруге А., Рид Д. Элементы теории марковских процессов и их приложения/ Пер. с англ.— М.: Наука, 1969.— 436 с. [2]. Методика выбора норм надежности технических устройств.— М.: Изд-во стандартов, 1971.— 32 с.

Поступила 24 июля 1984 г.



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 684.59.001.57

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ  
ЛИНИИ ОТДЕЛКИ МЕБЕЛЬНЫХ ЩИТОВ

Л. Г. МОЛЧАНОВ

Московский лесотехнический институт

Участок отделки мебельных щитов включает крашение (для щитов, облицованных натуральным шпоном), шпатлевание, грунтование и лакирование. В состав участка входит оборудование для нанесения и сушки соответствующего материала, загрузочно-разгрузочное и транспортное оборудование. Все операции отделки можно объединить в одну или несколько линий, которые могут предназначаться для одно- и двухсторонней отделки, могут быть специализированными, используемыми для работы только на одном лаке (красителе, грунтовке), или универсальными для использования нескольких марок лаков и других материалов. Универсальность линий проявляется и в возможности обработки большого числа или всей возможной гаммы типоразмеров щитов.

Состав оборудования для нанесения и сушки материалов определяется используемыми марками лаков, от которых зависят режимы работы вальцовых и лаконоливных машин, вид и режимы сушки покрытий. Обычно для выбора варианта технологического процесса решающее значение имеют производственная площадь, а также лимиты на капитальные вложения, число рабочих, заработную плату, отделочные материалы, электроэнергию и другие ресурсы. В качестве критерия эффективности принимаем минимум себестоимости отделки единицы поверхности (себестоимость и приведенные затраты отделки щитов имеют совпадающие экстремумы [2]).

К ограничениям выбора вариантов относятся: техническая производительность, производственная площадь, энергоемкость, капитальные затраты. Дополнительные оценочные показатели: число рабочих, съем продукции с единицы производственной площади, окончательный эффект лакового покрытия и др. За единицу отделяемой поверхности продукции принята суммарная площадь поверхности щитов набора мебели.

Оптимизационная модель линии отделки имеет вид

$$\left\{ \begin{array}{l} C_n = \sum_k C_{nk} \rightarrow \min; \\ \Pi_{nk} \geq Q_{плk}, S_n \leq S_0, D_n \leq D_0, \mathcal{E}_n \leq \mathcal{E}_0, \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $C_n$  — себестоимость отделки набора мебели;  
 $C_{nk}$  — себестоимость  $k$ -того вида отделки щитов набора;  
 $\Pi_{nk}$  — техническая производительность линии  $k$ -того вида отделки;  
 $Q_{плk}$  — плановый объем  $k$ -того вида отделки в единицу времени;  
 $S_n, D_n, \mathcal{E}_n$  — соответственно производственная площадь, капитальные затраты и установленная мощность;  
 $S_0, D_0, \mathcal{E}_0$  — лимиты соответственно по производственной площади, капитальным затратам и расходу электроэнергии.

Рассмотрим, как можно вычислить значения, входящие в выражение (1). Себестоимость  $C_n$  рассчитываем для вариантов, различающихся технологическими процессами и отделочными материалами, составом и техническими характеристиками оборудования, входящего в линию. Набор мебели состоит из щитов, для каждого из которых должны быть известны материал облицовки (натуральный или синтетический шпон) и требования к покрытию пластей (матовое или блестящее, стойкое к действию температуры, влаги, механических и других воздействий). В зависимости от этих показателей определяем вид отделки каждой группы щитов. Всего на набор потребуются  $k$  видов отделки.

Себестоимость  $k$ -того вида отделки на  $n$ -м варианте линии

$$C_{nk} = \left( \left( \sum^{i_{nk}} m_i \underline{U}_{m_i} + D_{nk} \right) + (P_{nk} \mathcal{E}_0 + \underline{U}_{\mathcal{E}} \sum^{i_{nk}} \mathcal{E}_i + \sum^{i_{nk}} \underline{U}_i / a_{об} + \underline{U}_S S_{nk} / a_S) / T_{\Phi} \right) / \Pi_{nk} \right) Q_{k0}, \quad (2)$$

где  $i_{nk}$  — вектор, характеризующий состав оборудования в линии;  
 $\underline{U}_S, \underline{U}_{m_i}, \underline{U}_{\mathcal{E}}$  — цена единицы соответственно производственной площади, материала  $i$ -того вида, энергии;  
 $\mathcal{E}_0$  — тарифная часовая ставка рабочего с учетом квалификации и профессии;  
 $a_{об}, a_S$  — нормативный срок (лет) амортизации соответственно оборудования, промышленных зданий;  
 $T_{\Phi}$  — годовой фонд рабочего времени с учетом сменности, ч;  
 $m_i$  — расход  $i$ -того материала на единицу площади;  
 $Q_{k0}$  — площадь щитов набора, подвергающихся  $k$ -тому виду отделки;  
 $D_{nk}$  — затраты на дополнительную обработку (шлифование, полирование) отделываемой поверхности;  
 $P_{nk}$  — число рабочих, обслуживающих линию  $n$ -го варианта для  $k$ -того вида отделки;  
 $\mathcal{E}_i, \underline{U}_i$  — соответственно расход энергии и цена  $i$ -той позиции оборудования;  
 $S_{nk}$  — площадь, занимаемая линией;  
 $\Pi_{nk}$  — техническая производительность линии.

Число рабочих, обслуживающих линию, можно определить путем решения оптимизационной задачи вида

$$\mathcal{E}(P) + Y(P) \rightarrow \min,$$

где  $\mathcal{E}(P)$  — затраты на содержание  $P$  рабочих;

$Y(P)$  — убытки, связанные с простоем оборудования и выпуском бракованной продукции при обслуживании линии  $P$  рабочими.

На основании изученных отделочных линий можно сказать, что рабочие должны обязательно находиться у загрузчиков, укладчиков готовых щитов, механизмов для изменения ориентации и направления движения щитов, а также у оборудования для нанесения краски, грунтовки и лака.

В случае немеханизированной загрузки и разгрузки линий на этих участках число рабочих определяется из условия допустимой интенсивности труда на переместительных операциях.

Показатели  $\underline{U}_i, \mathcal{E}_i, \Pi_{nk}$  и  $S_{nk}$  участвуют в расчете ограничений

$$D_n = 1,15 \sum^m \sum^{i_{nk}} \underline{U}_i; \quad S_n = \sum^m S_{nk}; \quad \mathcal{E}_n = \sum^m \sum^{i_{nk}} \mathcal{E}_i \quad (\text{где } m \neq k \text{ — чис-}$$

ло  $nk$ -х линий на участке отделки) и в свою очередь зависят от технических характеристик и условий функционирования оборудования.

Значения  $\underline{U}_i$  и  $\mathcal{E}_i$  при линейной аппроксимации находим по формулам

$$\underline{U}_i = \underline{U}_{0i} (1 + (X_{1i} - X_{01i}) K_{\underline{U}_{1i}} / \Delta X_{1i} + (X_{2i} - X_{02i}) K_{\underline{U}_{2i}} / \Delta X_{2i} + \dots + (X_{ji} - X_{0ji}) K_{\underline{U}_{ji}} / \Delta X_{ji}); \quad (3)$$

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{0i} (1 + (X_{1i} - X_{01i}) K_{\mathcal{E}_{1i}} / \Delta X_{1i} + (X_{2i} - X_{02i}) K_{\mathcal{E}_{2i}} / \Delta X_{2i} + \dots + (X_{ji} - X_{0ji}) K_{\mathcal{E}_{ji}} / \Delta X_{ji}), \quad (4)$$

где  $\Delta X_{1i} = (X_{m1i} - X_{01i}), \dots, \Delta X_{ji} = (X_{mji} - X_{0ji})$  — диапазон изменения  $j$ -того параметра  $i$ -того станка;

$X_{ji}; j = 1, 2, 3, \dots; i = 1, 2, 3, \dots$  — значения  $j$ -тых параметров технической характеристики оборудования  $i$ -того вида, например, скорости конвейера сушилки, ширины конвейера, уровня автоматизации и др.;

$X_{0ji}, X_{mji}, j = 1, 2, 3, \dots; i = 1, 2, 3, \dots$  — наименьшие и наибольшие значения  $j$ -тых параметров  $i$ -того вида оборудования;

$\underline{U}_{0i}$  — цена  $i$ -того вида оборудования, имеющего наименьшие технические характеристики ( $X_{01i}, X_{02i}, \dots, X_{0ji}$ );

$\mathcal{E}_{0i}$  — установленная мощность  $i$ -того станка с наименьшими техническими характеристиками;

$K_{\underline{U}_{ji}}, K_{\mathcal{E}_{ji}}; j = 1, 2, 3, \dots; i = 1, 2, 3, \dots$  — коэффициенты, учитывающие соответственно интенсивность роста, цену и установленную мощность в зависимости от  $j$ -того параметра технической характеристики.

Коэффициенты  $K_{\underline{U}_{ji}}, K_{\mathcal{E}_{ji}}, \underline{U}_{0i}, \mathcal{E}_{0i}$  в выражениях (3) и (4) находим обработкой статистических данных (технических характеристик действующего оборудования) методом наименьших квадратов.

Фактическую производительность линии отделки рассчитываем по формуле

$$ПФ_{nk} = П_{nk} \eta_{3nk}$$

или

$$ПФ_{nk} = B_{nk} U_{nk} \eta_{1nk} \eta_{2nk} \eta_{3nk}, \quad (5)$$

где

$B_{nk}$  — ширина просвета линии;  
 $U_{nk}$  — скорость конвейера сушилки лака;

$\eta_{1nk}$  — коэффициент использования технических характеристик линии;

$\eta_{2nk} = (1 - \sum_f \theta_f / T)$  — коэффициент использования рабочего времени с учетом потерь по техническим и организационным причинам;

$\sum_f \theta_f$  — сумма потерь времени по  $f$ -той причине: на наладку, ремонт, техническое обслуживание, подготовку к работе, окончание работ, отдых за время наблюдения  $T$  (календарный фонд рабочего времени за неделю, месяц, квартал, год);

$\eta_{3nk} = \frac{NQ_{nk}}{T_{\Phi} B_{nk} U_{nk} \eta_{1nk} \eta_{2nk}}$  — коэффициент использования времени с учетом несовпадения программы производства и технических возможностей линии;

$N$  — годовой выпуск наборов мебели (единиц продукции);

$T_{\Phi}$  — годовой фонд рабочего времени.

Задача определения  $\eta_{1nk}$  в выражении (5) достаточно сложна. Наиболее важные технические характеристики — максимальные (минимальные) размеры обрабатываемых щитов и скорость конвейера сушилки, которые оказывают влияние и на цену, и на установленную мощность оборудования; тогда  $\eta_{1nk} = \eta_{Bnk} \eta_{Lnk} \eta_{U_{nk}}$ . Коэффициент использования ширины линии

$$\eta_{Bnk} = \frac{\sum_s b_{ks} q_{ks} l_{ks} r_s}{B \sum_s q_{ks} l_{ks}},$$

где

$b_{ks}, l_{ks}$  — размеры щита  $s$ -того типоразмера  $k$ -того вида отделки, причем  $b_{ks} < l_{ks}$ ;

$q_{ks}$  — число щитов  $s$ -того типоразмера  $k$ -того вида отделки в наборе мебели;

$r_s = [B/b_{ks}] = 1, 2, 3, \dots$  — при групповой отделке щитов;

$r_s = 1$  — при индивидуальной отделке щитов.

Коэффициент использования конвейера по длине зависит от организации движения щитов. Когда щиты движутся по конвейеру без разрывов, тогда  $\eta_{Lnk} = 1$ . Но на линиях отделки они движутся на различных участках с разной скоростью и при этом неизбежно возникают межторцовые разрывы [1]. В линии встраивают ускорительные конвейеры, загрузчики и другие механизмы, которые рассчитывают на некоторую максимальную длину щита  $L_{nk}$ . В этом случае короткомерные щиты перемещаются по линии группами так, чтобы  $L_{nk} \geq q_L l_{ks}$  (где  $q_L = 1, 2, 3, \dots$ ).

В лучшем случае

$$\eta_{Lnk} = L_{nk} / (L_{nk} + A),$$

где  $A$  — разрыв между партиями щитов, определяемый конструкцией линии.

Коэффициент использования линий отделки по скорости подачи  $\eta_{U_{nk}}$  может быть принят равным единице. Площадь, занимаемая оборудованием по сравниваемому варианту,

$$S_{nk} = S_{об\ nk} + S_{суш\ nk},$$

где  $S_{об_{nk}} = \sum^{i_{об_{nk}}} (\bar{B}_{nk} + B_{oi}) \times (L_{nk} t_i + L_{oi})$  — площадь, занимаемая загрузчиками, лаконоливыми машинами, транспортерами (для ряда станков при  $t_i = 0$   $S_{об_{nki}}$  не зависит от  $L_{nk}$ );

$S_{суш_{nk}} = \sum^{i_{суш_{nk}}} (B_{nk} + B_{oi}) \times (\tau_{кi} + \tau_{икi} + \tau_{уфи}) U_{nk}$  — площадь занимаемая конвейерными сушилками для красителя, грунтовки, лака;

$B_{oi}; t_i = 0, 1, 2, 3, \dots; L_{oi}$  — некоторые конструктивные константы, определяющие  $i$ -тую позицию оборудования;

$\tau_{кi}, \tau_{икi}, \tau_{уфи}$  — продолжительность сушки соответственно конвективной (камер сушки, подогрева и остыва), инфракрасной, ультрафиолетовой  $i_{суш_{nk}}$ -той позиций.

В ряде случаев в качестве ограничения или оценочного показателя берут длину линии

$$LL_{nk} = \sum^{i_{об_{nk}}} (L_{nk} t_i + L_{oi}) + \sum^{i_{суш_{nk}}} (\tau_{кi} + \tau_{икi} + \tau_{уфи}) U_{nk}.$$

Здесь  $i_{об_{nk}}, i_{суш_{nk}}$  — вектора, определяющие состав соответствующего оборудования в линии.

Важнейшие показатели автоматических линий отделки (длина, цена, установленная мощность электрооборудования, затраты на обработку единицы продукции), найденные по результатам реализации оптимизационной модели (1) при начальных условиях (просвет, скорость конвейера сушилок, состав оборудования), характерных для линий МЛН и МЛП, отличаются от соответствующих показателей этих линий на 10—20 %, не более.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Молчанов Л. Г. О структуре автоматических линий лакирования мебельных щитов.— В кн.: Оборудование, автоматизация и вопросы механизации процессов деревообработки: Науч. тр. МЛТИ, 1983, вып. 153, с. 94—98. [2]. Молчанов Л. Г., Сачко Н. М. Анализ и нормализация технологических процессов и оборудования для отделки щитовых деталей мебели.— Экспресс-информ., 1985, вып. 3. (ВНИПИЭИ-леспром. Мебель).

Поступила 25 февраля 1985 г.

УДК 674.815-41 : 62-50

### МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В. М. РЯБКОВ

Московский лесотехнический институт

Современное производство древесностружечных плит (ДСП) представляет собой сложный технологический процесс, одна из особенностей которого — его значительные материало- и энергоемкости с относительно невысоким уровнем затрат труда [1].

Другая особенность производства ДСП — существенное различие материальных и энергетических затрат для заводов с одинаковыми современными технологиями и оборудованием. Это различие можно объяснить, наряду с организационными причинами, случайными характеристиками используемых сырья и материалов, вероятностным характером технологического процесса, а также несоответствием существующих систем управления требованиям современного производства ДСП.

Лабораторный дискретный контроль основных характеристик сырья, материалов и полуфабрикатов, а также ручное управление операциями сушки, осмоления стружки, формирования ковра и прессования плит не позволяют обеспечить стабильность промежуточных и выходных показателей процесса. Поэтому внедрение современных систем автоматизированного контроля и управления — одна из первоочередных задач в производстве ДСП. Планами ГКНТ и Минлесбумпрома СССР предусмотрено разработать и внедрить автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП) производства ДСП на базе современной управляющей и вычислительной техники.

Одно из главных условий эффективной работы АСУТП — наличие адекватного математического описания комплекса. С целью удешевления и ускорения практической реализации проектов АСУТП целесообразно типизировать математическое обеспечение, задачи и алгоритмы управления комплексом. Основные типовые операции технологического процесса — сушка и сепарация стружки, смешивание стружки со связующим, формирование пакета, прессование — можно описать балансными уравнениями материалов и энергии. Практически сложно получить и использовать общую модель комплекса. Поэтому целесообразно подразделить модель комплекса на подмодели (или группы) отдельных агрегатов, преобразовывающих материальные потоки при помощи типовых операций. Модели операции существенно меньше моделей всего технологического комплекса, поэтому первые можно исследовать даже в случае их нелинейного описания. Соединение моделей операций приводит к общей модели агрегата, а соединение последних — к общей модели комплекса.

Для производства ДСП типовые операции можно связать с числом материальных потоков на входе и выходе машины или аппарата, осуществляющего эти операции. При таком подходе можно выделить сложные, простые, смешительные и разделительные операции.

Сложная операция характеризуется входными  $n$  и выходными  $m$  потоками и может быть описана следующей моделью:

$$X_i = F(\theta_1, \dots, \theta_r, Y_1, \dots, Y_m); \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

или

$$Y_j = f_j(\theta_1, \dots, \theta_r, X_1, \dots, X_n); \quad (j = 1, \dots, m). \quad (2)$$

где  $Y_j$ ,  $X_i$  — количественные показатели (расходы)  $j$ -того выходного и  $i$ -того входного потоков;

$\theta_r$  — управляющие воздействия, связанные с изменением режимов проведения операции  $k = 1, \dots, r$ ;

$F_i$ ,  $f_j$  — заданные функции.

Сложной операции соответствуют технологические схемы, включающие несколько операций или аппарат с несколькими входами и выходами. В производстве ДСП к сложным можно отнести операции сушки и прессования.

Простая операция имеет один входной и один выходной потоки, ей соответствует модель (1), в которой  $i = j = 1$ . К таким операциям можно отнести измельчение древесины (щепы, стружки), осуществля-

емое рубительными машинами, стружечными станками, мельницами и т. п.

В смесительной операции имеются несколько входных  $n$  и один выходной потоки. Общая модель может быть представлена системой (1) при  $i = 1, \dots, n; j = 1$ . В производстве ДСП к таким операциям можно отнести приготовление связующего, смешивание стружки со связующим.

Разделительная операция характеризуется одним входным и несколькими  $m$  выходными потоками. Уравнения можно представить системой (2) при  $i = 1; j = 1, \dots, m$ . К таким операциям можно отнести сепарацию древесных частиц. Модели введенных типовых операций отличаются видом функций  $F_i, f_j$ .

Модели могут быть линейными и нелинейными. Например, для сложной операции можно записать

$$X_i = \sum_{j=1}^m F_{ij}(\theta) Y_j; \quad (i = 1, \dots, n), \quad (3)$$

где  $F_{ij}$  — некоторые заданные функции от  $\theta = \{\theta_1, \dots, \theta_r\}$ .

Модель (3) линейна относительно параметров материального потока. Ею можно управлять за счет изменения коэффициентов  $F_{ij}$  или величин  $Y_j$ . Значения  $Y_j$  можно определять наличными запасами в емкостях и возможными ограничениями на пропускную способность данной и соединенных с ней типовых операций. Коэффициент  $F_{ij}$  определяется свойствами операции и технологическими требованиями на нее.

В простой операции переменный коэффициент характеризует затраты сырья на выход единицы готовой продукции. Для смесительной операции эти коэффициенты можно рассматривать как переменные расходные, для разделительной — как переменные коэффициенты отбора продуктов или коэффициенты выпуска; во всех случаях они технологически управляемые параметры.

Рассматривая технологические агрегаты (участки) производства ДСП, можно выделить последовательное и параллельное соединения типовых операций, а также смешанные последовательно-параллельные структуры.

Модель агрегата или группы агрегатов состоит из моделей отдельных операций, связанных между собой материальными потоками. Каждый из агрегатов преобразует материальные потоки согласно следующим зависимостям:

$$Y^{(k)} = f^{(k)}(X^{(k)}, U^{(k)}, \varepsilon^{(k)}); \quad (k = 1, \dots, N). \quad (4)$$

Здесь  $f^{(k)}$  — известная векторная функция;

$y^{(k)}$  — вектор-столбец расходных (количественных) параметров выходных потоков  $k$ -того агрегата;  $Y^{(k)} = \{y_i^{(k)}\}$  ( $i = 1, \dots, n_k$ );

$X^{(k)}$  — вектор-столбец расходных параметров входных потоков  $k$ -того агрегата;

$U^{(k)}$  — вектор-столбец режимных параметров;

$\varepsilon^{(k)}$  — вектор возмущений.

Связи каждого из агрегатов комплекса с другими агрегатами определяются схемой материальных потоков и могут быть представлены в виде линейных зависимостей (5) и (6) с единичными или нулевыми коэффициентами  $C_{ki}^{(r)}, C_{ki}^{(s)}, C_{0i}^{(r)}, C_{0i}^{(s)}$ , соответствующими структуре связей.

Выходные потоки

$$Y_i^{(k)} = \sum_{r=1}^N \sum_{j=1}^R C_{ki}^{rj} X_j^r + \sum_{s=1}^{R_{n+1}} C_{ki}^s Y_s^0; \quad (5)$$

$$(k=1, \dots, N; i=1, \dots, n_k);$$

входные потоки

$$X_i^0 = \sum_{r=1}^N \sum_{j=1}^{R_r} C_{0i}^{rj} X_j^r + \sum_{s=1}^{R_{n+1}} C_{0i}^s Y_s^0. \quad (6)$$

Объединение выходных потоков представим как новый агрегат с простейшим уравнением их преобразования (например, при формировании многослойного ковра)

$$\sum_{i=1}^{ni} X_i^{(N+i)} = Y_i^{(N+i)}; \quad (i=1, \dots, N). \quad (7)$$

При этом должны быть введены ограничения

$$b_i^{(k)} \geq Y_i^{(k)} \geq b_i^{(k)}; \quad (i=1, \dots, n_k);$$

$$a_j^{(k)} \geq X_j^{(k)} \geq a_j^{(k)}; \quad (j=1, \dots, k_k). \quad (8)$$

Каждую из промежуточных емкостей можно представить как специальный, самостоятельный агрегат с суммарным входом, а к системе ограничений добавляют входы  $X^{(s)'}$  и выходы  $Y^{(s)'}$ , ограничения на запасы вида:

$$M_s \geq X^{(s)'} - Y^{(s)'} + Z^{(s)} \geq 0, \quad (9)$$

где  $M_s$  — верхний предел запаса;  
 $Z^{(s)}$  — исходный запас.

Для учета качественных показателей потоков добавляем систему

$$V_{\text{вых}}^{(k)} = g^{(k)} (X^{(k)} Y^{(k)} U^{(k)} z^{(k)} V_{\text{вх}}^{(k)}); \quad (10)$$

$$(k=1, \dots, N).$$

Здесь  $V_{\text{вых}}^{(k)}$  — вектор-столбец показателей качества выходных потоков  $k$ -того агрегата;

$V_{\text{вх}}^{(k)}$  — вектор-столбец показателей качества входных потоков  $k$ -того агрегата.

Следовательно, технологический комплекс производства ДСП как объект управления можно представить в виде трехступенчатой иерархической структуры.

Первую, низшую, ступень составляют типовые операции и локальные автоматические системы управления ими. Задача управления — стабилизация материальных потоков и режимных параметров. В результате исследований, проведенных кафедрой автоматизации МЛТИ на ПДО «Апшеронск», установлены систематические и случайные отклонения параметров, сформулированы требования к точности их поддержания и периодичности контроля. Случайные отклонения, в основном, подчинены нормальным законам рассеивания, систематические связаны с устойчивыми факторами, например, износом инструмента, нарушением настройки и т. д.



Стабилизация материальных потоков заключается в получении наименьшей динамической ошибки дозирования топлива, стружки, связующего, клеестружечной массы и т. д. При ступенчатой аппроксимации возмущения с плотностью вероятности амплитуд, распределенных по нормальному закону, функционал оптимальности системы управления можно представить в следующем виде [2]:

$$\Phi(KT) = \int_{G_0 - 3\sigma}^{G_0 + 3\sigma} F(G, K) |f(G)| dG \rightarrow \min, \quad (11)$$

где  $\Phi(KT)$  — функционал от параметров  $K$  и  $T$ , по минимуму которого необходимо осуществлять их выбор;

$G$  — величина возмущения;

$K$  — коэффициент передачи системы;

$T$  — период опроса датчика;

$G_0$ ,  $f(G)$ ,  $\sigma$  — соответственно математическое ожидание, плотность вероятности, среднее квадратичное отклонение величины  $G$ .

Вторую ступень составляют технологические участки, представляющие отдельные агрегаты или их группы и локальные АСУТП участка. Это участки изготовления и сушки стружки, приготовления связующего и клеестружечной смеси, формирования пакета, прессования, шлифования и сортировки плит. Здесь, наряду со стабилизацией, возникают задачи оптимальной координации работы агрегатов, распределения нагрузок между ними, перераспределения потоков между параллельно включенными машинами и аппаратами (стружечными станками, топочными и сушильными агрегатами, формирующими машинами).

При малых, медленно меняющихся, случайных возмущениях оперативное управление осуществляется после «накопления» значительных изменений параметров модели распределения материальных потоков и уточнения этих параметров. Выбор временного интервала для уточнения параметров модели производят на основе статистических свойств возмущений и связан с организационными факторами.

При существенных по величине и длительности возмущениях (например, поступление новой партии сырья, аварии и т. п.), вызвавших отклонение фактических показателей от заданных, материальные потоки оперативно перераспределяются с целью быстрого выхода на заданные показатели.

Третью ступень составляет совокупность всех участков и АСУТП комплекса. Задача управления комплексом состоит в нахождении для каждого вектора возмущающих воздействий таких значений составляющих векторов, которые удовлетворяли бы системе уравнений (1) — (10). Возможна постановка оптимизационной задачи, заключающейся в том, что из множества выбирают такое управление, которое минимизирует, например, себестоимость плит.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Беликова И. В., Рябкова Н. В., Шахрай Ф. В. Повышение эффективности производства древесных плит. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 112 с. [2]. Рябков В. М. Автоматизация управления технологическими процессами производства фибролитовых плит. — В кн.: Достижения техники и технологии деревообрабатывающих производств. Киев, 1975. — с. 51—52.

Поступила 25 февраля 1985 г.

УДК 630\*811.11 : 630\*812.72

## ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ ПОПЕРЕК ВОЛОКОН

С. А. БУРЛОВ, В. А. ШАМАЕВ, Н. И. ВИННИК

Воронежский лесотехнический институт

При модификации древесины она меняет свое строение, так как подвергается физическим и механическим воздействиям.

Как известно, при сжатии древесины поперек волокон имеются три фазы деформирования [3]. В первой происходит преимущественно упругая деформация тонкостенных клеток; во второй фазе оболочки клеток сминаются и происходит их пластическое течение; в третьей заканчивается упругая и начинается пластическая деформация тонкостенных клеток.

Для лиственных пород основная часть деформации происходит за счет сокращения полостей сосудов. В результате прессования изменяются строение древесины, конфигурация трахеид и сосудов, сердцевинные лучи принимают зигзагообразную форму. Иногда после полного разбухания древесины наблюдаются разрывы клеточных оболочек. Наиболее полно изменение строения древесины при прессовании изучено В. Е. Москалевой [2]. Неясным остается вопрос, нарушается ли при этом структура оболочек древесины. Ярко выраженных трещин и изломов в прессованной древесине обычно не наблюдается, но нарушения все же имеются. Как установил А. А. Солнцев, прочность возвращенной в начальное состояние древесины, запрессованной в радиальном направлении, снижается на 20—30 % против исходной.

Ранее разработанные методики позволяют изучить только необратимые изменения микроскопического строения древесины. Ю. М. Иванов [1] впервые осуществил наблюдение за динамикой деформирования микроструктуры древесины. Однако эта методика имеет ряд недостатков, в частности, съемку проводили в поляризованном свете, увеличение было небольшим (в 40—120 раз), размеры (5×3×5 мм) допускали боковое расширение при сжатии, что искажало реальную картину прессования.

Цель настоящей работы — изучить влияние различных модифицирующих факторов (влажность, мочевины, аммиак) на деформирование под нагрузкой в радиальном и тангенциальном направлениях для древесины лиственных рассеянно-сосудистых пород.

Для реализации поставленной цели сконструирована и изготовлена микропрессформа, позволяющая уплотнять срезы древесины толщиной 15—30 мкм под микроскопом с увеличением в 400 раз.

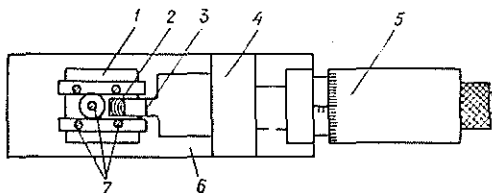
Процесс прессования изучали с помощью универсального микроскопа МБИ-6 с постоянной фотокамерой. При фотографировании в проходящем свете и использовании пленочной камеры этот процесс можно одновременно наблюдать визуально через тубус.

Микропрессформа представляет собой трехслойную конструкцию, состоящую из двух покровных стекол толщиной 0,1 мм и стальной прокладки толщиной 0,03 мм с вырезом 3×6 мм; прокладку приклеивали к одному из покровных стекол клеем БФ-2. Такая микропрессформа позволяет прессовать образец (срез древесины) размером 3×3 мм при толщине 0,03 мм.

Образец сжимали пуансоном, изготовленным из стальной пластинки такой же толщины, что и П-образная прокладка прессформы. Прессформу, с заложением в нее образца устанавливали в приспособление (рис. 1), создающее давление на пуансон с помощью микрометра по шкале которого регистрировали величину сжатия образца и вычисляли степень прессования.

Рис. 1. Общий вид прессформы и приспособления для прессования.

1 — прессформа; 2 — образец; 3 — пуансон; 4 — груз; 5 — микрометр; 6 — основание приспособления; 7 — зажимные винты.



Срезы готовили из древесины березы *Betula verrucosa* Ehrh. без пороков, с четкими, явно выраженными годичными слоями. С целью предохранения срезов от разрушения в момент отслоения на микротоме МПС-2 заготовки в течение суток пропитывали в водном растворе поливинилового спирта (20 г сухого спирта на 50 г воды). Срезы древесины в течение суток промывали в дистиллированной воде, в результате чего спирт вымывался и срезы становились чистыми без посторонних примесей.

Процесс прессования фотографировали при увеличении объекта в 400 раз и степенях прессования ( $\epsilon$ ) 0, 20, 40 и 50 %

$$\epsilon = \frac{A_0 - A}{A} \cdot 100 \%$$

где  $A$  — высота среза до уплотнения;

$A_0$  — высота среза после уплотнения.

Затем образец полностью распрессовывали во влажной среде и снова его фотографировали.

Влажность срезов древесины составляла 30—20—10 %, что обеспечивалось помещением образцов на сутки в эксикаторы с сернокислотной стабилизацией влажности.

При пропитке аммиаком срезы в течение 1 ч обрабатывали 25 %-ным раствором аммиака при комнатной температуре, затем выдерживали в течение суток в эксикаторе до достижения влажности 15 %. Для получения срезов, пропитанных мочевиной, их в течение 1 ч обрабатывали в растворе мочевины 30 %-ной концентрации при комнатной температуре, затем промывали в дистиллированной воде и выдерживали сутки в эксикаторе до достижения влажности 15 %.

На рис. 2 представлено изменение строения древесины березы в процессе сжатия в радиальном направлении (увеличение в 400 раз).

При сжатии образца на 20 % оболочки крупных сосудов теряют устойчивость, сминаются объемные оболочки тонкостенных элементов. Сердцевинные лучи волнообразно изгибаются около деформированных сосудов. Мелкие сосуды практически не деформировались.

При сжатии образца на вторую ступень прессования (40 %) крупные сосуды древесины все больше и больше деформируются, сплющиваясь в радиальном направлении. Начинают деформироваться и мелкие сосуды, особенно прилегающие к крупным. Сердцевинные лучи все больше изгибаются вокруг деформированных сосудов.

У образцов влажностью 30 % при сжатии около 35 % произошла поломка стенок крупных и мелких сосудов в тех областях испытываемого образца, где имелось наибольшее скопление крупных сосудов, в результате чего наблюдался резкий скачок деформации. Аналогичный скачок деформации у образцов с 20 %-ной влажностью наблюдался при сжатии на 40 %, у образцов с влажностью 10 % — при сжатии на 45 % от первоначального состояния.

При сжатии образца на третью ступень прессования (50 %) крупные сосуды древесины сильно деформируются и напоминают узкие щели. Сердцевинные лучи сильно изогнуты и волнисты. После полной распрессовки наблюдаются разрывы в местах наибольшего скопления крупных сосудов.

Процесс сжатия в радиальном направлении одинаков у образцов с различной влажностью и пропитанных аммиаком и мочевиной. С понижением влажности у образцов, пропитанных аммиаком и мочевиной, стенки сосудов более устойчивы и после полной распрессовки наблю-

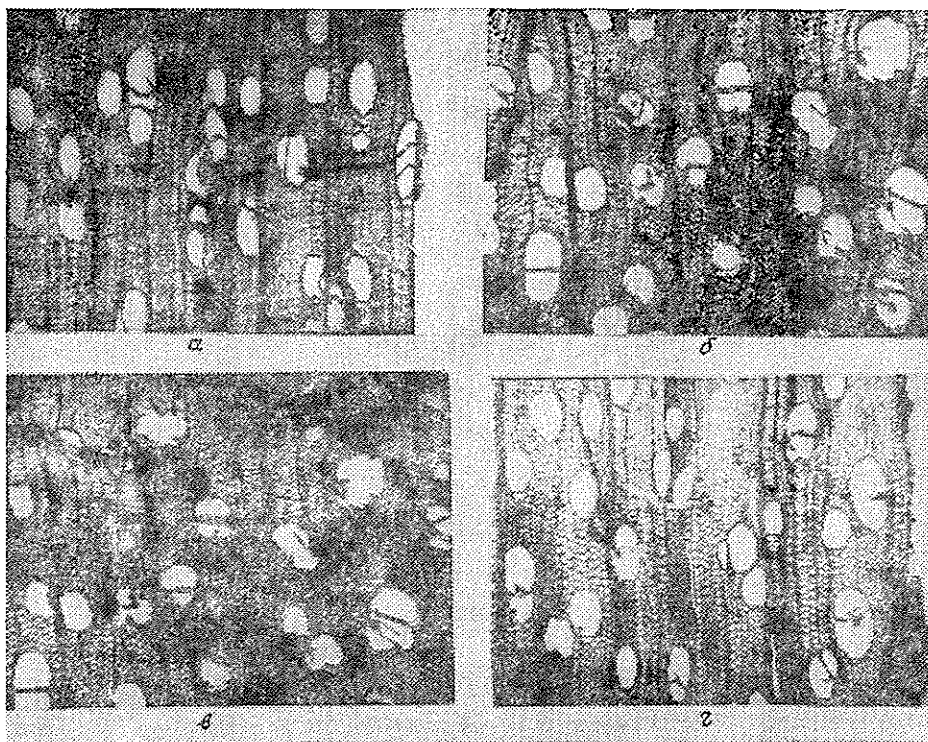


Рис. 2.

а — 20 % прессования; б — 40 %; в — 50 % прессования; г — после распрессовки.

дается гораздо меньше разрывов, чем у образцов с более высокой влажностью.

На рис. 3. представлено изменение строения древесины березы в процессе сжатия в тангенциальном направлении (увеличение в 400 раз).

При сжатии образца на 20 % оболочки крупных сосудов теряют устойчивость, их полости слегка сплющиваются. При сжатии на 40 % крупные сосуды еще больше сплющиваются в тангенциальном направлении. При сжатии образца на 50 % крупные сосуды превращаются в узкие щели, деформируются прилегающие к ним мелкие клетки. Сердцевинные лучи изгибаются с изменением формы сосудов. Характерного скачка деформации, в результате которого произошла бы поломка стенок крупных и мелких сосудов, как и при сжатии в радиальном направлении, не наблюдалось.

После полной распрессовки наблюдаем небольшие разрушения оболочек крупных сосудов. Разрывов очень мало и они гораздо меньше, чем при прессовании в радиальном направлении. Процесс деформации среза, пропитанного аммиаком и мочевиной, во время сжатия практически не отличается от процесса сжатия непропитанной древесины. Разница лишь в большей эластичности всей системы клеток. После распрессовки наблюдается очень незначительное количество разрушений стенок сосудов на всем образце.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что наименьшие микроразрушения при прессовании рассеянно-сосудистых пород наблюдаются в тангенциальном направлении.

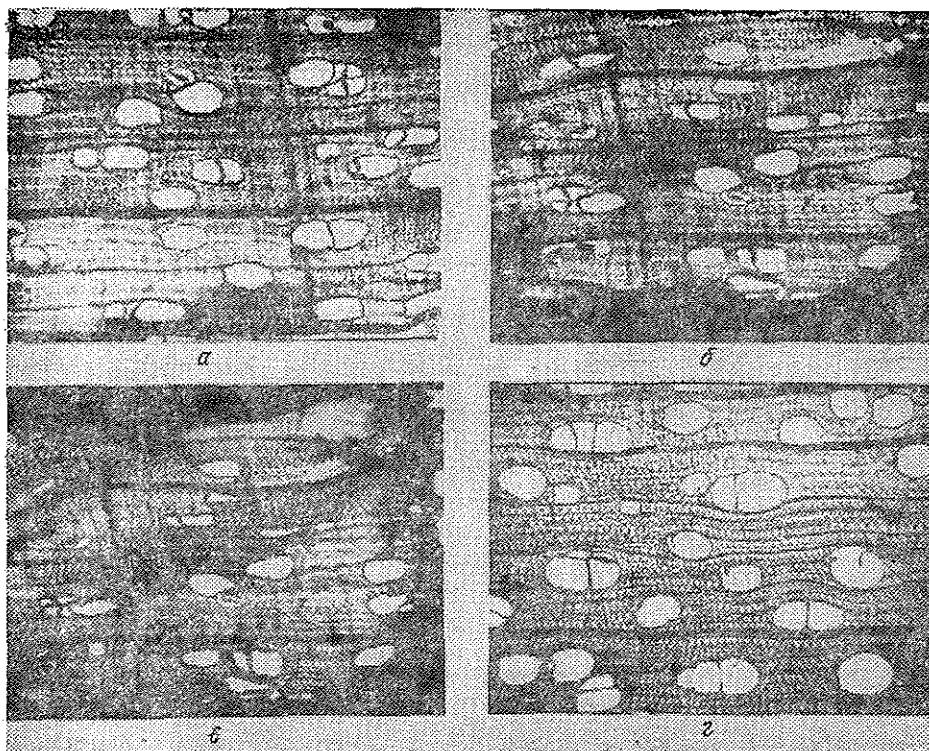


Рис. 3. Подпись та же, что под рис. 2.

У непластифицированной натуральной древесины наименьшие микроразрушения наблюдаются при прессовании в тангенциальном направлении при влажности образцов 10 %, бóльшие — при 20 и 30 %. Меньше всего микроразрушений у древесины, пластифицированной аммиаком или мочевиной и спрессованной в тангенциальном направлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Иванов Ю. М. О деформациях и напряжениях в древесине как неоднородном материале. — Тр. Ин-та леса АН СССР. М., 1949, т. 4. [2]. Москалева В. Е. Строение древесины и ее изменение при физических и механических воздействиях. — М.: АН СССР, 1957. — 165 с. [3]. Хухрянский П. Н. Прессование древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. — 351 с.

Поступила 31 октября 1983 г.

УДК 621.867.8 : 674

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЦИКЛОННЫХ УСТАНОВОК ЦЕХОВОГО ПНЕВОТРАНСПОРТА

Н. А. ГРУБЕ, В. И. ЕГОРОВ, Г. И. ЯКОВЛЕВ, В. Ф. ДЖУРЖИИ

Ленинградская лесотехническая академия

Методика выбора циклонов, применяемая при проектировании цеховых пневмотранспортных систем лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, имеет ряд существенных недостатков.

Во-первых, в методике нет экспериментально проверенных зависимостей, позволяющих рассчитывать выброс пыли и аэродинамическое сопротивление в соответствии

с геометрическими и режимными параметрами циклонов. Во-вторых, не установлен алгоритм расчета оптимальных значений экологического и экономического критериев оценки работы циклонов. В-третьих, совершенно не учитывается статистическое распределение размеров и массы пылевых частиц в соответствии с количеством станков различных типов для условий конкретного цеха. В-четвертых, не решен вопрос о выборе оптимального количества циклонов для известного общего расхода воздуха. В-пятых, не разработан, алгоритм расчета начального пылесодержания запыленного воздуха, поступающего в циклон в условиях конкретного цеха. В совокупности указанные недостатки приводят к неэффективным решениям в отношении как гарантии соблюдения санитарной нормы по выбросу пыли, так и достижения минимальной энергоемкости процесса.

В Ленинградской лесотехнической академии в течение ряда лет проводили экспериментальные исследования циклонов типа УЦ\*, позволившие найти зависимости коэффициента аэродинамического сопротивления циклонов  $\zeta$  и выброса пыли  $b$ , мг/м<sup>3</sup>, от геометрических ( $R$ ,  $r$ ) и режимных ( $v$ ,  $\Pi$ ) параметров:

$$\zeta = \frac{2,8625R}{(r/R)^{1,712}}; \quad (1)$$

$$b = \frac{4\Pi}{R^{1,6} v^{1,6}} \left( \frac{30 \cdot 10^{-6}}{d} \right)^3 \left( \frac{r}{R} \right)^{1,854/R^{1,78}}, \quad (2)$$

где  $r$  и  $R$  — радиусы внутреннего и наружного цилиндров, м;  
 $v$  — скорость воздушного потока во входном патрубке циклона, м/с;  
 $\Pi$  — начальное пылесодержание, мг/м<sup>3</sup>;  
 $d$  — расчетный размер (условный диаметр) частицы пыли, которая должна осаждаться в бункере, м.

Для повышения точности расчетов выполнены также экспериментальные работы по определению распределения размеров частиц шлифовальной пыли. Результаты экспериментальных исследований и ряд теоретических положений позволили создать методику, в которой в значительной степени устранены недостатки, указанные выше.

Приведем порядок расчета геометрических и режимных параметров циклонов с разъяснением принятых допущений.

1. Определяем радиус наружного цилиндра по формуле, полученной путем аппроксимирования практических данных по эксплуатации циклонов типа УЦ:

$$R = 0,0171Q^{0,425}, \quad (3)$$

где  $Q$  — общий расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч.

2. Рассчитываем обобщенное распределение размеров частиц пыли с учетом удельного веса частных распределений ее от работающих в цехе шлифовальных, пыльных, строгальных головок станков. Обобщенное распределение в виде гистограммы легко рассчитывать известным способом умножения вероятностей разрядов на удельные веса частных распределений (гистограмм). Частные распределения пыли от шлифовальных, пыльных и строгальных станков строятся в виде гистограмм на основе дисперсного анализа отходов от данных групп станков.

3. Пересчитываем шкалу размеров частиц пыли на шкалу массы частиц  $m$  для первых двух разрядов полученной обобщенной гистограммы по формуле

$$m = \rho \frac{\pi d^3}{6} \cdot 10^6, \quad (4)$$

где  $\rho$  — плотность материала частицы ( $\rho = 600$  кг/м<sup>3</sup>).

\* Исследование и совершенствование пневмотранспортных и аспирационных установок в деревообрабатывающей промышленности: Отчет/ЛТА; Руководитель работы Н. А. Модин.— 3375; № ГР 81034808.— Л., 1982.— 61 с., ил.

4. Определяем допустимую вероятность выброса  $P$  пыли, исходя из заданных значений начального  $\Pi$  и конечного  $b$  пылесодержания по формуле:

$$P = \varepsilon = \frac{[b]}{\Pi}. \quad (5)$$

Следовательно, за допустимую вероятность выброса пыли принимаем относительный выброс, что полностью соответствует физическому смыслу распределения.

5. Определяем минимальную массу частицы, которая по расчету должна осесть в бункере, чтобы при заданном распределении обеспечить значение  $P$ , а значит и санитарную норму  $[b]$  (см. формулу (5)). Для этого на первых разрядах обобщенной гистограммы надо определить площадь, равную  $P$ , и соответствующую расчетной массе частицы  $m_p$ , кг. В связи с тем, что в конкретных условиях  $\Pi$  может принять любое значение, величина  $P$  изменяется. Распределение массы частицы зависит от конкретных условий. Поэтому значение  $m_p$  изменяется и значительно влияет на выбор геометрических и режимных параметров циклона. Следовательно, известная зависимость (5) становится жестко связанной с фракционным составом пыли, с конкретными условиями работы станков.

6. Сделаем допущение об одном и том же значении центробежной силы, развиваемой расчетной массой частицы в циклонах разных размеров. Это допущение, в первом приближении, обеспечивает единообразие циклонных процессов в циклонах с разными наружными диаметрами. Фиксированное значение центробежной силы  $S_0$ , Н, рассчитано по опытным данным

$$S_0 = \frac{m_0 v_0^2}{R_0} = \frac{4,906}{10^{12}} \cdot \frac{(12,5)^2}{0,8} = \frac{0,9646}{10^9}. \quad (6)$$

7. Рассчитываем потребное значение скорости  $v$  воздушного потока из условия

$$S_{ц} = \frac{m_p v^2}{R} = S_0, \quad (7)$$

откуда

$$v = \sqrt{\frac{S_0 R}{m_p}}. \quad (8)$$

Величины  $m_p$ ,  $R$ ,  $S_0$  определены ранее.

8. Вычисляем радиус внутреннего цилиндра  $r$  из формулы (2), приняв значение  $b = [b]$ .

9. Определяем стоимость изготовления циклона  $S_{ц}$  по формуле, полученной путем аппроксимации данных на практике:

$$S_{ц} = 2500R^{1,84}. \quad (9)$$

10. Вычисляем стоимость эксплуатации циклона  $S_э$ , учитывая энергозатраты:

$$S_э = C_0 K_N t Q \Delta p_{ц}, \quad (10)$$

где  $C_0$  — стоимость 1 кВт · ч энергии, р.;  
 $t$  — срок службы циклона, ч;  
 $a$  — расход воздуха, м<sup>3</sup>/с;  
 $\Delta p_{ц}$  — потери давления в циклоне, Па;  
 $K_N$  — коэффициент мощности.

Для расчетов принято:  $C_0 = 0,02$  р./кВт·ч;  $t = 30\ 000$  ч;  $K_N = 0,0019$ .

11. Находим суммарные затраты на изготовление и эксплуатацию циклона

$$S = S_n + S_z. \quad (11)$$

12. Рассчитываем оптимальное число циклонов для заданного общего расхода воздуха. Здесь определяем несколько вариантов, отличающихся числом циклонов. Оптимальное число циклонов выбираем из того варианта, для которого получается наименьшее значение суммарных затрат.

Для облегчения выбора оптимального числа циклонов составлены вспомогательные таблицы с вариацией расхода воздуха, начального пылесодержания и расчетной массы частицы пыли. Часть этих материалов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Расчетные параметры циклонов типа УЦ в зависимости от расхода воздуха  $Q$ , пылесодержания  $П$ , крупности пыли  $d$  (норма выброса пыли  $[b] = 60$  мг/м<sup>3</sup>)

$Q$ м <sup>3</sup> /ч	$R$ м	$h$ м	$П$ мг/м <sup>3</sup>	$e = \frac{r}{R}$	$r$ м	$v$ м/с	$e = \frac{r}{R}$	$r$ м	$v$ м/с
				для мелкой пыли $d = 20$ мкм			для средней пыли $d = 30$ мкм		
6000	0,69	4,3	5000	0,420	0,290	16,6	0,430	0,300	8,3
			10 000	0,345	0,240	0,355	0,245		
			15 000	0,310	0,215	0,320	0,220		
			20 000	0,285	0,195	0,295	0,205		
8000	0,78	4,9	5000	0,375	0,290	17,6	0,385	0,300	8,8
			10 000	0,295	0,230	0,305	0,235		
			15 000	0,255	0,200	0,265	0,205		
			20 000	0,230	0,180	0,240	0,185		
10 000	0,86	5,4	5000	0,345	0,295	18,5	0,360	0,310	9,2
			10 000	0,260	0,220	0,270	0,230		
			15 000	0,220	0,190	0,230	0,195		
			20 000	0,195	0,165	0,200	0,175		

Следовательно, по данной методике найдены параметрические ряды циклонов (при различных сочетаниях  $Q$ ,  $П$ ,  $d$ ), обеспечивающих

Таблица 2

Зависимость суммарных денежных затрат от числа циклонов (при  $d = 30$  мкм,  $П = 10\ 000$  мг/м<sup>3</sup>)

Число циклонов	Затраты, р., при расходе воздуха, м <sup>3</sup> /ч				
	4000	6000	8000	10 000	12 000
1	1650	3112	5408	8537	11 802
2	1355*	2350	3302	4784	6417
3	1360	2033*	2920	3850	5004
4	1364	2038	2710*	3480	4420
5	—	2040	2712	3387*	4250
6	—	—	2716	3388	4064*
7	—	—	—	3389	4065
8	—	—	—	3390	4066
9	—	—	—	—	4068

Примечание. Звездочкой отмечены минимальные затраты, по которым определяют оптимальное число циклонов в соответствующей строке этой таблицы.



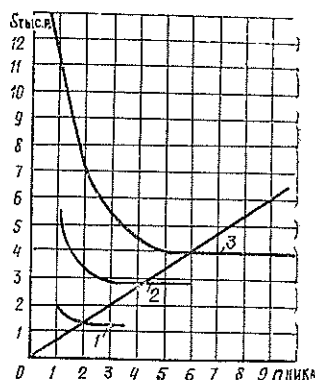
одинаковый выброс пыли, равный санитарной норме  $[b] = 60 \text{ мг/м}^3$ . При этом для каждого циклона определена необходимая минимальная скорость потока, что обеспечивает наибольшую экономичность при эксплуатации. В расчетах учтено влияние отношения  $r/R$  на степень пылеочистки и на изменение энергозатрат. Однако создание параметрических рядов циклонов — промежуточный результат применения разработанной методики.

Основные результаты применения методики представлены в таблицах, подобных приведенной табл. 2.

Из данных табл. 2 можно выбрать оптимальное число циклонов для заданного расхода воздуха и характеристики пыли. Разделив расход воздуха на оптимальное число циклонов, получим расход воздуха на один циклон и по его значению выпишем параметры одиночного циклона из табл. 1.

Более наглядно результаты расчетов по данной методике можно представить графически (см. рис.).

Из графика видно, что применять циклоны больших диаметров экономически невыгодно. Наличие таблиц типа табл. 2 позволяет вычислить экономический эффект за счет применения оптимального числа циклонов (циклонных установок) по сравнению с применением одного циклона (большого диаметра) при одинаковых расходах воздуха. При анализе чисел любого столбца табл. 2 видно, что разница между верхним числом и числом, отмеченным звездочкой, может составить несколько тысяч. Расчетный экономический эффект по суммарной разнице 12 циклонных установок ( $Q = 4000, 6000, \dots, 14\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $d = 20 \text{ мкм}$ ,  $d = 30 \text{ мкм}$ ) составил 271 910 р. за расчетный период работы (т. е. за 30 000 ч). Кроме того, циклонная установка, состоящая из нескольких циклонов меньшего диаметра, позволяет осуществить ступенчатое регулирование производительности установки по воздуху путем отключения одного или нескольких одиночных циклонов (элементов) в соответствии с числом работающих станков. Это принесет дополнительный экономический эффект.



Зависимость суммарных денежных затрат от числа циклонов (при  $d = 30 \text{ мкм}$ ,  $\Pi = 10\,000 \text{ мг/м}^3$ ).

1 —  $Q = 4000$ ; 2 — 8000; 3 — 12 000  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

станков. Это принесет до-

Поступила 18 мая 1984 г.

УДК 630\*361.0

**УДАРНЫЕ НАГРУЗКИ,  
ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА МЕХАНИЗМ ПОДАЧИ  
ОКОРОЧНОГО РОТОРНОГО СТАНКА**

*Н. Ф. ПИГИЛЬДИН, И. А. ОЛЕНЧЕНКО*  
ЦНИИМЭ, Братский индустриальный институт

Принудительная подача лесоматериала в станки обеспечивается вальцами, имеющими одинаковые диаметры и равные окружные скорости. По степени жесткости различают вальцы с твердым покрытием (обычно стальные), с эластичным покрытием и т. д.

При анализе процесса взаимодействия лесоматериала со стальными вальцами механизма подачи нас прежде всего интересовали ударные силы (импульсы); их необходимо знать при проектировании и совершенствовании станков.

Для анализа процесса соударения, используя теоремы об изменении количества движения и кинетического момента, составим расчетные уравнения расчлененной механической системы (рис. 1, а), включающей\*:

лесоматериал (ЛМ)

$$m_1 (u_{1x} - v_{1x}) = -S_{21}^n \sin \alpha_2 - S_{41}^n \sin \alpha_4 - S_{21}^r \cos \alpha_2 - S_{41}^r \cos \alpha_4; \quad (1)$$

$$m_1 (u_{1y} - v_{1y}) = -S_{21}^n \cos \alpha_2 + S_{41}^n \cos \alpha_4 + S_{21}^r \sin \alpha_2 - S_{41}^r \sin \alpha_4; \quad (2)$$

подающий валец (ПВ)

$$m_2 u_{2x} = S_{12}^n \sin \alpha_2 + S_{12}^r \cos \alpha_2 - S_{32}^x; \quad (3)$$

$$m_2 u_{2y} = S_{12}^n \cos \alpha_2 - S_{12}^r \sin \alpha_2 - S_{32}^y; \quad (4)$$

$$I_2 \omega_2 - I_2 \omega_{20} = r_2 S_{12}^r; \quad (5)$$

кронштейн (Кр)

$$m_3 u_{3x} = S_{23}^x - S_3^x; \quad (6)$$

$$m_3 u_{3y} = S_{23}^y - S_3^y; \quad (7)$$

$$I_3 \omega_3 = S_{23}^y (l_3 - L_3) \sin \alpha_3 - S_{23}^x (l_3 - L_3) \cos \alpha_3 + S_3^y L_3 \sin \alpha_3 - S_3^x L_3 \cos \alpha_3. \quad (8)$$

В формулах (1) — (8) введены следующие обозначения:

- $m_1, m_2, m_3$  — массы соответственно ЛМ, ПВ, Кр;
- $I_2, I_3$  — моменты инерции соответственно ПВ, Кр;
- $v_{1x}, v_{1y}, u_{1x}, u_{1y}$  — проекции скорости ЛМ на оси  $Ox$  и  $Oy$  в начале и конце удара;
- $u_{2x}, u_{2y}, u_{3x}, u_{3y}$  — проекции скоростей на оси  $Ox$  и  $Oy$  центров масс соответственно ПВ и Кр в конце удара;

\* При составлении уравнений принято, что в начале удара скорости центров масс ПВ и Кр равны нулю и  $v_1^r > \omega_{20} r_2$ . (Здесь  $v_1^r$  — проекции скорости ЛМ на касательную в точке контакта с ПВ;  $r_2$  — радиус подающего вальца).

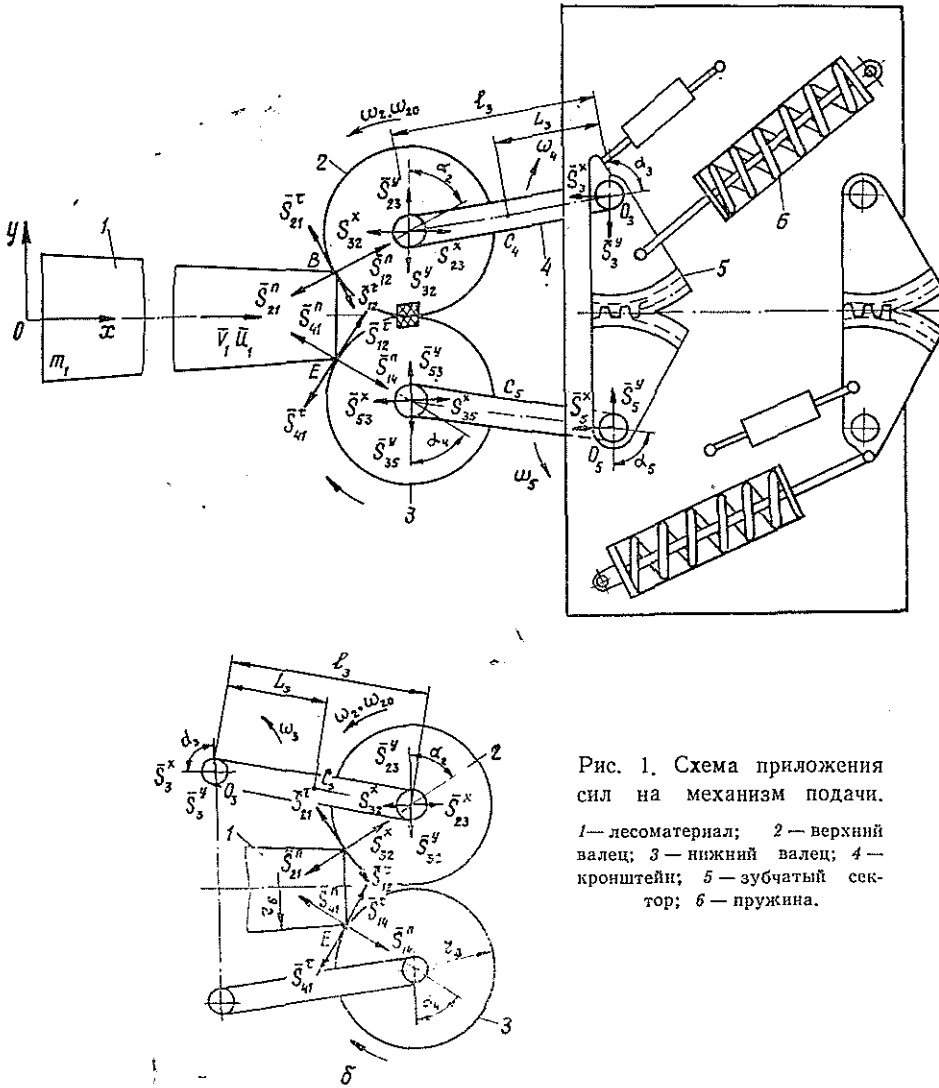


Рис. 1. Схема приложения сил на механизм подачи.  
 1 — лесоматериал; 2 — верхний валец; 3 — нижний валец; 4 — кронштейн; 5 — зубчатый сектор; 6 — пружина.

- $\omega_{20}$  — угловая скорость ПВ в начале удара;
- $\omega_2, \omega_3$  — угловые скорости ПВ и Кр в конце удара;
- $\alpha_2, \alpha_4$  — углы, образованные вертикалью и нормалью, проведенными через точки контакта  $B$  и  $E$  соответственно с верхним и нижним ПВ и Лм;
- $\alpha_3$  — угол, образованный с вертикалью линии, проходящей через оси вращения ПВ и Кр;
- $L_3$  — расстояние между осью вращения Кр и его центром масс;
- $l_3$  — расстояние между осями вращения ПВ и Кр;
- $S_{12}^n, S_{12}^t, S_{14}^n, S_{14}^t$  — нормальные и касательные составляющие ударных импульсов, действующих со стороны Лм на вальцы;

$S_{21}^n, S_{21}^t, S_{41}^n, S_{41}^t$  — нормальные и касательные составляющие ударных импульсов, действующих на Лм со стороны валцов;  
 $S_{23}^x, S_{23}^y, S_{32}^x, S_{32}^y$  — проекции ударного импульса на оси  $Ox$  и  $Oy$ , действующего со стороны ПВ на Кр и Кр на ПВ;  
 $S_3^x, S_3^y$  — проекции ударного импульса на оси  $Ox$  и  $Oy$ , действующего на ось Кр со стороны станины станка.

Проекции скоростей на оси:

$$\begin{aligned} u_{2x} &= \omega_3 l_3 \cos \alpha_3; & u_{2y} &= \omega_3 l_3 \sin \alpha_3; \\ u_{3x} &= \omega_3 L_3 \cos \alpha_3; & u_{3y} &= \omega_3 L_3 \sin \alpha_3. \end{aligned} \quad (9)$$

Расчетные уравнения составлены только для верхнего вальца и кронштейна. Это объясняется тем, что при симметричном расположении Лм относительно валцов нормальные и тангенциальные составляющие ударных импульсов, действующих на верхний и нижний валцы, одинаковые по величине, поэтому одинаковы и ударные импульсы, действующие на оси вращения валцов, кронштейнов, а также их угловые скорости в конце удара.

При совпадении оси ударяющего Лм с осью механизма подачи точки контакта  $D$  и  $E$  расположены симметрично, поэтому  $\alpha_2 = \alpha_4$ ,  $\alpha_3 = \alpha_5$  и  $v_{1y} = u_{1y} = 0$ . Подставляя эти соотношения в уравнение (2), получим:

$$S_{21}^n = S_{41}^n = S_{14}^n = S_{12}^n; \quad (10)$$

$$S_{21}^t = S_{41}^t = S_{14}^t = S_{12}^t. \quad (11)$$

Принимая во внимание гипотезу Раусса [2], имеем:

$$S_{21}^t = \mu S_{21}^n = \mu S_{41}^n, \quad (12)$$

где  $\mu$  — мгновенный коэффициент трения Лм и ПВ.

Поскольку соударение Лм и ПВ не вполне упругое, то на основании гипотезы Ньютона, получим:

$$K = \frac{-(u_{ВП} - u_{ДП})}{v_{ВП} - v_{ДП}}, \quad (13)$$

где  $K$  — коэффициент восстановления при ударе;  
 $v_{ВП}, v_{ДП}, u_{ВП}, u_{ДП}$  — проекции скоростей точек контакта Лм (точка  $B$ ) и вальца (точка  $D$ ) на общую нормаль  $PP$  к поверхностям, проведенную через эти точки.

При этом

$$v_{ВП} = v_1 \sin \alpha_2; \quad (14)$$

$$u_{ВП} = u_1 \sin \alpha_2; \quad (15)$$

$$v_{ДП} = 0; \quad (16)$$

$$u_{ДП} = \omega_3 l_3 \sin (\alpha_3 - \alpha_2). \quad (17)$$

Соотношение (17) получено в результате проектирования векторного уравнения

$$\bar{u}_D = \bar{u}_{C2} + \bar{u}_{ДС2} = \bar{u}_{C2} + [\bar{\omega}_3, \bar{l}_3] \quad (18)$$

на общую нормаль, проходящую через точки контакта  $B$  и  $D$ . (Здесь  $u_{c2}$  — скорость оси верхнего вальца в конце удара).

Зависимость (16) получена аналогичным образом, но при предположении, что угловая скорость кронштейна в начале удара равна нулю ( $\omega_{30} = 0$ ). После подстановки выражений (14)—(17) в соотношение (13) имеем

$$K = \frac{-[u_1 \sin \alpha_2 - \omega_3 l_3 \sin (\alpha_3 - \alpha_2)]}{v_1 \sin \alpha_2}. \quad (19)$$

Решая систему из уравнений (1), (3)—(8), (11), (18) и учитывая при этом, что

$$\begin{aligned} u_{2x} &= -\omega_3 l_3 \cos \alpha_3; & u_{3x} &= -\omega_3 L_3 \cos \alpha_3; \\ u_{2y} &= \omega_3 l_3 \sin \alpha_3; & u_{3y} &= \omega_3 L_3 \sin \alpha_3, \end{aligned}$$

получим:

$$\omega_3 = \frac{I_3 m_1 v_1 (1 + K) [\sin (\alpha_3 - \alpha_2) - \mu \cos (\alpha_3 - \alpha_2)]}{2 (I_3 + m_2 l_3^2 + m_3 L_3^2) (\sin \alpha_2 + \mu \cos \alpha_2) \sin \alpha_2 + m_1 l_3^2 [\sin (\alpha_3 - \alpha_2) - \mu \cos (\alpha_3 - \alpha_2)] \sin (\alpha_3 - \alpha_2)}. \quad (20)$$

Для удобства записи выразим  $u_1$ ,  $S_{21}^n$  через  $\omega_3$ .

Для уравнений (1), (19) определим

$$u_1 = \frac{[\omega_3 l_3 \sin (\alpha_3 - \alpha_2) - K v_1 \sin \alpha_2]}{\sin \alpha_2}; \quad (21)$$

$$S_{21}^n = \frac{m_1 [(1 + K) v_1 \sin \alpha_2 - \omega_3 l_3 \sin (\alpha_3 - \alpha_2)]}{2 (\sin \alpha_2 + \mu \cos \alpha_2) \sin \alpha_2}. \quad (22)$$

С помощью соотношений (20) и (21) из уравнений (3), (4) можно получить выражения для определения  $S_{32}^x$ ,  $S_{32}^y$ , а затем из уравнений (5)—(7) можно вывести формулы для вычисления  $\omega_2$ ,  $S_3^x$ ,  $S_3^y$ . Из соотношения (21) получается условие, при котором в конце лесоматериал не отскакивает от вальцов; для этого необходимо условие, удовлетворяющее:

$$\frac{\omega_3 l_3 \sin (\alpha_3 - \alpha_2)}{\sin \alpha_2} > K v_1.$$

Компоновку вальцов механизма подачи можно выполнить по второй схеме (рис. 1, б). Для этой схемы приведенные выше уравнения справедливы; исключения состоят в следующем:

в выражении (8) все члены правой части имеют положительные знаки;

в зависимости (9) в проекциях  $u_{2x}$ ,  $u_{3x}$ ,  $u_{2y}$ ,  $u_{3y}$  все знаки положительные;

в формулах (19)—(21) значение  $\sin (\alpha_3 - \alpha_2)$  принимается  $\sin (\alpha_3 + \alpha_2)$ ;

величину  $\omega_3$  вычисляют так:

$$\omega_3 = \frac{I_3 m_1 v_1 (1 + K) [\sin (\alpha_3 + \alpha_2) + \mu \cos (\alpha_3 + \alpha_2)]}{2 (I_3 + l_3^2 m_2 + L_3^2 m_3) (\sin^2 \alpha_2 + \mu \cos \alpha_2 \sin \alpha_2) + l_3^2 m_1 [\sin (\alpha_3 + \alpha_2) + \mu \cos (\alpha_3 + \alpha_2)] \sin (\alpha_3 + \alpha_2)}. \quad (23)$$

Кроме выражений для определения ударных импульсов, с помощью теоремы об изменении кинетической энергии можно получить формулы для вычисления ударных сил в конце удара:

$$T - T_0 = \sum_{i=1}^n (A_i^e + A_i^j), \quad (24)$$

где  $T$  и  $T_0$  — кинетическая энергия рассматриваемой вальцовой системы в конце и начале удара;

$\sum_{i=1}^n (A_i^e + A_i^j)$  — сумма работ внешних и внутренних ударных сил, действующих на перемещение системы во время удара.

Если предположить, что касательные составляющие  $S_{12}^+$ ,  $S_{14}^+$  ударных импульсов оказывают влияние главным образом на изменение  $\omega_2$ , а нормальные составляющие — на  $\omega_3$ , то, пренебрегая действием касательных ударных сил и изменением  $\omega_2$  при применении уравнения (24), получим:

$$T_0 = \frac{m_1 v_1^2}{2}; \quad (25)$$

$$T = \frac{m_1 u_1^2}{2} + I_3 \omega_3^2 + m_2 (l_3 \omega_3)^2; \quad (26)$$

$$\sum_{i=1}^n (A_i^e + A_i^j) = -2 \int_0^s P_n ds. \quad (27)$$

Здесь  $P_n$  — нормальная составляющая ударной силы в точке контакта лесоматериала с вальцом;  
 $s$  — местное смятие в точке контакта лесоматериала с вальцом.

В древесине возникают не только упругие, но и пластические деформации; при этом принимаем во внимание известные положения теории малых упругопластических деформаций, разработанные А. А. Ильиным и Герстнером и использованные Н. А. Кильчевским [2] для исследования соударений твердых тел. При этом принято допущение, что между действующей силой и вызванной ею контактной деформацией существует нелинейная зависимость, выражаемая по степенному закону [1]:

$$s = K_1 P^{2/3} - \chi P_n, \quad (28)$$

где  $K_1$  — параметр, учитывающий геометрические размеры и упругие характеристики материалов сжимаемых тел;

$\chi$  — параметр, учитывающий характеристики материалов сжимаемых тел при пластических деформациях.

Из выражения (28) получим

$$P_n = \left( \frac{s}{K_1 \chi} \right)^{3/5}. \quad (29)$$

Подставив равенство (28) в уравнение (26), после интегрирования имеем:

$$\sum_{i=1}^n (A_i^e + A_i^j) = -\frac{5}{4} (K_1 \chi)^{-\frac{3}{5}} \cdot 5^{\frac{8}{5}}. \quad (30)$$

Подставляя выражения (25), (26), (30) в уравнение (24) и решая его относительно  $s$ , получим:

$$s = \sqrt{\left[ \frac{2}{5} m_1 (v_1^2 - u_1^2) - \frac{4\omega_3^2}{5} (I_3 + m_2 l_3^2) \right]^5 (K_1 \chi)^3}. \quad (31)$$

Если выражение (30) подставим в соотношение (29), то найдем нормальную составляющую ударной силы:

$$P_n = \left\{ \left[ \frac{2}{5} m_1 (v_1^2 - u_1^2) - \frac{4\omega_3^2}{5} (I_3 + m_2 l_3^2) \right]^5 (K_1 x)^{-5} \right\}^{3/40}. \quad (32)$$

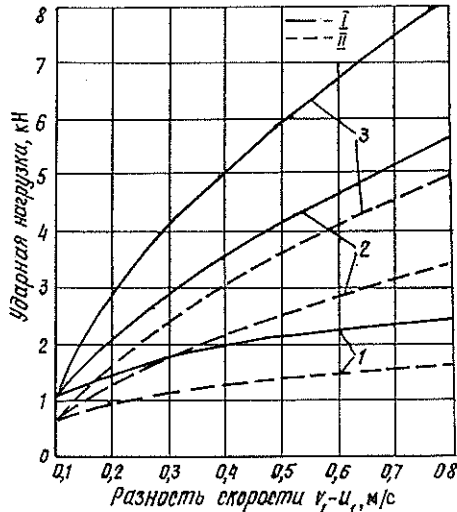
Касательная составляющая ударной силы

$$P_x = \mu P_n.$$

Здесь  $\mu = 0,1-0,2$  — коэффициент трения короснимателя о сучок.

Рис. 2. Зависимость ударной нагрузки на валец от скорости подачи.

1, 2, 3 — станки типа ОК-40, ОК-63, ОК-80 соответственно; I — установка валцов против движения лесоматериала; II — установка валцов по ходу движения лесоматериала.



Анализ полученных уравнений показывает, что разница  $v_1 - u_1$  и значения  $P_n$  и  $P_x$  при установке валцов по ходу движения (рис. 1, б) значительно меньше, чем по первой схеме (рис. 1, а). Поэтому при проектировании и совершенствовании роторных станков рекомендуют использовать вторую схему компоновки механизма подачи, в результате которой динамические нагрузки на механизм подачи можно снизить в 1,7—1,9 раза по сравнению с серийными станками (рис. 2).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кильчевский Н. А. Теория соударений твердых тел.— Киев.: Наукова думка, 1969.— 248 с. [2]. Пановко Я. Г. Введение в теорию механического удара.— М.: Наука, 1977.— 223 с.

Поступила 21 ноября 1983 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 668.472 : 621.315

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ  
И ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ СМОЛЯНЫХ КИСЛОТ  
ТАЛЛОВОЙ КАНИФОЛИ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ЭТЕРИФИКАЦИИР. Г. ШЛЯШИНСКИЙ, В. Д. БОГОМОЛОВ, А. Ю. КЛЮЕВ,  
С. С. ПУЯТИнститут физико-органической химии АН БССР  
Архангельский лесотехнический институт

В кабельной промышленности применяют сосновую живичную канифоль и канифоль некристаллизующуюся модифицированную марки КНМК [4]. Эти канифоли используют в качестве загустителей нефтяного масла и обеспечивают сравнительно высокую вязкость составов, которыми пропитывают бумажную изоляцию силового кабеля. Однако в связи с тем, что в последние годы сосновая живичная канифоль стала дефицитным продуктом, были проведены исследования по изучению электроизоляционных свойств других видов канифоли [10]. В результате установлено, что для кабельной промышленности наиболее приемлема талловая канифоль, которая имеет сравнительно высокие электроизоляционные свойства (объемное электрическое сопротивление  $\rho_V^{110} = 0,62 \cdot 10^{12}$  Ом · см; тангенс угла диэлектрических потерь  $\operatorname{tg} \delta^{110} = 0,0212$ ) и по химическому составу незначительно отличается от живичной канифоли. Однако талловая канифоль, так же как и живичная, часто кристаллизуется из нефтяных масел, что затрудняет ее использование в рецептурах электроизоляционных пропиточных составов.

В настоящей статье приведены результаты исследований электроизоляционных и других свойств талловой канифоли, этерифицированной различными количествами пентаэритрита, а также описаны химические превращения смоляных кислот в процессе этерификации канифоли. Приведены экспериментальные данные о возможности использования модифицированной канифоли в рецептуре электроизоляционного пропиточного состава типа МП-2 (22 % канифоли + 78 % нефтяного масла КМ-25).

Для проведения опытов использовали талловую канифоль марки А 1-го сорта (ГОСТ 14201—68) и пентаэритрит марки А (ГОСТ 9286—59). Количество пентаэритрита варьировали в пределах от 0,5 до 5 % (по отношению к массе канифоли).

Реакцию этерификации проводили в трехгорлой колбе при  $280 \pm 5$  °С при перемешивании массы механической мешалкой. Через реакционную смесь пропускали углекислый газ. Температуру паров поддерживали в пределах 100—110 °С с тем, чтобы выводить из сферы реакции воду, которая способствует протеканию обратной реакции — омылению эфиров. Этерификацию канифоли прекращали, когда кислотное число продукта оставалось без изменения, а проба продукта становилась совершенно прозрачной. В конце процесса от продукта отгоняли канифольные масла, которые, как известно [3], понижают диэлектрические свойства канифоли.

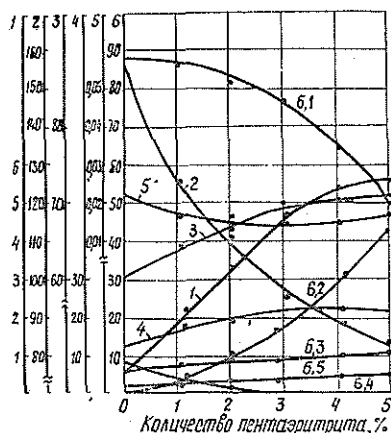
Электроизоляционные свойства модифицированной талловой канифоли и пропиточных составов на ее основе определяли в соответствии с методикой ГОСТа 6581—75 (материалы электроизоляционные жидкие: методы электрических испытаний);  $\rho_V$  измеряли на приборе типа Р-4053, а  $\operatorname{tg} \delta$  — при помощи моста Шеринга типа Р-525 при 110 °С для канифоли и при 100 °С для пропиточных составов. Склонность канифоли к кристаллизации (ацетоновым методом) определяли по методике ТУ13—05—25—82 (на канифоль модифицированную кабельную КНМК), а кислотное число, температуру размягчения и вязкость  $\nu^{20}$  (60 % толуольных растворов продуктов) — по методикам, приведенным в работе [5]. Групповой состав канифоли (содержание ней-



тральных и окисленных веществ, смоляных и жирных кислот) определяли по методикам, приведенным в работе [8], состав смесей смоляных и жирных кислот — методом газожидкостной хроматографии [7]. Пропиточный состав приготавливали по методике ОСТ 16.0.686.652—73 (Кабели силовые. Изготовление изоляционного пропиточного состава).

Рис. 1. Свойства и групповой состав талловой канифоли, модифицированной различными количествами пентаэритрита.

1 —  $\rho_V^{110} \cdot 10^{-12}$ , Ом · см; 2 — кислотное число, мг КОН/г; 3 — температура размягчения, °С; 4 —  $\nu^{20} \times 10^4$ , м<sup>2</sup>/с; 5 —  $\text{tg } \delta^{110}$ ; 6 — групповой состав модифицированной талловой канифоли, %; 6.1 — смоляные кислоты; 6.2 — эфиры смоляных и жирных кислот; 6.3 — нейтральные вещества; 6.4 — жирные кислоты; 6.5 — окисленные вещества.



Как видно из рис. 1, электроизоляционные свойства полученных продуктов выше, чем исходной канифоли. Наиболее резкое повышение  $\rho_V^{110}$  (в 8 раз) и понижение  $\text{tg } \delta^{110}$  (в 1,7 раза) наблюдается при этерификации талловой канифоли пентаэритритом в количестве 3,5 %, т. е. когда канифоль содержит 30 % пентаэритритового эфира смоляных и жирных кислот. Дальнейшее увеличение степени этерификации (до 45 %) талловой канифоли приводит к сравнительно небольшому повышению ее диэлектрических и других свойств. По-видимому, это можно объяснить тем, что при модификации (до 30 %) талловой канифоли протекает, в основном, процесс этерификации жирных и смоляных кислот абиеинового типа и незначительно протекают процессы декарбонирования и окисления смоляных кислот, а при модификации (свыше 30 %) талловой канифоли процесс этерификации смоляных кислот замедляется, и более интенсивно начинают протекать процессы декарбонирования и окисления смоляных кислот с образованием продуктов, которые отрицательно влияют на диэлектрические свойства канифоли [3, 6]. О протекании этих процессов можно судить по повышению температуры размягчения и вязкости этих продуктов, а также по изменению группового состава образцов модифицированной талловой канифоли (рис. 1). Так, например, у канифоли, этерифицированной на 30 % пентаэритритом, температура размягчения и вязкость  $\nu^{20}$  повышаются соответственно на 10 °С и  $0,07 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с, а у канифоли, этерифицированной на 45 %, возрастают на 12 °С и  $0,09 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с по сравнению с исходной канифолью. При этерификации талловой канифоли 3,5 % пентаэритрита доля смоляных и жирных кислот уменьшается соответственно на 19,0 и 8,7 %, а доля эфиров жирных и смоляных кислот, а также нейтральных и окисленных веществ увеличивается соответственно на 24,0; 3,5 и 0,2 % по сравнению с содержанием этих веществ в исходной канифоли (рис. 1).

При этерификации канифоли 4—5 % пентаэритрита, доля смоляных кислот уменьшается на 35—50 %, а доля эфиров смоляных кислот, нейтральных и окисленных веществ повышается соответственно на 31—44, 4—5 и 0,2—0,3 %.

Талловая канифоль, этерифицированная на 15 % и выше пентаэритритом, не кристаллизуется из растворов в ацетоне, этаноле, толуоле и из других органических растворителей.

Далее было изучено влияние продолжительности этерификации (на 30 %) талловой канифоли на свойства получаемых при этом продуктов.

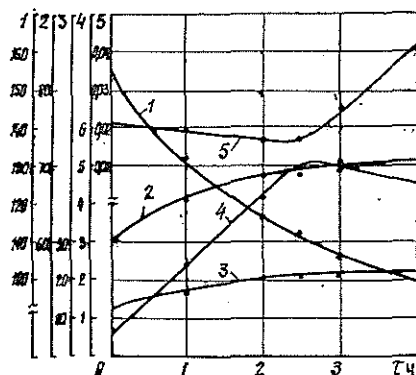


Рис. 2. Влияние продолжительности этерификации талловой канифоли на свойства продуктов.

1 — кислотное число, мг КОН/г; 2 — температура размягчения, °C; 3 —  $v^{20} \cdot 10^4$ , м<sup>2</sup>/с; 4 —  $\rho_V^{110} \cdot 10^{-12}$ , Ом · см; 5 —  $\text{tg } \delta^{110}$ .

Как видно из рис. 2, оптимальная продолжительность реакции этерификации — 2,5 ч, удельное объемное электрическое сопротивление получаемого при этом продукта имеет максимальное значение ( $\rho_V^{110} = 5 \cdot 10^{12}$  Ом · см), а тангенс угла диэлектрических потерь — минимальное значение ( $\text{tg } \delta^{110} = 0,0180$ ). При дальнейшем увеличении продолжительности реакции (до 5 ч)  $\rho_V^{110}$  начинает понижаться ( $\rho_V^{110} = 4,5 \times 10^{12}$  Ом · см), а  $\text{tg } \delta^{110}$  начинает повышаться ( $\text{tg } \delta^{110} = 0,04230$ ), в то время как температура размягчения и вязкость продукта незначительно продолжают увеличиваться, а кислотное число — уменьшаться.

Следовательно, для устранения склонности талловой канифоли к кристаллизации и повышения ее диэлектрических свойств необходимо ее этерифицировать (на 30 %) пентаэритритом.

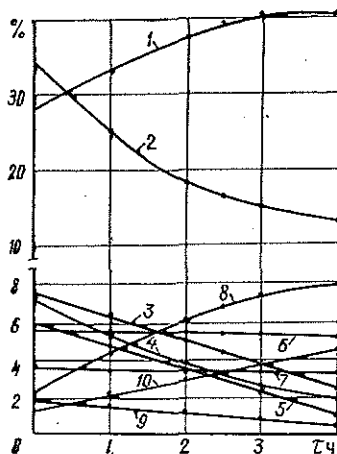
Так как процесс получения модифицированной талловой канифоли протекает при высокой температуре ( $280 \pm 5$  °C), то смоляные кислоты при этом претерпевают изомеризационные превращения, которые сравнительно хорошо изучены для индивидуальных смоляных кислот [1, 2, 9, 11, 12].

В связи с этим интерес представляло изучить процесс химических превращений смоляных кислот в условиях этерификации (на 30 %) талловой канифоли пентаэритритом, так как такая модифицированная канифоль имела наиболее высокие электроизоляционные свойства.

Из рис. 3 видно, что через 1 ч со времени нагревания количество абиетиновой, левопимаровой, палюстровой и неоабиетиновой кислот понижается соответственно на 25, 22, 17 и 15 %, а количество дегидро- и дигидроабиетиновой кислот увеличивается на 12 и 25 % по сравнению с содержанием этих кислот в исходной талловой канифоли. При дальнейшем увеличении длительности нагревания количество кислот абиетинового типа быстро уменьшается и к концу процесса этерификации (через 2,5 ч) содержание абиетиновой, левопимаровой, палюстровой и неоабиетиновой кислот составляет соответственно 40, 35, 15 и 20 % от содержания их в исходной талловой канифоли. Содержание дегидро- и дигидроабиетиновой кислот в модифицированной канифоли в 1,5 и 3 раза выше, чем в исходной смеси кислот. В процессе реакции этери-

Рис. 3. Изменение состава смесей свободных смоляных кислот в процессе реакции.

1 — дегидроабиектиновая кислота; 2 — абиектиновая; 3 — изопимаровая; 4 — палюстровая; 5 — левопимаровая; 6 — пимаровая; 7 — сандалараконимаровая; 8 —  $\Delta^8(9)$ -изопимаровая; 9 — неоабиектиновая; 10 — дигидроабиектиновая кислота.



фикации изопимаровая кислота (7,3 %) изомеризуется на 70 % в  $\Delta^8(9)$ -изопимаровую, содержание которой в продукте увеличивается в 2,4 до 7,5 %. Содержание пимаровой (5,4 %) и сандалараконимаровой (3,4 %) кислот в процессе этерификации канифоли не изменяется. Четыре кислоты неустановленного строения  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  и  $X_4$ ; суммарное содержание их в исходной смеси кислот составляет 3 % и заметным образом не изменяется в процессе реакции.

Из проведенных исследований следует, что одновременно с процессом этерификации жирных и смоляных кислот абиектинового типа протекают также процессы изомеризации и диспропорционирования этих смоляных кислот, в связи с чем в модифицированной талловой канифоли увеличивается количество дегидро- и дигидроабиектиновой кислот.

Нами проведены исследования по приготовлению и испытанию электроизоляционных пропиточных составов типа МП-2 на основе канифоли с различной степенью этерификации (от 10 до 45 %).

Как видно из данных таблицы, диэлектрические характеристики и вязкость пропиточных составов на основе канифоли с различной степенью этерификации удовлетворяют требованиям ОСТА 16.0.686.052-73 на эти продукты. Однако следует отметить, что пропиточный состав на основе канифоли, этерифицированной на 30 % пентаэритритом, имеет наиболее высокие диэлектрические свойства. Так, например,  $\text{tg } \delta^{110}$  в 2,5 раза ниже, а  $\rho_V^{100}$  в 6 раз выше по сравнению с требованиями ОСТА. Такой образец модифицированной талловой канифоли загущает кабельное масло КМ-25 до такого же состояния, как и канифоль некристаллизующаяся модифицированная кабельная марки КНМК, ибо вязкости исследуемых составов при температуре пропитки (130 °С) бумажной изоляции и рабочей температуре (70 °С) кабеля соответствуют вязкостям стандартных пропиточных составов. Пропиточный состав с применением модифицированной талловой канифоли в исходном состоянии имеет характеристики не хуже, чем составы на основе живичной канифоли и КНМК. По  $\text{tg } \delta^{100}$  пропиточный состав на основе живичной канифоли более стабилен, чем на основе модифицированной талловой канифоли и КНМК. По показателю  $\rho_V^{100}$  пропиточный состав на основе модифицированной талловой канифоли более стабилен, чем на основе живичной канифоли и КНМК. При воздействии высокой температуры (120 °С) показатель  $\rho_V^{100}$  одинаково стабилен у составов, содержащих модифицированную талловую, живичную канифоль и КНМК, а по по-

Пропигочный состав	Электроизоляционные свойства пропигочных составов										
	в исходном состоянии					после 100 ч старения при 120 °С					
	$\gamma \cdot 10^4, \text{м}^2/\text{с}$		$\epsilon^*$	$\text{tg} \delta_{100}$	$\frac{100 \cdot 10^{-11}}{\rho V}, \text{Ом} \cdot \text{см}$	$\gamma \cdot 10^4, \text{м}^2/\text{с}$		$\text{tg} \delta_{100}$	$\epsilon^*$	$\frac{100 \cdot 10^{-11}}{\rho V}, \text{Ом} \cdot \text{см}$	
	70 °С	130 °С				70 °С	130 °С				
На основе канифоли с различной степенью этерификации пентаэритритом, %	10	1,620	0,153	0,0329	2,14	7,13	1,657	0,161	0,0983	2,26	2,37
	20	1,634	0,162	0,0269	2,09	7,52	1,683	0,168	0,0962	2,13	2,43
	30	1,697	0,169	0,0193	1,98	9,18	1,699	0,173	0,0914	2,05	2,78
	40	1,700	0,171	0,0229	2,03	9,13	1,709	0,174	0,1240	2,24	2,69
	45	1,713	0,174	0,0238	2,22	9,01	1,720	0,178	0,1440	2,31	2,56
На основе исходной талловой канифоли		1,385	0,139	0,0365	2,93	3,82	1,397	0,155	0,1335	3,18	0,31
На основе живичной канифоли		1,530	0,145	0,0177	2,12	5,75	1,593	0,149	0,0690	2,15	2,4
На основе КНМК		1,672	0,167	0,0310	2,32	6,85	1,687	0,169	0,1130	2,38	2,5
Согласно требованию ОСТа 16.0.686.052—73		Не менее 1,600	Не более 0,25	Не более 0,05	—	Не менее 1,5	—	—	—	—	—

\*  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость канифоли.

казателю  $\text{tg } \delta^{100}$  состав на основе живичной канифоли более стабилен, чем составы с другими канифолями.

Таким образом, для внедрения в практику мы предложили применять талловую канифоль этерифицированную (на 30 %) пентаэритритом. Такой продукт был назван нами канифолью модифицированной талловой для кабельной промышленности марки КМТК-1. Выход КМТК-1 составляет в среднем 95 % (от массы исходной канифоли). В процессе этерификации образуется 4 % нейтральных канифольных масел и 1 % воды.

Канифольное масло имеет светло-желтый цвет и характерный специфический запах;  $d_4^{20} = 0,9610$ ;  $n_D^{20} = 1,5348$ ; кислотное число — 1,7 мг КОН/г;  $\nu^{20} = 1,27 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с; температура начала кипения 178 °С; объем отгона масел составляет 8 % — до 245 °С; 27 % — до 330 °С; 89 % — до 350 °С.

На Вологодском лесохимическом заводе по временному технологическому регламенту, разработанному ИФОХ АН БССР, выпущена опытная партия КМТК-1, которая в процессе производственных испытаний на заводе Севкабель показала положительные результаты.

Производство КМТК-1 предполагается организовать на одном из целлюлозно-бумажных комбинатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бардышев И. И., Соколов А. Г., Ткаченко О. Т. Тепловая изомеризация канифоли.— ЖПХ, 1959, т. 32, № 11, 2560. [2]. Бардышев И. И., Соколов А. Г. О тепловой изомеризации левопимаровой кислоты, содержащейся в живице.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1960, № 2, с. 148—152. [3]. Бардышев И. И., Шляшинский Р. Г., Казущик В. Г. Влияние нейтральных веществ на свойства канифоли.— Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1974, № 4, с. 14. [4]. Бардышев И. И., Шляшинский Р. Г., Казущик В. Г. Некристаллизующаяся модифицированная канифоль с высокими электроизоляционными свойствами. 1. Модификация канифоли пентаэритритом.— Вестн. АН БССР. Сер. хим. наук, 1974, № 5, с. 73. [5]. Вершук В. И., Гурич Н. А. Методы анализа сырья и продуктов канифольно-скипидарного производства.— М.: Гослесбумиздат, 1960.— 190 с. [6]. Изменение электроизоляционных и других свойств канифоли при ее хранении/ И. И. Бардышев, Р. Г. Шляшинский, В. Г. Казущик, А. Н. Булгаков.— Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1973, № 6, с. 11. [7]. Лалшина Л. А., Косюкова Л. В. Определение смоляных и жирных кислот при совместном присутствии.— ЖАХ, 1978, т. 33, 2, с. 353. [8]. Тургель Е. О., Левина Н. С., Новикова В. И. Состав экстракционной талловой канифоли и продуктов их фракционной перегонки.— Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1965, № 1, с. 8. [9]. Шамлетье Г., Рабатэ Г.— Химия лаков, красок и пигментов.— М., 1960, т. 1, 537, 550. [10]. Электроизоляционные свойства различных видов канифоли и пропионочных составов на их основе/ Р. Г. Шляшинский, Б. Г. Ударов, А. Ю. Клюев, Т. И. Григорьянц.— Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1983, № 3, с. 21. [11]. Loeblich V. M., Baldwin D. E., Lawrence R. V. The isolation of a new resin acid from gum resin — palustric acid.— J. Am. chem. soc., 1955, vol. 77, p. 2823. [12]. Loeblich V. M., Lawrence R. V. The thermal isomerization of neoabietic acid.— J. Am. chem. soc., 1957, vol. 79, p. 1497.

Поступила 9 июля 1984 г.

УДК 676.014.44

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ ОСАДКОВ ПРОКЛЕИВАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

П. Ф. ВАЛЕНДО, О. П. УСОВА

Белорусский технологический институт

Для проклейки водонепроницаемых видов бумаги и картона все чаще применяют парафиновые и канифольно-парафиновые дисперсии.

Цель данной работы — исследовать свойства осадков, полученных при коагуляции проклеивающих добавок серноокислым алюминием и

полиэтиленимином (ПЭИ). В качестве проклеивающих добавок использовали таллово-парафиновую дисперсию (ТПД) и укрепленный клей (УК). Для изучения состава осадка проклеивающего вещества отдельно исследовали коагуляцию омыленного таллового масла (ТМ) — стабилизатора таллово-парафиновой дисперсии.

Использовали следующие методы физико-химического анализа:

1) дифференциально-термический (ДТА) (скорость подъема температуры 5 °/мин);  
2) ИК-спектроскопию (спектры регистрировали на спектрометре VR-20 по шелевой программе 3,8, скорость развертки 64, 4, 20, область спектра 400—3800 см<sup>-1</sup>). Образцы препарировали в основном агрегатном состоянии.

Методом ДТА установлено, что осадки укрепленного клея и омыленного таллового масла, полученные при коагуляции их серноокислым алюминием, обезвоживаются до постоянной массы при одинаковой температуре (147 °С), осадок таллово-парафиновой дисперсии имеет температуру постоянной массы 125 °С. Поскольку разница температур составляет 22 °С, то в промышленных условиях при использовании ТПД для проклейки в массе [2] температуру сушки бумаги и картона можно снизить.

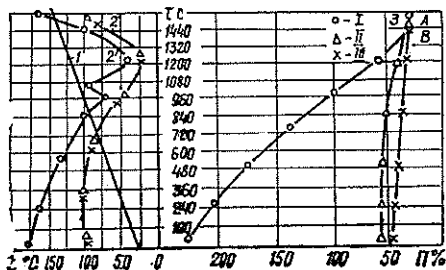


Рис. 1. Термогравиметрические кривые клеевых осадков, осажженных серноокислым алюминием.

I — температурная; 2 — ДТА; 3 — кривые потери влаги: I — укрепленный клей; II — омыленное талловое масло; III — таллово-парафиновая дисперсия; П — потеря влаги.

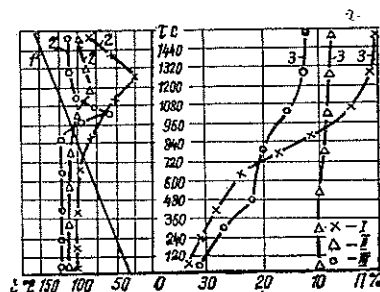


Рис. 2. Термогравиметрические кривые клеевых осадков, образованных осаждением таллового масла различными коагулянтами.

I — температурная; 2 — дифференциальные кривые от температуры по времени; 3 — кривые потери влаги: I — серноокислый алюминий; II — полиэтиленмин (м. м. 100 000 у. е.); III — полиэтиленмин (м. м. 40 000 у. е.).

На основании полученных данных (рис. 1, кривые 3) были рассчитаны значения степени гидратации осадков проклеивающих веществ, которые расположились в следующем порядке:

- 1) укрепленный клей +  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  — 22,4;
- 2) омыленное талловое масло +  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  — 4,4;
- 3) таллово-парафиновая дисперсия +  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  — 4,1.

Отсюда следует, что скорость дегидратации осадков находится в прямой зависимости от степени гидратации: чем больше влаги удерживает осадок, тем больше тепла необходимо для ее удаления.

Кроме того, методом дифференциально-термического анализа были изучены свойства осадков, полученных осаждением таллового масла полиэтиленимином различной молекулярной массы (40 000 и 100 000 у. е.) и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (рис. 2).

По кривым потери влаги определены степени гидратации осадков, что дает основание сказать, что наименьшей степенью гидратации обладает осадок с ПЭИ (м. м. 100 000), наибольшей — с  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (рис. 2, кривые 3).

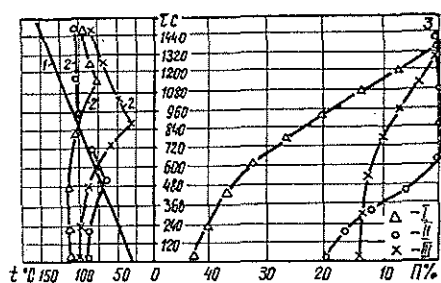


Рис. 3. Термогравиметрические кривые клеевых осадков, образованных полиэтиленмином (м. м. 40 000 у. е.).

1 — температурная; 2 — дифференциальные кривые от температуры по времени; 3 — кривые потери влаги; I — укрепленный клей; II — таллово-парафиновая дисперсия; III — омыленное талловое масло.

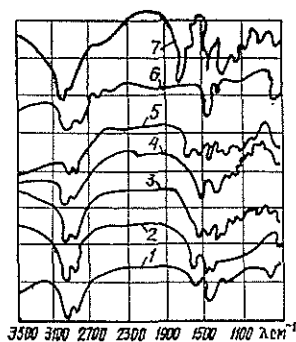


Рис. 4. ИК-спектры.

1 — таллово-парафиновая дисперсия+ПЭИ (м. м. 40 000 у. е.); 2 — омыленное талловое масло + ПЭИ (м. м. 10 000 у. е.); 3 — укрепленный клей+ПЭИ (м. м. 40 000 у. е.); 4 — омыленное талловое масло + ПЭИ (м. м. 40 000 у. е.); 5 — полиэтиленмин; 6 — парафин; 7 — омыленное талловое масло.

Пик температурного эффекта, вершина которого соответствует наибольшей скорости дегидратации осадка таллового масла с полиэтиленмином (м. м. 40 000), приходится на более низкую температуру (рис. 2), чем у осадков таллового масла с полиэтиленмином (м. м. 100 000 у. е.) и сернокислым алюминием.

Термогравиметрические кривые осадков, полученных при коагуляции ТПД, ТМ и УК полиэтиленмином (м. м. 40 000), показали значительное различие в температурах дегидратации (рис. 3). Наименьшей температурой дегидратации (75 °С) обладает ТПД, наибольшей (145 °С) — УК. Такое резкое различие в температурах обезвоживания объясняется присутствием в ТПД более гидрофобного парафина.

Для выяснения характера взаимодействия ПЭИ с проклеивающими веществами использовали метод ИК-спектроскопии (рис. 4) [3].

Спектр ТМ (кривая 7, рис. 4) характеризует данное соединение как алифатическую кислоту. Наличие полосы поглощения при  $1590\text{ см}^{-1}$  свидетельствует о неопределенном характере этого соединения.

Спектр ПЭИ (кривая 5, рис. 4) подтверждает наличие в этом соединении  $\text{CH}_3$ -,  $\text{CH}_2$ -,  $\text{NH}$ - и  $\text{NH}_2$ -групп [1].

Спектр осадка ТМ и ПЭИ (кривая 4, рис. 4) указывает на химическое взаимодействие компонентов. Исчезают полосы поглощения

$\text{—}\overset{\parallel}{\text{C}}\text{—O—N}$  и  $\text{—}\overset{\parallel}{\text{C}}\text{=O}$  групп ( $1710\text{ см}^{-1}$ ) и двойной связи ( $1590\text{ см}^{-1}$ ) (кривая 7, рис. 4) и появляются новые полосы поглощения при  $1560$  и  $1410\text{ см}^{-1}$ . Исчезает полоса при  $3300\text{ см}^{-1}$ , имевшаяся в спектре поглощения ПЭИ (кривая 5, рис. 4).

Все это свидетельствует об образовании химического соединения между азотсодержащими группами ПЭИ и кислотными группами и двойными связями ТМ.

Сравнение спектров парафина (кривая 6, рис. 4), ПЭИ (кривая 5, рис. 4) и осадка таллово-парафиновой дисперсии и ПЭИ (кривая 1, рис. 4) показывает, что в данном осадке происходит химическое взаимодействие между талловым маслом и ПЭИ, в то время как полосы поглощения парафина не претерпевают заметных изменений.

Спектр осадка укрепленного клея с ПЭИ (кривые 3, рис. 4) в общих чертах напоминает спектр таллового масла с ПЭИ. В этом спектре добавляется полоса  $1190 \text{ см}^{-1}$ , соответствующая валентному колебанию эфирных групп. Ангидридные и кислотные полосы отсутствуют, что подтверждает химическое взаимодействие.

В спектрах осадков ТМ с ПЭИ, ТПД с ПЭИ и УЖ с ПЭИ появляются полосы поглощения при  $1560$  и  $1410 \text{ см}^{-1}$ , обусловленные антисимметричными колебаниями ионизированной карбоксильной группы  $\text{COO}^-$ . Этот факт говорит о том, что во всех случаях происходит химическое взаимодействие, приводящее к образованию соединений солевого характера.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гембицкий П. А., Жук О. С., Каргин В. А. Полиэтиленмин.— М.: Наука, 1971, с. 203. [2]. Пузырев С. А. Проклейка бумаги: Конспект лекций.— Л.: Наука, 1977.— 44 с. [3]. Свикле Д. Я., Прикуле А. Я. Способы получения производных малеопимаровой кислоты.— Изв. АН ЛатвССР. Сер. хим., 1978, № 5, с. 593—595.

Поступила 26 июля 1984 г.

УДК 628.312 : 542.87

### КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ЗА КОМПОНЕНТНЫМ СОСТАВОМ СТОЧНЫХ ВОД

*В. Г. КРУНЧАК, М. М. КРУНЧАК, К. Г. БОГОЛИЦЫН*

Всесоюзное научно-производственное объединение ЦБП  
Архангельский лесотехнический институт

При решении задач контроля и регулирования процессов очистки сточных вод важнейший фактор — колебание состава и концентрации их компонентов. Существующие обобщенные показатели окислительно-восстановительных свойств сточных вод (ХПК, БПК<sub>5</sub> и др.) не позволяют судить об изменениях в компонентном составе, а контроль за индивидуальными компонентами или их группами громоздок и неоперативен.

В работах [1—5] предложен метод определения восстановительной емкости, основанный на окислении промышленных сточных вод окислительно-восстановительной системой (ОВС) ферри-ферроцианид калия, и высказано предположение, что этот метод можно использовать для определения компонентного состава сточных вод. Была также показана корреляция между измеряемой величиной скачка потенциала через определенное время протекания окислительно-восстановительной реакции и значениями ХПК, найденными бихроматным методом.

В работе [3] отмечено, что для сложных по составу многокомпонентных сточных вод различных цехов целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) величина восстановительной емкости, определенная по системе ферри-ферроцианид калия, с хорошей воспроизводимостью составляет  $13 \pm 1\%$  от величины ХПК<sub>бихр</sub>, несмотря на существенную разницу в компонентном составе. Этот факт остался необъясненным.

Цель настоящей работы — объяснить данный факт и разработать схему построения эксперимента для оценки изменений в компонентном составе промышленных сточных вод путем измерения восстановительной емкости. Объект исследования — отработанные жидкие среды отдельных производств ЦБП, которые несут в сточные воды основную



часть органических загрязнений и поэтому являются представительными моделями сточных вод.

Эксперименты проводили при концентрациях NaOH: 0,1 н., 1, 3 и 5 н. и в буферах с рН: 4,2; 6,8; 9,2. При каждой из указанных концентраций щелочи исследовали 9 растворов ОВС со следующими концентрациями окисленной и восстановленной форм:  $C_{ox}$  (при  $C_{red} = 0,0001$ ) — 0,05 н.; 0,025; 0,01; 0,00075 и 0,0005 н.;  $C_{red}$  (при  $C_{ox} = 0,01$ ) — 0,0006 н.; 0,0004; 0,0002 и 0,000075 н. Объем ОВС — 40 мл,  $t = 20^\circ\text{C}$ . Для поддержания постоянной ионной силы, равной 3,6, к ОВС добавляли соответствующее количество NaCl (при 5 н. NaOH — без добавки). Исследуемую пробу добавляли в ОВС в таком количестве, чтобы изменение величины потенциала  $\Delta E_\tau$  было в пределах 30—100 мВ. Кинетические кривые записывали в течение 10 мин самописцем, присоединенным к рН-метру, служившему ноль-инструментом в компенсационной схеме потенциометрической установки [3].

Исходная ОВС — термодинамически обратима, поэтому эдс гальванического элемента определяется известным уравнением Нернста:

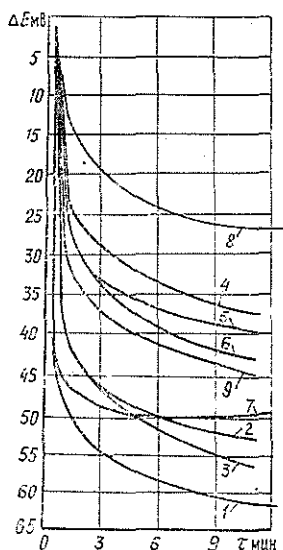
$$E_{\tau=0} = \text{const} + \Theta \lg \frac{C_{ox_0}}{C_{red_0}}. \quad (1)$$

Через время  $\tau$  в результате расхода окислителя  $x_\tau$  на окисление  $C_{ox_0} - x_\tau$  и соответствующего увеличения количества восстановителя изменение величины потенциала можно рассчитать по уравнению

$$\Delta E_\tau = \Theta \lg \frac{C_{ox_0}(C_{red_0} + x_\tau)}{C_{red_0}(C_{ox_0} - x_\tau)}. \quad (2)$$

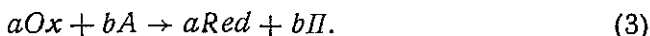
На рис. 1 представлены характерные для изучаемых объектов кинетические кривые изменения величины  $\Delta E$  за время окисления  $\tau$ .

Рис. 1. Изменение скачка потенциала  $\Delta E$  в процессе окисления сульфитного (1), упаренного (2) и неупаренного (3) сульфатных щелоков, щелоков степеней щелочения (4) и хлорирования (5), последрожжевой бражки (6), сульфида натрия (7), водных растворов  $\text{SO}_2$  (8), сульфатного лигнина (9) ОВС ферри-ферроцианид калия;  $C_{ox} = 0,025$  н.,  $C_{red} = 0,0001$  н.,  $C_{NaOH} = 0,1$  н.



Исследуемые объекты — сложные многокомпонентные системы [3]. Однако по каждому цеху, как показывает практика, устанавливается усредненный состав, меняющийся в небольших пределах. Поэтому в первом приближении можно принять, что в сточной воде присутствует какое-то одно вещество А, которому присущи все окислительно-восста-

новительные свойства индивидуальных компонентов анализируемой воды. Тогда реакцию окисления можно записать следующим образом:



Кинетические уравнения для этой реакции имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{a} \cdot \frac{dC_{Ox}}{d\tau} &= -KC_{Ox}^m C_A^n; \\ \frac{dC_{Ox}}{d\tau} &= -\frac{dC_{red}}{d\tau}; \\ \frac{1}{b} \cdot \frac{dC_A}{d\tau} &= -KC_{Ox}^m C_A^n. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Обозначив

$$y = \frac{C_{Ox_0} - C_{Ox_\tau}}{C_{Ox_0}} \quad (5)$$

и

$$L = KC_{Ox_0}^{m-1} C_{A_0}^n \quad (6)$$

и решив систему равенств (4), получим:

$$\frac{dy}{d\tau} = L(1-y)^m \left(1 - \frac{C_{Ox_0}}{C_{A_0}} y\right)^n. \quad (7)$$

Дифференциальное уравнение (7) в общем виде проинтегрировать нельзя. Однако можно воспользоваться следующим приемом. Подставим значение  $y$  в выражение (7)

$$y = \frac{\alpha - 1}{\alpha + \frac{C_{Ox_0}}{C_{red_0}}}, \quad (8)$$

где  $\alpha = \text{antilg} \frac{\Delta E_\tau}{\theta}$ .

Продифференцируем это равенство

$$\frac{dy}{d\tau} = \frac{\frac{C_{Ox_0}}{C_{red_0}} + 1}{\left(\alpha + \frac{C_{Ox_0}}{C_{red_0}}\right)^2} \cdot \frac{d\alpha}{d\tau}. \quad (9)$$

Подставив (8) и (9) в уравнение (7), получим:

$$\begin{aligned} \frac{\frac{C_{Ox_0}}{C_{red_0}} + 1}{\left(\alpha + \frac{C_{Ox_0}}{C_{red_0}}\right)^2} \cdot \frac{d\alpha}{d\tau} &= KC_{Ox_0}^{m-1} C_{A_0}^n \left[ 1 - \right. \\ &\left. - \frac{C_{Ox_0}(\alpha - 1)}{C_{A_0} \left(\alpha + \frac{C_{Ox_0}}{C_{red_0}}\right)} \right]^n \left( 1 - \frac{\alpha - 1}{\alpha + \frac{C_{Ox_0}}{C_{red_0}}} \right)^m. \end{aligned} \quad (10)$$

Построив зависимости  $\Delta E = f(C_{Ox_0})$  при  $C_{A_0} = \text{const}$ ,  $C_{red_0} = \text{const}$ ,  $\tau = \text{const}$  и  $\Delta E = f(C_{A_0})$  при  $C_{Ox_0} = \text{const}$ ,  $C_{red_0} = \text{const}$  и  $\tau = \text{const}$ , из уравнения (10) можно найти численные значения поряд-

ков  $m$  и  $n$  и константы скорости реакции  $K$ . Рассчитанные значения кинетических характеристик процесса окисления представлены в табл. 1.

Таблица 1

Объект исследования	рН ОВС или концентрация NaOH	Продолжительность окисления $\tau$ , мин	Порядок реакции		$\frac{K_{1 \text{ мин}}}{K_{10 \text{ мин}}}$	$K_{\tau=1} \times 10^4$	$K_{\tau=4-10} \times 10^4$
			по веществу	по окислителю $m$			
Сульфатный черный щелок	4,2	1—10	1,01	0,40	3,9	26,00	6,60
	6,8	1—10	1,01	0,00	3,9	26,00	6,60
	0,1 н.	1—10	1,01	0,00	3,9	26,00	6,60
	1,0 н.	1—10	1,01	-0,13	3,9	26,00	6,60
	5,0 н.	1—10	1,01	-0,45	3,9	26,00	6,60
Отработанный сульфитный щелок	4,2	1—10	1,00	0,00	3,4	5,40	1,60
	6,8	1—10	1,00	0,20	3,4	5,40	1,60
	0,1 н.	1—10	1,00	0,00	3,4	5,40	1,60
	1,0 н.	1	1,00	-0,20	3,4	5,40	1,60
	5,0 н.	1—10	1,00	-0,31	3,4	5,40	1,60
Щелок ступени хлорирования	4,2	1—10	Окисление не происходит				
	6,8	1—10	1,00	0,00	3,7	0,22	0,06
	0,1 н.	1—10	1,00	0,00	3,7	0,22	0,06
	1,0 н.	1—10	1,00	0,00	3,7	0,22	0,06
	5,0 н.	1	1,00	-0,30	3,7	0,22	0,06
Щелок ступени щелочения	4,2	1—10	Окисление не происходит				
	6,8	1—10		»	»	»	
	0,1 н.	1—10	0,88	0,00	3,8	0,19	0,05
	3,0 н.	1—10	0,88	-0,40	3,8	0,19	0,05
Последрождаемая бражка	4,2	1—10	Окисление не происходит				
	6,8	1—10		»	»	»	
	0,1 н.	1—10	1,1	0,00	3,9	6,20	1,58
	1,0 н.	1—10	1,1	-0,10	3,9	6,20	1,58
	3,0 н.	1—10	1,1	0,00	3,9	6,20	1,58

Примечание. Величина  $m$  остается неизменной в течение 10 мин окисления.

Как видно из данных табл. 1, в 0,1 н. NaOH для всех объектов исследования порядок реакции по окислителю равен нулю, по анализируемому веществу — близок к единице. Константа скорости начальной стадии реакции окисления существенно отличается от следующей, медленной, и различна для разных объектов. В данном случае при неизвестной нам концентрации окисляющихся веществ наиболее информативно отношение констант скоростей реакции через 1 и 10 мин после начала реакции окисления. Эти отношения для разных типов изученных объектов оказались практически одинаковыми:  $3,74 \pm 0,26$ . Близкие значения порядка реакции окисления по анализируемому веществу и окислителю, а также значения отношений констант скоростей реакций на начальной и конечной стадиях окисления свидетельствуют о близости механизмов реакции окисления всех изученных объектов в ОВС ферри-ферроцианид калия, приготовленной на 0,1 н. NaOH. Последнее и объясняет постоянство отношений величины  $XPK_{\text{бихр}}$  к величине восстановительной емкости, определенной в этой ОВС в 0,1 н. NaOH.

С изменением рН ОВС при прочих равных условиях величина  $\Delta E_c$  изменяется, причем для различных цехов по-разному (рис. 2), что свидетельствует о различном компонентном составе и в первую очередь о разном содержании восстановителей. Сильными восстановителями с низкими значениями окислительных потенциалов являются сульфиды и

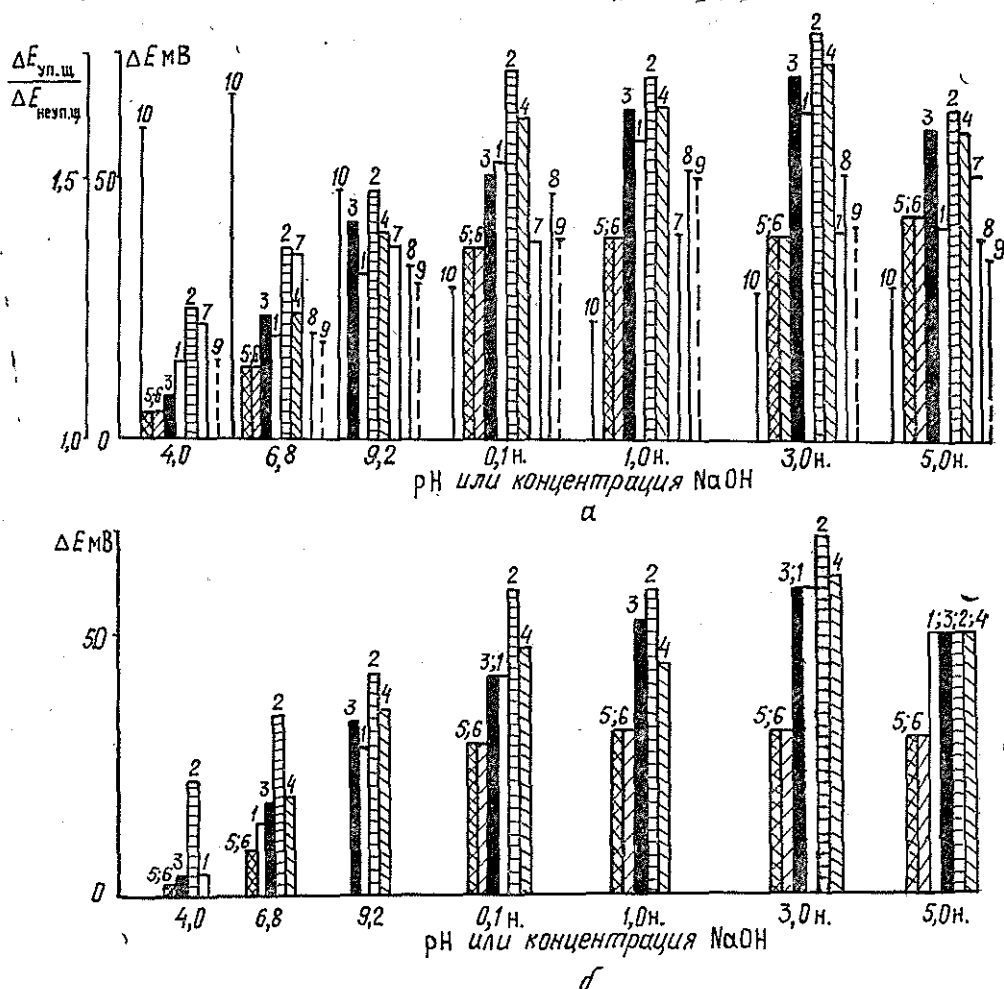


Рис. 2. Диаграммы изменения величины потенциала за 10 мин (а) и за 1 мин (б) окисления упаренного (1) и неупаренного (2) сульфатных черных щелоков, сульфитного щелока (3), последержевого бражки (4), щелоков ступеней хлорирования (5) и щелочения (6), сульфида натрия (7), водных растворов  $\text{SO}_2$  (8), сульфатного лигнина (9) ОВС ферри-ферроцианид калия — (10) изменение отношения скачков потенциала за 10 мин при окислении упаренного и неупаренного сульфатных черных щелоков;  $C_{ox} = 0,025$  н.;  $C_{red} = 0,0001$  н.

их производные, а также сульфатный лигнин [2]. Именно поэтому при рН 4,2 степень окисления сульфатных отработанных щелоков максимальна. Остальные сточные воды практически не окисляются при этих значениях рН. Степень окисления щелоков ступеней хлорирования и щелочения (при  $\tau = 10$  мин) увеличивается с ростом рН, но начиная с 1 н. NaOH остается неизменной. Для всех остальных объектов при 3 н. NaOH наблюдается максимум степени окисления. О влиянии рН на механизм окислительно-восстановительных реакций свидетельствуют и различия в порядках реакций по окислителю (табл. 1).

При упаривании отработанного сульфатного щелока происходит его окисление и, как следствие, уменьшается количество сильных восстановителей с низкими значениями окислительно-восстановительных потенциалов. Это отчетливо иллюстрируется диаграммой (рис. 2). Степень окисления сильных восстановителей в сравнении с другими ком-

понентами сточных вод, как указывалось ранее [3], особенно отличается при  $pH < 11$ , где и наблюдаются существенные различия в механизме реакций окисления для упаренного и неупаренного щелоков после сульфатной варки в данной ОВС. В сильнощелочных растворах основное количество окислителя расходуется на окисление менее сильных органических восстановителей, которые мало изменяются в процессе выпаривания.

Из вышесказанного следует, что, проведя окисление одной пробы системой с различным содержанием иона  $OH^-$ , можно судить о качественном изменении компонентного состава. Например, окислив пробу сточной воды при  $pH 4,2$ , узнаем об изменении доли отработанного сульфатного черного щелока в общем стоке. Наилучшим образом это изменение прослеживается по величине  $\Delta E_{\tau}$  за  $\tau = 1$  мин.

В табл. 2 приведены отношения величин  $\Delta E_{\tau=10}$  для всех исследованных объектов при разных концентрациях NaOH.

Из приведенных данных следует, что для постоянного контроля за качеством сточных вод восстановительную емкость целесообразно методически определять по данной ОВС в 0,1 н. NaOH, так как дальнейшее повышение концентрации щелочи мало изменяет величину  $\Delta E$ .

Обращает на себя внимание постоянство этих отношений в диапазоне 0,1—5,0 н. NaOH для щелоков ступеней хлорирования и щелочения. Для всех остальных объектов характерно уменьшение величины  $\Delta E_{\tau=10}$  при 5 н. NaOH и увеличение в диапазоне 0,1—3,0 н. NaOH. Этот факт также можно использовать для качественной оценки изменений в компонентном составе.

Таблица 2

Отношение величин  $\Delta E_{\tau=10 \text{ мин}}$  в системе ферри-ферроцианид калия;  
 $C_{ox} = 0,025$  н.;  $C_{red} = 0,0001$  н.

Определяемая величина	Значение определяемой величины для					
	послед- дрожже- вой бражки	сульфит- ного щелока	черного сульфат- ного щелока		щелоков ступеней	
			неупа- ренного	упаре- нного	хлори- рования	щелоче- ния
$\Delta E_{3н.}/\Delta E_{5н.}$	1,28	1,31	1,30	1,20	1,00	1,00
$\Delta E_{0,1н.}/\Delta E_{3н.}$	0,82	0,74	0,91	0,88	1,00	1,00

Приведем пример такой интерпретации. Общий сток комбината при стабильной работе всех производств имеет некую характерную для него и постоянно контролируемую в определенных стандартных условиях величину  $\Delta E$ , колеблющуюся в небольших пределах. Кроме того, для стока должны быть известны отношения  $\Delta E_{\tau=10}$  при разных концентрациях NaOH (см. табл. 2), которые не подлежат постоянному контролю, а устанавливаются один раз. Отклонение этого характерного для стока значения  $\Delta E$  может быть вызвано двумя причинами: изменением общего содержания загрязнений при сохранении отношений компонентов или залповым выбросом в одном из цехов.

Для выявления причины отклонения этой величины от нормы анализировали пробу сточной воды при  $pH 4,2$ , в 0,1, 3 и 5 н. NaOH. По значению  $\Delta E_{\tau=1}$  при  $pH 4,2$  судим об изменении содержания сульфатного черного щелока. Если оно не изменилось, то залповый выброс не имеет отношения ни к варочно-промывному, ни к цеху регенерации сульфат-целлюлозного производства.

Щелока ступеней хлорирования и щелочения имеют одинаковое значение отношений  $\frac{\Delta E_{3н.}}{\Delta E_{5н.}} = \frac{\Delta E_{0,1н.}}{\Delta E_{3н.}} = 1$ . В то же время для этих ступеней отношение  $\Delta E_{3н.}/\Delta E_{5н.}$  меньше, а  $\Delta E_{0,1н.}/\Delta E_{3н.}$  больше, чем для всех других рассмотренных моделей сточных вод (табл. 2). Поэтому

если в поступающей на очистку воде отношение  $\Delta E_{3\text{ н.}}/\Delta E_{5\text{ н.}}$  уменьшилось, а  $\Delta E_{0,1\text{ н.}}/\Delta E_{3\text{ н.}}$  увеличилось, то, следовательно, залповый выброс происходит в отбельном цехе.

Таким образом, реакция окисления исследованных моделей сточных вод системой ферри-ферроцианид калия в 0,1 н. NaOH имеет первый порядок по веществу, нулевой порядок по окислителю и одинаковое отношение констант скоростей для участков через 1 и 10 мин после начала окисления. Используя зависимость кинетических характеристик реакции окисления сточных вод от концентрации ионов  $\text{OH}^-$  можно определить источник залпового выброса сульфатного черного щелока — по увеличению  $\Delta E_{\tau=1}$  при рН 4,2, со ступеней хлорирования и щелочения — по уменьшению отношения  $\Delta E_{3\text{ н.}}/\Delta E_{5\text{ н.}}$  при одновременном увеличении отношения  $\Delta E_{0,1\text{ н.}}/\Delta E_{3\text{ н.}}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Восстановительная емкость сульфатного черного щелока и ее связь с ХПК и БПК<sub>5</sub>/ В. Г. Крунчак, К. Г. Боголицын, И. М. Боховкин и др.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 4, с. 81—89. [2]. Исследование окислительных потенциалов сточных вод/ В. Г. Крунчак, В. В. Пальчевский, Р. И. Сосновский и др.— Бум. пром-сть, 1971, № 10, с. 8—10. [3]. Крунчак В. Г., Крунчак М. М., Фесенко Е. П. Аналитический контроль окислительно-восстановительных свойств промышленных сточных вод.— Обзорн. информ. Целлюлоза, бумага и картон, 1979.— 44 с. [4]. Потенциометрический метод определения восстановительной емкости компонентов сульфитных варочных растворов/ К. Г. Боголицын, И. М. Боховкин, Г. Ф. Прокшин и др.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 4, с. 109—113. [5]. Применение редоксметрии для оценки загрязненности городских сточных вод/ Г. И. Колбасов, В. Г. Крунчак, А. В. Наумов и др.— Химия и технология воды, 1982, 4, № 2, с. 153—156.

Поступила 12 апреля 1984 г.

УДК 630\* 813

### ОСОБЕННОСТИ ЩЕЛОКОВ БИСУЛЬФИТНЫХ ВАРОК СМЕШАННЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

Л. Г. ПРИМАЧЕВА, Т. Н. БУГАЕВА, Н. Я. ГЛАДКОВА,  
В. Г. НИКИТИНА

Красноярский политехнический институт  
Красноярский ЦБК

Компонентный состав отработанных щелоков целлюлозно-бумажного производства обуславливается видом выпускаемой продукции, условиями проведения варки древесины, ее породой, а также составом варочного щелока.

Бисульфитный способ варки позволяет перерабатывать практически любую породу древесины в высококачественный светлый полуфабрикат. Специфика делигнификации различных пород древесины по магний-бисульфитному способу [2] приводит к необходимости проводить варку по различным режимам [3].

На Красноярском ЦБК бисульфитным способом целлюлозу вырабатывают из хвойных пород древесины, а полуцеллюлозу — из хвойных, лиственных пород и их смесей.

Для получения целлюлозы нормального выхода (56—58 %) варку хвойной древесины проводят в течение 8 ч при рН 4,0—4,5 по единому режиму для всех соотношений пихты и ели. В производстве полуцеллюлозы режимы варок зависят от породного состава древесины: лиственные породы варят в течение 4,5 ч при рН 7, хвойные — при рН 4,5, смесь пород — при рН 5,0—5,5. Бисульфитный щелок имеет повышенное значение рН по сравнению с сульфитным в связи с увеличением количества связанной двуокиси серы в растворе. Отмечалось резкое уменьшение [1] содержания редуциру-

Таблица 1

Бисульфитный щелок	Породы древесины	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	рН	Редуцирующее, %		Лигносульфонаты, %	Органические кислоты, %	Сера, %	Зола, %
				до инверсии	после инверсии				
Целлюлозного производства	Хвойные	1054	3,80	7,14	9,59	56,0	11,40	12,59	13,52
	Хвойные	1034	3,95	7,97	15,41	53,3	8,11	11,38	12,64
	Листолюбные	1032	6,70	3,35	17,83	40,0	19,97	9,84	11,36
Полуцеллюлозного производства	Смесь хвойных и листолюбных (1:1)	1036	4,70	6,28	16,37	50,0	9,99	10,3	13,8

Таблица 2

Номер партии	Концентрат	Содержание, %									
		Количество щелока, %		рН	сухих веществ, %	РВ		лигносульфонатов	органических кислот	общей серы	зола
		целлюлозного	полуцеллюлозного			до инверсии	после инверсии				
1	Смешанных щелоков	80	20	4,9	54,5	7,32	23,70	48,51	22,18	6,05	9,20
2	»	80	20	5,3	56,9	6,42	24,18	46,61	20,13	6,11	9,30
3	»	70	30	4,8	61,7	10,30	26,18	52,20	9,45	9,30	8,36
4	»	70	30	5,4	61,2	12,30	23,90	53,32	10,65	6,62	8,34
5	»	60	40	5,8	52,7	17,93	23,70	50,09	18,10	6,54	8,20
6	»	60	40	5,2	53,7	19,70	32,70	51,77	5,52	7,98	9,20
7	»	50	50	5,7	55,2	19,20	39,47	42,98	2,35	6,98	9,10
8	»	50	50	5,6	56,3	15,30	34,54	50,06	5,67	6,92	9,80
9	Хвойных щелоков	100	—	5,4	61,8	8,07	11,50	53,43	10,16	9,10	10,80
10	»	100	—	5,1	63,0	8,70	11,60	53,40	14,50	8,00	11,30
11	»	100	—	5,2	63,0	7,31	10,60	56,70	13,20	7,90	11,60
12	»	100	—	5,0	56,2	4,05	9,10	57,00	10,63	7,30	9,30
13	Соликамской СДБ	—	—	4,5	52,40	4,10	7,30	68,20	—	9,12	11,70
14	Краснокамской СДБ	—	—	5,1	53,2	3,00	6,21	65,20	—	8,40	6,20

щих веществ в отработанных щелоках бисульфитной варки по сравнению с сульфитной: на 52,0 % при варке хвойных и на 40,4 % при варке листолюбных пород. Однако после инверсии содержание сахаров увеличивается в два раза, следовательно, в отработанных бисульфитных щелоках сахара находятся в олигоформе.

Цель данной работы — исследовать компонентный состав и свойства щелоков бисульфитного способа производства целлюлозы Красноярского ЦБК при магниевом-бисульфитной варке хвойных и листолюбных пород древесины Красноярского края и Томской области.

Щелока разделяли на основные компоненты методом экстракции [4].

Данные о составах неупаренных щелоков целлюлозного и полуцеллюлозного производства приведены в табл. 1.

Щелока целлюлозного производства по сравнению с полуцеллюлозными отличаются бóльшим содержанием лигносульфонатов и меньшим содержанием редуцирующих веществ после инверсии.

Среди щелоков полуцеллюлозного производства наибольшее количество лигносульфонатов отмечалось от варки хвойных пород древесины. Содержание сахаров до инверсии в целлюлозных и полуцеллюлозных отработанных щелоках хвойных пород практически одинаково. Можно предположить, что на эту величину оказывает влияние только породный состав и не влияет продолжительность варки. Наибольшее количество органических кислот и сахаров после инверсии отмечено в щелоках от варки лиственных пород древесины, при этом содержание лигносульфонатов наименьшее. Щелока от варки смеси хвойных и лиственных пород древесины (в соотношении 1 : 1) по содержанию основных компонентов занимают среднее положение между щелоками от варки хвойных и лиственных пород.

Щелока целлюлозного производства с содержанием сухих веществ не менее 9 % поступают на вакуум-выпарную установку, где они смешиваются со щелоками полуцеллюлозного производства, содержащими сухих 6—8 %. Целлюлозные щелока для упаривания используют полностью, а полуцеллюлозные дозируют в количестве от 10 до 50 % к целлюлозному.

Колебания химического состава концентратов щелоков Красноярского ЦБК в большей степени связаны с различной дозировкой полуцеллюлозного щелока.

Данные о составах концентратов упаренных щелоков Красноярского ЦБК приведены в табл. 2. Для сравнения брали концентраты стандартной сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ) Соликамского и Краснокамского ЦБК.

Анализ сухих показал, что в концентратах содержится 88—92 % органической части и 8—12 % золы, причем зола на 90—92 % состоит из водорастворимых веществ. В состав золы входят, в основном, оксид магния 75—80 %, оксид кальция 1,5—2,0, оксид алюминия и железа 1,0—1,5, элементарная сера 8—9 %.

Концентраты смешанных щелоков (партии 1—8) нестабильны по составу: наблюдаются колебания редуцирующих веществ от 6,42 до 19,7 %, лигносульфонатов — от 46,61 до 53,32 %, органических кислот — от 2,35 до 22,18 %.

В щелоках целлюлозного производства (партии 9—12) пониженное содержание сахаров, повышенное — лигносульфонатов, более стабильное — органических кислот.

Концентраты щелоков бисульфитного способа варки целлюлозы на магниевом основании на Красноярском ЦБК по сравнению с концентратами щелоков Соликамского и Краснокамского ЦБК имеют более высокую плотность при равном содержании сухих веществ, более низкое содержание лигносульфонатов и бóльшее количество редуцирующих веществ.

Испытание концентратов щелоков Красноярского ЦБК в качестве пластифицирующей добавки при изготовлении бетонных смесей, в цементном тесте и строительных растворах показало, что по пластическим и прочностным свойствам строительные композиции (бетонная смесь, бетоны, цементное тесто, цементный камень, растворы) со щелоками Красноярского ЦБК партий 1—12 не уступали по свойствам композициям со стандартными бардяными концентратами партий 13—14.



## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Авдюшева В. И., Попова В. А., Сзыкина М. П. Щелока от варок целлюлозы двухступенчатым и бисульфитным способами.— Бум. пром-сть, 1979, № 3, с. 12—13. [2]. Бобров А. И. Научные основы и технология магний-бисульфитной варки целлюлозы из хвойной и лиственной древесины: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук.— Л., 1981.— 50 с. [3]. Мутовина М. Г., Бондарева Т. А. Исследование физических свойств и химического состава древесины пихты и ели сырьевой базы Красноярского комбината.— Бум. пром-сть, 1981, № 4, с. 14. [4]. Сапотницкий С. А. Использование сульфитных щелоков.— М.: Лесн. пром-сть, 1981, с. 99.

---

Поступила 2 июля 1984 г.

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 331 : 630\*

ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОМ  
В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В. С. ТРИШИН

ЛенНИИЛХ

*1. Основные понятия и исходные позиции*

При формировании механизма управления трудом сразу возникает вопрос о содержании объекта управления. Известно, что классики марксизма-ленинизма в термин «труд» вкладывали различное содержание. К. Маркс, характеризуя труд как целесообразную деятельность человека, имел в виду и функционирование рабочей силы с целью создания потребительной стоимости (технологический аспект), и определенную социальную форму труда как отношений между людьми, когда создается стоимость (экономический аспект).

Указанные различия определили и содержание понятий «процесс труда» и «процесс производства». Процесс труда понимается как функционирующее единство целесообразной деятельности, предмета труда и средств труда, т. е. функционирование только производительных сил, направленное на создание потребительной стоимости. Процесс же производства представляется как функционирование производительных сил в единстве с производственными отношениями, направленное на создание потребительной стоимости и стоимости, т. е. социалистического продукта труда.

На основании изложенного можно отметить, что объектом управления трудом должен выступать не процесс труда, а процесс производства. Но ведь и хозяйственный механизм призван управлять процессом производства. В чем же различие и связь хозяйственного механизма и механизма управления трудом?

Механизм управления трудом — структурный элемент хозяйственного механизма как целостной системы, которая управляет процессом производства, включая управление развитием и функционированием производительных сил и производственных отношений.

Управление развитием производительных сил направлено на повышение их уровня, который раскрывает производительные силы с их технической стороны, характеризует развитие рабочей силы с точки зрения ее подготовленности к овладению существующими средствами труда и технологическими процессами. Следовательно, хозяйственный механизм управляет согласованным развитием и использованием личных и вещественных факторов производства. Механизм же управления трудом контролирует только степень соответствия уровня развития и использования рабочей силы (в количественном и качественном отношении) уровню развития средств труда и технологических процессов.

«Хозяйственный механизм представляет собой способ хозяйствования (способ организации общественного производства) со свойственными ему отношениями, формами и методами воздействия на производство, организационной структурой управления и условиями привлечения людей к труду» [1, с. 221].

Согласно этому определению, механизм управления трудом, как структурный элемент хозяйственного механизма, должен включать исходные производственные отношения, формы и методы создания благоприятных условий труда и привлечения людей к труду, а также соответствующую структуру органов управления трудом.

Чтобы механизм управления трудом функционировал как система, в его структуре обязательно должны присутствовать элементы, контролирующие рабочую силу в направлениях: возрастания потенциальной производительной способности, улучшения условий использования, привлечения к труду, уровня использования потенциальной производительной способности.

Механизм управления трудом как элемент хозяйственного механизма должен быть ориентирован на ту же цель. Но это не означает, что механизм управления трудом не может иметь своей цели. Важно, чтобы его цель была полностью согласована и подчинена цели хозяйственного механизма. В качестве такой его цели следует признать рост производительности труда, обеспеченный с помощью элементов механизма управления трудом. Для более точной настройки механизма на цель следует сформулировать и необходимые ограничения. Обеспечение роста производительности труда должно достигаться при обязательном опережении им темпов роста заработной платы и сохранения здоровья человека.

Раскрывая цель механизма управления трудом, следует отметить еще одну важную особенность. Исследуя результат и цель социалистического производства, Ю. Иванов [2] приходит к важному выводу, что в качестве таковых может выступать не стоимость и не физический объем продукции, а потребительная стоимость, т. е. способность этой продукции удовлетворять определенный объем определенной общественной потребности. Это означает, что результат измерения производительности труда будет согласован с целью механизма управления трудом только в том случае, если используется метод измерения, учитывающий потребительную стоимость созданной продукции.

## *2. Формирование механизма управления трудом*

Основываясь на изложенных положениях, содержание и схему функционирования механизма управления трудом можно представить следующим образом (рис. 1).

Ключевым моментом в формировании этого механизма является определение цели, ради достижения которой он формируется. Затем должны быть сформулированы задачи для каждого уровня управления по каждому его элементу, согласованное решение которых обеспечивает достижение поставленной цели, и разработано содержание процесса управления трудом. Заключительный момент — разработка структуры и взаимодействия органов управления трудом.

Решения вырабатывают на основе изучения и обобщения достижений передового опыта по каждому элементу механизма на отдельных предприятиях или теоретически. Реализация этих решений состоит в организации их использования на всех предприятиях отрасли. Именно так осуществляется переход от исходных к более развитым производственным отношениям и достижению цели.

Этот процесс непрерывен. Он осуществляется органами управления. При этом механизм управления трудом функционирует не изолированно, а в общей системе хозяйственного механизма, и выход на более развитые производственные отношения, а через них на конечные результаты, осуществляется через согласованное функционирование всех элементов хозяйственного механизма.

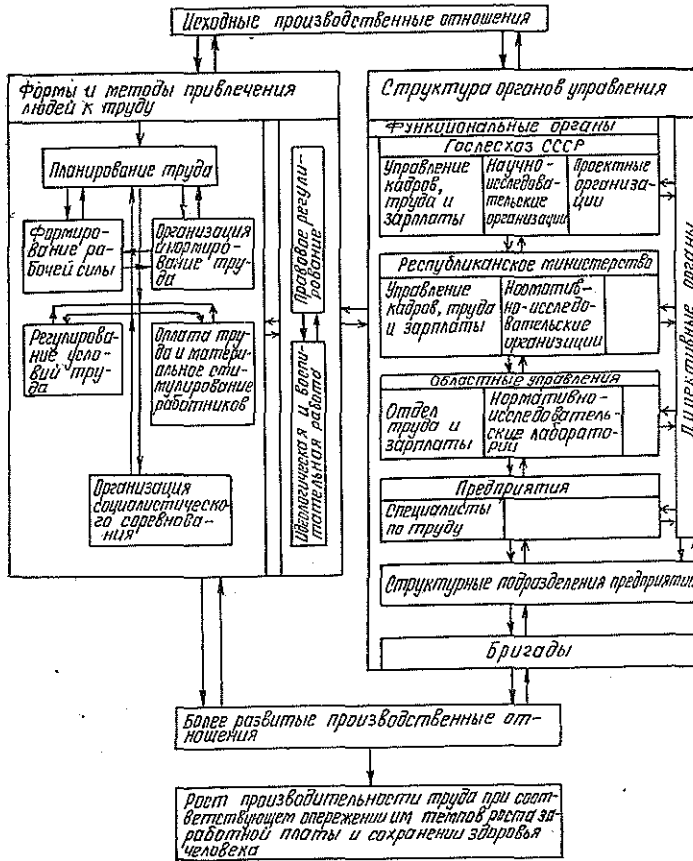


Рис. 1. Содержание и схема функционирования механизма управления трудом в лесном хозяйстве.

Рассмотрим эти вопросы на примере одного элемента механизма управления трудом — организации и нормирования труда.

В процессе управления организацией и нормированием труда в масштабе отрасли важно обеспечить условия, при которых информация, получаемая на каждом уровне управления, являлась бы достоянием всех органов управления, а степень достижения цели определялась и контролировалась бы результатом и согласованными сроками внедрения каждого мероприятия. Поэтому в качестве задач при реализации цели управления организацией и нормированием труда (она та же, что и для механизма управления трудом) следует принять частные конечные результаты процесса управления применительно к каждому его уровню.

На уровне предприятия в качестве таких задач должна выступать разработка: перечня, содержания и сроков внедрения организационных решений и нормативных материалов; плана подготовки и повышения квалификации кадров; календарного плана пересмотра действующих (устаревших, ошибочных) нормативных материалов; проекта плана по труду, а также обеспечение условий для внедрения намеченных мероприятий.

На уровне областных управлений лесного хозяйства необходимо разработать: перечень, содержание и сроки внедрения организацион-

ных решений и нормативных материалов; план нормативно-исследовательской лаборатории по труду; план подготовки и повышения квалификации кадров; проектируемые показатели плана по труду по области и плановые по предприятиям; обеспечить условия для внедрения мероприятий.

Республиканское министерство лесного хозяйства должно разработать: перечень, содержание и сроки внедрения организационных решений и нормативных материалов; план работы республиканского центра НОТ; план подготовки и повышения квалификации кадров; проектируемые показатели плана по труду республиканского мини-

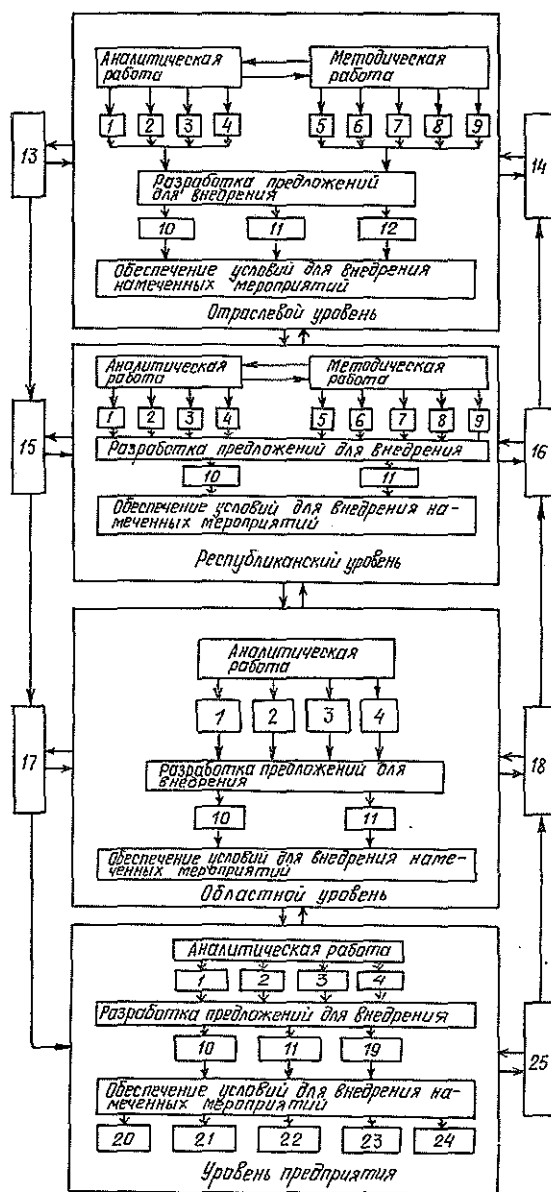


Рис. 2. Содержание процесса управления организацией и нормированием труда в отрасли.

стерства и плановых в областном разрезе; создать условия для осуществления этих мероприятий.

Задачи отраслевого уровня — разработать: перечень, содержание и сроки внедрения организационных решений и нормативных материалов; планы научно-исследовательских и нормативно-исследовательских работ по организации и нормированию труда; перечень и содержание методических разработок, положений, стандартов по организации и нормированию труда для использования в практической деятельности; план подготовки и повышения квалификации кадров; отраслевые проектные и плановые показатели плана по труду (в разрезе республиканских министерств лесного хозяйства); обеспечить условия для внедрения намеченных мероприятий.

Сформулированные цель и задачи управления организацией и нормированием труда в отрасли позволяют определить содержание процесса управления этой областью деятельности (рис. 2). Принятые обозначения: 1 — анализ уровня и соотношения темпов роста производительности труда и заработной платы; 2 — изучение и обобщение достижений передового опыта; 3 — оценка напряженности действующих нормативных материалов; 4 — анализ действенности существующих положений о стимулировании более производительного труда; 5 — разработка методических рекомендаций в области измерения производительности труда и выявления резервов его роста; 6 — разработка методических рекомендаций в области организации труда; 7 — разработка методических рекомендаций в области стимулирования труда; 8 — разработка методических рекомендаций в области нормирования труда; 9 — разработка методических материалов в области подготовки и повышения квалификации кадров; 10 — разработка организационных решений; 11 — разработка нормативных материалов; 12 — рассмотрение и утверждение методических рекомендаций; 13 — подготовка контрольных цифр по основным показателям плана по труду в разрезе республиканских министерств лесного хозяйства; 14 — подготовка проекта плана по труду отрасли и реализация утвержденного плана; 15 — подготовка контрольных цифр по основным показателям плана по труду в разрезе областных управлений лесного хозяйства; 16 — подготовка проекта плана по труду республиканского министерства и реализация утвержденного плана; 17 — подготовка контрольных цифр по основным показателям плана по труду в разрезе предприятий; 18 — подготовка проекта плана по труду областного управления и реализация утвержденного плана; 19 — разработка календарного плана пересмотра действующих нормативных материалов; 20 — разработка плана внедрения организационных решений и нормативных материалов; 21 — обеспечение условий труда, предусмотренных внедряемыми мероприятиями; 22 — техническое и технологическое обеспечение внедряемых мероприятий; 23 — обучение рабочих передовым методам труда; 24 — разработка положений о стимулировании более производительного труда и доведение их до работников предприятий; 25 — подготовка проекта плана по труду предприятия и реализация утвержденного плана.

При разработке схемы содержания процесса управления не ставилась задача полного и детального раскрытия этого процесса. Важно было показать его принципиальное построение, раскрыть составные части, дать увязку по уровням управления и выход на конечные результаты (реализация цели).

Вся деятельность органов управления организацией и нормированием труда сконцентрирована на обеспечении высоких темпов роста производительности труда, соответствующего соотношения между ними и темпами роста заработной платы, сохранении здоровья человека. Это означает, что органы управления должны нести ответственность за пла-

новые показатели производительности труда, численности работников, фонда заработной платы и совокупность мероприятий, обеспечивающих достижение планового уровня этих показателей. По таким данным представляется возможным оценивать успешность работы органов управления организацией и нормированием труда и стимулировать деятельность их работников.

Очень важный момент в процессе управления — разработка и обобщение предложений по совершенствованию организации и нормирования труда и своевременное доведение их до всех предприятий и органов управления.

Для этого необходимо организовать два потока информации: снизу вверх, т. е. от предприятий до отраслевого органа управления, а затем сверху вниз в виде предложений для внедрения или научной и проектной разработки с соответствующим обеспечением.

Первый поток содержит информацию о внедрении или подготовленном к внедрению передовом опыте работы, которая быстро может быть использована на других предприятиях. В этом же потоке должны быть представлены и результаты нормативно-исследовательских организаций по труду (типовые проекты, карты организации труда и т. п.).

Второй поток информации основывается на регулярной периодической отчетности. Обобщение большого статистического материала на более высоких уровнях управления позволит делать выводы о напряженности нормативных материалов, о складывающихся нарушениях в уровнях и соотношении темпов роста производительности труда и заработной платы. В результате анализа такой информации следует формировать план работы нормативно-исследовательских организаций по труду в отрасли. Результаты проработки вопросов, включенных в этот план, должны вливаться в первый поток информации и становиться достоянием всех предприятий.

Содержание информации в первом и втором потоках, т. е. полнота и качество, а также методы ее обработки и анализа, существенно зависят от уровня методологической и методической работы. Необходимо строго определенный комплекс методических решений для того, чтобы система управления организацией и нормированием труда в отрасли функционировала эффективно, чтобы все практические решения осуществлялись на единой методической основе. Важно также постоянно поддерживать современный научный уровень отраслевых методических документов. Состояние функционирования системы управления именно в этом направлении является основой формирования плана научно-исследовательских работ.

Изложенное содержание процесса управления организацией и нормированием труда в отрасли связывает все органы управления трудом единой целью. От того, как функционируют в этой системе производственные (на всех уровнях), нормативно-исследовательские, проектные и научно-исследовательские организации, зависит уровень и степень обоснованности плановых показателей в области труда, конкретное руководство производственной деятельностью в ходе реализации этих плановых показателей. Поэтому создание эффективной системы управления организацией и нормированием труда в отрасли предполагает разработку еще одной группы вопросов, обеспечивающих место, права, обязанности и ответственность каждого ее органа в этой системе, а именно структуру органов управления и соответствующих положений о каждом органе управления.

Рассмотренные вопросы относятся к функционированию одного элемента механизма управления трудом. Аналогичным образом организуется функционирование и других элементов. Все элементы взаимосвязаны, каждый из них обуславливает соответствующее функциониро-

вание других элементов и одновременно испытывает воздействие других механизмов, входящих в общий хозяйственный механизм.

Это видно из следующего примера. Одним из результатов функционирования механизма управления техническим прогрессом является создание новой более производительной техники. Потенциальная более производительная способность этой техники может быть реализована в процессе производства в том случае (наряду с другими условиями), если будет выработана эффективная форма соединения ее с рабочей силой, что входит в сферу механизма управления трудом. Такая форма соединения обеспечивается разработкой соответствующей организации труда, созданием благоприятных условий труда, установлением научно-обоснованной нормы труда, организацией эффективного материального стимулирования работников и т. д., т. е. сознательным изменением механизма управления трудом, следовательно, и изменением производственных отношений, и достижением за счет этого цели — повышения производительности труда.

### *3. Направления и задачи перестройки механизма управления трудом в лесном хозяйстве*

Совершенствование существующего механизма управления трудом в отрасли определяется степенью соответствия отраслевого хозяйственного механизма, в частности отраслевого механизма управления трудом, хозяйственному механизму страны.

В этом отношении в лесном хозяйстве положение трудное. Проверка состояния лесовосстановления в многолесных районах, проведенная Комитетом народного контроля СССР и Гослесхозом СССР [3], показала, что вся экономическая организация лесохозяйственного производства слабо ориентирована на конечный результат. В связи с этим Гослесхоз СССР принял решение разработать в порядке экономического эксперимента вопрос о переводе лесокультурного производства на хозрасчет с ориентацией на конечные результаты. В данном случае речь идет о коренной перестройке хозяйственного механизма лесохозяйственного производства, следовательно, и механизма управления трудом.

Однако коренная перестройка хозяйственного механизма в отрасли — дело сложное и нескорое. Поэтому, наряду с ней, необходимо совершенствовать существующий хозяйственный механизм, что нужно рассматривать также и как создание благоприятных условий для коренной его перестройки.

Первая задача при реализации второго направления перестройки механизма управления трудом в лесном хозяйстве — определение цели. Мало сказать, что этот механизм должен быть настроен на повышение производительности труда при непереносимом опережении темпами ее роста темпов роста заработной платы. Важно определить содержание показателя производительности и метод его измерения, о чем сказано в первом разделе. Трудно рассчитывать на хорошую настройку такого механизма, если содержание показателя производительности труда будет определяться такими измерителями, как условные цены 1980 г., которые по своему содержанию призваны решать другие задачи.

Для совершенствования организации процесса управления трудом необходимы два исходных момента — нормативная база и постановка учета, которые должны обеспечить эффективное функционирование как всего механизма, так и каждого его элемента в отдельности.

Нельзя сказать, что в лесном хозяйстве в процессе функционирования существующего механизма управления трудом не используются нормативы. Но качество их, т. е. способность наиболее полно и правильно отражать систему производственных отношений и отношений с при-



родой, не может быть признано высоким. Достаточно сказать, что при разработке нормативов часто еще используют фактические (отчетные) данные. Можно привести и другой пример. При наличии нормативов затрат труда, нормативов заработной платы в практике планирования труда все еще используют метод «от достигнутого». В таких условиях очень сложно правильно настроить механизм управления трудом, так как почти все его элементы ориентированы на разработку и использование нормативов, а один из ведущих элементов этого механизма — планирование труда — не использует этих нормативов. Получается перекос между выделяемыми ресурсами и реальной их потребностью. Все это означает, что цель и результаты функционирования механизма управления трудом между собой не согласуются.

В обеспечении эффективного использования механизма управления трудом не меньшее значение имеет хорошо отлаженный учет. Успешность функционирования этого механизма, т. е. выход на достижение поставленной цели, фиксируется именно учетом. Сопоставление реальных результатов функционирования механизма с соответствующими нормативами позволяет дать оценку работы каждого органа управления трудом и на этой основе строить систему материального стимулирования работников, занятых в этих органах управления.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Абалкин Л. И. Диалектика социалистической экономики.— М.: Мысль, 1981.— 351 с. [2]. Иванов Ю. Эффективность социалистического производства: вариант политэкономического анализа.— Коммунист, 1983, № 14, с. 44. [3]. Фролов А. Лес жалоб не пишет.— Известия, 1984, 2 окт.

Поступила 14 мая 1985 г.

УДК 630\*863.003.13

### О СУЩНОСТИ И ФУНКЦИЯХ ПОКАЗАТЕЛЯ «ТРУДОВАЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ»

А. В. ПЛАСТИНИН

Архангельский лесотехнический институт

В экономической практике промышленных предприятий, как известно, широко используются два важнейших показателя эффективности производства — общая рентабельность ( $R$ ) и рентабельность к себестоимости ( $r_c$ ), рассчитываемые по формулам:

$$R = \frac{\Pi_{\text{бал}}}{\Phi} \cdot 100 \% ; \quad r_c = \frac{\Pi_i}{C_i} \cdot 100 \%,$$

где  $\Pi_{\text{бал}}$ ,  $\Pi_i$  — прибыль балансовая и от производства  $i$ -того вида продукции;

$\Phi$  — среднегодовая стоимость производственных фондов;

$C_i$  — себестоимость продукции.

Показатель общей рентабельности при этом характеризует эффективность использования производственных фондов, а рентабельность к себестоимости — текущих затрат.

Этот ряд показателей рентабельности может быть продолжен, в первую очередь, за счет показателя «трудовая рентабельность», исчисляемого в виде отношения прибыли ( $\Pi$ ) и заработной платы ( $ЗП$ ):

$$r_r = \frac{\Pi}{ЗП} \cdot 100 \%$$

Подобный показатель в виде расчетной (чистой) прибыли к фонду заработной платы в нашей экономической литературе обсуждался уже давно [2—4, 7]. Особенно выделялись работы проф. В. В. Новожилова, который даже несколько переоценивал значение и возможности показателя трудовой рентабельности, когда писал, что в дальнейшем исчисление рентабельности на базе производственных фондов в практике социалистических стран уступит место расчетам рентабельности труда, так как последняя более соответствует социалистической экономике, чем норма прибыли [2].

На наш взгляд, более реалистично трудовую рентабельность считать еще одним важным показателем, отражающим эффективность промышленного производства с точки зрения эффективности использования живого труда. Однако до сих пор показатель трудовой рентабельности не нашел широкого применения в экономической практике, не включен он и в систему показателей эффективности, утвержденную Госпланом СССР [6].

Вместе с тем, именно сейчас значение данного показателя могло бы возрасти в связи с широким внедрением в экономическую практику показателя нормативной чистой продукции. Ведь даже при самом поверхностном взгляде видно, что между трудовой рентабельностью ( $r_T$ ) и чистой продукцией (ЧП) существует внутренняя и органическая связь, поскольку при расчете этого показателя ( $r_T$ ) используются две важнейшие составляющие чистой продукции: прибыль ( $\Pi$ ) и заработная плата (ЗП). Экономическая природа и сущность данного показателя ( $r_T$ ) наглядно проявляются, если рассмотреть его в наиболее общих, абстрактных категориях политэкономии.

Дело в том, что отношение прибавочного продукта ( $m$ ) к необходимому ( $v$ ) представляет, как известно, норму прибавочного продукта ( $m'$ ):

$$m' = \frac{m}{v} \cdot 100 \%$$

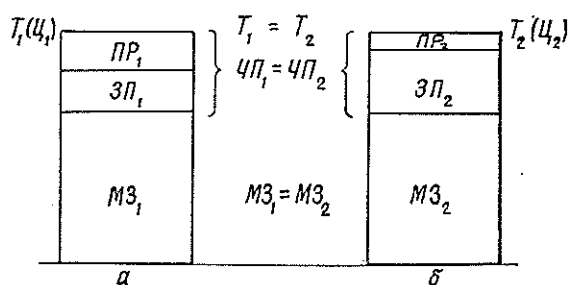
Важно отметить, что отношение  $\frac{m}{v}$  К. Маркс неразрывно связывал с вновь созданной стоимостью ( $v + m$ ), выводил его из самой сути последней [1, с. 230]. Отношение  $\frac{m}{v}$  в виде нормы прибавочного продукта широко используется и при социализме, поскольку и здесь важно знать, какая часть труда производителя затрачивается на производство необходимого, а какая — прибавочного продукта.

Будучи абстракциями производства развитого социалистического общества, необходимый и прибавочный продукт выражаются на поверхности этого общества, в условиях действия товарно-денежных отношений, в различных конкретных формах: прибыли, заработной плате и др. При этом, конечно, объективно возникает проблема выбора конкретных показателей. Для более обоснованного их выбора следует учитывать функции, которые возлагаются на этот сравнительно новый для нашей экономики показатель. По нашему мнению, следует выделить три основные функции трудовой рентабельности, которые этот показатель может и должен выполнять в нашей экономике.

Во-первых, этот показатель в совокупности с другими может быть использован для отражения уровня и динамики эффективности живого труда, поскольку даже при расчете показателя производительности труда через нормативную чистую продукцию расчет дополнительного показателя — трудовая рентабельность — может оказаться весьма полезным. В настоящее время, например, при внедрении в экономическую практику показателя «производительность труда по нормативной чистой продукции» часто отмечается разнонаправленность в динамике этого

показателя в сравнении с традиционным показателем производительности труда по товарной продукции. В этих условиях возникает вопрос: какова же истинная динамика эффективности живого труда? Ответ можно получить с привлечением показателя «трудовая рентабельность»; рост этого показателя сигнализирует о росте эффективности использования живого труда, и наоборот.

Во-вторых, показатель трудовой рентабельности позволяет охарактеризовать структуру произведенной чистой продукции как соотношение прибавочного и необходимого продукта (через их основные конкретные формы). Дело в том, что обществу в целом безразлично, в каком соотношении находятся в составе чистой продукции прибыль и заработная плата. Представим, например, что диаграммы (см. рис.) отображают чистую продукцию предприятия в базисном (а) и анализируемом (б) годах.



$T_1(U_1) = T_2(U_2)$  — объемы товарной продукции в действующих оптовых ценах;  $PP_1$  и  $PP_2$  — прибыль;  $ЗП_1$  и  $ЗП_2$  — заработная плата;  $МЗ_1$  и  $МЗ_2$  — материальные затраты;  $C_1$  и  $C_2$  — себестоимость;  $ЧП_1$  и  $ЧП_2$  — чистая продукция.

Из рисунка наглядно видно, что при неизменном уровне материальных затрат ( $МЗ_1 = МЗ_2$ ) рост заработной платы не приводит к росту чистой продукции, однако при этом растет себестоимость продукции и снижается прибыль, т. е. на данном конкретном предприятии вновь созданная стоимость (рост необходимого продукта и снижение прибавочного) перераспределяется не в пользу общества, а в пользу работающих на данном конкретном предприятии.

Показатель чистой продукции, призванный отражать эффект (результат) социалистического производства, индифферентен к подобным изменениям ( $ЧП_1 = ЧП_2$ ), следовательно, его нужно дополнить показателем, характеризующим структуру произведенной чистой продукции в виде отношения  $\frac{\text{прибыль}}{\text{заработная плата}}$ ; т. е. мы вновь приходим к идее использования показателя трудовой рентабельности. Рост показателя «трудовая рентабельность» сигнализирует о росте эффективности производства с точки зрения позитивных сдвигов в распределении вновь созданной стоимости (чистой продукции) на продукт для общества (прибыль) и продукт для себя (заработная плата), и наоборот (как в данном случае, где  $r_2 < r_1$ ).

В-третьих, нетрудно доказать, что показатель «трудовая рентабельность» может быть использован для прямого контроля за опережением темпов роста производительности труда (ПТ) над темпами роста средней заработной платы (СЗП) при условии, что производительность труда будет измеряться через чистую продукцию. Действительно, если указанное соотношение представить в виде:

$$ПТ_2 : ПТ_1 > СЗП_2 : СЗП_1 \quad (1)$$

или

$$\frac{ЧП_2}{N_2} \cdot \frac{ЧП_1}{N_1} > \frac{ЗП_2}{N_2} \cdot \frac{ЗП_1}{N_1}, \quad (2)$$

то, подставляя вместо чистой продукции (ЧП) сумму двух ее основных составляющих: прибыль (ПР) и заработную плату (ЗП) — и сокращая неравенство на  $N_1$  и  $N_2$  (численность работающих в базисном и анализируемых периодах), получим:

$$\frac{ПР_2}{ЗП_2} > \frac{ПР_1}{ЗП_1} \quad (3)$$

или

$$r_{T_2} > r_{T_1}. \quad (4)$$

Это неравенство (4) следует понимать следующим образом: если показатель «трудовая рентабельность» растет, значит, соблюдается опережение темпов роста производительности труда над темпами роста средней заработной платы, и наоборот.

На наш взгляд, эти три функции являются важнейшими для показателя трудовой рентабельности на уровне предприятия. Исходя из этих функций должен осуществляться и подбор конкретных показателей

Показатели	1980	1981	1982	1983 (план)
1	2	3	4	5
1. Товарная продукция в действующих оптовых ценах, тыс. р.	72 556	77 249	110 028	110 900
2. Нормативная чистая продукция, тыс. р.	—	—	25 882	26 267
3. Фонд заработной платы ППП, тыс. р.	10 148	10 276	10 443	10 422
4. Средняя заработная плата ППП (без выплат из фонда материального поощрения), р./мес. · чел.)	198,1	200,7	205,0	204,6
5. Производительность труда, р./чел. · год:				
по товарной продукции	16 267	17 360	—	—
по нормативной чистой	—	—	6104	6188
6. Прибыль балансовая, тыс. р.	4290	9728	24 776	24 540
7. Темп роста средней заработной платы (1981 г. к 1980 г.; 1983 г. к 1982 г.), %	100	101,3	100	99,8
8. Темп роста производительности труда, %:				
по товарной продукции (1981 г. к 1980 г.)	100	106,7	—	—
по нормативной чистой (1983 г. к 1982 г.)	—	—	100	101,4
9. Трудовая рентабельность (п. 6 : п. 3) · 100 %	42,3	94,7	237,2	235,5

Справочно

10. Расчетный показатель «фактической чистой продукции» (п. 3 + п. 6), тыс. р.	14 438	20 004	35 219	34 962
11. Производительность труда по показателю «фактическая чистая продукция», р./чел. · год	—	—	8306	8236
12. Темп роста производительности труда по показателю «фактическая чистая продукция»	—	—	100	99,1

для выражения прибыли и заработной платы. Таковыми могут быть «балансовая прибыль», «прибыль от производства товарной продукции», «фонд заработной платы промышленно-производственного персонала».

Вместе с тем, значение и функции нормы прибавочного продукта ( $m$ ) несомненно шире. А. Семенов, например, предлагает использовать это соотношение при разработке нормативов чистой продукции [5]. Нетрудно заметить, что используемый ныне в ценообразовании принцип включения прибыли пропорционально себестоимости за вычетом материальных затрат также корреспондирует с нормой прибавочного продукта и, следовательно, с трудовой рентабельностью.

Рассчитаем показатель трудовой рентабельности по данным Соломбальского ЦБК за последние годы (с учетом изменения оптовых цен и введения нормативов чистой продукции с 1 января 1982 г. возьмем два небольших периода: 1980—1981 гг. и 1982—1983 (план) гг.).

Данные таблицы позволяют выявить одну особенность использования показателя трудовой рентабельности в настоящее время. Если говорить о первых двух из трех рассмотренных функций, то однозначность оценок не вызывает сомнений: рост показателя трудовой рентабельности отражает рост эффективности использования живого труда за этот период и улучшение структуры чистой продукции с точки зрения увеличения доли прибыли. Сложнее, однако, обстоит дело с реализацией третьей функции. Ведь показатель трудовой рентабельности в 1983 г. (плановое значение) снижается в сравнении с 1982 г., что сигнализирует о нарушении в плановом периоде нормального соотношения между темпами роста производительности труда и средней заработной платы.

В то же время при прямом сравнении темпов роста (снижения) указанных показателей этого явления не отмечается: при небольшом снижении темпа роста средней заработной платы (99,8 %) темп роста производительности труда по нормативной чистой продукции должен составить по плану 101,4 % (строки 7, 8, графа 5 в таблице). Закономерно при этом возникает вопрос: в чем причина подобного расхождения? Вероятно, причина эта не в показателе трудовой рентабельности, а в несовершенстве показателя нормативной чистой продукции с точки зрения выполняемых им здесь функций. Дело в том, что из приведенных в таблице значений нетрудно заметить значительный отрыв показателя «нормативная чистая продукция» от своей базы — «фактическая чистая продукция» в условиях данного конкретного предприятия — Соломбальского ЦБК.

Действительно, даже элементарный и приблизительный расчет фактической чистой продукции путем сложения основных ее составляющих: фонда заработной платы промышленно-производственного персонала и балансовой прибыли (строка 10) дает значения чистой продукции, во многом отличные от нормативной чистой продукции (строка 2) как по уровню, так и по динамике. Определяя по этому показателю (строка 10) производительность труда и темпы ее роста (99,1 %), приходим к выводу, что в плановом периоде действительно нарушено необходимое соотношение между темпами роста (снижения) производительности труда и средней заработной платы, о чем сигнализирует и показатель трудовой рентабельности.

Итак, показатель «трудова́я рентабельность»:

имеет реальную экономическую основу — норму прибавочного продукта ( $\frac{m}{v}$ );

как важный показатель эффективности производства может выполнять ряд функций, основные из которых рассмотрены выше:

должен занять место в системе показателей эффективности производства на промышленных предприятиях.

Дальнейшие исследования показателя «трудова́я рентабельность» должны осуществляться в направлении расширения масштабов его практического применения.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Маркс К., Энгельс Ф. Соч.— 2-е изд., т. 23. [2]. Карагедов Р. Г. Рентабельность и эффективность социалистического предприятия.— Новосибирск, 1971.— 134 с. [3]. Маслова Н. С. Вопросы экономической эффективности новой системы материального стимулирования в промышленности СССР.— М.: Наука, 1971.— 303 с. [4]. Новожилов В. В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании.— М.: Экономика, 1972.— 320 с. [5]. Семенов А. О нормативной чистой продукции.— Вопросы экономики, 1982, № 6, с. 22—32. [6]. Типовая методика разработки техпромфинплана производственного объединения (комбината), предприятия.— М.: Экономика, 1979.— 448 с. [7]. Формы чистого дохода при социализме/ Под ред. Т. Г. Ковалевского, Э. А. Лутохиной.— Минск: Наука и техника, 1973.— 342 с.

Поступила 18 июня 1984 г.

УДК 630\*79 : 338.6

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОБЪЕДИНЕНИЙ (на примере Усть-Илимского ЛПК)

А. П. ПЕТРОВ, С. А. МЕЩЕРЯКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении использования лесосырьевых ресурсов» продолжена линия XXVI съезда КПСС на полное и эффективное использование лесосырьевых ресурсов.

В числе многих факторов существенное влияние на уровень использования лесосырьевых ресурсов оказывает форма организации производств в лесном комплексе. Одна из прогрессивных организационных форм комплексного использования лесных ресурсов — лесозаготовительно-деревоперерабатывающие объединения (ЛДО), базирующиеся на концентрации, кооперировании и комбинировании в едином производственном процессе лесозаготовок и производств по механической и химико-механической переработке древесины.

В настоящее время ЛДО получили развитие в ряде районов страны: в европейской части — в БССР, Новгородской, Свердловской и других областях; в Сибири ЛДО создаются и развиваются в виде крупных лесопромышленных комплексов — Усть-Илимского и Канского. В ЛДО обеспечиваются условия для ликвидации «узких мест» при поставке древесного сырья в системе лесозаготовки — деревопереработка, выравниваются лесозаготовительное и деревоперерабатывающее производства по техническому уровню, улучшается социально-бытовое обслуживание кадров, открываются большие возможности для повышения общего уровня управления производством на базе централизации планирования, учета, анализа и стимулирования; создаются потенциальные возможности для заготовки и переработки биомассы с каждого гектара лесосеки и увеличения выпуска конечной продукции из каждого кубометра заготовленной древесины.

Опыт производственно-хозяйственной деятельности ЛДО подтверждает экономическую эффективность данной организационной формы по всем названным направлениям. Однако, несмотря на положительные моменты, имеются большие резервы для повышения эффективности ЛДО. Они обусловлены тем, что создание объединения, как правило, не означает его превращения в действительно единый производственно-хозяйственный комплекс. Основное условие образования такого комплекса — соответствие организационно-экономических методов ведения производственной деятельности хозяйственному механизму, ориентированному на высокие конечные результаты. Из сказанного следует, что для улучшения экономического управления в ЛДО необходимо совершенствовать, в первую очередь, методы оценки деятельности. При этом руководящим принципом должна быть оценка по конечным результатам.

К числу принципиальных и сложных вопросов совершенствования методов оценки деятельности ЛДО относится порядок планирования и учета внутреннего оборота стоимости продукции и выполненных работ при внутрифирменной кооперации производства. Речь идет об оценке объема производства, реализации и себестоимости продукции объединения в целом и его производственных подразделений.

В настоящее время в ЛДО существует следующий порядок планирования и учета внутреннего оборота для определения конечных результатов работы объединения в целом. Из показателей объема товарной, реализованной продукции и себестоимости объединения исключается оборот по поставкам между деревоперерабатывающими предприятиями. Иначе решен вопрос об оценке внутреннего оборота в системе лесозаготовки — деревопереработка. Эта часть оборота включается как в показатели работы внутренних подразделений, так и объединения в целом. Размеры этого оборота довольно значительны и зависят от уровня развития производственной структуры ЛДО. Так, в ПО Усть-Илимский ЛПК доля поставки древесного сырья из леспромхозов на деревоперерабатывающие предприятия достигает 44 %, а в ПО Борисов-древ — 91 % общего объема лесозаготовок.

По экономическому содержанию указанные две части оборота не различаются: в обоих случаях они отражают оборот стоимости продукции или полуфабрикатов (работ) при внутренней кооперации. Поэтому различный порядок их планирования и учета, на наш взгляд, не оправдан, искажает конечные результаты объединения и его внутренних подразделений, дает необъективную оценку их деятельности.

Целесообразно производственную деятельность ЛДО оценивать по конечной продукции, поставляемой за пределы объединения в виде готовых изделий деревопереработки (пиломатериалов, плит, целлюлозы, мебели и т. д.) и непереработанных круглых лесоматериалов. Конечной продукции объединения в натуральном выражении соответствует конечная товарная продукция в стоимостном выражении, в которой отсутствует повторный счет стоимости сырья и полуфабрикатов. Конечная товарная продукция объединения определяется как разница между товарной продукцией и внутренним оборотом в оптовых ценах.

Требуют совершенствования и показатели затрат. Себестоимость товарной продукции объединения содержит в себе повторный счет. В целях устранения этого недостатка рекомендуется стоимость древесного сырья в объеме внутреннего оборота системы лесозаготовки — деревопереработка исключать из себестоимости перерабатывающих производств, так как это сырье уже учтено в затратах по лесозаготовкам. Смысл предлагаемых изменений методов расчета себестоимости объединения заключается в прямом счете затрат по подразделениям объединения, т. е. в учете по каждому подразделению тех затрат, которые непосредственно зависят от данного подразделения.

Наши предложения по оценке деятельности ЛДО проиллюстрируем на примере Усть-Илимского ЛПК. В настоящее время Усть-Илимский ЛПК является самым крупным в стране ЛДО, имеющим в своем составе 10 леспромов, лесоперевалочную базу, предприятия целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. Объединение выпускает следующие основные виды конечной продукции: целлюлозу, скипидар, пиломатериалы, шпалы, круглые лесоматериалы. В перспективе, с вводом в строй новых производственных мощностей, объемы и ассортимент конечной продукции объединения увеличатся.

По существующему в настоящее время методу учета товарная продукция объединения составляет 193,1 млн. р. и определяется суммированием показателей лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств (см. табл.). При этом товарная продукция лесозаготовок (75,7 млн. р.) включает стоимость древесины для внутренней кооперации (33,7 млн. р.). Исключив внутренний оборот из товарной продукции объединения, получим его конечную товарную продукцию в размере 159,4 млн. р., или 82 % товарной продукции.

Влияние внутреннего оборота\* на экономические показатели  
ПО Усть-Илимский ЛПК, тыс. р.

Показатели	Предприятия		Итого по объединению
	лесозаготовительные	деревоперерабатывающие	
Товарная продукция, всего	75 698	117 389	193 087
В том числе внутренний оборот	33 700	—	33 700
Товарная конечная продукция	41 998	117 389	159 387
Себестоимость товарной продукции	79 044	168 767	247 811
В том числе внутренний оборот	—	33 700	33 700
Себестоимость товарной продукции без внутреннего оборота	79 044	135 067	214 111

\* Имеется в виду поставка древесного сырья с лесозаготовительных производств объединения на деревоперерабатывающие.

Данный пример подтверждает, что конечная товарная продукция ЛДО дает иную характеристику его деятельности, чем товарная и реализованная продукция. Конечная продукция не только определяет объем производства, но и отражает внутривидовые связи, а также взаимосвязь объединения с народным хозяйством. Оценка деятельности ЛДО по конечной товарной продукции представляет оценку его вклада в создание реальных стоимостей для удовлетворения потребностей народного хозяйства. Можно также определить производительность труда и фондотдачу, соизмеряя конечную товарную продукцию с затратами производственных ресурсов. В то же время в системе внутривидового расчета объединения конечная продукция не может заменить товарную или реализованную продукцию. Каждый показатель выполняет свои функции в системе.

В нашем примере рассмотрим влияние внутреннего оборота на себестоимость товарной продукции. Себестоимость товарной продукции объединения (247,8 млн. р.) содержит в себе двойной счет. Так, древесное сырье внутреннего оборота включается по оптовой цене (33,7 млн. р.) в себестоимость деревопереработки (168,8 млн. р.), в то время как оно уже учтено в затратах на лесозаготовки (79,0 млн. р.). В соответствии с предлагаемым методом прямого счета затрат, расходы на древесное сырье исключаем из себестоимости деревопереработки. «Чистая» себестоимость деревоперерабатывающих предприятий составляет



135,1 млн. р., или 80 % себестоимости товарной продукции данных предприятий. Прямым счетом затрат по предприятиям определяем «чистую» себестоимость товарной продукции объединения 214,1 млн. р. (86 % себестоимости товарной продукции).

В системе внутрихозяйственного расчета объединения целесообразно производить прямой счет затрат также по следующим переделам работ: лесосечные работы (включая погрузку), лесотранспорт, лесобиржа (кончая подачей сырья на следующий вид работ), производство конечной продукции. Прямой счет затрат по переделам работ в сочетании с нормативным методом позволит значительно повысить качество их учета.

Определение производственных затрат через их формирование прямым счетом по всем подразделениям (переделам) ведет к установлению зависимости экономических показателей производства конечной продукции объединения от уровня затрат по отдельным подразделениям. Тем самым все подразделения ориентируются на улучшение экономических показателей объединения, что отвечает задачам и целям проводимого в промышленности экономического эксперимента.

Необходимым элементом оценки деятельности ЛДО должна стать оценка комплексности и эффективности использования лесосырьевых ресурсов по следующей системе показателей: для лесозаготовительных предприятий — использование лесосечного фонда, определяемое как отношение объема фактически заготовленной древесины к нормативному (по данным таксации) запасу отведенного в рубку лесосечного фонда; для деревоперерабатывающих предприятий — использование древесного сырья как отношение объема конечной продукции к объему древесного сырья, поставляемого в данное предприятие; для объединения — использование лесосырьевых ресурсов, определяемое отношением объема произведенной конечной продукции к нормативному запасу отведенного в рубку лесосечного фонда. Сквозная система показателей, измеряющих результаты и затраты лесосырьевых ресурсов в ЛДО, позволит многосторонне оценить их производственную деятельность.

Поступила 14 января 1985 г.

УДК 31 : 630\*6

## **МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ И РАСЧЕТА ФУНКЦИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

*Г. К. ПОДШИВАЛОВ*

Московский лесотехнический институт

При обосновании и расчете функций распределения вероятностей на основе экономических показателей, поступающих в центр планирования и управления от объектов производственно-хозяйственной деятельности, необходимо добиться соответствия картины, даваемой указанными функциями, экспериментальным распределениям вероятностей, и учета специфики внутренней производственной структуры, хозяйственных целей и интересов экономических объектов на всех уровнях управления.

Экономические объекты, обладая хозяйственной самостоятельностью при выполнении поставленных перед ними заданий, проявляют свойства самоорганизации, присущие объектам кибернетического типа. Именно поэтому в поведении экономических объектов сочетаются статические свойства, обусловленные повторяемостью стереотипов хозяйственных ситуаций, и динамические, обусловленные возникновением не-

стандартных ситуаций, в которых наиболее отчетливо проявляется обратная связь — адаптивная реакция объекта на изменение условий хозяйственной деятельности.

В картине статистического поведения объекта, даваемой функциями распределения вероятностей, эти свойства должны отразиться наличием факторов статики и динамики. Использование в этом случае традиционных функций распределения вероятностей Гаусса, Вейбула, Фишера, Стьюдента и др. становится неэффективным, так как снижает достоверность обрабатываемой экономической информации.

Фактор динамики в распределении вероятностей получает выражение в сдвиге «центра сгущения» вероятностей, асимметрии, появлении дополнительных «метастабильных» «центров сгущения» вероятностей, вследствие реакции объекта на изменение условий хозяйственной деятельности.

Эти особенности поведения экономических объектов предъявляют новые, дополнительные требования к моделированию функций распределения вероятностей. Поэтому мы предлагаем специальные функции распределения с расширенным набором параметров.

Примером могут служить функции, приведенные в работе [2] и имеющие вид:

$$f(x; \bar{x}; \sigma_x; \alpha_i; \gamma_i; k) = \begin{cases} A_0 \exp \left\{ - \sum_{i=1}^l \alpha_i \left( \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x} \right)^{\gamma_i} \right\}, & \text{при } k = 0; \\ A_k \left| \frac{d^k}{dx^k} \exp \left\{ - \sum_{i=1}^l \alpha_i \left( \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x} \right)^{\gamma_i} \right\} \right|, & \text{при } k = 1, 2, 3 \dots, \end{cases} \quad (1)$$

где  $A_0$  и  $A_k$  — нормировочные константы;  
 $\bar{x}$ ,  $\sigma_x$ ,  $\alpha_i$ ,  $\gamma_i$ ,  $k$  — параметры функций.

Однако непосредственное использование выражения общего вида (1) на практике наталкивается на трудности экспериментальной оценки его параметров. В этой связи для упрощения процедур оценки параметров мы предлагаем из семейства, описываемого формулой (1), выделить подсемейство функций распределения, имеющих вид:

$$f(x; \bar{x}; \sigma_x; a; b; m; k) = \begin{cases} A_0 \exp \left\{ - a \left( \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x} \right) - \frac{1}{b} \left( \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x} \right)^{2m} \right\}, & \text{при } k = 0; \\ A_k \left| \frac{d^k}{dx^k} \exp \left\{ - a \left( \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x} \right) - \frac{1}{b} \left( \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x} \right)^{2m} \right\} \right|, & \text{при } k = 1, 2, 3 \dots, \end{cases} \quad (2)$$

Здесь  $A_0$ ,  $A_k$  — нормировочные константы для соответствующих типов функций, определяемые из условий:

$$\int_0^{\infty} f(x; \bar{x}; \sigma_x; a; b; m; k) dx = 1, \text{ при } k = 0, 1, 2 \dots, \quad (3)$$

где  $x$ ,  $\bar{x}$  — соответственно случайная величина и ее математическое ожидание;  
 $\sigma_x$  — среднее квадратичное отклонение случайной величины;  
 $a$  — параметр тренда, принимающий значения:  $a = 0$  для стационарного процесса;  $a < 0$  — для процессов с тенденцией к росту;  $a > 0$  — для процессов с тенденцией к спаду;

- $k$  — параметр типа стабильности функции, принимающий значения:  $k = 0$  — для стационарных и «медленных» процессов;  $k = 1, 2, 3 \dots$  — для «быстрых» процессов, резко меняющих характер хозяйственных ситуаций;
- $b$  — параметр крутости, характеризующий крутость, масштаб симметричной колоколообразной формы распределения, соответствующей стационарному распределению случайных величин (принимает значения:  $b > 0$  — для стационарных и «медленных» процессов,  $b > 0$  или  $b = \infty$  — для неравновесных, нестационарных процессов);
- $m$  — параметр степени «центра сгущения» (влияет, как и параметр  $b$ , на крутость формы функции распределения).

Параметры тренда и типа стабильности позволяют учитывать в статистическом поведении экономических показателей «медленную» и «быструю» составляющие фактора динамики. Если «медленная» составляющая фактора динамики в функции распределения учитывает тренд экономических показателей, то «быстрая» — резкое изменение хозяйственных условий и реакцию объекта на это изменение.

Учитывая специфические свойства функций распределения рассмотренного типа, определяем последовательность операций при оценке статистических параметров:

- 1) формируют таблицу наименований показателей и их значений на основании отчетных данных экономического объекта за ряд лет;
- 2) делают оценку параметров математического ожидания и среднего квадратичного отклонения;
- 3) устанавливают границы интервала значений для выбранных показателей;
- 4) значения показателей группируют по подынтервалам; для каждого подынтервала определяют экспериментальные вероятности, которые наносят на гистограммы;
- 5) проверяют на несмещенность оценки математического ожидания;
- 6) находят отношения оценок центральных моментов второго, третьего и четвертого порядков к соответствующим второй, третьей и четвертой степеням среднего квадратичного отклонения;
- 7) на основе анализа формы распределения экспериментальных вероятностей, изображенной на гистограммах (одновершинная, скошенная, двухвершинная и т. п.) оценивают параметр типа стабильности;
- 8) на основе формы распределения экспериментальных вероятностей и анализа величины отношения центрального момента четвертого порядка к четвертой степени среднего квадратичного отклонения оценивают параметр  $m$  — степень «центра сгущения»;
- 9) с помощью метода моментов оценивают параметры  $a$  — тренда и  $b$  — крутости; при этом решают систему уравнений с двумя неизвестными, в которой оценки центральных моментов второго и третьего порядков приравнены к соответствующим моментам, рассчитанным на базе теоретических функций распределения типа (2);
- 10) проверяют статистическую гипотезу о согласии теоретической функции распределения с экспериментальным распределением вероятностей.

Операция 10 может выполняться на основе различных критериев согласия (Пирсона, Ястремского и др.), приводимых в работе [4].

В дополнение к этим критериям мы предлагаем критерий  $\chi_{\mu}^2$ , который учитывает отмеченные специфические особенности эксперименталь-

ных распределений вероятностей событий, происходящих в экономических системах. Этот критерий имеет вид

$$\chi_{\mu}^2 = \frac{1}{T+1} \left[ \frac{\sum_{t=0}^T \left( \frac{\Delta \mu_t}{\sigma_x^t} \right)^2}{\sum_{t=0}^T \left( \frac{\mu_t^{\text{теор}}}{\sigma_x^t} \right)^2} \right] \sum_{j=1}^J \left( 1 - \frac{P_j^{\text{экс}}}{P_j^{\text{теор}}} \right)^2, \text{ при } t = \overline{0, T}; j = \overline{1, J}, \quad (4)$$

где  $\Delta \mu_t = \mu_t^{\text{теор}} - \mu_t^{\text{экс}}$ ;

$\mu_t^{\text{теор}}$  и  $\mu_t^{\text{экс}}$  — начальные моменты  $t$ -го порядка для теоретического  $P_j^{\text{теор}}$  и экспериментального  $P_j^{\text{экс}}$  распределения вероятностей;  
 $j$  — номер подынтервала выборки.

Данная методика была апробирована на реальных данных по 18 экономическим показателям, характеризующим промышленность Минлесхоза РСФСР за период с 1974 г. по 1982 г.\* на двух различных уровнях управления — министерства в целом и региональном (на примере Архангельского управления лесного хозяйства). К числу этих показателей относятся: 1 — производственная мощность по вывозке древесины; 2 — мощность по производству пиломатериалов; 3 — объем вывозки древесины; 4 — объем вывозки лесоматериалов круглых; 5 — коэффициент выхода деловой древесины; 6 — коэффициент выхода лесоматериалов круглых; 7 — производство пиломатериалов; 8 — поставка деловой древесины; 9 — поставка пиломатериалов; 10 — комплексная механизация работ на нижних складах и лесовозных дорогах; 11 — производительность труда; 12 — коэффициент использования рабочего времени; 13 — ввод в действие основных фондов; 14 — капитальные вложения; 15 — балансовая прибыль; 16 — использование фонда развития производства; 17 — использование фонда материального поощрения; 18 — затраты на 1 р. товарной продукции.

По совокупности показателей 1—18 получен показатель 19 — комплексная результативность (КР), расчетные формулы для которого приведены в работе [1], а результаты оценки за период с 1975 г. по 1982 г. — в работе [3].

Как показал анализ гистограмм, построенных при выполнении операции 4, экспериментальные распределения вероятностей отдельных показателей имеют не одну, а две вершины, что подтверждает выдвинутую нами статистическую гипотезу относительно обоснованности выбора теоретических функций распределения, общий вид которых определен выражением (2). Так, в статистическом поведении показателей Архангельского управления лесного хозяйства, описываемом гистограммами экспериментальных распределений вероятностей событий, наблюдается как одновершинность — для показателей 1—6 и 8—11, так и двухвершинность — для показателей 12, 13, 16, 17, 19. Для Минлесхоза РСФСР одновершинные экспериментальные распределения вероятностей имеют показатели 1, 5—9, 11, 15, 19, а двухвершинные — показатели 2—4, 10, 12—14, 16—18.

Двухвершинность показателей на гистограммах — следствие резкого ухудшения хозяйственных условий деятельности отрасли в период 1975—1981 гг. в результате понижения в 1975 г. оптовых цен на ее про-

\* Основные показатели выполнения плана: Отчеты за 1974—1982 гг./ ПЭУ Минлесхоза РСФСР.

дукцию, а также повышения цен на бензин и прочие материалы, потребляемые промышленностью Минлесхоза РСФСР.

Полученные оценки параметров лежат в широком диапазоне значений. Так, параметр крутости изменяется от 0,99 до 2,41; тренда — от  $1,42775 \cdot 10^{-4}$  до  $4,37723 \cdot 10^{-2}$ ; стабильности типа функции — от 0 до 2; среднего квадратичного отклонения — от 1,28 до 47510,4; математического ожидания — от 11,62 до 266 508,2.

Этот широкий диапазон значений показателей отражает индивидуальные особенности поведения каждого из указанных объектов. Применение традиционных функций распределения, например функции нормального распределения, не позволило бы учесть эти индивидуальные особенности поведения экономических объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Подшивалов Г. К. Методика измерения комплексной оценки производственно-хозяйственной деятельности предприятий, объединений и отрасли в целом.— В кн.: Экономика лесного хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленности. М., 1983. (Науч. тр./ МЛТИ; Вып. 155). [2]. Подшивалов Г. К. Расчетные формулы планового показателя комплексной результативности на основе моделей статистических функций распределения и вероятностной оценки функций риска и эластичности при принятии хозяйственных решений.— В кн.: Экономика лесного хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленности. М., 1983. (Науч. тр./ МЛТИ; Вып. 155). [3]. Подшивалов Г. К. Оценка показателя комплексной результативности на основе практики планирования промышленной деятельности Минлесхоза РСФСР.— В кн.: Экономика лесного хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленности. М., 1984, (Науч. тр./ МЛТИ; Вып. 162). [4]. Яноши Л. Теория и практика обработки измерений.— М.: Мир, 1968.

Поступила 5 декабря 1984 г.

УДК 674.093.003

### АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ

В. И. БЫЗОВ, П. М. МАЗУРКИН

Марийский политехнический институт

Надежность и качество эргатических систем [4], какими являются цеха деревообработки, во многом влияют на повышение производительности — важнейшего фактора эффективности производства [7]. На основе анализа существующих на предприятии потоков производственной информации [2] с использованием эвристических методов [3, 5] и методов статистических исследований [6] нами разработаны эмпирические экономико-математические модели (ЭММ) производительности двух цехов Лузского ЛПК Кировской области. При этом каждый цех рассматривали как целостную систему [1], внутри которой имеется вполне достоверная производственная информация.

Для поиска коэффициентов регрессионной модели были приняты результаты 148 смен функционирования цехов: 1) восьмирамного цеха с четырьмя потоками и лесорамами — 2Р75-1 + 2Р75-2; РД-50-30 + РД-50-3; 2Р75-1 + РД-75-7; 2Р75-1 + РД-75-7; 2) двухпоточного цеха круглопильных бревнопильных станков с модернизированными брусующими станками Т-92 и распиливающими брус вразвал станками Т-94.

Для разработки ЭММ первоначально учитывали влияние следующих 13 факторов:  $x_1$  — номер квартала в году;  $x_2$  — номер месяца в квартале;  $x_3$  — номер недели в месяце;  $x_4$  — номер рабочего дня в неделе;  $x_5$  — номер смены;  $x_6$  — время полезной работы, рамо-минуты (станко-минуты);  $x_7$  — средний диаметр бревен, см;  $x_8$  — средняя длина бревна, м;  $x_9$  — число распиливаемых бревен, шт.;  $x_{10}$  — содержание дров

осины и березы в пиловочнике, %;  $x_{11}$  — общий выход пиломатериалов, %;  $x_{12}$  — выход экспортных пиломатериалов (из общего объема), %;  $x_{13}$  — среднеемесячное выполнение норм выработки по цеху (рамному), %.

Производительность цеха по распилу сырья в смену  $P_{см}$  и ее факторы изменялись в пределах, указанных в табл. 1.

Таблица 1  
Экстремальные значения элементов ЭММ

Элемент ЭММ	Рамный цех		Цех круглопильных станков	
	Минимум	Максимум	Минимум	Максимум
$P_{см}$	560,49	902,9	140,36	481,07
$x_1$	1	4	1	4
$x_2$	1	3	1	3
$x_3$	1	5	1	5
$x_4$	1	6	1	6
$x_5$	1	2	1	2
$x_6$	2476	3672	508	912
$x_7$	20,3	27,0	14,7	16,4
$x_8$	4,0	5,69	4,0	5,58
$x_9$	1710	3460	1712	4186
$x_{10}$	1,0	85,4	0,84	61,77
$x_{11}$	49,5	65,8	50,58	69,35
$x_{12}$	1,3	54,1	0	48,74
$x_{13}$	98,2	111,3	—	—

Для рамного цеха получена ЭММ следующего вида:

$$P_{см} = 54,34 + 3,7203x_1 + 1,4179x_2 - 2,490x_4 + 0,1684x_6 + 0,04645x_9, \quad (1)$$

для которой статистические показатели сходимости приведены в табл. 2 (по номеру формулы).

Таблица 2  
Показатели сходимости моделей с экспериментальными данными

Номер формулы	$P_{см,ср}$ м <sup>3</sup> /см	$\sigma$ м <sup>3</sup> /см	$V$ %	$P$ %
1	732,73	65,62	8,91	0,75
2	2940	540,1	19,6	1,61
3, 4	—	21,2	5,34	0,44
5	400,54	21,0	5,26	0,43

Примечание. 1. Формулы (3) и (4) учтены совместно. 2. Условные обозначения:  $P_{см,ср}$  — среднесменная производительность;  $\sigma$  — среднее квадратичное отклонение;  $V$  — показатель изменчивости;  $P$  — показатель точности.

По уравнению (1) фактор  $x_9$  оказался обобщающим, зависящим от других факторов (косвенно отражает конструктивную производительность технической системы). После эвристического регрессионного анализа получена модель числа распиливаемых бревен

$$x_9 = 716,50 (0,03219x_7^{2,0982} - 1) (1 - 0,7178x_8^{-0,00181}) \times \\ \times [1 - 0,3110 \exp(-0,01436x_{10})] [1 - 1,9385 \exp(-0,03966x_{11})] \times \\ \times [1 - 0,2557 \exp(-0,2454x_{12})]. \quad (2)$$

В уравнении (2) все точки оказались значимыми, однако показатель изменчивости достаточно высок. Поэтому уравнения (1) и (2) не объединяли.

Большая точность ЭММ достигнута при описании функционирования цеха круглопильных станков. Получены модели

$$P_{см} = 15,67 + 9,6111x_1 + 1,6558x_1^2 - 35,27x_2 + 10,62x_2^2 - 9,7442x_4 + 1,5427x_4^2 - 1,9966x_5 - 8,6914x_6^{0,1554} + 40,48x_8 + 0,06714x_9; \quad (3)$$

$$x_0 = 1770,6 + 19,97x_5 + 0,14811x_6^{1,3827} + 4,3602x_7^{0,01743} - 0,2550x_8 - 4,3629 \exp(0,07132x_{10}) + 2,1562x_{11}^{1,2258} - 540,28 \exp(-0,3732x_{12}). \quad (4)$$

После объединения и коррекции числа наблюдений получена общая ЭММ производительности цеха круглопильных станков

$$P_{см} = 136,49 - 0,42x_1 + 1,1935x_1^2 - 26,8346x_2 + 6,2750x_2^2 - 4,9849x_4 + 0,7244x_4^2 + 0,5246x_5 - 2,9849x_6^{0,2288} + 0,0160x_6^{1,3783} + 35,238x_8 - 1,0513 \exp(0,0715x_{10}) - 1,0664x_{11}^{0,5280} - 62,887 \exp(-0,07155x_{12}). \quad (5)$$

Для коррекции числа наблюдений производили статистический анализ отклонений  $\Delta$ , вычисленных по формуле:

$$\Delta = 100 (P_{см} - P_{ф}) / P_{ф}, \quad (6)$$

где  $P_{ф}$  — фактическое значение сменной производительности. В соответствии с данными табл. 3 отклонения соответствуют закону нормального распределения.

Таблица 3

Данные статистического анализа отклонений теоретических и фактических значений производительности

Но- мер фор- мулы	Чис- ло точек	Статистические показатели			Показатель нормального распределения					
		$\sigma$ %	$V$ %	$P$ %	$a$	$m_a$	$K_a$	$e$	$m_e$	$K_e$
Рамный цех										
—	148*	11,89	23,2	1,91	0,73	0,28	0,59	1,47	0,57	1,91
—	140**	9,68	19,4	1,64	0,13	0,26	0,61	0,13	0,53	1,96
1	140	9,10	17,9	1,51	0,26	0,26	0,61	0,42	0,51	1,96
Цех круглопильных станков										
—	148*	5,42	10,82	0,89	0,70	0,19	0,60	—	0,38	1,92
5	147	5,91	11,75	0,97	0,99	0,20	0,60	1,85	0,40	1,93

Примечание. \* — до коррекции числа наблюдений; \*\* — до поиска регрессионных коэффициентов на ЭВМ и коррекции числа наблюдений;  $a$  — асимметрия нормального распределения;  $e$  — эксцесс нормального распределения;  $m_a$ ,  $m_e$  — ошибки асимметрии и эксцесса;  $K_a$ ,  $K_e$  — критерии согласия асимметрии и эксцесса.

После статистического анализа в модели (1) восемь точек оказались за пределами доверительного интервала. Как правило, это дни выдачи зарплаты, долгих простоев (неточно учитываются), отсутствия сырья. Производительность цеха в такие «особые» смены резко снижается.

Анализ показывает, что при общей конструкции исходной ЭММ конечный вид моделей различен. Например, для рамного цеха по моделям (1) и (2) вообще незначимыми оказались факторы  $x_3$ ,  $x_5$ ,  $x_{13}$ . Это

означает, что рамный цех работает ритмично по неделям каждого месяца, а производительность по сменам значимо не различается.

Согласно исследованиям [1, 2], необходима текущая информация о ходе выполнения сменного задания рабочими бригады, одновременный вывод на световое табло суммы общего заработка и объема распиленного сырья.

По цеху круглопильных станков малозначимы факторы  $x_3$  и  $x_7$ . Интервал изменения  $x_7$  оказался незначительным.

Таблица 4

Значимость факторов,  
влияющих на производительность лесопильных цехов

Фактор	$\Pi_{i \min}$ м <sup>3</sup> /см	$\Pi_{i \max}$ м <sup>3</sup> /см	$\alpha_i$ %	$\beta'_i$ %	$\beta''_i$ %
Рамный цех, ЭММ по формуле (1)					
$x_1$	3,72	14,88	1,31	0,66	1,75
$x_2$	1,42	4,25	0,33	0,25	0,50
$x_4$	14,94	2,49	1,46	2,67	0,28
$x_6$	416,96	618,36	23,69	74,39	72,74
$x_9$	79,43	160,72	9,56	14,17	18,90
$a_0$	54,34	54,34	0	7,86	5,83
Цех круглопильных станков, ЭММ по формуле (5)					
$x_1$	-0,037	11,42	2,40	-0,024	2,39
$x_2$	-28,70	-20,56	1,70	-18,62	-4,30
$x_4$	-8,58	-3,83	0,99	-5,56	-0,80
$x_5$	0,525	1,049	0,11	0,34	0,22
$x_6$	73,41	168,21	19,84	47,62	35,20
$x_8$	140,95	196,63	11,65	91,41	41,14
$x_{10}$	-87,06	-1,116	17,98	-56,47	-0,24
$x_{11}$	-10,0	-8,47	0,32	-6,49	-1,77
$x_{12}$	-62,89	-1,923	12,76	-40,79	-0,40
$a_0$	136,49	136,49	0	88,53	28,56

Для выработки конкретных мероприятий необходимо определить значимость  $\alpha$  каждого фактора (табл. 4), определяемого по формуле:

$$\alpha_i = 100 (\Pi_{i \max} - \Pi_{i \min}) / \Pi_{\text{см. max}}, \quad (7)$$

где  $i$  — номер фактора;

$\Pi_i$  — экстремальные значения вклада каждого фактора по ЭММ;

$\Pi_{\text{см. max}}$  — максимальное значение по ЭММ.

Абсолютное влияние факторов определили из соотношений

$$\beta'_i = 100 (\Pi_{i \min} / \Pi_{\text{см. min}}); \quad \beta''_i = 100 (\Pi_{i \max} / \Pi_{\text{см. max}}). \quad (8)$$

Если теоретические значения  $\Pi_{\text{см. min}}$  и  $\Pi_{\text{см. max}}$  выходят за пределы фактических значений (табл. 1), то для расчетов  $\alpha_i$ ,  $\beta'_i$ ,  $\beta''_i$  принимают фактические экстремальные значения  $\Pi_{\text{см.}}$ . Для рамного цеха:  $\Pi_{\text{см. min}} = 560,49$ ;  $\Pi_{\text{см. max}} = 850,07$  м<sup>3</sup>/см; для цеха круглопильных станков — 154,17 и 477,9 м<sup>3</sup>/см.

Экстремальные теоретические значения  $\Pi_{\text{см}}$  для цеха круглопильных станков находятся внутри интервала фактических значений. Модель по формуле (5) имеет очень высокую адекватность с исходной производственной информацией.

Из табл. 4 видно, что для реального цеха наиболее значимо влияние времени полезной работы ( $x_6$ ), что составляет 72—75 % от общей



производительности. Состояние оборудования и его обслуживания ( $x_9$ ) влияет в пределах 14—19 %. Инерция производства ( $a_0$ ) влияет на 6—8 %.

Для цеха круглопильных станков наиболее значимы факторы  $x_6$ ,  $x_8$ ,  $x_{10}$  и  $x_{12}$ . Факторы  $x_{10}$ ,  $x_{11}$ ,  $x_{12}$  в совокупности характеризуют качество сырья. Если сырье хорошего качества, относительное влияние этих факторов незначительно и составляет всего 2,4 %. Для дальнейшего увеличения производительности целесообразно, по-видимому, ввести подсортировку сырья по отдельным потокам цеха круглопильных станков. Наибольшее положительное влияние оказывают время полезной работы ( $x_6$ ) и средняя длина распиливаемых бревен ( $x_8$ ). Фактор  $x_8$  косвенно отражает необходимость подачи бревен без межторцевых разрывов.

Значительные резервы повышения производительности работы (по равному цеху на 16 % и цеху круглопильных станков на 35,2 %) лежат в снижении потерь рабочего времени, в совершенствовании ритмичности поставок сырья с их подсортировкой, технологической дисциплины, а также обеспечении оперативной информации о результатах трудовой деятельности коллективов цехов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бызов В. И., Мазуркин П. М. Системный анализ надежности лесопильного производства.— В кн.: Технология и оборудование деревообрабатывающих производств.— Л.: ЛТА, 1981, с. 4—8. (Межвуз. сб. науч. тр.; Вып. 10). [2]. Бызов В. И., Мазуркин П. М. Пути совершенствования информационного обеспечения лесопильного производства.— В кн.: Технология и оборудование деревообрабатывающих производств.— Л.: ЛТА, 1981, с. 33—36. (Межвуз. сб. науч. тр.; Вып. 10). [3]. Бызов В. И., Мазуркин П. М. Резервы производительности оборудования лесопильно-деревообрабатывающих цехов.— *Деревообраб. пром-сть*, 1985, № 1, с. 19—20. [4]. Губинский А. И. Надежность и качество функционирования эргатических систем.— Л.: Наука, 1982.— 270 с. [5]. Мазуркин П. М., Рейнфельдт Е. Б. Анализ производительности работы раскрывочной установки типа ПЛХ-ЗАС (ЛО-15С).— *Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн.*, 1984, № 3, с. 49—52. [6]. Пасхавер И. С., Яблочник А. Л. *Общая теория статистики*.— М.: Финансы и статистика, 1983.— 432 с. [7]. *Производительность труда — важнейший фактор повышения эффективности производства*/ Под ред. П. А. Хромова.— М.: Наука, 1982.— 360 с.

Поступила 29 октября 1984 г.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630\*116.64

ОЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ  
ИЗУЧЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ  
В СТЕПЯХ УКРАИНЫ

Л. Т. УСТИНОВСКАЯ

Украинская сельскохозяйственная академия

Данные предложения основываются на результатах многолетних (с 1944 г. по плану УкрНИИЛХа) исследований в натуре существующих лесонасаждений в девяти степных областях Украины. Преобладало мнение о невозможности успешного выращивания леса в степи, что находило отражение в литературе и в рекомендациях производству. На десятках тысяч гектаров еще существовали порослевые многократной генерации, чистые бесподлесочные, рано усыхающие степные лесокультуры. Первые посадки древесно-кустарникового и древесно-теневого типов, созданные по более совершенным способам докучаевского периода, достигли к тому времени только 50-летнего возраста. Сохранившиеся лесонасаждения более ранних периодов были представлены лишь отдельными участками, куртинами и деревьями.

Исследования мы проводили по почвенно-климатическим районам — обыкновенных черноземов, переходных к южным, южных черноземов и темно-каштановых почв; в их пределах по условиям местопроизрастания — водораздельным плато, склонам балок и тальвегам, долинам рек и другим подразделениям. Охвачены были лесонасаждения различного породного состава, заложенные разными способами — садоводственным, Барка, нормальным, древесно-кустарниковым, древесно-теневым и др.

В настоящее время леса создают на не пригодных для сельского хозяйства землях, в зеленых зонах городов и поселков, по берегам рек и водохранилищ, на ирригационных системах и рекультивируемых промышленных выработках, на пастбищах и специальных плантациях; продолжается закладка полезащитных лесных полос на колхозных и совхозных землях. Очень важно, чтобы при закладке новых лесов с той или иной основной целью было обеспечено широкое комплексное их использование. Эти леса должны не только улучшать ветровой и водный режим, повышать урожайность и общую продуктивность сельского хозяйства, но и давать дефицитную древесину, другие виды лесной продукции, обогащать ландшафты и служить санитарно-гигиеническим и рекреационным целям.

Успешному созданию именно таких степных лесонасаждений помогает изучение и обобщение опыта степного лесоразведения, прошедшего испытание временем и дающего возможность решать многие вопросы технологии выращивания наиболее эффективных лесонасаждений и ведения в них комплексного лесного хозяйства.

Несмотря на большие капиталовложения на лесоразведение в степи, отмечается недостаточная изученность объективных показателей и закономерностей формирования, роста и эффективности степных лесонасаждений в зависимости от условий местопроизрастания, используемых древесных пород и способов выращивания лесонасаждений. Этим в основном можно объяснить наличие нерешенных вопросов степного лесоразведения в подборе пород по условиям местопроизрастания, принципах формирования насаждений (чистых или смешанных), их устойчивости, продуктивности и долговечности, лесопользования и лесовосстановления. Недоучет отмечаемых особенностей при проектировании и выращивании лесонасаждений приводит к неполному использованию природных ресурсов и возможностей степного лесоразведения.

Проведенные исследования, опубликование их результатов [1, 2] и стоящие перед степным лесоразведением задачи выдвигают необходимость первоочередного изучения ряда проблем.

*Биогеоэкологические исследования типов леса,  
сформировавшихся при степном лесоразведении*

Краткая характеристика типов леса, выявленных в степных лесонасаждениях Украины в районах обыкновенных черноземов (18 типов), в районах южных черноземов (13 типов) и в долинах малых рек (13 типов) приведена в работе [1, с. 172—177]. Основными из них (для биогеоэкологического изучения в первую очередь) можно считать следующие фактически сформировавшиеся биоэкологические ассоциации — типы

леса на водораздельных плато обыкновенных черноземов: кустарниково-дубовый, кле-новоостролистно-дубовый, грабово-дубовый, липово-дубовый, каштаново-дубовый. На плато южных черноземов при низком уровне грунтовой воды — кустарниково-дубовый, кустарниково-гледичиевый, кустарниково-дубово-гледичиевый.

### *Разработка вопросов лесопользования*

Установлено, что продуктивность степных лесонасаждений довольно высока. Это можно сказать даже о посадках на плато и пологих склонах водоразделов с уровнем грунтовой воды на недоступной для корней глубине при наличии импермацидного горизонта, высокого горизонта вскипания и белоглазки. Дубовые насаждения, заложенные здесь соответственно условиям местопроизрастания по древесно-кустарниковому и тенивому типам, растут на обыкновенных суглинистых черноземах по II классу бонитета с переходом после 90—100 лет к III классу бонитета; на черноземах переходных к южным — по II классу с понижением до III после 25 лет; на плато тяжелосуглинистых южных черноземов — по III; на темно-каштановых почвах — по IV классу бонитета. При этом не исключается возможность повышения продуктивности древостоев в результате интенсификации хозяйства.

По оценке реализуемой древесины (от рубок промежуточного и главного пользования) согласно действующему прејскуранту 07—08, за вычетом себестоимости, чистый среднегодовой доход с 1 га 50—80-летних насаждений дуба на плато составляет 75 р. А 50-летние дубовые древостои по дну балок и нижним частям склонов, произрастающие по Ia классу бонитета при среднем приросте 7 м<sup>3</sup>/га, дают среднегодовой доход 120 р. на 1 га.

Определение продуктивности дубовых насаждений в долинах малых рек показывает, что и в 100-летнем возрасте ценность насаждений возрастает в результате накопления массы крупномерных сортиментов.

Учитывая эти данные, наличие великовозрастных насаждений в отдельных массивах и значительных площадей 70—80-летних посадок, необходимо разработать способы промежуточного и главного пользования в степных лесхозах.

### *Разработка способов лесовозобновления степных лесонасаждений*

Необходимость разрешения вопросов лесовозобновления возникает в связи с проблемой лесопользования. При ведении высокоствольного хозяйства, обеспечивающего получение не только высокотоварных сортиментов леса, но и наибольшего мелиоративного воздействия древостоев на окружающую среду, лесовозобновление может осуществляться обычным путем после раскорчевки лесосеки или посевом и посадкой леса в междурядьях, с механизацией лесовозобновительных работ.

В низкоствольном хозяйстве наиболее целесообразно получение лишь одного — первого порослевого возобновления (в расчете на быстроту роста поросли и высокорослость древостоя) с дальнейшим искусственным лесовозобновлением после главной рубки лишь одного порослевого поколения.

Возможны и иные подходы и решения, вплоть до ведения выборочных рубок в той или иной форме.

Требуется разработка также проблема закладки опытных и опытно-производственных лесных культур при создании степных лесонасаждений в зеленых зонах городов, поселков и на не пригодных для сельского хозяйства землях.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Устиновская Л. Т. Степное лесоразведение. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 288 с. [2]. Устиновская Л. Т. Из опыта защитного степного лесоразведения. — Лесн. хоз-во, 1983, № 6, с. 24—27.

УДК 630\*232.311 : 630\*422.11

## ВЛИЯНИЕ ЗАМОРОЗКОВ НА ТОЧНОСТЬ ПРОГНОЗА УРОЖАЯ СЕМЯН ЕЛИ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А. И. БАРАБИН

Архангельский лесотехнический институт

Прогноз урожая семян ели по количеству заложённых с осени генеративных органов будет достаточно точным лишь при отсутствии заморозков во время цветения. Потери урожая шишек, обусловленные отмиранием репродуктивных почек в осенний период до наступления морозов, за последние 10 лет не превышали в Архангельской области 5—7 % и только в 1968 г. составили более 24 % [2]. У пихты подобные поражения могут достигать 74 % [8, 9]. В зимний период почки ели не повреждаются [11].

Вопрос о поражении женских стробиллов ели весенними заморозками требует доработки, ибо литературные данные очень разноречивы. Н. П. Кобранов [5], А. А. Молчанов [6], Т. П. Некрасова — по пихте [8] утверждают, что весенними заморозками побивается 8—20 % потенциального урожая. В. И. Долголиков [4] приводит по плантации ели значительно большую цифру — 52,1 %, хотя там же отмечает, что процент усыхания женских стробиллов у взрослых елей невелик. С. П. Усков [10] даёт для небольшого урожая ели очень большие потери «соцветий» от весенних заморозков — 60 % и более. Интересно, что до и после цветения ели генеративные органы — семяпочки закрыты и не подвержены заморозкам [7].

Следовательно, составление прогноза на урожай семян ели будущего года по почкам [1] будет точным лишь при отсутствии заморозков от начала сброса почечных чешуй и до образования молодых шишечек. По нашим исследованиям за последние годы (в 1966, 1972, 1974, 1979 гг. ель не цвела), фенофазы, предшествующие образованию шишек ели в Архангельской области датируются следующими числами: начало роста женских почек — 13—18 мая; освобождение стробиллов от почечных чешуй — 19—22 мая; готовность стробиллов к приёму пыльцы — 23 мая — 5 июня; пыление — 6—11 июня; начало закрытия чешуй — 12—15 июня.

Таким образом, поражение стробиллов морозами в Архангельской области опасно в период с 15 мая по 15 июня. Кроме этого, важно знать, какова опасность побивания стробиллов заморозками различной силы (табл. 1).

Таблица 1

Поражённость женских стробиллов от начала их распускания до образования молодых шишечек

Год наблюдения	Балл по Калперу	Число просмотренных стробиллов	Процент усохших стробиллов	Место наблюдения	Минимальная температура в это время, °С
1965	5	119	24,4	Свободно стоящие деревья	—3
1968	3	2624 1251	6,9 31,8	Насаждение Свободно стоящие деревья	—3,6
1973	5	1349 819	1,4 12,4	Насаждение Свободно стоящие деревья	—2

Из табл. 1 следует, что небольшие заморозки во время цветения при обильном и хорошем семеношении мало влияют на урожай в насаждениях. У свободно стоящих деревьев потери могут достигать больших величин — четверти и даже трети заложённого урожая.

Нами были учтены дни с заморозками в период с 15 мая по 15 июня за 1946—1971 гг. Несмотря на прочно установившееся мнение о побывании большого числа женских стробилей весенними заморозками, заложившийся с осени 1964 г. обильный урожай оказался действительно наибольшим, хотя сумма заморозков во второй половине мая 1965 г. была самой большой за все просмотренные годы по всем метеостанциям Архангельской области. Подобная картина зафиксирована нами и в урожайный 1973 г. с некоторым уменьшением суммы минимальных температур. Понижения температуры перед цветением ели для урожайных 1933 и 1937 гг. отмечены и в работе А. А. Молчанова, И. Ф. Преображенского [7]. Видимо, для сохранности обильного урожая при относительно теплой зиме перед раскрытием почек необходимо воздействие на них более сильных заморозков [3].

Группировка метеоданных показала, что морозы во второй половине мая и первой половине июня колеблются в незначительных пределах и в основном не превышают  $-10^{\circ}\text{C}$  за исключением Мезенского района. При этом наиболее затяжные заморозки почти всегда наблюдаются с 21 по 26 мая. В первой половине июня заморозки по всем метеостанциям (за исключением островов Белого моря) не превышают  $-5^{\circ}\text{C}$ , а после 15 июня их, как правило, вовсе не бывает.

Исходя из наших материалов и опираясь на данные А. А. Молчанова, И. Ф. Преображенского [7], можно сделать вывод о побывании женских стробилей заморозками во время цветения (табл. 2).

Группировка метеоданных (табл. 3) позволяет судить о достоверной сохранности обильного урожая ели. Так, в I—II группах пунктов в течение 10 лет заморозки возможны лишь в один-два года, а потери урожая могут достигать 7%. В XII пункте заморозки возможны 9 раз в десятилетие, причем, как правило, будет побываться 15%

Таблица 2

Ориентировочные потери урожая семян ели от весенних заморозков в ельниках-черничниках

Балл по Капперу	Процент побитых морозом женских стробилей при $t^{\circ}\text{C}$	
	от $-1$ до $-3,9$	от $-4$ до $-6$
5	7	15
4	9	17
3	12	19
2	32	49
1	58	75

- Условные знаки**
- Граница области
  - Граница районов
- Районы по достоверности прогнозов (%)**
- I - 0-10
  - II - 20-30
  - III - 40-50
  - IV - 60-70
  - V - 80-90

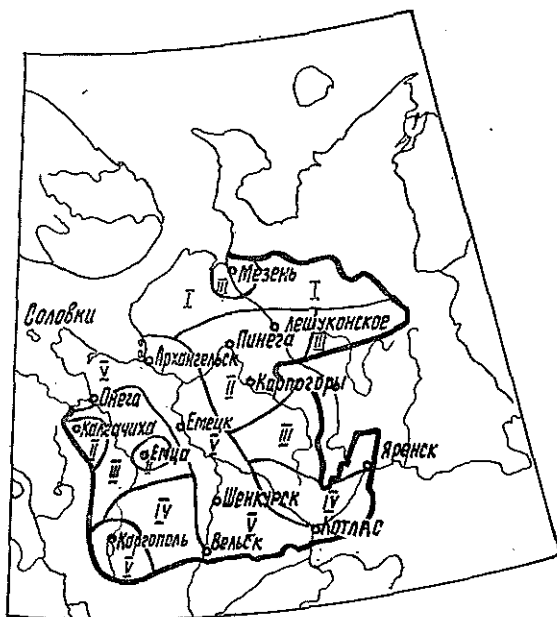


Схема районов Архангельской области с различной вероятностью прогнозирования урожаев семян ели.

урожая и более. Естественно, с уменьшением балла урожая по прогнозу его пораженность будет соответствовать данным табл. 2. При балле урожая 1 повторяющиеся заморозки могут полностью побить женские стробилы. То же самое может быть с урожаем в 2 балла по Капперу при повторяющихся заморозках силой  $-5^{\circ}\text{C}$ .

На основании данных табл. 3 составлена схема районирования Архангельской области по достоверности прогнозирования урожаев семян ели (см. рис.). Наиболее вы-

Таблица 3

Достоверность сохранности обильного урожая семян ели  
от весенних заморозков в различных пунктах Архангельской области

Группа пунктов	Метеостанция	Достоверность сохранности урожая			Район области
		100 %	с пораженным соцветиями, %		
			7	15	
I	Двинской Березник, Северодвинск, Каргополь, Емецк, Соловки	90	10	—	Виноградовский, Северодвинский, Каргопольский, Емецкий, Соловецкие острова
II	Котлас, Шенкурск, Шангалы, Соломбала, Холмогоры, Онега	80	20	—	Котласский, Шенкурский, Устьянский, Соломбальский, Холмогорский, Онежский (центр)
III	Вилегодская, Вельск, Слободничково, Няндама	70	30	—	Вилегодский, Вельский, Ленский (юг), Няндомский
IV	Верхняя Тойма, Красноборск	60	40	—	Верхне-Тоемский (центр), Красноборский
V	Коноша	50	30	20	Коношский
VI	Турчасово, Яренск, Холмогорская	50	50	—	Плесецкий (запад), Ленский (север), Плесецкий (север)
VII	Окуловская	50	—	50	Верхне-Тоемский (север)
VIII	Конево, Сура, Койнас	40	50	10	Приозерный, Пинежский (юг), Лешуконский (восток)
IX	Мезень	40	—	60	Мезенский (центр)
X	Калгачиха, Пинега, Карпогоры, Лешуконское	20	70	10	Онежский (запад), Пинежский (север), Пинежский (центр), Лешуконский (центр)
XI	Емца	20	—	80	Плесецкий (центр)
XII	Мосеево	10	—	90	Мезенский (восток)
XIII	Кепино	0	—	100	» (запад)

сокая вероятность прогнозов отмечается в южных районах области и районах, прилегающих к большим водным бассейнам. Так, например, вероятность заморозков во время цветения ели оказывается одинаково низкой в Каргополе, Котласе, Емецке, Архангельске и на Соловецких островах. Это связано, по-видимому, с увеличением продолжительности солнечного сияния, благодаря уменьшению облачности в теплое время года над этими пунктами.

### Выводы

Заморозки до раскрытия почек не влияют на точность прогнозируемой оценки цветения ели.

Количество погибших женских стробиллов (%) колеблется по годам и находится в обратной зависимости от обилия потенциального урожая. Иными словами, чем больше урожай женских стробиллов, тем меньше процент их гибели и повреждений от одинаковых по силе заморозков.

Достаточно полное соответствие (80 случаев из 100) между данными прогноза и фактическим урожаем семян наблюдается в южных лесхозах области и лесхозах, прилегающих к большим водным бассейнам (включая Соловецкие острова). В лесхозах северных и удаленных от водных бассейнов, а также имеющих тяжелые карбонатные почвы, заморозки во время цветения ели возможны в 70—80 случаях из 100.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Барабин А. И. Составление прогнозов семеношения ели.— Арханг. ЦНТИ, 1977, № 61, с. 1—4. [2]. Барабин А. И., Совершаев П. Ф. Случай массовой гибели генеративных почек ели в период осеннего и зимнего покоя.— Бюл. МОИП. Отд. биологии, 1970, т. 75(4), с. 95—99. [3]. Гулисашвили В. З. Стадийность в развитии растений в связи с их происхождением.— Тбилиси: Мецниереба, 1969, с. 93. [4]. Долгоголкин В. И. Особенности формирования урожая на семенной плантации.—

Лесн. хоз-во, 1973, № 4, с. 39—41. [5]. Кобранов Н. П. Влияние весенних заморозков на плодоношение ели белой.— Зап. сельскохозяйств. ин-та, 1922, т. 4, с. 32—37. [6]. Молчанов А. А. Предсказание урожая еловых семян.— ДАН СССР, 1949, т. 64, № 5. [7]. Молчанов А. А., Преображенский И. Ф. Леса и лесное хозяйство Архангельской области.— М.: АН СССР, 1957, с. 238. [8]. Некрасова Т. П. К вопросу о динамике урожая у пихты сибирской.— Тр. по лесн. хоз-ву Сибири, 1960, вып. 5, с. 87—96. [9]. Некрасова Т. П. Потери шишек и семян в потенциальных урожаях у пихты сибирской.— Лесоведение, 1978, № 2, с. 38—45. [10]. Усков С. П. К вопросу плодоношения еловых древостоев.— Тр. ин-та леса и древесины СО АН СССР, 1962, т. 53, с. 4—24. [11]. Sakai A., Okada S. Freezing resistance of conifers.— *Silvae genet.*, 1971, 20, N 3, p. 91—97.

УДК 674.053

## НАЧАЛЬНЫЙ ИЗГИБ ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ

Г. Ф. ПРОКОФЬЕВ, Б. А. ХОДЕРЯН

ЦНИИМОД, Братский индустриальный институт

Ленточная пила обладает определенной изгибной жесткостью. При огибании пилой шкивов или криволинейных опор с постоянной кривизной за счет жесткости пилы действительный угол охвата  $\alpha$  меньше геометрического на величину углов жесткости. Под углом жесткости понимается угол  $\theta$  (рис. 1) между касательной к пиле в действительной точке  $A$  набегания пилы на шкив (криволинейная опора) и теоретическим направлением свободной ветви пилы  $AB$ . Для определения угла жесткости можно использовать следующую формулу [1]:

$$1 - \cos \theta = \frac{EI}{2NR^2} \quad (1)$$

где  $E$  — модуль упругости материала пилы при изгибе, Н/мм<sup>2</sup>;

$I$  — момент инерции сечения пилы при изгибе ее в плоскости наименьшей жесткости, мм<sup>4</sup>;

$N$  — сила натяжения пилы, Н;

$R$  — радиус шкивов (криволинейных опор), мм.

Из формулы (1) следует

$$\cos \theta = 1 - \frac{EI}{2NR^2}.$$

Благодаря упругости ленточной пилы участок  $AB$  реальной пилы принимает форму, отличную от формы соответствующего участка идеальной гибкой пилы.

Условие равновесия участка пилы  $AB$

$$Nh - M_A - M_B = 0,$$

отсюда

$$Nh = EI \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\rho_B} \right).$$

При реальных значениях параметров пилы и шкивов (криволинейных опор) величиной кривизны в точке  $B$ , т. е.  $\frac{1}{\rho_B}$ , можно пренебречь из-за малости по сравнению с  $\frac{1}{R}$ . Насколько справедливо такое допущение, можно определить в результате экспериментов, тогда

$$h = \frac{EI}{N} \cdot \frac{1}{R}. \quad (2)$$

Величина отклонения пилы на середине свободной длины  $f = h - a$ . Из рис. 1 видно

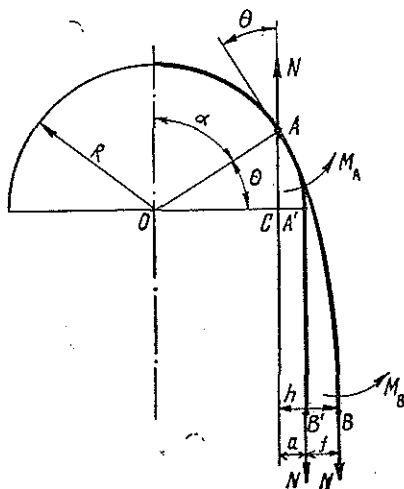


Рис. 1.

$$a = R(1 - \cos \theta) = \frac{EI}{2NR}, \quad (3)$$

тогда

$$f = h - a = \frac{EI}{2NR}.$$

При  $E = 2,15 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$  и  $I = \frac{b \cdot s^3}{12}$

$$f = 8958 \frac{bs^3}{NR}. \quad (4)$$

При выводе формулы (4) сделан ряд допущений. Справедливость их можно проверить из экспериментов. Опыты проводили на установке, основу которой составлял узел резания экспериментального ленточнопильного станка [2]. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 2.

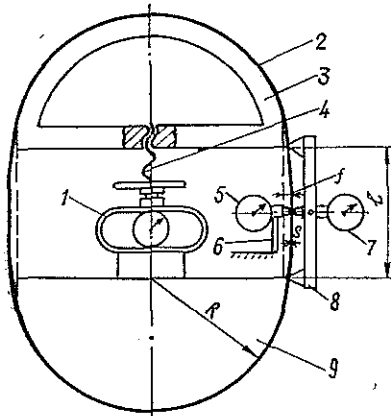


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для определения начального изгиба ленточной пилы в зоне резания.

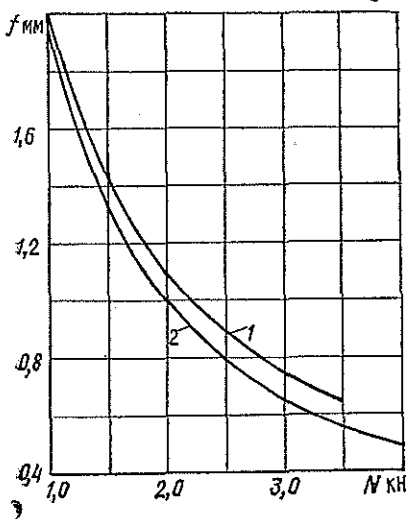
Ленточную пилу 2 толщиной  $s = 1,0 \text{ мм}$  и с шириной полотна  $b = 110 \text{ мм}$  надевали на подвижную 3 и неподвижную 9 криволинейные опоры, имеющие постоянный радиус кривизны  $R = 500 \text{ мм}$ . Натяжение пилы с силой  $N$  обеспечивали перемещением подвижной опоры 3 с помощью механизма натяжения 4. Силу натяжения определяли по динамометру сжатия 1. Начальный изгиб пилы в зоне резания измеряли с помощью приспособления 8, на середине которого закреплен индикатор часового типа 7. Перед замерами приспособление 8 упорами ставили на поверочную плиту, и

индикатор 7 устанавливался на ноль. Чтобы исключить влияние пружины индикатора 7 на изгиб пилы  $f$ , с противоположной стороны пилы устанавливали индикаторную стойку 6 с аналогичным индикатором 5.

Расстояние между упорами приспособления 8 равно свободной длине пилы (расстоянию между криволинейными опорами). Так как замеры проводили при свободных

Рис. 3. Зависимость начального изгиба ленточной пилы  $f$  в зоне резания от силы натяжения  $N$ .

1 — по данным экспериментов; 2 — по теоретическим данным.



длинах  $l$ , равных 250, 325 и 400 мм, то такие же длины имели и приспособления. Натяжение пилы изменяли от 1,0 до 3,5 кН через 0,5 кН. Результаты опытов подвергнуты статистической обработке. Среднее квадратичное отклонение не превышало 0,05 мм, показатель точности  $p$  был не более 2,2 %. Средние значения  $f$ , определенные экспериментально и рассчитанные по формуле (4), приведены в таблице.

Эксперименты подтвердили, что свободная длина пилы не влияет на величину изгиба  $f$ . Максимальное расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 14 %. Зависимости изгиба пилы от силы натяжения  $N$  при  $s = 1,0 \text{ мм}$ ,  $b = 110 \text{ мм}$  и  $R = 500 \text{ мм}$  по экспериментальным и теоретическим данным представлены на рис. 3. Результаты экспериментов показали, что формулу (4) можно использовать для практических расчетов величины изгиба пилы в зоне резания.



Свободная длина пилы $l$ , мм	Сила натяжения пилы $N$ , кН	Значения начального изгиба пилы $f$ , мм, полученные	
		экспериментально	расчетом
250	1,0	1,95	1,97
	1,5	1,39	1,31
	2,0	1,10	0,99
	2,5	0,88	0,79
	3,0	0,75	0,66
	3,5	0,65	0,56
325	1,0	2,00	1,97
	1,5	1,42	1,31
	2,0	1,10	0,99
	2,5	0,90	0,79
	3,0	0,75	0,66
	3,5	0,66	0,56
400	1,0	2,05	1,97
	1,5	1,42	1,31
	2,0	1,10	0,99
	2,5	0,89	0,79
	3,0	0,76	0,66
	3,5	0,65	0,56

У ленточнопильных станков с пилами, движущимися по криволинейным аэростатическим опорам (имеющим постоянную кривизну  $\frac{1}{R} = \text{const}$ ), необходимо выбирать такие соотношения  $R$ ,  $N$ ,  $b$  и  $s$ , чтобы величина  $f$  не превышала уширения зубьев на сторону. Это связано с тем, что у станков такого типа используется вся свободная длина пилы  $l$ . Можно создать ленточнопильные станки с криволинейными опорами, у которых изгиб пилы в зоне резания  $f = 0$ . Это достигается тем, что криволинейные опоры выполнены состоящими из пяти участков. Два крайних участка плоские, т. е.  $\frac{1}{R} = 0$ , средний имеет постоянную кривизну, т. е.  $\frac{1}{R} = \text{const}$ , и промежуточные участки имеют переменную кривизну  $\frac{1}{R} \neq \text{const}$ . Параметры переходной кривой опоры приведены в работе [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Огибалов П. М., Рабинович А. Н., Федотов Н. М. О силах взаимодействия между тросом и шкивом.— Тр. АН СССР, 1939, т. 3, вып. 3, с. 111—123.  
 [2]. Прокофьев Г. Ф., Поромов С. Г., Носаль Б. Д. Экспериментальный ленточнопильный станок с пильной лентой, движущейся по криволинейным аэростатическим опорам.— В кн.: Машины и инструменты деревообрабатывающего производства. Межвуз. сб. науч. тр. Л., 1981, № 8, с. 56—60. [3]. Прокофьев Г. Ф. Выбор профиля криволинейной опоры ленточнопильного станка.— Архангельск, 1979.— 4 с.— Рукопись представлена ЦНИИМОДом. Деп. в ВНИПИЭИлеспроем 4 февр. 1980, № 515д.

УДК 676 : 658.011.5 : 681.3

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТОКОВ ИНФОРМАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦБП В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСУП

Т. А. КОКОРЕВА

Ленинградский технологический институт ЦБП

Необходимое условие функционирования автоматизированных систем управления (АСУП) на предприятиях ЦБП — тщательное исследование информационных потоков с целью выявления недостатков и разработки комплекса мероприятий по подготовке этих потоков к внедрению АСУП. Задачи таких мероприятий: очищение информационных потоков от избыточной и дублируемой информации; прогнозирование недостающей информации; рационализация информационных связей как между документами, так и между показателями и реквизитами; повышение достоверности информации, необходимой для принятия управленческого решения.

Перечисленные задачи определяют проблематику исследований в этом направлении, проводимых на кафедре научной организации труда и управления ЛТИ ЦБП.

Целесообразно рассмотреть совокупность информационных потоков как единого информационного поля без привязки к функциональным подсистемам и структурным подразделениям предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.

Анализ показывает, что для нормального функционирования замкнутого контура управления предприятием ЦБП необходимо действие следующих потоков информации:

1) поток директивной (управляющей) информации, направленный от управляющего органа к управляемому объекту и содержащий приказы, распоряжения, утвержденные планы и графики работы управляемого объекта, контрольные цифры и другие директивные документы и указания, регламентирующие деятельность управляемого объекта;

2) поток отчетной информации, направленный от управляемого объекта к управляющему органу и содержащий сведения о выполнении приказов, распоряжений, планов, графиков и т. п., полученных ранее от управляющего органа в потоке директивной информации (все формы бухгалтерской, финансовой, плановой, статистической отчетности и др.);

3) поток оперативно-учетной (первичной) информации, направленный от управляемого объекта к управляемому органу и содержащий сведения, разработанные по заранее установленным разрезам, о ходе выполнения плановых заданий и о других сторонах деятельности управляемого объекта по видам хозяйственных операций (документация по учету и передвижению личного состава, основных средств, сырья и материалов, по капитальному строительству, выработке рабочих, готовой продукции и др.);

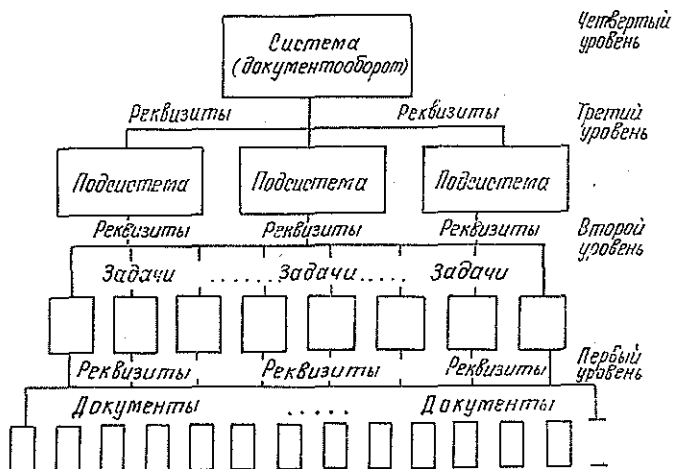
4) поток справочной информации, состоящий из двух составляющих встречного направления и содержащий справочные запросы управляющего органа и ответы на них, формируемые управляемым объектом; может иметь место также поток информации, состоящий из справочных запросов управляемого объекта и ответов на них;

5) поток нормативной информации, направленный от управляющего органа к управляемому объекту и содержащий материальные, трудовые, финансовые и прочие нормативы, утвержденные вышестоящим или управляющим органом и необходимые для организации производственно-хозяйственной деятельности управляемого объекта.

Такое единое информационное поле (ЕИП) состоит из элементарных объектов-реквизитов, множество которых и составляет объект исследований. ЕИП можно представить в виде многоуровневой системы, в которой первый уровень — документ, второй — конкретная задача управления, третий — подсистема, четвертый — полная система, т. е. весь документооборот.

Элементарный объект-реквизит служит средством связи внутри и между всеми структурными уровнями ЕИП (см. рис.). Каждый реквизит можно охарактеризовать количественными, качественными группами показателей и показателями, реализующими связь внутри системы.

Последняя группа показателей подчеркивает связанность всех реквизитов единого информационного поля, которую, с учетом вышеперечисленных уровней структуры системы, можно считать информационной сетью. Сеть ЕИП служит для принятия решения управляющим органом и должна позволять принимать оптимальные управляющие решения на основе минимального и достаточного количества информации, т. е. ин-



Система единого информационного поля (ЕИП).

формационная сеть может быть оптимизирована по многим критериям, исходя из ее назначения.

Это тем более важно, так как несмотря на большое число реквизитов, образующих информационное поле и информационную сеть, не все реквизиты информативны, т. е. не все несут информационную нагрузку. Исследования показывают, что более трети реквизитов, содержащихся в документах, используются не полностью или не используются вообще. Причина не только в том, что часть реквизитов автоматически кочует из документа в документ без необходимости (чаще всего в нестандартных формах), а чаще потому, что существуют реквизиты-синонимы, т. е. реквизиты, дублирующие друг друга и тем самым снижающие информативность документов, передаваемых на различные уровни управления. Это обуславливает еще одну задачу — унификацию терминологии управленческого языка или семантического анализа словаря реквизитов.

Достижение вышеперечисленных целей основано на совокупности следующих принципов оптимизации: минимизации числа информационных связей, реализующих процесс управления; минимизации числа единиц информации, необходимого для решения задач управления; снижении трудоемкости управления за счет минимизации числа операций по обработке информации; обеспечения достаточности информации для принятия управляющих решений; обеспечения семантической адекватности информации; минимизации относительной стоимости единицы информации.

Из перечисленных принципов вытекает необходимость разработки двух групп критериев оптимизации информационных потоков: избыточности и достаточности информации.

Для определения этих критериев целесообразно воспользоваться положениями теории информации, а также методом матричного моделирования и теорией «графов», что позволит определить критерии, легко поддающиеся математической формализации, и заложить их в ЭВМ в качестве формальных критериев для оптимизации потоков информации предприятий ЦБП.

УДК 547.992.3

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ДЕМЕТИЛИРОВАННОГО ЛИГНИНА НА ПРОЦЕСС ЩЕЛОЧНОЙ ВАРКИ

А. Ф. НАДЕИН, Г. Ф. ПРОКШИН, Б. Д. БОГОМОЛОВ,  
Ю. А. МУХИН

Архангельский лесотехнический институт

Значительный интерес представляют исследования по получению из технических лигнинов хинонсодержащих добавок для повышения эффективности щелочной варки целлюлозы. Деметилирование и деструкция сульфатного лигнина в щелочной среде при температуре 240—320 °С приводят к получению продуктов, которые содержат значительное количество хинонных групп [1]. Предварительными исследованиями установлено, что полученные добавки при щелочной варке целлюлозы повышают выход и скорость варочного процесса [2].

С целью изучения влияния добавок деметилированного лигнина (ДМЛ) на процесс щелочной варки нами проведены лабораторные сульфатные варки сосновой и березовой древесины.

Таблица 1

Влияние добавок ДМЛ на процесс сульфатной варки

Вид древесины	Продолжительность варки с добавкой ДМЛ, мин	Выход, % к массе абс. сухой щепы,			Степень делигнификации, ед. Каппа
		общий	целлюлозы	непровара	
Хвойная	30	57,4	30,0	27,4	58,9
	30	56,2	25,5	30,7	61,1
	60	53,7	33,7	20,0	47,3
	60	52,8	30,0	22,8	49,2
	90	49,5	35,3	14,2	37,0
	90	49,2	32,6	16,6	39,2
	180	46,2	43,7	2,5	31,2
	180	44,5	41,3	3,2	32,6
Лиственная	30	67,6	16,1	51,5	42,8
	30	66,2	14,8	51,4	48,7
	60	57,4	28,3	29,1	28,1
	60	56,2	25,1	31,1	29,2
	120	55,0	33,8	21,2	24,1
	120	54,5	31,3	23,2	26,7
	180	49,3	48,7	0,6	18,1
	180	47,7	46,9	0,8	20,3

Результаты, представленные в табл. 1, показывают, что добавка ДМЛ к сульфатному варочному щелоку способствует повышению выхода целлюлозы и общего выхода древесного остатка после варки. Содержание целлюлозы в зависимости от продолжительности варки возрастает на 2,0—4,5 % для хвойной и на 2,0—3,0 % для лиственной древесины, а выход непровара уменьшается в среднем на 1,5—3,0 %. Степень делигнификации целлюлозы в зависимости от продолжительности варки снижается в среднем на 1,5—2,0 ед. Каппа для хвойной и на 1,0—5,0 ед. Каппа для лиственной древесины. Следовательно, ДМЛ эффективен на различных стадиях сульфатной варки как хвойной, так и лиственной древесины.

Зависимость общего выхода древесного остатка после варки от степени делигнификации целлюлозы (рис. 1, 2) показывает, что ДМЛ способствует повышению селективности варочного процесса. При одинаковой степени делигнификации целлюлозы выход повышается в среднем на 2 %.

В качестве добавки использовали продукт ДМЛ-280-30, аналитическая характеристика которого приведена в работе [1], расход — 1,0 % к массе абс. сухой щепы. Варки проводили в автоклавах емкостью 300 мл в паровой бане по следующему технологическому режиму: гидромодуль — 5, расход активной щелочи в ед. Na<sub>2</sub>O для

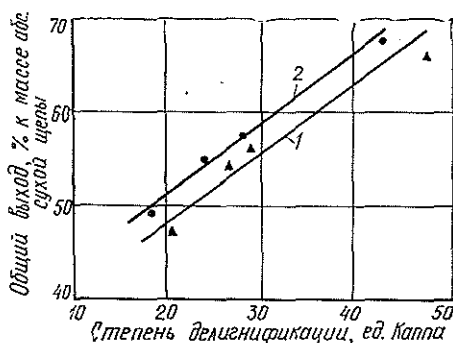
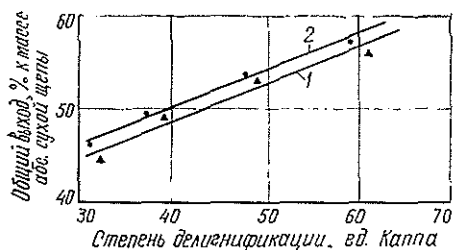


Рис. 1. Зависимость общего выхода древесного остатка от степени делигнификации целлюлозы для хвойной древесины.

1 — сульфатная варка; 2 — сульфатная с добавками ДМЛ.

Рис. 2. Зависимость общего выхода древесного остатка от степени делигнификации целлюлозы для лиственной древесины.

1 — сульфатная варка; 2 — сульфатная с добавками ДМЛ.

сосновой древесины — 19 %, для березовой — 17 %, сульфидность щелока — 25 %, подъем температуры до 170 °С — 1 ч, далее варка при 170 °С.

С целью исследования показателей качества целлюлозы проведены варки в двухлитровых автоклавах по тому же режиму, продолжительность варки на конечной температуре — 120 мин.

Таблица 2

Характеристика целлюлозы

Вид целлюлозы	Степень делигнификации, ед. Каппа	Содержание лигнина в целлюлозе, %	Разрывная длина, м	Сопротивление		
				раздиранню, мН	продавливанию, кПа	излому, число двойных перегибов
Сульфатная	39,5	5,51	8760	730	520	3600
	19,6	3,25	7140	630	560	2900
Сульфатная с добавкой ДМЛ	35,3	5,39	8720	680	510	3100
	18,5	3,03	6970	600	550	2900

Примечание. В числителе — данные для целлюлозы из хвойной древесины; в знаменателе — из лиственной.

Результаты исследования полученных целлюлоз приведены в табл. 2. Добавки ДМЛ, способствуя повышению выхода целлюлозы и снижению содержания лигнина в волокне, не ухудшают показателей механической прочности целлюлозы. Целлюлоза, полученная по сульфатному способу с добавкой ДМЛ; и контрольная сульфатная практически не отличаются по показателям разрывной длины и сопротивления продавливанию. Лишь незначительно снижаются сопротивление раздиранню для хвойной и лиственной целлюлоз и сопротивление излому для хвойной.

Все определения производили по стандартным методикам. Показатели механической прочности определены при массе отливок 75 г/м<sup>2</sup> и степени помола 60 °ШР.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Наденн А. Ф., Прокшин Г. Ф., Богомолов Б. Д. Деметилирование и деструкция сульфатного лигнина с целью получения хинонсодержащих продуктов.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 6, с. 114—116. [2]. Прокшин Г. Ф., Наденн А. Ф., Богомолов Б. Д. Щелочная варка с добавками деметилированного лигнина.— Химия древесины, 1984, № 6, с. 106—107.

## ЮБИЛЕИ

**ИВАН СТЕПАНОВИЧ МЕЛЕХОВ**  
(к 80-летию со дня рождения)

15 сентября 1905 г. в д. Жаровихе Архангельской губернии в семье рабочего лесопильного завода родился человек, имя которого широко известно ученым лесоводам, лесоводам и практикам лесного хозяйства как в нашей стране, так и на мировой арене. Это академик ВАСХНИЛ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР Иван Степанович Мелехов.

Трудовую жизнь он начал 9-летним мальчиком в качестве погонщика лошадей на лесопильном заводе. Полюбив с раннего детства природу родных северных лесов, он



избрал путь лесовода. После окончания в 1930 г. Ленинградской лесотехнической академии И. С. Мелехов в течение многих лет изучал леса Европейского Севера, сочетая научные исследования с преподавательской работой в Архангельском лесотехническом институте. Уже в ранних научных публикациях им глубоко затронуты вопросы естественного возобновления ели, природы лесных пожаров, анатомического строения и физико-механических свойств древесины хвойных пород нашего Севера.

С 1934 г. по 1951 г. и с 1952 г. по 1962 г. И. С. Мелехов был заведующим кафедрой общего лесоводства Архангельского лесотехнического института, а в 1951—1952 гг.— и Ленинградской лесотехнической академии. Одновременно (с 1936 г.) он проводил исследовательскую работу в системе АН СССР: 1936—1943, 1945—1960 гг.— руководитель научных экспедиций АН СССР по изучению лесов Севера; 1938—1942 гг.— руководитель лесной группы Северной базы АН СССР; 1942—1943 гг.— и. о. директора Архангельского стационара АН СССР; 1943—1957 гг.— сначала руководитель лесной группы стационара, 1957—1958 гг.— директор Северного отделения Института леса АН СССР. В 1956 г. И. С. Мелехов избран действительным членом

(академиком) Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина (ВАСХНИЛ). И. С. Мелехов — организатор и первый директор Института леса и лесохимии АН СССР в Архангельске (1958—1962 гг.).

Широкое и систематическое изучение сплошных концентрированных вырубок Севера позволило И. С. Мелехову фундаментально разработать новое научное направление — типологию вырубок. Основным объектом научного познания стала для него природа леса в целом, где лес рассматривается как природная система, региональное явление, а тип леса раскрывается как динамическая система на биогеоценозном (экосистемном) уровне. Разработанное им учение о динамической типологии позволяет познавать лес в развитии, глубоко понимать прошлое и настоящее, решать практические задачи лесоводства и предвидеть будущее.

В 1962—1966 гг. И. С. Мелехов работал заместителем Председателя Государственного комитета по лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству Совмина СССР (позднее при Госплане СССР). С 1965 г. по 1971 г. — академик-секретарь Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ и член президиума ВАСХНИЛ.

К этому времени им капитально разработаны и обобщены вопросы рубок главного пользования, что получило отражение в монографии «Рубки главного пользования», вышедшей двумя изданиями (в 1962 и 1966 гг.). Он продолжает углубленные исследования в области экологической анатомии и камбиальной деятельности древесных пород в различных природных условиях; занимается проблемой комплексной продуктивности леса и путей ее повышения. Посвятив всю свою жизнь изучению лесов нашей страны, И. С. Мелехов хорошо знаком с лесами и лесным хозяйством многих зарубежных стран (Чехословакии, Финляндии, США, Австрии, Швеции, ГДР, Румынии, Испании, ФРГ, Норвегии, Италии, Польши, Венгрии).

Решая многогранные вопросы лесоведения и лесоводства, И. С. Мелехов вкладывает много труда в воспитание и подготовку инженерных и научных кадров. Им подготовлено более 50 кандидатов и докторов наук. С 1962 г. он заведует кафедрой лесоводства Московского лесотехнического института. В 1980 г. им выпущен учебник-монография «Лесоведение», получивший высокую оценку ученых. За этот труд он был удостоен высокой награды — стал лауреатом золотой медали им. Г. Ф. Морозова. В 1983 г. И. С. Мелеховым завершена публикация объемного учебного пособия «Лесная пирология», состоящего из пяти выпусков. В нем воплощено целостное учение о природе лесных пожаров и их последствиях, методах борьбы с пожарами и использовании положительной роли огня в лесном хозяйстве.

И. С. Мелехов — автор почти 300 работ по лесоведению, лесоводству и различным вопросам лесного хозяйства. Многие из них получили широкую известность и признание не только в нашей стране, но и за рубежом.

Иван Степанович — иностранный член Королевской Шведской академии сельского и лесного хозяйства (1968 г.); Венгерской академии наук (1979 г.); почетный член Лесного общества Финляндии (1969 г., член-корреспондент — 1962 г.); доктор honoris causa Брненского сельскохозяйственного университета (1966 г.).

И. С. Мелехов активно участвовал в международных лесных конгрессах, симпозиумах, конференциях. Он выступал с докладами на V (США) и VI (Испания) Мировых лесных конгрессах; на XIII (Австрия), XIV (ФРГ) и XV (США) конгрессах Международного союза лесных исследовательских организаций. Был вице-президентом VI Мирового лесного конгресса и председателем первой пленарной сессии этого конгресса. В 1967 г. на XIV конгрессе ИЮФРО избран членом Постоянного комитета Международного союза лесных исследовательских организаций, на XV конгрессе (1971 г.) — членом исполбюро ИЮФРО. Участвовал в Международном симпозиуме «Лес и внешняя среда»; являлся председателем комитета «Лесоводство» на XIV Тихоокеанском научном конгрессе (1979 г.).

Как у нас в стране, так и за рубежом известны работы И. С. Мелехова и в области лесной науки. Им вскрыты и показаны научные положения и предвидения М. В. Ломоносова, касающиеся важных сторон лесной науки. В 1957 г. И. С. Мелеховым была выпущена монография «Очерк развития науки о лесе в России». Последняя книга Ф. К. Арнольда «История лесоводства в России, Франции и Германии», вышед-

шей в конце XIX в., это первая и пока единственная значительная работа нашего времени по истории лесной науки. В 1970 г. И. С. Мелехов выступал с докладом на Международном конгрессе историков в Москве. Избран в состав постоянно действующей Международной исторической комиссии по лесу от СССР.

В 1977 г. И. С. Мелехов создал и возглавил Комиссию по истории лесов СССР при секции охраны природы МОИП. За восьмилетний срок существования комиссии состоялось 26 заседаний, на которых заслушано и обсуждено 38 докладов. Под председательством И. С. Мелехова в 1980 г. комиссия совместно с Московским филиалом Географического общества провела торжественное заседание, посвященное 100-летию со дня рождения В. Н. Сукачева, а в 1981 г. совместно с секцией истории естествознания было отмечено 270-летие со дня рождения М. В. Ломоносова.

И. С. Мелехов, член КПСС с 1945 г., ведет большую общественную работу. Он избирался депутатом Архангельского городского Совета депутатов трудящихся четырех созывов (1934—1953 гг.), депутатом Верховного Совета СССР пятого созыва (1958—1962 гг.). В 1966—1967 гг. являлся председателем научно-технического совета Министерства лесного хозяйства РСФСР, в 1967—1980 гг. — председателем научно-технического совета Государственного комитета лесного хозяйства Совета Министров СССР, в 1971—1975 гг. — председателем Экспертной комиссии ВАК по лесным специальностям. И. С. Мелехов — один из зачинателей «Лесного журнала», в настоящее время он главный редактор этого периодического издания; член редколлегии журналов «Лесное хозяйство» и «Лесоведение».

Партия и Правительство высоко оценили большую плодотворную деятельность И. С. Мелехова, наградив его орденом Ленина, орденом Октябрьской Революции, двумя орденами Трудового Красного Знамени и многими медалями.

Все труженики леса, как ученые, так и производственники, горячо поздравляют Ивана Степановича Мелехова со славным юбилеем и желают ему доброго здравия, творческих успехов, большого человеческого счастья.

Московский лесотехнический институт  
Архангельский лесотехнический институт  
Архангельский институт леса и лесохимии  
Редакционная коллегия «Лесного журнала»



## НАТАЛИЯ МИХАЙЛОВНА БЕЛАЯ

(к 70-летию со дня рождения)

23 августа 1985 г. исполняется 70 лет со дня рождения и 55 лет трудовой, научной и общественной деятельности заведующей кафедрой строительной механики Львовского лесотехнического института, доктора технических наук, профессора Н. М. Белой.

Н. М. Белая родилась в Саранске в семье военнослужащего. Трудовую деятельность она начала с 15 лет учеником слесаря в ФЗУ при Днепропетровском паровозоремонтном заводе. После окончания ФЗУ по комсомольской путевке направляется на учебу в Днепропетровский институт инженеров железнодорожного транспорта. В 1939 г., после окончания с отличием факультета мостов и тоннелей, Наталия Михайловна была зачислена инженером отдела мостов Днепротранспроекта. В 1940—1941 гг.



она работала по ликвидации высотной и широтной негабаритности мостов Кишиневской ж. д., в связи с переводом этой дороги на широкую колею.

В августе 1941 г. Н. М. Белая была эвакуирована в Новосибирск, где до августа 1944 г. работала в отделе мостов Сибтранспроекта. Здесь она проектировала и строила наплавные мосты через Обь в Новосибирске и Барнауле, через Бию в Бийске, выполняла другие работы. Весной 1944 г. парторганизация Сибтранспроекта приняла Н. М. Белую кандидатом в члены ВКП(б).

В августе 1944 г. Н. М. Белая как строитель-мостовик была мобилизована на восстановление разрушенных войной районов, командирована в распоряжение Днепропетровского обкома КП(б)У и затем направлена в освобожденную Молдавию для восстановления мостов Кишиневской ж. д. В составе 119-го желдорбата Н. М. Белая строила деревянные мосты на участке Бельцы — Слободка. В 1945—1947 гг. инженер пути и строительства Н. М. Белая работала в составе проектно-восстанови-

тельных отделов Днепротранспроекта и Киевтрансузелпроекта и занималась восстановлением мостов на Кишиневской, Сталинской и Львовской ж. д. За добросовестную работу награждена медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.» и почетным знаком «Ударник сталинского призыва».

С 1 сентября 1947 г. начинается плодотворная педагогическая, научная и общественная деятельность Н. М. Белой в ЛЛТИ, в стенах которого она прошла путь от ассистента до профессора. В 1954 г. Наталия Михайловна защитила кандидатскую диссертацию, а в 1967 г. стала доктором технических наук. В 1959—1961 гг. работала деканом лесонженерного факультета. С 1961 г. Н. М. Белая бессменно руководит кафедрой строительной механики.

Проф. Н. М. Белая — крупнейший специалист в области канатного транспорта леса. Под ее руководством сформировалось и продолжает успешно развиваться новое научное направление по совершенствованию подвесных канатных транспортных систем, получившее признание у нас в стране и за рубежом. Перу Наталии Михайловны принадлежат около 120 научных работ, в том числе монография «Канатные лесотранспортные установки». Проф. Н. М. Белая широко известна как прекрасный педагог и научный руководитель. Она подготовила 16 кандидатов наук, работающих в различных вузах и научных учреждениях страны.

Н. М. Белая ведет большую организаторскую и общественную работу в институте и за его пределами. Она член парткома ЛЛТИ, заместитель председателя совета наставников института, член отраслевых секций НТС Минвуза СССР и Минвуза УССР, член НТС Минлесбумпрома СССР, возглавляет редколлегия Республиканского межведомственного сборника «Лесное хозяйство», лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность», много лет является членом редколлегия «Лесного журнала» ИВУЗ СССР и др.

За заслуги в области высшего образования СССР Н. М. Белая награждена знаком «Высшая школа СССР. За отличные успехи в работе», пятью медалями и знаками победителя соцсоревнования.

Большое внимание Н. М. Белая уделяет внедрению научных достижений в практику эксплуатации горных лесов и в учебный процесс, много выступает с лекциями перед студентами, с докладами на межвузовских, всесоюзных и международных конференциях и симпозиумах. Под ее руководством созданы первые в стране нормативные технические документы по проектированию оптимальных конструкций подвесных канатных систем и выбору соответствующих конструкций стальных канатов.

Проф. Н. М. Белая и ее ученики — энтузиасты защиты горных лесов. Проблема совершенствования канатного транспорта леса — неотъемлемая часть большой проблемы охраны окружающей среды мирового значения. Перемещение лесных грузов в подвешенном состоянии позволяет сохранять почву и подрост и все другие богатства леса для будущих поколений, способствует нормальному продуцированию и воспроизводству лесов. В этом главное значение работ Наталии Михайловны и ее учеников.

Желаем Наталии Михайловне доброго здоровья, дальнейших успехов на ее трудном и благородном поприще, плодотворной научно-педагогической и общественной деятельности на долгие годы!

Ректорат, партком, профком, коллектив кафедры строительной механики Львовского лесотехнического института  
Редакционная коллегия «Лесного журнала»

## БОРИС НАУМОВИЧ УГОЛЕВ

(к 60-летию со дня рождения)

В июле 1985 г. профессору Московского лесотехнического института, доктору технических наук Б. Н. Уголеву исполнилось 60 лет.

Ведущий древесиновед Б. Н. Уголев почти три десятилетия жизни посвятил педагогической деятельности.

После окончания в 1948 г. МЛТИ он работал в ЦНИИМОДе, обучался в аспирантуре и в 1953 г. защитил кандидатскую диссертацию. Наиболее важный результат исследований этого периода — создание метода измерения остаточных напряжений в древесине, на основе которого позднее был разработан ГОСТ на указанный новый вид ее испытаний.

В 1957 г. Б. Н. Уголев был приглашен на работу в МЛТИ. После защиты докторской диссертации в 1968 г. он профессор кафедры гидротермической обработки древесины, руководит курсом древесиноведения, продолжая дело своего учителя — выдающегося древесиноведа проф. Л. М. Перельгина.

В круг научных интересов Б. Н. Уголева входят разнообразные проблемы физики и механики древесины. Он и его аспиранты исследуют цвет и блеск древесины, звуковые методы контроля прочности древесины и резонансные ее свойства, ультразвуковую дефектоскопию лесоматериалов. В последнее время он изучает особенности деформирования древесины, проявляющиеся в своеобразном эффекте ее «памяти» на тепловые и силовые воздействия, разрабатывает методы расчета и контроля напряжений при сушке, исследует разбухание, усушку, плотность, влажностные и другие свойства древесины.

Перу Б. Н. Уголева принадлежит более 140 работ. Среди них учебники и учебные пособия («Испытания древесины и древесных материалов», 1965 г.; «Древесиноведение с основами лесного товароведения», 1975 г. и др.), а также ряд монографий. Он принимает участие в подготовке «Лесной энциклопедии» в качестве научного консультанта, редактора и автора статей по древесиноведению.

Б. Н. Уголев — заместитель председателя координационного Совета по современным проблемам древесиноведения, организатор и участник многих всесоюзных и международных конференций по фундаментальным исследованиям древесины, активно работает в области международной стандартизации методов испытаний древесины, терминологии и других вопросов по линии СЭВ и ИСО.

Б. Н. Уголев — член специализированного Совета по защите диссертаций, член ученых, научно-технических и редакционных советов, научный консультант различных ведомств и организаций (ГКНТ СССР, Минвуз СССР, Госстандарт СССР, издательство «Лесная промышленность» и др.). Много лет он возглавляет организацию общества «Знание» МЛТИ.

Сердечно поздравляем Бориса Наумовича Уголева с 60-летием и 45-летием производственной, научной, педагогической и общественной деятельности и желаем ему крепкого здоровья, дальнейших успехов в науке и развитии высшего лесотехнического образования.

А. Н. Кириллов, П. С. Серговский  
Московский лесотехнический институт

## НЕКРОЛОГ

## ПАМЯТИ

## КАЛИНТИЯ АВДЕЕВИЧА ЧЕКАЛКИНА

14 мая 1985 г. скончался Калинин Авдеевич Чекалкин — крупный ученый в области лесосплава, педагог, профессор Архангельского лесотехнического института, активный автор и рецензент «Лесного журнала».

Вся его жизнь была посвящена развитию лесной промышленности и лесосплавной науки, подготовке инженерных кадров.

К. А. Чекалкин родился 14 августа 1914 г. в с. Чекалки Кировской области. Трудовую деятельность он начал в 17 лет счетоводом лесной пристани. В 1939 г. он закончил Архангельский лесотехнический институт, после чего работал главным инженером Котласской сплавной конторы. Однако сложная международная обстановка прервала его мирный труд. Начав в том же году службу в армии, он прошел всю войну от рядового до капитана, от Сталинграда до Праги.

Калинтий Авдеевич служил в инженерных войсках: строил мосты, наводил переправы, обеспечивая наступление наших войск. За проявленные героизм и мужество награжден орденами «Отечественной войны II степени», «Красная Звезда» и медалями «За боевые заслуги», «За оборону Сталинграда», «За взятие Будапешта», «За победу над Германией».

В послевоенное время он работал на руководящих должностях в тресте Камлесосплав, в том числе главным инженером треста.

В 1956 г. К. А. Чекалкин как крупный специалист в области лесосплава принят на должность доцента кафедры водного транспорта леса и гидравлики Архангельского лесотехнического института. Одновременно с преподаванием он в течение 10 лет работал заместителем декана и деканом (1964—1970 гг.) лесоинженерного факультета, вел большую научно-исследовательскую работу, в 1968 г. защитил кандидатскую диссертацию; в 1976 г. ему присвоено ученое звание профессора. С 1968 г. по 1984 г. он заведовал кафедрой водного транспорта леса и гидравлики АЛТИ.

К. А. Чекалкиным опубликовано около 100 научных трудов, получено более 40 авторских свидетельств на изобретения. Научные интересы ученого были обширны. Это и проблема механизации формирования плотов, их торможения и остановки, вопросы механизации сортировки леса на рейдах и совершенствования конструкций такелажных креплений и др. Характерная особенность работ К. А. Чекалкина — исключительная добросовестность и глубина теоретического обоснования. С его именем связано начало использования понятия о присоединенной массе при исследовании движения пучков и плотов. Под его руководством подготовлены и успешно защищены три кандидатские диссертации.

Коммунист с 1942 г. К. А. Чекалкин вел большую общественную работу. Он неоднократно избирался депутатом в районные и городские Советы народных депутатов, был членом райкома и горкома КПСС, членом секции лесосплава НТС Минлесбумпрома СССР, членом ученых советов СевНИИП и ЦНИИ лесосплава, а также членом научно-методической комиссии Минвуза СССР по специальности «лесоинженерное дело».

Свое трудолюбие и деловитость, чувство ответственности за порученное дело и дисциплинированность, постоянное творческое напряжение К. А. Чекалкин передавал сотрудникам кафедры, аспирантам, студентам. Его лекции всегда были ювелирно отшлифованы — методически и по содержанию; подготовленные им методические пособия отражают новейшие достижения науки и техники и нацеливают студентов на творческое овладение знаниями. Он поддерживал тесную связь с работниками производства.

Трудовая деятельность К. А. Чекалкина отмечена медалями, нагрудными знаками. Высокая принципиальность, чуткое и внимательное отношение к людям, эрудициянискали ему заслуженное глубокое уважение студентов и сотрудников института, ученых других вузов страны, рабочих и инженерно-технических работников лесосплава.

Светлая память о Калинин Авдеевиче Чекалкине навсегда сохранится в сердцах его коллег, товарищей, сотен его учеников, всех, кто пользуется плодами его научного наследия.

Лучшим ему памятником будет дальнейшее развитие лесосплавной науки и внедрение результатов его исследований в практику.

В. Я. Харитонов

Архангельский лесотехнический институт

## СОДЕРЖАНИЕ

- Е. С. Романов. Научно-техническому прогрессу — эффективную систему управления . . . . . 3

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Г. В. Стадницкий, В. В. Страхов. Экологические принципы лесовосстановления и проблемы лесозащиты . . . . . 5
- В. И. Ерусалимский. Особенности строения корневых систем в культурах дуба в засушливой степи . . . . . 15
- А. С. Тихонов, С. А. Попалиар. Особенности развития рекреационных сосняков-черничников . . . . . 19
- Л. И. Лотова. Соотношение твердого луба и смолеместилищ в коре некоторых хвойных . . . . . 23
- Б. В. Зоров, И. Л. Камешков, В. И. Крюк, И. В. Родионова, С. А. Шавнин. О действии лазерного облучения на посевные качества семян некоторых хвойных пород . . . . . 28

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- К. Н. Баринов, В. Ю. Милотиков. Синтез согласующего устройства для манипуляторов трелевочных и валочно-трелевочных машин . . . . . 33
- Б. В. Уваров. О расчете колеиных покрытий лесовозных автодорог с учетом несимметричного нагружения . . . . . 36
- Б. А. Ильин. Выбор и размещение дорожных конструкций на технологических путях лесовозных дорог . . . . . 41
- А. Д. Грязин, М. Ю. Смирнов. Лесовозные автопоезда, их комплектование и условия применения . . . . . 46
- В. С. Кралин. Оценка надежности технологического оборудования валочно-пакетирующих машин ЛП-19 . . . . . 50

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- Л. Г. Молчанов. Математическая модель линии отделки мебельных щитов . . . . . 55
- В. М. Рябков. Моделирование и задачи управления технологическим комплексом производства древесностружечных плит . . . . . 59
- С. А. Бурлов, В. А. Шамаев, Н. И. Винник. Изменение микроструктуры древесины березы при деформировании поперек волокон . . . . . 64
- Н. А. Грубе, В. И. Егоров, Г. И. Яковлев, В. Ф. Джуржий. Методика расчета циклонных установок цехового пневмотранспорта . . . . . 67
- Н. Ф. Пигильдин, И. А. Оленченко. Ударные нагрузки, действующие на механизм подачи окорочного роторного станка . . . . . 72

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Р. Г. Шляшинский, Б. Д. Богомолов, А. Ю. Клюев, С. С. Пуят. Изучение электроизоляционных свойств и химических превращений смоляных кислот талловой канифоли в процессе ее этерификации . . . . . 78
- П. Ф. Валендо, О. П. Усова. Исследование состава и свойств осадков проклеивающих веществ . . . . . 83
- В. Г. Крунчак, М. М. Крунчак, К. Г. Боголицын. Кинетический метод контроля за компонентным составом сточных вод . . . . . 86
- Л. Г. Примачева, Т. Н. Бугаева, Н. Я. Гладкова, В. Т. Никитина. Особенности щелоков бисульфитных варок смешанных пород древесины . . . . . 92

### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- В. С. Тришин. Формирование механизма управления трудом в лесном хозяйстве . . . . . 96
- А. В. Пластинин. О сущности и функциях показателя «трудова рентабельность» . . . . . 103
- А. П. Петров, С. А. Мещеряков. Совершенствование методов оценки производственной деятельности лесозаготовительно-деревоперерабатывающих объединений (на примере Усть-Илимского ЛПК) . . . . . 108

Г. К. Подшивалов. Методика обоснования и расчета функций распределения вероятностей для обработки экономических показателей . . . . .	111
В. И. Бызов, П. М. Мазуркин. Анализ производительности лесопильных цехов . . . . .	115

#### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Л. Т. Устиновская. Очередные задачи изучения защитного лесоразведения в степях Украины . . . . .	120
А. И. Барабин. Влияние заморозков на точность прогноза урожая семян ели в Архангельской области . . . . .	122
Г. Ф. Прокофьев, Б. А. Ходерян. Начальный изгиб ленточной пилы в зоне резания	125
Т. А. Кокорева. Оптимизация потоков информации на предприятиях ЦБП в условиях функционирования АСУП . . . . .	128
А. Ф. Надгин, Г. Ф. Прокшин, Б. Д. Богомолов, Ю. А. Мухин. Влияние добавок деметилированного лигнина на процесс щелочной варки . . . . .	130

#### ЮБИЛЕИ

Московский лесотехнический институт, Архангельский лесотехнический институт, Архангельский институт леса и лесохимии, редакционная коллегия «Лесного журнала». Иван Степанович Мелехов (к 80-летию со дня рождения)	132
Ректорат, партком, профком, коллектив кафедры строительной механики Львовского лесотехнического института, редакционная коллегия «Лесного журнала». Наталия Михайловна Белая (к 70-летию со дня рождения) . . . . .	135
А. Н. Кириллов, П. С. Серговский. Борис Наумович Уголев (к 60-летию со дня рождения) . . . . .	136

#### НЕКРОЛОГ

В. Я. Харитонов. Памяти Калинтня Авдеевича Чекалкина . . . . .	138
--	-----

Рефераты . . . . .	142
--------------------	-----

## CONTENTS

- E. S. Romanov.* The effective system of management for scientific-technical progress . . . . . 3.

### FORESTRY

- G. V. Stadnitsky, V. V. Strakhov.* Ecological principles of reforestation and problems of forestprotection . . . . . 5
- V. I. Erusalimsky.* The peculiarities of root systems structure in oak plantations in arid steppe . . . . . 15
- A. S. Tikhonov, S. A. Popaliar.* The peculiarities of developing recreation pine-bilberry stands . . . . . 19
- L. I. Lotova.* On the correlation of the hard bast and resin cavities in the bark of some conifers . . . . . 23
- B. V. Zorov, I. L. Kameshkov, V. I. Kryuk, I. V. Rodionova, S. A. Shavnin.* On the influence of laser radiation on sowing qualities of seeds some conifers . . . . . 28.

### FOREST EXPLOITATION

- K. N. Barinov, V. Yu. Milyutikov.* Synthesis of a coordinating mechanism for manipulators of hauling and felling-hauling machines . . . . . 33
- B. V. Uvarov.* On the calculation of logging motor roads' rut coverings bearing in mind asymmetric loads . . . . . 36
- B. A. Iln.* The choice of placing road constructions on technological ways of logging roads . . . . . 41
- A. D. Gryazin, M. Yu. Smirnov.* Timber autotrains, their completing and conditions of using . . . . . 46.
- V. S. Kralin.* Valuation of reliability of technological equipment of felling-bunching machines LP-19. . . . . 50

### MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

- L. G. Molchanov.* The mathematical model of furniture board finishing production line . . . . . 55
- V. M. Ryabkov.* Stimulating and setting the tasks to control technology of particle board production . . . . . 59
- S. A. Burlov, V. A. Shamaev, N. I. Vinnik.* The changing of microstructure of birch wood when deformed transversally . . . . . 64
- N. A. Grube, V. I. Egorov, G. I. Yakovlev, V. F. Dzhurzhy.* The method of calculating the cyclonic installations for dust and waste extraction systems . . . . . 67
- N. F. Pigildin, I. A. Olenchenko.* Impact loadings affecting the feed mechanism of rotor debarker . . . . . 72

### CHEMICAL WOODWORKING

- R. G. Shlyashtnsky, B. D. Bogomolov, A. Ya. Klyuev, S. S. Puyat.* Investigation of the electrical-insulating properties and chemical transformations of resin acids of tall resin in the process of its eterification . . . . . 78
- P. F. Valendo, O. P. Usova.* Research into the of composition and properties of glueing substances the deposits . . . . . 83.
- V. G. Krunchak, M. M. Krunchak, K. G. Bogolitsyn.* Kinetic method of controlling component composition of waste waters . . . . . 86
- L. G. Primacheva, T. N. Bygaeva, N. Ya. Gladkova, V. T. Nikitina.* The features of liquors of bisulphite pulpings of mixed wood species . . . . . 92

### ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

- V. S. Trishin.* The forming of a mechanism of controlling labour in forestry . . . . . 96.
- A. V. Plastinin.* On essence and functions of „labour profitability“ index . . . . . 103.

<i>A. P. Petrov, S. A. Mescheryakov.</i> Improvement of production methods of estimating logging and wood working intergrated unites (Ust-Ilim forest industrial complex) . . . . .	108
<i>G. K. Podshivalov.</i> Method of basing and calculating the probablity distribution functions for processing economic indices . . . . .	111
<i>V. I. Byzov, P. M. Mazurkin.</i> Analysis of saw mills' productivity . . . . .	115

#### SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>L. T. Ustinovskaya.</i> Forthcoming tasks in studying protective forest planting in the steppes of the Ukraine . . . . .	120
<i>A. I. Barabin.</i> Influence of frosts on accurate prognosis of spruce seeds' crop in Archangel region . . . . .	122
<i>G. F. Prokofiev, B. A. Khoderyan.</i> Initial bending of a band saw in the zone of cutting . . . . .	125
<i>T. A. Kokoreva.</i> Optimization of the information from at the enterprises of cellulose and paper industry in the conditions of functioning ACY . . . . .	128
<i>A. F. Nadein, G. F. Prokshiv, B. D. Bogomolov, Ya. A. Mukhin.</i> Influence of additives of the demethylated lignin on process of alkaline pulping . . . . .	130

#### JUBILEES

<i>Moskow Forest Technical Institute, Archangel Forest Engineering Institute and the Archangel Institute of Forest and Forest-Chemistry, „Forest Journal“ editorial board.</i> Ivan Stepanovich Melekhov (to the 80 <sup>th</sup> birthday) . . . . .	132
<i>All the Institute authorities and the collective body of the department of building mechanics of Lvov Forest Technical Institute, the „Forest Journal“ editorial board.</i> Nataliya Mikhailovna Belaya (to the 70 <sup>th</sup> birthday) . . . . .	135
<i>A. N. Kirillov, P. S. Sergovskiy.</i> Boris Naumovich Ugolev (to the 60 <sup>th</sup> birthday) . . . . .	136

#### NECROLOGE

<i>V. Ya. Kharitonov.</i> To the memory of K. A. Chekalkin . . . . .	138
Referates . . . . .	142



## РЕФЕРАТЫ

Научно-техническому прогрессу — эффективную систему управления. РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 3—4.

УДК 630\*41

Экологические принципы лесовосстановления и проблемы лесозащиты. СТАДНИЦКИЙ Г. В., СТРАХОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 5—15.

Анализируется биоценотическая роль консументов-фитофагов, главным образом насекомых в лесных биоценозах. Устанавливается, что динамика жизненного состояния популяций эдификаторной растительности, определяемая внешними условиями, в свою очередь, характеризует динамику ее потребления фитофагами, а не наоборот. Объясняется недостаточная эффективность управления биоценозами путем преимущественного воздействия на консументов и бесперспективность такого пути в масштабах, определяемых современной лесоксплуатацией. Эффективным и экономически оправданным средством предотвращения ущерба от фитофагов могут стать дифференцированные схемы лесовосстановления на основе оценки и прогноза развития конкретных ценозов, включая специфику взаимоотношений популяций растений-эдификаторов и их фитофагов. Библиогр. список: 29 назв.

УДК 630\*164.3

Особенности строения корневых систем в культурах дуба в засушливой степи. ЕРУСАЛИМСКИЙ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 15—19.

Исследования проведены в 17—19-летних массивных насаждениях дуба, созданный в плакорных условиях засушливой степи на темно-каштановых почвах. Показано строение корневых систем дуба в смешении с сопутствующими породами (ясенем ланцетным, вязом приземистым), а также некоторыми кустарниками. Приведена динамика изменения массы корневых систем с глубиной. Сделаны выводы о целесообразности смешения дуба с различными породами. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*182.21:630\*56

Особенности развития рекреационных сосняков-черничников. ТИХОНОВ А. С., ПОПАЛИАР С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 19—23.

Приводятся характеристики внешних признаков 20—125-летних сосняков III фазы дигрессии на 11 пробных площадях. Выделены следующие стадии развития: жердняка, возмужалости, двухъярусного древостоя, пониженной жизнеспособности сосны, смены пород. Применительно к стадиям предложены практические рекомендации. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 581.822:581.824:582.47

Соотношение твердого луба и смолорастительных в коре некоторых хвойных. ЛОТОВА Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 23—28.

Развитием твердого луба и смолорастительной системы в большей степени определяется возможность выполнения корой функции защиты дерева от поврежденных различной этиологии, но доля участия каждого из этих компонентов луба в осуществлении защитных реакций у разных растений неодинакова. У некоторых видов хвойных, лиственницы, кипариса недостаточное развитие одной из этих структур компенсируется более мощным развитием другой. Ил. 3. Библиогр. список: 18 назв.

УДК 630\*232.315.3:621.375.826.

О действии лазерного облучения на посевные качества семян некоторых хвойных пород. ЗОРОВ Б. В., КАМЕШКОВ И. Л., КРЮК В. И., РОДИОНОВА И. В., ШАВНИН С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 28—32.

Исследовано влияние лазерного излучения (ЛИ) на энергию прорастания и всхожесть сухих и замоченных семян ели обыкновенной и сосны обыкновенной. Показано, что однократную односекундную экспозицию ЛИ можно считать оптимальным режимом для стимуляции всхожести семян ели обыкновенной. Ил. 3. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630\*323.13.5-2

Синтез согласующего устройства для манипуляторов трелевочных и валочно-трелевочных машин. БАРИНОВ К. Н., МИЛЮТИКОВ В. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 33—35.

Дано назначение и описание конструкции согласующего устройства. Определены переменные проектирования и критерии оценки предлагаемого устройства. Формализована задача синтеза согласующего устройства. Приведены результаты решения задачи для манипулятора трактора ТВ-1. Ил. 1.

УДК 625.815.5.001.2

О расчете колеяных покрытий лесовозных атодороз с учетом несимметричного нагружения. УВАРОВ Б. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 36—41.

Приведен метод расчета при нагружении покрытия на краю или на углу плиты. Такая нагрузка вызывает не только изгиб, но и кручение покрытия. Дано описание программы для ЭВМ и приведены результаты расчетов, показавшие, что влияние кручения может быть существенным и должно учитываться при проектировании колеяных атодороз. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*383

Выбор и размещение дорожных конструкций на технологических путях лесовозных дорог. ИЛЬИН Б. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 41—46.

Рассматриваются вопросы проектирования технологических путей лесовозных дорог с перемещением единичной стоимостью их строительства и содержания в зависимости от объемов вывозки леса и приводятся расчетные формулы для определения длины головных, промежуточных и конечных участков веток и усов. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*375.5

Лесовозные автопоезда, их комплектование и условия применения. ГРЯЗИН А. Д., СМИРНОВ М. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 46—50.

Рассматриваются вопросы использования грузоподъемности подвижного состава и тяговых свойств лесовозных автомобилей на различных типах дорог. Приводятся сведения об опыте применения автопоездов с полуприцепами и многокомплексных и трудностях их широкого использования. Даются рекомендации по комплектованию лесовозных автопоездов в зависимости от типа автомобиля и дорожных условий. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630\*377.44.001

Оценка надежности технологического оборудования валочно-пакетирующих машин ЛП-19. КРАЛИН В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 50—54.

В статье представлены результаты анализа надежности технологического оборудования ВПМ ЛП-19, полученные с помощью математической модели, основанной на положениях теории марковских случайных процессов. В качестве исходных данных использована статистика отказов элементов технологического оборудования ВПМ ЛП-19, полученная в реальной эксплуатации. Даны рекомендации для совершенствования отдельных элементов, лимитирующих надежность системы. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 684.59.001.57

Математическая модель линии отделки мебельных щитов. МОЛЧАНОВ Л. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 55—59.

Рассматривается математическая оптимизационная модель линии отделки мебельных щитов, определены критерии и ограничения, приведены расчетные формулы. Реализация модели позволяет получить основные зависящие параметры линии отделки, которые отличаются от фактических значений не более чем на 15%. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.815-41:62-50

Моделирование и задачи управления технологическим комплексом производства древесностружечных плит. РЯБКОВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 59—53.

Рассматриваются модели типовых технологических операций производства древесностружечных плит. Формулируются задачи управления. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*811.11:630\*812.72

Изменение микроструктуры древесины березы при деформировании поперек волокон. БУРЛОВ С. А., ШАМАЕВ В. А., ВИННИК Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 64—67.

В статье приведены материалы исследований влияния различных модифицирующих факторов на деформирование древесины под нагрузкой на примере лиственных рассеянно-сосудистых пород. Отмечаются характерные особенности изменения микроструктуры древесины при уплотнении среза в радиальном и тангенциальном направлениях. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.867.8:674

Методика расчета циклонных установок цехового пневмотранспорта. ГРУБЕ Н. А., ЕГОРОВ В. И., ЯКОВЛЕВ Г. И., ДЖУРЖИЙ В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 67—71.

Приведены результаты обобщения, обработки и теоретического анализа экспериментальной материала по исследованию и изучению рабочих характеристик циклонов типа УЦ, позволившие разработать методику расчета циклонных установок для пневмотранспортных систем деревообрабатывающих предприятий. Ил. 1. Табл. 2.

УДК 630\*361.0

Ударные нагрузки, действующие на механизм подачи окорочного роторного станка. ПИГИЛЬДИН Н. Ф., ОЛЕНЧЕНКО И. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 72—77.

В статье, на основе методов классической механики, изложены результаты аналитического исследования ударных нагрузок, возникающих в момент встречи лесоматериала с вальцами окорочного роторного станка. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 668.472:621.315

Изучение электроизоляционных свойств и химических превращений смоляных кислот талловой канифоли в процессе ее этерификации. ШЛЯШИНСКИЙ Р. Г., БОГОМОЛОВ В. Д., КЛЮЕВ А. Ю., ПУЯТ С. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 78—83.

Приведены результаты исследования свойств талловой канифоли, этерифицированной различными количествами пентаэритрита. Показана возможность использования модифицированной талловой канифоли в рецептуре электроизоляционного пропиточного состава. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 676.014.44

Исследование состава и свойств осадков проклеивающих веществ. ВАЛЕНДО П. Ф., УСОВА О. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 83—86.

Методом спектрального анализа исследован состав осадков, полученных осаждением укрепленного канифоляного клея, омыленного таллового масла и таллово-парафиновой дисперсии полиэтиленгликолем. Изучено влияние состава осадков на степень гидратации, температуру и скорость дегидратации этих осадков методом дифференциально-термического анализа. Ил. 4. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 628.312:542.87

Кинетический метод контроля за компонентным составом сточных вод. КРУНЧАК В. Г., КРУНЧАК М. М., ВОГОЛИЦЫН К. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 86—92.

Изучена кинетика окисления отработанных жидких сред ЦБП, являющихся основными поставщиками органических загрязнений сточных вод, в окислительно-восстановительной системе ферри-ферроцианид калия. Рассчитаны порядки реакции окисления по окислителю и веществу. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*813

Особенности щелоков бисульфитных варок смешанных пород древесины. ПРИМАЧЕВА Л. Г., БУГАЕВА Т. Н., ГЛАДКОВА Н. Я., НИКИТИНА В. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 92—95.

Исследование показало, что в зависимости от породного состава древесины, используемой для варки, и основания варочного раствора щелока содержат от 42 до 57% лигносульфонатов, от 2 до 22% органических кислот и от 4 до 18% редуцирующих веществ. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 331:630\*

Формирование механизма управления трудом в лесном хозяйстве. ТРИШИН В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 96—103.

Рассматриваются методологические вопросы, связанные с формированием механизма управления трудом: даются основные понятия, раскрываются содержание объекта управления, исходные позиции, структура механизма управления трудом, его связь с хозяйственным механизмом, ориентация, приводится схема его функционирования. На примере одного из элементов механизма управления трудом раскрывается процесс управления. Рассматриваются направления и задачи перестройки существующего механизма управления трудом в лесном хозяйстве. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*863.003.13

О сущности и функциях показателя «трудовая рентабельность». ПЛАСТИНИН А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 103—108.

Рассматривается вопрос о сущности и функциях нового для нашей экономической практики показателя «трудовая рентабельность»,

рассчитываемого в виде отношения прибыли к заработной плате. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630\*79:338.6

Совершенствование методов оценки производственной деятельности лесозаготовительно-деревоперерабатывающих объединений (на примере Усть-Илимского ЛПК). ПЕТРОВ А. П., МЕЩЕРЯКОВ С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 108—111.

Обосновывается необходимость совершенствования существующих методов оценки деятельности ЛДО в целях улучшения экономического управления ими. Рекомендуемые методы оценки направлены на формирование из лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств единого производственно-хозяйственного комплекса с ориентацией на достижение высоких конечных результатов. Табл. 1.

УДК. 31:630\*6

Методика обоснования и расчета функций распределения вероятностей для обработки экономических показателей. ПОДШИВАЛОВ Г. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 111—115.

Анализируются особенности статистического поведения экономических объектов. Предлагаются модели функций распределения вероятностей, учитывающие эти особенности. Определяется последовательность операций при оценке параметров функций распределения вероятностей этого типа. Приводятся основные результаты опытной проверки методики на основе отчетных данных Минлесхоза РСФСР за 1974—1982 гг. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.093.003

Анализ производительности лесопильных цехов. БЫЗОВ В. И., МАЗУРКИН П. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 115—119.

Приведены результаты пассивного эксперимента по исследованию влияния нескольких факторов на производительность работы восьмиричного лесопильного цеха и цеха круглопильных станков Луаского ЛПК Кировской области. Табл. 4. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630\*116.64

Очередные задачи изучения защитного лесоразведения в степях Украины. УСТИНОВСКАЯ Л. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 120—121.

Показана необходимость продолжения биогеоценотических исследований типов леса, сформировавшихся при степном лесоразведении, разработки вопросов лесопользования и способов лесовозобновления степных лесонасаждений, с закладкой опытно-производственных лесных культур в зеленых зонах степных городов и на не пригодных для сельского хозяйства землях. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*232.311:630\*422.11

Влияние заморозков на точность прогноза урожая семян ели в Архангельской области. БАРАБИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 122—125.

Количество погибших соцветий ели от весенних заморозков колеблется по годам и находится в обратной зависимости от балла урожая. Заморозки до  $-6^{\circ}\text{C}$  могут побить

при обильном урожае до 15% соцветий, тогда как при слабом — до 75%. В ряде районов Архангельской области, где редко бывают заморозки во время цветения ели (в 20 случаях из 100), наблюдается наибольшее соответствие данных прогноза и фактического урожая семян ели. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 674.053

Начальный изгиб ленточной пилы в зоне резания. ПРОКОФЬЕВ Г. Ф., ХОДЕРЯН Б. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 125—127.

Дан вывод формулы для определения начального изгиба ленточной пилы в зоне резания  $f$ . Приведены результаты экспериментов по определению величины  $f$ . Максимальное расхождение между теоретическими и экспериментальными данными не превышает 14%. Материалы статьи можно использовать для выбора профиля криволинейных опор, обоснования параметров ленточных пил и силы натяжения, для точной настройки станков на размер выпиливаемых досок. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 676:658.011.5:681.3

Оптимизация потоков информации на предприятиях ЦБП в условиях функционирования АСУП. КОКОРЕВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 128—129.

Автор подробно анализирует все виды потоков информации и предлагает методы для выработки критериев избыточности и достоверности информации с целью оптимизации информационных потоков. Данные исследований будут способствовать формализации критериев оптимизации потоков информации и решению данной задачи на ЭВМ. Ил. 1.

УДК 547.992.6

Влияние добавок деметилированного лигнина на процесс щелочной варки. НАДЕИН А. Ф., ПРОКШИН Г. Ф., БОГОМОЛОВ Б. Д., МУХИН Ю. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 130—131.

Представлены результаты сульфатной варки хвойной и лиственной древесины с добавками деметилированного лигнина (ДМЛ). Добавки позволяют повысить выход целлюлозы, снизить количество неперевара и степень делигнификации целлюлозы, способствуют повышению селективности варочного процесса. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

Иван Степанович Мелехов (к 80-летию со дня рождения). МОСКОВСКИЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ, АРХАНГЕЛЬСКИЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ, АРХАНГЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕСА И ЛЕСОХИМИИ, РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ «ЛЕСНОГО ЖУРНАЛА». Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 132—133.

Наталья Михайловна Белая (к 70-летию со дня рождения). РЕКТОРАТ, ПАРТКОМ, ПРОФКОМ, КОЛЛЕКТИВ КАФЕДРЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ ЛЬВОВСКОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА, РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ «ЛЕСНОГО ЖУРНАЛА». Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 134—135.

Борис Наумович Уголев (к 60-летию со дня рождения). КИРИЛЛОВ А. Н., СЕРГОВСКИЙ П. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 4, с. 136.