

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

2

1987

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), доц. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), проф. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), проф. Н. М. Беляя, доц. Е. М. Боровиков, проф. Ю. Г. Бутко, доц. П. И. Войчаль, проф. И. В. Воронин, проф. И. И. Гусев, проф. Ю. Я. Дмитриев, доц. Г. Л. Дранишников, проф. Р. Е. Калитеевский, проф. В. Г. Кочегаров, проф. Э. Д. Левин, проф. П. Н. Львов, проф. Н. В. Маковский, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Р. Родин, проф. П. С. Серговский, проф. Ю. Д. Силуков, проф. 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» № 2

Ст. редактор Н. П. Бойкова. Редактор З. Ф. Кекишева. Корректор Э. Н. Власова.

Сдано в набор 15.01.87. Подписано в печать 24.03.87. Ст. 00202.  
Форм. бум. 70 × 108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура литературная. Печать высокая.  
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 15,33. Тираж 1700 экз. Заказ 2080. 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.

К 70-летию Октября

УДК 676.2

## В. И. ЛЕНИН И СТАНОВЛЕНИЕ БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. А. КАКУРИН, Ю. Г. БУТКО

Ленинградский технологический институт ЦБП

Цель настоящей статьи — рассмотреть некоторые вопросы развития целлюлозно-бумажной промышленности в первые годы Советской власти.

Великая Октябрьская социалистическая революция, навсегда покончившая с капитализмом, открыла пути преодоления отсталости России и превращения ее в передовую индустриальную державу.

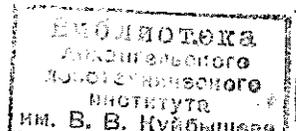
В тяжелые годы гражданской войны и иностранной военной интервенции В. И. Ленину пришлось выполнять сложнейшие обязанности по руководству партией и народным хозяйством молодой Советской республики. В такой обстановке он все же находил возможность лично вникать в вопросы развития бумажной промышленности. Это осуществлялось по следующим направлениям: снабжение предприятий сырьем и топливом; техническое оснащение бумажных фабрик; обеспечение предприятий рабочей силой, забота об улучшении условий труда и быта рабочих; разработка перспектив развития бумажной промышленности и строительство новых предприятий; разработка вопроса о значении бумаги в развитии пропаганды и агитации и обобщение некоторого опыта большевиков в этом деле. Остановимся на некоторых из этих направлений.

В первые годы Советской власти предприятия испытывали большие затруднения с сырьем: целлюлозные заводы вместо полноценной древесины перерабатывали низкосортные дрова; бумажные фабрики получали крайне недостаточное количество целлюлозы. Сырье в виде тряпья, необходимое для выработки лучших сортов бумаги, поступало от органов снабжения в очень малом количестве.

Вопросами помощи бумажной промышленности занимался непосредственно под руководством В. И. Ленина Совет Обороны. Этого требовала, как говорилось в одном из его постановлений, необходимость проведения широкой агитационной работы в стране и улучшения информационной деятельности\*. Далее в этом документе отмечалось: «Признать, что в отношении срочности доставки льняное тряпье, рольная, газетная и печатная бумага имеют характер грузов боевого значения... Древесную массу и целлюлозу, следующую в адрес заводов и фабрик для выработки бумаги, приравнять по значению к грузам первостепенной важности, перевозка коих должна быть обязательно обеспечена без задержек\*\*». Если учесть крайне тяжелое состояние железнодорожного транспорта в годы гражданской войны, то во много раз возрастает значимость данного постановления, подписанного В. И. Лениным. Несмотря на принимавшиеся правительством меры, бумаги по-прежнему нехватало, бумажный кризис в стране продолжал углублять-

\* Декреты Советской власти.— М., 1973.— Т. 6.— С. 369.

\*\* Там же.



ся. 14 ноября 1919 г. на Политбюро ЦК РКП(б) с участием В. И. Ленина обсуждались вопросы, связанные с обострением бумажного кризиса в стране\*.

В конце января 1920 г. на заседании Совета Народных Комиссаров под председательством Владимира Ильича, был заслушан доклад Главного комитета бумажной промышленности. СНК поручил Президиуму ВСНХ «изыскать экстренные революционные меры по улучшению катастрофического положения с бумажной промышленностью...»\*\*.

К разработке мер помощи бумажной промышленности был привлечен широкий круг партийных и советских работников, специалистов. В результате неоднократного обсуждения этого вопроса в СНК было принято постановление о мобилизации бумажных, картонных, целлюлозных, древесных заводов и фабрик с целью обеспечить предприятия необходимым числом рабочих и служащих. Последние не имели права оставлять работу по собственному желанию. За самовольное оставление службы карали как за дезертирство по законам военного времени.

Постановлением СНК были мобилизованы 17 бумажных фабрик. Производство бумаги, картона, целлюлозы и древесной массы, а также одежды для бумагоделательных машин было объявлено военно-оперативным заданием. Всем ведомствам и учреждениям предписывалось в обязательном порядке оказывать всякое содействие в развертывании данных производств\*\*\*.

Для проведения данного постановления в жизнь СНК назначил революционера и большевика К. М. Шведчикова чрезвычайным уполномоченным по делам бумажной промышленности и печати. Ему предоставлялось право предавать суду революционного трибунала лиц, виновных в нарушении или замедлении выполнения принятого постановления о развитии бумажной промышленности, и по всем вопросам бумажной промышленности и печати непосредственно докладывать в СНК и лично В. И. Ленину.

Председатель СНК В. И. Ленин, когда предоставлялась возможность, лично вникал в производственную жизнь фабрик, проявлял заботу об улучшении условий труда и быта рабочих. Дирекция Окуловских бумажных фабрик 14 ноября 1919 г. в телеграмме обратилась с просьбой в СНК о прекращении мобилизации лошадей, принадлежавших этим фабрикам. В. И. Ленин, прочитав эту телеграмму, здесь же написал распоряжение секретарю созвониться с начальником Всероссийского Главного штаба Н. И. Раттелем и заместителем председателя ВСНХ В. П. Милютиним и узнать, что они сделали для удовлетворения просьбы писчебумажников\*\*\*\*.

В период с 5 по 9 декабря 1919 г. В. И. Ленин руководил работой VII Всероссийского съезда Советов. В перерывах между заседаниями он часто беседовал с делегатами съезда. При разговоре с представителями Калужской губернии — членами Медынского уездного комитета партии И. С. Буквиным и И. В. Молодовым, он не только интересовался политическим положением в уезде, но и подробно расспрашивал о положении дел на Кондровской, Троицкой и Полотнянозаводской бумажных фабриках\*\*\*\*\*. Этим вопросом он продолжал заниматься и позднее. До В. И. Ленина доходили не очень хорошие вести. Поэтому

\* Владимир Ильич Ленин. Биографическая хроника.— Т. 8.— С. 24.

\*\* Декреты Советской власти.— М., 1974.— Т. 7.— С. 286.

\*\*\* Там же.— С. 284—286.

\*\*\*\* Владимир Ильич Ленин. Биографическая хроника. Т. 8.— С. 22.

\*\*\*\*\* Там же.— С. 90.

появилась известная его записка члену коллегии народного комиссариата Рабоче-Крестьянской инспекции А. И. Свицерскому. В записке он писал, что до его сведения доведено «отчаянное положение» бумажных фабрик Калужской губернии, где более трех тысяч рабочих и служащих, которые уже давно переведены на красноармейский паек, но «ничего не получают». Последние слова В. И. Ленин дважды подчеркнул. Он просил А. И. Свицерского «обдумать меру экстренного распоряжения о выдаче им продовольствия...»\*.

В результате самоотверженной борьбы Красной Армии с иностранными интервентами и внутренней контрреволюцией была завоевана мирная передышка в ходе войны. Для определения перспектив социалистического строительства собрался IX съезд партии. Под руководством В. И. Ленина съезд рассмотрел вопрос и принял резолюцию «Об очередных задачах хозяйственного строительства». Она содержала специальный раздел, который назывался «Бумажное и типографское дело». Так впервые на уровне съезда партии были определены задачи по развитию бумажного производства, улучшению качества бумаги и определено ее значение для жизни всей Советской республики.

Съезд партии отметил: «Принимая во внимание, что первым условием успеха Советской республики во всех областях, и в том числе в хозяйственной, является систематическая агитация, в которой пресса призвана играть руководящую роль, съезд обращает внимание Советской власти на совершенно недопустимое состояние нашей бумажной и типографской промышленности... Съезд настойчиво призывает ВСНХ, соответствующие профессиональные союзы и другие заинтересованные учреждения приложить все усилия к тому, чтобы повысить количество производимой бумаги, улучшить ее качество, внести в типографское дело порядок и тем обеспечить рабоче-крестьянскую Россию социалистическим печатным словом»\*\*.

Следовательно, к состоянию дел в бумажной промышленности было привлечено внимание всей партии, всех трудящихся нашей страны.

В трудных условиях послевоенного периода Коммунистическая партия и советский народ приступили к восстановлению и дальнейшему развитию целлюлозно-бумажной промышленности как важнейшей базы проведения идеологической работы в стране.

В связи с тем, что удовлетворить потребности государства в бумаге промышленность еще не могла, В. И. Ленин в 1921 г. неоднократно в различных инстанциях ставил на обсуждение вопрос о необходимости закупки за границей бумаги и оборудования для бумажных фабрик. 12 апреля на заседании Политбюро ЦК РКП(б) с участием В. И. Ленина обсуждался вопрос о создании комиссии для этой цели\*\*\*. 3 июня этого же года Владимир Ильич вопрос о закупках за границей поставил на пленарном заседании Совета Труда и Оборона\*\*\*\*, а 14 июня на заседании СНК уже обсуждался доклад комиссии с обоснованием предложений по отпуску золота для закупки бумаги и технического оборудования для Главбума\*\*\*\*\*.

Однако окончательное решение вопроса о закупке оборудования и бумаги за границей затягивалось, и это вызывало беспокойство у Владимира Ильича. 22 ноября 1921 г. он пишет записку заместителю председателя комиссии по золотому фонду М. К. Ветогину: «Прошу Вас ускорить рассмотрение вопроса об отпуске золота для бумажной про-

\* Ленин В. И. Полн. собр. соч.— Т. 51.— С. 170.

\*\* КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК.— М.: Политиздат, 1971.— Т. 2.— С. 164.

\*\*\* Владимир Ильич Ленин. Биографическая хроника.— Т. 10.— С. 304.

\*\*\*\* Там же.— С. 501.

\*\*\*\*\* Там же.— С. 553.

мышленности. Дело это не терпит дальнейших отлагательств»\*. Не получив сообщения о положительном решении данного вопроса, В. И. Ленин дает поручение управляющему делами СНК Н. П. Горбунову выяснить у секретаря комиссии Совета Труда и Оборона по золотому (валютному) фонду А. А. Новицкого причины волокиты с отпуском Главному управлению государственных предприятий бумажной промышленности золота для покупки бумаги и оборудования за границей\*\*. Настойчивость В. И. Ленина привела к тому, что СТО принял предложение комиссии по золотому фонду и выдал на приобретение за границей бумаги и оборудования 12 млн р. золотом\*\*\*.

Работа по восстановлению бумажной промышленности набирала темпы. В. И. Ленин получил сообщение о первом выпуске бумаги Каменской государственной писчебумажной фабрикой в г. Кувшиново Тверской губернии\*\*\*\*. Рабочие этого предприятия энергично занимались поисками новых видов сырья и улучшением производства. На фабрике проводили опыты по получению целлюлозы из льняной костры, доставляемой с Ржевской льночесальной фабрики. Один лист такой бумаги, на котором описывались опыты, был доставлен В. И. Ленину. Кроме технологических сведений, на листе было написано: «На выработанной в количестве 100 пудов бумаге предполагается отпечатать часть первомайского номера газеты «Правда». На этом листе есть и надпись, сделанная рукой В. И. Ленина: «Какова эта бумага для письма?»\*\*\*\*\*.

Руководство по восстановлению и развитию целлюлозно-бумажной промышленности В. И. Ленин осуществлял и через К. М. Шведчикова. Вопросы улучшения работы Главбума были предметом неоднократных бесед в Кремле. К. М. Шведчиков сообщал В. И. Ленину сведения о производстве в стране бумаги, приводил расчеты о необходимых ассигнованиях на подъем бумажной промышленности, вносил различные предложения по улучшению работы фабрик. Владимир Ильич всегда внимательно выслушивал руководителя бумажной промышленности и стремился во всем оказать ему действительную помощь. Во время одной из таких бесед К. М. Шведчиков передал председателю СНК письмо с просьбой срочно выделить денежные средства для проведения работ по восстановлению бумажной промышленности. В. И. Ленин здесь же написал на нем записку заместителю наркома финансов: «Т. Альский! Пересылаю Вам эту просьбу Шведчикова. Погибнет бумажная промышленность на целый год, если не вытянуть теперь. Надо напрячь все силы. Ответьте мне, что делаете. Не назначить ли мне экстренной комиссии?»\*\*\*\*\*.

В. И. Ленин самым внимательным образом изучал все предложения по строительству новых предприятий целлюлозно-бумажной промышленности. Так, ознакомившись с проектами создания Карельской трудовой коммуны, где предусматривалось срочное строительство бумажной и целлюлозной фабрик в Кондопоге, он написал: «В принципе оба проекта я всецело поддерживаю»\*\*\*\*\*. 17 октября 1922 г. В. И. Ленин обратился к руководящим работникам СНК и СТО с просьбой ускорить принятие решения о строительстве предприятий бумажной промышленности в Карелии\*\*\*\*\*. Это было 17 октября. А через месяц с не-

\* Ленин В. И. Полн. собр. соч.— Т. 54.— С. 31.

\*\* Владимир Ильич Ленин. Биографическая хроника.— Т. 12.— С. 36.

\*\*\* Ленин В. И. Полн. собр. соч.— Т. 54.— С. 566.

\*\*\*\* Владимир Ильич Ленин. Биографическая хроника.— Т. 10.— С. 351.

\*\*\*\*\* Ленинский сборник XXXV.— М.: ОГИЗ, 1945.— С. 237—238.

\*\*\*\*\* Ленин В. И. Полн. собр. соч.— Т. 54.— С. 2.

\*\*\*\*\* Ленин В. И. Полн. собр. соч.— Т. 52.— С. 162.

\*\*\*\*\* Там же, Т. 54.— С. 299.

большим, 20 ноября 1922 г., состоялось последнее публичное выступление В. И. Ленина.

Труженики целлюлозно-бумажной промышленности проявляли высокую любовь к вождю. Когда в Москве начал работать VI Всероссийский съезд рабочих бумажной промышленности, то делегаты съезда единодушно избрали В. И. Ленина почетным его председателем\*.

Благодаря постоянному вниманию со стороны В. И. Ленина и Коммунистической партии восстановление бумажной промышленности осуществлялось успешно и высокими темпами. Довоенный (1913 г.) уровень производства бумаги и полуфабрикатов был превзойден уже в 1925 г., в то время как вся промышленность достигла только 75,5 % этого объема\*\*.

Нам представляется, что в преподавании специальных и технических дисциплин еще не исчерпаны все возможности для повышения воспитательного аспекта лекций и практических занятий. К ним можно отнести: использование в учебном процессе выводов, сделанных К. Марксом, Ф. Энгельсом и В. И. Лениным, о роли и значении данной отрасли (подотрасли) промышленности, в которой предстоит трудиться выпускникам вуза, о значении и важности избранной ими профессии; изучение на занятиях решений КПСС о дальнейшем развитии той отрасли народного хозяйства, для которой институт готовит специалистов, о совершенствовании их труда и т. п.; знакомство студентов с оценками состояния дел в отрасли, данными руководителями КПСС и Советского государства, выводами о путях ее ускоренного развития на современном этапе.

Все это будет способствовать не только поднятию научного и идейно-теоретического уровня занятий, но и повысит их практическую значимость.

---

\* Владимир Ильич Ленин. Биографическая хроника.— Т. 12.— С. 645.

\*\* Бумажная промышленность СССР. 1917—1957.— М.; Л.: Гослесбумиздат.— 1958.— С. 69.

УДК 621.01

## КАКИМ БЫТЬ ЗАВТРАШНЕМУ МАШИНОСТРОЕНИЮ ОТРАСЛИ?

*М. В. КОНДАКОВ, А. Г. ПИЛЮТИК*

Московский лесотехнический институт

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» сказано: «В первоочередном порядке обеспечить коренную реконструкцию и опережающее развитие машиностроительного комплекса, прежде всего станкостроения... Сократить в 3—4 раза сроки разработки и освоения новой техники. Обеспечить, чтобы все вновь осваиваемые виды техники по производительности и надежности превосходили не менее чем в 1,5—2 раза выпускаемую аналогичную продукцию».

Эти проблемы в машиностроении для лесной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства имеют особую остроту. Многие машины и механизмы лесопромышленных и деревообрабатывающих предприятий обладают повышенной металлоемкостью и невысокой надежностью. Более того, техническое несовершенство лесозаготовительных машин ставит и серьезные экологические проблемы. Это справедливо отмечал акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов в своей статье «Лесоводство в преддверии XXI века», опубликованной в журнале «Лесное хозяйство» (1986, № 8): «Современная лесозаготовительная техника наносит существенный ущерб, довольно чувствительный для лесного хозяйства, и к тому же далеко не идеально решает свои непосредственные задачи».

Причины низкой надежности машин можно разделить на три категории, примерно равные по количеству отказов: 1) брак конструкторский; 2) брак чисто производственный; 3) ошибки эксплуатационного характера.

Здесь мы коснемся главным образом брака первой категории, который относится к этапу проектирования машин. С нашей точки зрения, это наиболее острая, комплексная проблема, включающая в себя и организацию проектирования машин различных классов и назначений, и обеспеченность необходимыми материалами, и подготовку в вузах высококвалифицированных научных и конструкторских кадров.

Предлагаемые нами пути решения вопросов, быть может, в чем-то спорны, но опираются на практический опыт работы в передовых отраслях машиностроения.

Как и кто будет определять уровень завтрашнего машиностроения — вот вопросы, рассматриваемые в этой статье.

**Механика и современное машиностроение.** «Золотое правило» создания машин и разработки технологических процессов четко сформулировал директор Института машиноведения АН СССР, вице-президент АН СССР акад. К. В. Фролов. В одном из своих выступлений он отмечал, что разработка машин и технологических процессов должна содержать три составные части: механику, т. е. определение нагрузок, включая и динамические, выбор расчетных случаев и расчеты на прочность, и, наконец, технологию.

Механику — эту естественную и в то же время самую инженерную науку «модные» научные течения оттеснили сегодня на задний план. Особенно остро это ощущается в робототехнике, т. е. именно той развивающейся области машиностроения, которая во многом определяет уровень завтрашнего производства. Первоначальное смещение центра тяжести научных усилий в сторону задач систем управления привело к тому, что на сегодня созданы оптимальные, в том или ином смысле, системы управления роботами, но практически нет самих объектов управления — манипуляторов с необходимыми для лесной, деревообрабатывающей и мебельной промышленности техническими параметрами. В лесном деревообрабатывающем машиностроении дело серьезно осложняется тем, что манипуляторы должны обладать большой грузоподъемностью. Возможности использования разработок из других областей машиностроения практически отсутствуют, и отрасль стоит перед необходимостью проведения самостоятельных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Создать оптимальный по металлоемкости и надежности механизм манипулятора можно только на основе серьезного анализа механического поведения конструкции. К сожалению, уже есть печальные примеры неудачных разработок манипуляторов. Ошибки проектирования здесь зачастую обусловлены пренебрежением законами механики.

Слово механика греческого происхождения означает искусство построения машин. Как же инженер может обойтись без механики, да еще в первоочередном порядке обеспечить коренную реконструкцию и опережающее развитие машиностроительного комплекса?

В статье председателя Национального комитета СССР по теоретической и прикладной механике акад. И. Ф. Образцова «Механика на службе прогресса», опубликованной в «Правде» 28 сентября 1986 г., с предельной ясностью и убедительностью показана роль и значение механики в развитии современной техники, ее достижения и недоработки, отмечены главнейшие проблемы и направления в ее развитии. В авиационной и ракетно-космической промышленности, судостроении и других отраслях машиностроения, где механика «работает», создаются образцы техники, стоящие на грани технических и технологических возможностей современной промышленности.

Отличия лесных и деревообрабатывающих машин от лучших образцов отечественной и мировой техники во многом обусловлены неиспользованием такого мощного инструмента проектирования, каким являются современные методы механики. Это тем более недопустимо, что именно отечественные достижения в фундаментальных областях механики, на которых базируется современное машиностроение, традиционно занимают ведущее положение в мировой науке.

**Современным машинам — современную систему проектирования.** Общая тенденция развития современных средств производства направлена на автоматизацию и роботизацию трудоемких производственных процессов. Эта тенденция не обошла стороной лесное и деревообрабатывающее машиностроение, поставив его перед необходимостью создания техники нового поколения, отвечающей современным требованиям. Поэтому сейчас наиболее актуальны вопросы: как проектировать машины нового поколения и робототехнические средства; оправдывают ли себя сами принципы проектирования, существующие в лесном машиностроении?

Формирование принципов проектирования и отработки новой техники в передовых отраслях машиностроения потребовало колоссального напряжения и привлечения огромного научного потенциала. Ошибки на пути создания принципов проектирования стоили дорого. Государство уже оплатило этот опыт и эти ошибки. Так надо ли тот же дорогой

путь проделывать каждой из наших многочисленных отраслей машиностроения, обладающих, как правило, к тому же меньшими научными и техническими возможностями?

Конечно, каждая отрасль машиностроения имеет свою специфику, различные уровни научных и конструкторских кадров, разные по оснащенности экспериментальные базы и т. д. Но вместе с тем основные принципы создания нового изделия носят общий характер. На них базируются передовые отрасли как отечественного, так и зарубежного машиностроения. Опыт проектирования той же авиационной и космической техники широко отражен в современной научно-технической литературе. Однако конструкторский опыт передовых отраслей воспринимается с большим трудом, очень медленно и нерешительно.

Выделим здесь три основные черты создания нового изделия:

- 1) глубокая теоретическая проработка проекта;
- 2) компетентное обсуждение и защита проекта в сторонней (для обеспечения объективности) организации с обязательным привлечением ведущих вузов страны, в которых сосредоточен большой научный потенциал;
- 3) тесное сочетание теоретических и экспериментальных методов при отработке новых образцов.

Преобладание в лесном и деревообрабатывающем машиностроении экспериментальных методов отработки приводит к таким примерам, входящим в актив многих проектных организаций, когда бездумное усиление и без того перетяжеленных опытных образцов вызывало не повышение, а снижение их прочности. Такие примеры — плата за непонимание процессов, протекающих в конструкции, неумение провести глубокий теоретический анализ механического поведения изделия.

Возрастание роли теоретического анализа поведения конструкции — отличительная черта современных методов проектирования и отработки машин.

Современный проектный расчет базируется на переходе от реальных условий функционирования и реальной конструкции к их математическим моделям — расчетным случаям и расчетным схемам.

Расчетные случаи охватывают наиболее опасные варианты функционирования системы в целом и ее отдельных частей. Выбор расчетных случаев основан на всестороннем анализе работы будущей машины и является крайне ответственным этапом. Поэтому в практике машиностроения расчетные случаи типового ряда машин закрепляются в отраслевых стандартах. В лесном машиностроении этого пока нет.

Конкретные расчетные случаи тесно связаны с такими понятиями организации проектирования, как расчетные схемы и нормы прочности.

Расчетная схема является механической моделью реальной конструкции. Она должна по возможности полно учитывать факторы, определяющие поведение реальной конструкции, и быть ориентирована на конкретные методы расчета, что и определяет полноту и сложность математического описания задачи.

Привлечение к проектным расчетам ЭВМ позволяет использовать сложные расчетные схемы, на которых можно проследить такие особенности поведения будущей конструкции, которые раньше оставались не доступными для проектировщиков.

Вместе с тем, насколько бы ни были детальны расчетные случаи и расчетные схемы, реальное функционирование будущей конструкции может отличаться от расчетного. Это отличие обусловлено и недостатком информации на этапе проектирования, и технологическими допусками, сопровождающими изготовление машин. В связи с этим вводятся нормы прочности, содержащие коэффициенты запаса.

Таким образом, расчетные случаи, расчетные схемы и нормы прочности — вот те три кита, на которых опираются современные методы проектных расчетов.

**ЭВМ — глазами проектировщика.** Теоретические методы играют сегодня ведущую роль в передовых отраслях машиностроения как на этапе проектирования, так и на этапе отработки экспериментальных образцов. Это явление новое и обусловлено приходом ЭВМ в расчетную практику. Внедрение вычислительной техники как бы разграничивает методы проектирования на два уровня. Первый из них можно назвать статистическим, второй — системным.

Основна статистического уровня проектирования — использование множества эмпирических коэффициентов, учитывающих опыт создания предыдущих машин. Расчеты при этом ведутся, как правило, только для отдельных узлов и деталей, а поведение всей машины в целом, которое и определяет требования к отдельным деталям, остается вне поля зрения проектировщика.

Системный уровень базируется на корректном математическом описании физической (механической) стороны функционирования будущей машины. Использование ЭВМ позволило формулировать и решать совершенно новые, недоступные ранее, в силу своей сложности, задачи. Для многих классов машин и механизмов появилась возможность описания всей механической системы в целом. Во многих случаях удалось отказаться от эмпирических конструкторских коэффициентов и описывать физическую сторону явлений на основе глубоких теоретических положений, т. е. произошла фундаментализация расчетных методов.

Для большинства проектировщиков ясно, что ускорение научно-технического прогресса требует скорейшего перехода от статистического к системному уровню проектирования. Однако зачастую осуществить этот шаг мешает и консерватизм конструкторского мышления, ориентированного на привычные методы работы, и неопределенность современного статуса ЭВМ, погребенного под газетными мифами и домыслами о всеильности вычислительной техники. Это, естественно, дезориентирует и руководство, и конструкторов — потенциальных пользователей ЭВМ.

Многолетний опыт использования вычислительной техники в проектных расчетах позволяет смотреть на ЭВМ не более как на вычислительный инструмент в руках инженера-проектировщика, пришедший на смену логарифмической линейке и позволяющий ставить и решать более сложные математические задачи, расширяющий творческие возможности создателей новой техники.

Для применения современных методов расчета в практике работы проектных организаций мало иметь доступ к ЭВМ. Надо еще, чтобы эта ЭВМ была снабжена соответствующими «мозгами» — библиотекой прикладных программ для типичных расчетных случаев. Роль хорошей библиотеки прикладных программ для организации проектирования оптимальной конструкции трудно переоценить. Достаточно вспомнить, что одним из первых практических шагов по созданию сложнейшей американской космической системы «Спейс шаттл» было создание библиотеки программ расчета прочности.

Отсутствие хорошей библиотеки программ зачастую является основным препятствием эффективного использования ЭВМ в практике проектных расчетов. С одной стороны, программы расчета должны быть ориентированы на вполне конкретные расчетные случаи и расчетные схемы, что весьма ограничивает возможности их заимствования из других областей машиностроения. С другой стороны, создание качественных программ требует привлечения специалистов высокой квалификации и больших затрат машинного времени, а это может позволить себе не

каждая проектная организация. Поэтому передовые отрасли отечественного машиностроения особое внимание уделяют отбору, сохранению и распространению внутри отрасли лучших программ расчета, учитывающих специфику выпускаемой техники.

Для этой цели создаются отраслевые фонды алгоритмов и программ (ОФАП).

Увеличение выпуска средств вычислительной техники в 2...2,3 раза, намеченное XXVII съездом партии, сделает доступными мощные ЭВМ не только для ведущих, но и для рядовых проектных организаций. А это означает, что уже сегодня лесному и деревообрабатывающему машиностроению следует уделить особое внимание созданию фонда прикладных программ для нужд отрасли.

**Задачи динамики — основные задачи проектного расчета.** Уровень проектного расчета во многом определяется уровнем решения задач динамики конструкции.

В конечном итоге от глубины понимания динамического поведения конструкции зависит решение таких важных вопросов проектирования, как металлоемкость, прочность, надежность и долговечность, решение вопросов выбора параметров силового привода и системы управления и многих других задач, определяющих понятие проектирования оптимальной конструкции. Вместе с тем задачи динамического расчета достаточно сложны. Поэтому до недавнего времени динамический расчет при проектировании конструкции подменялся введением так называемого коэффициента динамичности. (Как и многие коэффициенты запаса, коэффициент динамичности отражает уровень нашего незнания реально протекающих в конструкции процессов). Использование ЭВМ позволяет отказаться от привлечения понятия коэффициента динамичности и корректно решать многие задачи динамики конструкций.

Для иллюстрации структуры динамических проектных расчетов обратимся к имеющемуся у нас опыту расчетов тяжело нагруженных манипуляторов, аналогичных применяемым в лесозаготовительной промышленности.

Манипуляционная система является прежде всего механической системой для переноса груза. С конструкторской точки зрения в ней можно выделить три взаимодействующие подсистемы: 1) манипулятор; 2) силовой привод; 3) систему управления (если манипулятор является программируемым, т. е. роботом). Расчетные случаи определения нагрузок в конструкции должны охватывать следующие вопросы статистического и динамического нагружения манипулятора:

1) расчет частот и форм свободных колебаний системы, определяющих требования к параметрам силового привода и системы управления;

2) расчет нагружения манипулятора под действием произвольно меняющихся внешних сил;

3) расчет механических переходных процессов в конструкции манипулятора, которые сопровождаются изменением режимов движения, в том числе начало и окончание движения.

Конечно, выделенные группы задач охватывают не все расчетные случаи. Для организации эффективных проектных расчетов требуется детализация расчетных случаев для конкретных классов манипуляторов лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Теоретические методы исследования динамических процессов на этапе проектирования не единственные. При создании новых машин, не имеющих прямых аналогов и прототипов, эффективны и экспериментальные методы анализа с использованием динамически и конструктивно подобных физических моделей. С помощью таких экспериментальных методов сложные динамические процессы в разрабатываемых машинах

могут быть детально и всесторонне изучены без значительных материальных затрат и времени на самом раннем этапе их проектирования.

Динамические процессы, происходящие в реальных условиях эксплуатации машин, представляют собой весьма сложные для изучения механико-математические задачи. Выбор и обоснование расчетной схемы, описывающей поведение механизма с учетом упругих колебаний элементов конструкций, температурных режимов, работы гидросистемы и др., сопряжен с существенной идеализацией механической модели, введением различного рода допущений. На этой стадии работ требуется глубокое понимание природы и взаимосвязи механических процессов, протекающих в конструкции. Никакая «всеобщая» компьютеризация помочь не может. Здесь требуется привлечение высококвалифицированных специалистов с хорошей механико-математической подготовкой.

Однако в практике проектирования машин для лесной и деревообрабатывающей промышленности сложные динамические расчеты зачастую пытаются обойти. В лучшем случае ограничиваются рассмотрением только статических режимов работы машин и механизмов, вводя иногда совершенно необоснованные коэффициенты динамичности.

Платой за подобное «упрощение» динамического проектного расчета является рост металлоемкости, снижение надежности и долговечности разрабатываемых машин.

**Проблемы высшей школы.** Как уже отмечалось, приход в расчетную практику ЭВМ позволяет вести проектные расчеты на более глубоком теоретическом уровне, делает их более фундаментальными. В этой связи нельзя не упомянуть о взаимоотношениях между вузовской и производственной наукой. Именно в вузах высока концентрация квалифицированных научных кадров, привлечение которых к реальным промышленным разработкам позволяет использовать результаты фундаментальных исследований непосредственно для решения прикладных задач. Несуразность положения, когда вузовской науке приходится подолгу (и часто бесплодно) «пробивать» дорогу для своих достижений в промышленность, сегодня непозволительна.

И, наконец, остановимся на очень важной проблеме подготовки кадров.

Проф. А. А. Космодемьянский в книге «Теоретическая механика и современная техника», изданной в 1969 г., писал по поводу подготовки специалистов: «Многие в наши дни начинают понимать, что чисто количественный подход к формированию научной смены без учета творческого потенциала будущих исследователей может привести в ближайшие два-три десятилетия к экономической неэффективности научных исследований в ряде областей научно-технического прогресса и для государства будет выгоднее покупать открытия, нежели кормить «дивизии» бесплодных личностей, безответственно включенных в несвойственную им сферу интеллектуального труда».

Решение задач проектирования машин на современном уровне требует серьезной механико-математической подготовки исполнителей. Инженеры-механики, которых выпускают лесотехнические вузы страны в рамках специальности 0519, не обладают достаточными механико-математическими знаниями для работы в проектных и исследовательских организациях. Необходимо некоторую часть наиболее способных студентов специальности 0519 готовить к проектной и научно-исследовательской деятельности по отдельной программе, включающей в себя хотя бы такие краткие курсы, как «Элементы теории упругости», «Теория колебаний», «Колебания упругих систем», «Динамика и прочность конструкций», «Уравнения математической физики», «Вариационные методы механики сплошной среды», «Численные методы механики» и некоторые другие.

В МЛТИ, как головном среди лесотехнических вузов, в АЛТИ, ЛТА и некоторых других вузах, имеющих необходимые профессорско-преподавательские кадры, такую программу реализовать можно. Пополнить кадры отраслевого машиностроения выпускниками других вузов, имеющих специальность «Динамика и прочность машин», практически невозможно, поскольку они «нарасхват» в самых престижных отраслях, таких как ракетно-космическая техника, авиационная промышленность, судостроение и др. Следовательно, необходимо готовить своих специалистов и чем быстрее, тем лучше. Без этого научно-технический прогресс пройдет мимо лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Механика должна работать, как работает она на благо человечества уже две тысячи лет.

---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*116.12

**ВЛИЯНИЕ СОСНОВЫХ, ЕЛОВЫХ И ЧЕРНООЛЬХОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА**

*И. К. БЛИНЦОВ, М. В. КУДИН, В. М. НАТАРОВ*

Белорусский технологический институт  
Березинский биосферный заповедник

Впервые на необходимость тщательного изучения снежного покрова как климатического фактора обратил внимание основоположник климатологии в России А. И. Воейков [1], считавший, что в нашей стране он играет важную климатическую и гидрологическую роль.

В настоящей работе излагаются результаты двенадцатилетних наблюдений снегонакопления в основных типах суходольных и болотных лесов Березинского биосферного заповедника (БССР), входящего в Международную сеть биосферных заповедников.

Исследования проводили на постоянных пробных площадях (ППП), включающих как полевой участок, так и лесные насаждения, таксационная характеристика которых приведена в табл. 1.

Таблица 1

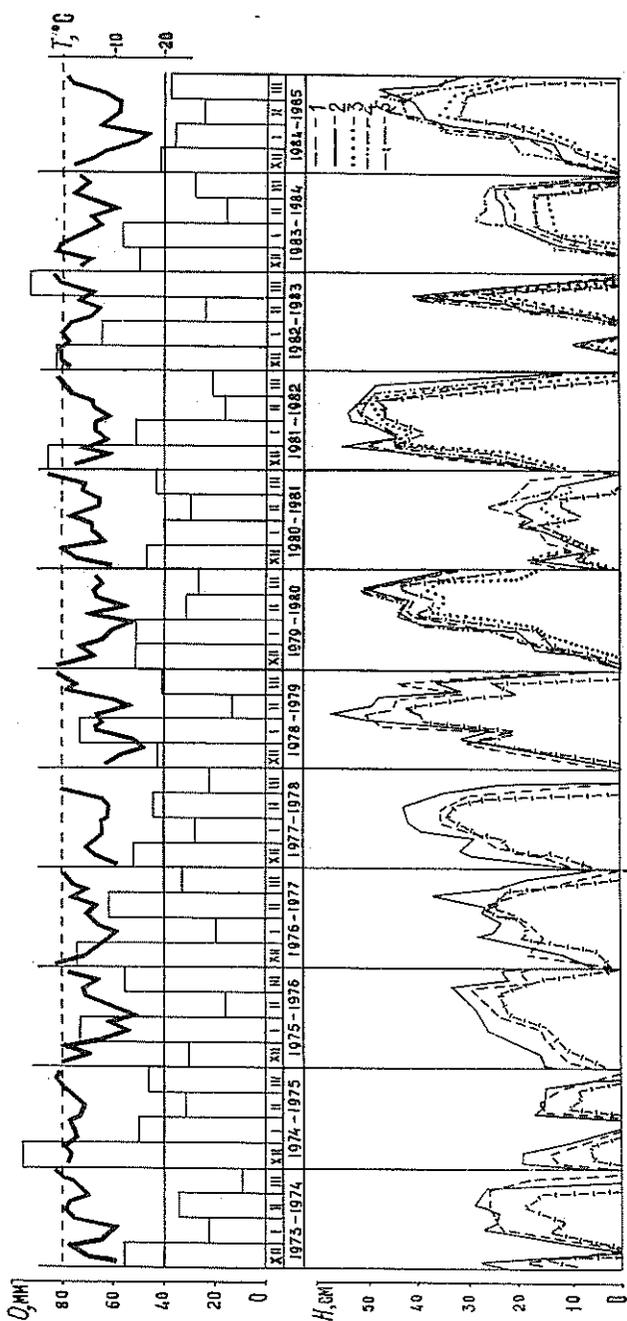
Лесотипологическая характеристика насаждений

Но- мер проб- ной пло- щади	Тип леса и ассоциация	Воз- раст, лет	Состав	Средние		Пол- нота	Чис- ло де- ревь- ев, шт./га	За- пас, м <sup>3</sup> /га
				диа- метр, см	высо- та, м			
26	Сосняки:	135	10С	23,8	17,0	0,77	698	207
105	лишайниковый	75	10С	22,3	20,7	0,81	832	303
56	черничный	81	10С, ед.Б.	21,1	21,0	0,83	720	330
4	тростниково-сфагновый	55	6С4Б	9,7	8,3	1,00	1 955	120
3	багульниково-сфагновый	150	10С	2,1	8,4	0,86	1 680	83
2	пушицево-сфагновый	60	10С	4,5	2,8	0,20	2 345	10
	Черноольшанники:							
9	березово-кисличный	40	4Ол5Б1Е	15,6	18,0	0,82	654	210
11	осоково-таволговый	32	7Ол2Б1Е	13,3	17,6	0,85	820	130
12	ивняковый	35	5Ол4Б1Е	11,3	10,8	0,80	708	90
57	Ельник черничный	120	8Е1Б1Ос	27,1	26,0	0,60	544	277

Глубину снежного покрова на ППП измеряли раз в декаду в десяти, а плотность— в трех точках, во время интенсивного таяния измерения выполняли по пятidineвкам. Плотность и запасы воды в снеге определяли по специальным таблицам [2, с. 42—48]. Данные о температуре воздуха и осадкам приведены по станции фонового мониторинга заповедника.

Первый снег в заповеднике появляется в разное время (октябрь — ноябрь), в среднем — в середине ноября. В период предзимья образуется от двух до пяти временных снежных покровов. Лишь в середине, но чаще в конце декабря, снежный покров становится устойчивым.

Запасы снега нарастают при частых оттепелях, которых в заповеднике насчитывается до 30 дн за период снегостава. Осадки в это время выпадают нередко в виде мокрого снега, дождя, что приводит к оседа-



Зависимость высоты снежного покрова ( $H$ ) от осадков ( $Q$ ) и температуры воздуха ( $T$ ): 1 — сосняки суходольные; 2 — болотные; 3 — ельник; 4 — черноольшаник; 5 — поле.

нию снега и образованию внутри него крупнозернистых плотных прослоек.

Одним из ведущих факторов формирования снежного покрова в хвойных лесах является их полнота. В низкополнотном сосняке пушицево-сфагновом (ППП 2) в многоснежные годы толщина снежного покрова достигает 60 см (см. рисунок), т. е. примерно такая же, как и в черноольшаниках, имеющих полноту несколько более 0,80. Наши наблюдения подтверждают вывод С. Ф. Федорова [3, с. 30—32], что в лиственных насаждениях полнота не имеет существенного значения,

Таблица 2

Тип леса и ассоциация	Максимальные запасы воды в снежном покрове, мм											Сред- нее за 1973— 1985	
	1973— 1974	1974— 1975	1975— 1976	1976— 1977	1977— 1978	1978— 1979	1979— 1980	1980— 1981	1981— 1982	1982— 1983	1983— 1984		1984— 1985
Сосняк:													
лишайниковый	48	31	49	22	48	92	89	49	127	41	45	66	59
мишстый	75	43	64	67	83	104	112	38	134	54	48	73	75
черничный	84	41	77	37	103	122	132	55	125	66	53	75	81
тростниково-сфагновый	88	54	77	39	78	95	112	59	116	60	57	94	77
багульниково-сфагновый	71	30	82	44	90	113	133	54	138	42	55	88	78
пушицево-сфагновый	90	55	88	53	98	128	133	44	146	75	65	100	90
Черноольшаники:													
березово-кисличный							129	73	120	74	68	88	92
осоково-таволговый							111	60	108	69	73	91	85
ивняковый							131	64	121	77	68	91	92
Ельник черничный							123	34	124	39	42	68	72
Поле	37	54	38	26	40	103	109	29	123	59	44	65	61

и они могут служить естественными индикаторными осадкомерами в зимний период. В сосняках лишайниковом, мишстом и черничном с полнотой 0,77... 0,83 высота снега на 10... 15 % меньше, чем в черноольховых лесах, а в сосняке тростниково-сфагновом при полноте 1,0 — меньше на 20 %, что вызвано наличием в насаждении березы пушистой. В сосняке багульниковом, черничном благодаря полукустарничкам образуется более рыхлый снежный покров, и в зимы без оттепелей высота его выше, чем в черноольшаниках.

Наибольшая высота снега в лесах заповедника приходится на II—III декады февраля и по календарным срокам не совпадает с максимальными запасами воды в нем.

Во все зимы плотность снега с момента образования снежного покрова и до его схода увеличивается. В начале зимы плотность снега почти одинакова во всех типах леса ( $0,08 \dots 0,15 \text{ г/см}^3$ ), к началу таяния она заметно возрастает и достигает  $0,30 \dots 0,35 \text{ г/см}^3$ . Наибольшая плотность наблюдается в период интенсивного снеготаяния ( $0,40 \dots 0,42 \text{ г/см}^3$ ). Снег в этот период вначале становится мелкозернистым, затем крупнозернистым. Раньше всего это явление происходит в поле, черноольшаниках и низкополотных сосняках.

Наибольшее количество воды в снеге отмечается в сосняках во II—III декадах марта, а в черноольшаниках — в III декаде февраля. Черноольшаники накапливают в среднем  $85 \dots 92 \text{ мм}$  воды (табл. 2), с колебаниями в отдельные годы от 60 до 131 мм. Отклонения по типам черноольховых лесов составляют  $5 \dots 10 \%$ , что связано с участием ели в формировании этих древостоев. Болотные сосняки в среднем аккумулируют  $77 \dots 90$ , суходольные —  $59 \dots 81$ , ельники —  $72 \text{ мм}$  воды, с колебаниями в зависимости от характера зимы соответственно  $30 \dots 146$ ,  $22 \dots 134$  и  $34 \dots 124 \text{ мм}$ . В поле средние запасы воды равны  $61 \text{ мм}$  и изменяются от 26 до 123 мм. Если средний запас воды в черноольшаниках принять за  $100 \%$ , то в сосняке лишайниковом он составит 66, мшистом — 83, черничном — 90, тростниково-сфагновом — 86, багульниково-сфагновом — 87, пушицево-сфагновом — 100, ельнике — 80 и в поле — 68 %.

Наиболее интенсивно (до  $10 \dots 15 \text{ мм/сут}$ ) снег сходит в поле, низкополотных сосняках и черноольшаниках. При этом снежный покров раньше всего исчезает в поле, в среднем в срок от 20 марта до 10 апреля, спустя  $10 \dots 20$  дней — на открытых болотах, в низкополотных сосняках и черноольшаниках. В последнюю очередь снег сходит в сосняке черничном и ельнике.

Максимальные высоты снежного покрова наблюдаются в низкополотных сосняках с обильным напочвенным и кустарничковым покровом. Черноольшаники, как и лесные поляны, могут служить естественными индикаторными осадкомерами при изучении формирования снежного покрова.

Запасы воды в снеге составляют  $10 \dots 15 \%$  от среднегодовой многолетней суммы осадков ( $699 \text{ мм}$ ) и находятся в пределах месячной суммы летнего сезона, что создает оптимальную влагообеспеченность лесных фитоценозов до конца мая — середины июня.

Теплоизолирующие свойства снежного покрова в лесу уменьшают, а в мягкие зимы исключают промерзание почв, что благоприятствует переводу поверхностной талой воды во внутрпочвенную.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воейков А. И. Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду и способы исследования// Зап. Русск. геогр. общ-ва по общ. геогр.— Т. 18, п. 2.— С. 4—10. [2]. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. 1 и 2. Приложение. Сб. вспомогательных таблиц.— Л.: Гидрометеониздат, 1958.— 52 с. [3]. Федоров С. Ф. Исследование элементов водного баланса в лесной зоне европейской территории СССР.— Л.: Гидрометеониздат, 1977.— 264 с.

Поступила 22 апреля 1985 г.

УДК 630\*614.001.57

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ МНОГОВАРИАНТНЫХ ДОЛГОСРОЧНЫХ РАСЧЕТОВ РАЗМЕРА НЕИСТОЩИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОМ НА ЭВМ

*Н. П. ЧУПРОВ, Е. Д. АНТУФЬЕВА*

Архангельский институт леса и лесохимии

На Европейском Севере создан крупнейший в стране лесопромышленный комплекс, основой существования которого является наличие постоянной лесосырьевой базы. Между тем многие сырьевые базы региона истощены длительными и интенсивными рубками, особенно в хвойных лесах.

В настоящее время по областям и лесхозам Севера официально устанавливаются расчетные лесосеки периодического пользования. Рассчитывают лесосеки: по состоянию, возрастным, по обороту рубки и т. д., выбирают одну из них или усредненную между ними и по существу подгоняют лесосеку под имеющийся или планируемый объем рубок. Такую лесосеку вряд ли можно считать надежным эталоном лесопользования.

По ряду лесхозов и областей в целом утвержденные расчетные лесосеки не перерубаются, а срок использования многих лесосырьевых баз не превышает 5...20 лет. В этих условиях назрела необходимость перехода на непрерывное неуклонно уменьшающееся пользование лесом (ННПЛ). Этот переход связан, наряду с другими сложными вопросами, с обоснованным установлением размера ННПЛ, который должен стать действительным эталоном лесопользования.

Любая расчетная лесосека не является постоянной величиной и зависит от многих факторов. Для каждого объекта она меняется с динамикой лесного фонда, происходящей, в свою очередь, вследствие естественного роста древостоев, характера их распределения по классам возраста и породам, в связи со сменой пород. В большой мере она зависит и от уровня ведения лесного хозяйства, т. е. от применяемой системы мероприятий по лесовосстановлению и повышению продуктивности лесов, включая их соотношения, а также от объема и режима рубок главного пользования. Действующие методики расчета лесопользования не учитывают этих факторов. Если расчетная лесосека устанавливается в динамике на длительный период, что очень важно для прогноза лесопользования (например, на оборот рубки), то необходим учет объема мероприятий и размера рубок в динамике за этот период. Все эти моменты находятся в сложной динамической взаимосвязи и значительно усложняют расчеты, но учет их необходим. Расчеты в научно-исследовательских, прогнозных целях, а также при проектировании обуславливают и необходимость многовариантного установления расчетных лесосек.

В связи с необходимостью установления размера ННПЛ для условий Европейского Севера, лабораторией экономики и организации лесного хозяйства Архангельского института леса и лесохимии в течение последнего десятилетия разрабатывалась [1, 2] совершенствовалась динамическая модель-программа для расчета размера лесопользования

на ЭВМ «Наири-К», «Наири-3». В основу модели положен принцип установления размера ННПЛ на оборот рубки. Под расчетной лесосекой непрерывного неумещающегося лесопользования понимается такой максимальный размер расчетной лесосеки, при рубке в объеме которого расчетная лесосека по хвойному хозяйству не уменьшается в течение всего оборота рубки.

Применение имеющихся в теории и практике лесоустройства «стандартных» лесосек (по состоянию, спелости, возрастных и др.) может обеспечить такое лесопользование лишь в отдельных случаях, при сочетании соответствующих условий. Даже лесосека по обороту рубки обеспечивает это условие лишь в двух случаях: а) когда насаждения в хозяйстве равномерно распределены по классам возраста; б) когда насаждения распределены по классам возраста неравномерно, но имеется большой процент спелых древостоев. Если этих условий нет, данная лесосека оказывается для какого-то периода выше лесосеки неумещающегося лесопользования. Если в хозяйстве мало спелых насаждений и древостоев неравномерно распределены по классам возраста, к лесосеке непрерывного лесопользования могут оказаться близкими возрастными лесосеки.

Кроме того, на размер лесосеки по хозяйствам постоянно влияет смена пород, изменяющая площади хозсекций, а значит, и размер лесосек по ним.

В связи с изложенным, лесосеку по площади в данной модели на каждый 10-летний период рассчитывают по обороту рубки. Но в дальнейшем ее двукратно проверяют и корректируют на непрерывность и неумещаемость: первый раз — на начало каждого 10-летия, второй — после выполнения расчетов на весь оборот рубки.

Разработанная модель-программа позволяет для любого объекта расчета учесть: 1) распределение лесопокрытой площади по древесным породам и динамику его в перспективе для какого угодно периода в связи с рубками, проведением лесохозяйственных мероприятий и сменой пород; 2) распределение площади лесов по возрастам и его динамику в перспективе, в зависимости от способов рубок и лесовозобновления; 3) распределение лесов по производительности, а также однородности ведения лесного хозяйства (по группам типов леса); 4) возраст рубок; 5) периоды естественного возобновления в зависимости от способов возобновления, древесных пород и типов леса; 6) категории насаждений в соответствии с требуемыми для них мероприятиями (выделение хозяйств); 7) влияние применения разных вариантов систем мероприятий на повышение продуктивности лесов и размер лесопользования; 8) динамику объема каждого мероприятия во времени в соответствии с ожидаемым его изменением по прогнозам или с заданными темпами изменения (математические модели динамики объема мероприятий на длительную перспективу); 9) влияние различного объема рубок главного пользования (равного расчетной лесосеке или не равного ей, любого заданного).

Модель позволяет учесть влияние на размер расчетной лесосеки объема и динамики следующих мероприятий и их сочетаний: а) способов рубок главного пользования: в хвойных лесах — сплошных без сохранения и с сохранением подроста, выборочных разной интенсивности; в лиственных — сплошных и в лиственно-еловых — длительно постепенных (комплексных); б) способов лесовосстановления: естественного — без содействия, с содействием, за счет сохранения подроста и искусственного (лесные культуры); в) рубок ухода одновременно за елью и лиственными — в лиственно-еловых насаждениях, прежде всего нуждающихся в уходах (ведение комплексного хозяйства) и рубок ухода за сосной и елью в лиственно-сосновых и лиственно-еловых насажде-

Хозсекции	Группы типов леса	Распределение площади насаждений по классам возраста	Хозяйства	Мероприятия	Главные рубки
Сосновая	Свежие временно избыточно увлажненные	$Q, I, II, III, VII, VIII, XIX$ P.Y. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.K. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.P. ↑ B.P.	без подроста с подростом выборочное	K, Y C, Y C.P, Y Y	сплошн. с охр. подр. выбор.
		$Q, I, II, III, VII, VIII, XIX$ P.Y. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.K. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.P.	без подроста с подростом	K, Y C, Y C.P, Y	сплошн. с охр. подр.
	$Q, I, II, III, VII, VIII, XIX$ C.Y. ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	без подроста	без мер. OC	сплошн. нет	
Слободная	Свежие временно избыточно увлажненные	$Q, I, II, III, VII, VIII, XIX$ P.Y. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.P. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.P. ↑ B.P.	без подроста с подростом выборочное	K, Y C, Y C.P, Y Y	сплошн. с охр. подр. выбор.
		$Q, I, II, III, VII, VIII, XIX$ P.Y. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.K. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.P.	без подроста с подростом	K, Y C, Y C.P, Y	сплошн. с охр. подр.
	$Q, I, II, III, VII, VIII, XIX$ C.Y. ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	без подроста	без мер. OC	сплошн. нет	
Береговая	Свежие временно избыточно увлажненные	$Q, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ C.K. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.M. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ OC ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	со II яр. ели без II яр. ели с е. в. в. с сосной	P.Y, C.E. K без K P.Y. P.Y.	с охр. е. и яр. сплошн. нет нет
		$Q, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ C.K. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.M. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ OC ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	со II яр. ели без II яр. ели с е. в. в. с сосной	P.Y, C.E. K без K P.Y. P.Y.	с охр. е. и яр. сплошн. нет нет
	$Q, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ C.Y. ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	без II яр. ели	без мер. OC	сплошн. нет	
Осиновая	Свежие временно избыточно увлажненные	$Q, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ C.K. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.M. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ OC ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	со II яр. ели без II яр. ели с е. в. в. с сосной	P.Y, C.E. K без K P.Y. P.Y.	с охр. е. и яр. сплошн. нет нет
		$Q, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ C.K. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ C.M. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ OC ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	со II яр. ели без II яр. ели с е. в. в. с сосной	P.Y, C.E. K без K P.Y. P.Y.	с охр. е. и яр. сплошн. нет нет
	$Q, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ C.Y. ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	без II яр. ели	без мер. OC	сплошн. нет	

Условные обозначения: K - лесные культуры, C - содействие е. в., C.п - сохранение подр., C.Е - сохранение II яр. ели, C.M - смена пород, P.Y - рубки ухода, OC - лесоосушительные, Y - внутренние уборки, B.P - выборочные рубки

Рис. 1

ниях с наличием ели предварительного возобновления; г) лесосушения; д) внесения минеральных удобрений перед главной рубкой древостоев. Качество работ учитывается введением коэффициента качества.

Методика, заложенная в основу модели, и порядок расчета с ее использованием заключается в следующем.

1. В целях учета возможного многовариантного влияния основных мероприятий по повышению продуктивности лесов на размер лесопользования устанавливают и выделяют, с одной стороны, хозяйства (фонд), в которых требуется проведение каждого мероприятия по лесоводственным условиям, и, с другой стороны, ожидаемый или проектируемый объем (динамика на перспективу в виде математической модели) каждого мероприятия, применение которого при заданной динамике его объема позволяет реализовать (использовать) в той или иной степени выделенное хозяйство (фонд) для мероприятия.

2. По материалам учета лесного фонда выделяют хозсекции: сосновую, еловую, березовую и осиновую (рис. 1).

3. Каждую хозсекцию делят на три группы типов леса, отражающих разную производительность лесов и требующих разных хозяйственных мероприятий: а) свежие, б) временно избыточно увлажненные, в) избыточно увлажненные.

4. Площади указанных трех групп типов леса каждой хозсекции распределяют по 10-летним классам возраста. Заложена возможность выделения 19 классов возраста, что позволяет охватить весь диапазон возрастов рубок, встречающихся в лесах I—III групп.

5. В соответствии с данными науки, лесоустройства и хозяйственной целесообразности в сосновой и еловой хозсекциях выделяют: а) в свежих типах — хозяйства без подростa, с наличием подростa и выборочное, б) во временно избыточно увлажненных — хозяйства с подростом и без подростa, в) в избыточно увлажненных — без подростa; в березовой и осиновой хозсекциях выделяют: а) в свежих и временно избыточно увлажненных типах леса — хозяйства со вторым ярусом ели и без елового яруса, с наличием ели предварительного возобновления или сосны, б) в избыточно увлажненных — без елового яруса.

Порядок выделения хозяйств следующий. Хозяйство с сохранением подростa устанавливают в процентах от площади всех свежих и временно избыточно увлажненных типов ельников и сосняков, в соответствии с данными науки и лесоустройства по представленности площадей с наличием хвойного подростa. Этот процент является предельной величиной площади с сохранением подростa в динамике. Принято условие, что при поспевании припевающих, средневозрастных насаждений и молодняков процент площадей с подростом примерно одинаков.

Выборочное хозяйство в хвойных лесах свежих типов леса выделяют в процентах от суммы площади спелых и перестойных древостоев в зависимости от представленности разновозрастных древостоев, пригодных для выборочных рубок проектируемой интенсивности. Эта представленность является также предельным значением годичной площади выборочных рубок в динамике. При этом сумма площадей выделенных хозяйств (а значит, и предельных значений объемов рубок) с сохранением и без сохранения подростa, выборочного должна составить 100 %. Выделяемые хозяйства с сохранением подростa и выборочное не являются замкнутыми, так как площади хвойных лесов, в том числе свежих и временно избыточно увлажненных, не являются постоянными, меняются в связи со сменой пород и лесосушением.

6. В соответствии с выделенными хозяйствами проектируют рубки главного пользования: сплошные, с сохранением подростa, комплексные, выборочные требуемой интенсивности.

7. Намечают мероприятия по лесовосстановлению и повышению производительности лесов:

в сосняках и ельниках свежих и временно избыточно увлажненных типов — сохранение подроста при рубке; лесные культуры и содействия после рубки на площадях, где отсутствует подрост; внесение удобрений — перед главной рубкой;

в сосняках и ельниках избыточно увлажненных в вариантах с осушением — осушение до главной рубки, с разнесением его объема пропорционально распределению площади по классам возраста, с переводом осушенных площадей в свежие типы леса в тот класс возраста данной породы, в котором средняя высота равна высоте осушенного древостоя. При этом принимают, что осушенное насаждение с этого момента будет расти в среднем примерно так же, как насаждение свежих типов леса, а класс возраста, в который оно помещено, ниже его биологического возраста;

в березняках и осинниках свежих и временно избыточно увлажненных, где имеется ель II яруса, возникающая естественным путем или в виде культур, в соответствии с рекомендациями науки — ведение комплексного хозяйства на выращивание спелой ели и лиственной древесины; при этом проводят рубки ухода одновременно за елью и лиственными, с отбором и сохранением к главной рубке 500 . . . 600 лучших деревьев березы и 1 000 . . . 1 200 — осины, что позволяет вырастить ель и дополнительно получить высококачественную лиственную древесину, с отдельной рубкой березы и после доразживания — ели;

в березняках и осинниках с примесью сосны и ели предварительного возобновления — рубки ухода за сосной и елью;

в березняках и осинниках избыточно увлажненных типов в вариантах с осушением — осушение перед главной рубкой с переводом площадей в свежие типы леса (рис. 1).

8. Учитывают следующие переходы площадей из хозяйства в хозяйство в результате рубок, проводимых мероприятий и смены пород (рис. 1):

при сплошной рубке сосняков часть вырубок (в соответствии с нормативами для конкретных условий) переносят в березовую хозсекцию в связи со сменой пород; другая часть, обеспеченная возобновлением с преобладанием сосны, остается в сосновой хозсекции;

в сосновую и еловую хозсекции из березовой и осиновой переходят площади, на которых проводят рубки ухода за сосной и елью предварительного возобновления, имеющих в примеси к лиственным;

осушенные сосняки в вариантах с осушением переходят в свежие типы леса;

при сплошной рубке ельников часть площадей, не обеспеченная возобновлением с преобладанием ели, переходит в березовую и осиновую хозсекции, а площади, обеспеченные возобновлением с преобладанием ели, остаются в еловой хозсекции;

осушенные ельники в вариантах с осушением переходят в свежие типы леса;

в еловую хозсекцию поступают площади с сохраненной елью второго яруса при главной (комплексной) рубке березняков и осинников;

при сплошной рубке березняков и осинников вся площадь остается в лиственных хозсекциях;

осушенные березняки и осинники в вариантах с осушением переходят в свежие типы леса.

9. Фондом для проведения лесокультурных работ служат площади вырубок из-под сосняков, ельников и лиственных, отнесенные в лиственные хозяйства (в  $O_1$  и  $O_2$  классах возраста), на которых не обеспечено возобновление леса с преобладанием хвойных пород; при этом площадь,

на которой созданы культуры сосны, переносят в сосновую хозсекцию, а площадь, на которой созданы культуры ели, остается в лиственных хозсекциях, но в хозяйствах с наличием ели II яруса, так как в этом случае на площади еловых культур поселяются лиственные и формируются (без рубок ухода) двухъярусные лиственно-еловые насаждения.

10. За каждое 10-летие в связи с естественным течением времени площади насаждений перемещаются из одного 10-летнего класса в другой.

11. Переход площадей из класса в класс за каждое 10-летие в связи с рубками и применяемыми мероприятиями осуществляется:

при сплошной рубке сосняков с использованием содействия естественному возобновлению — в  $O_1$  и I классы возраста (в зависимости от конкретных условий) в связи с наличием периода естественного возобновления; с применением лесных культур — в I класс возраста;

при сплошной рубке ельников с применением содействия естественному возобновлению — в  $O_1$  или  $O_2$  классы возраста, в зависимости от продолжительности периода естественного возобновления по группам типов леса; с лесными культурами — в I класс возраста лиственного хозяйства с наличием ели II яруса;

при рубке сосняков и ельников с сохранением подроста — в III или другие классы возраста сосняков или ельников в связи с сокращением периода лесовыращивания за счет подроста;

при выборочных рубках сосняков и ельников — в тот класс возраста, который ниже класса рубки на продолжительность оборота рубки выборочного хозяйства;

после сплошной рубки сосняков и ельников часть площади вырубок, переходящая в лиственные хозсекции, — в  $O_1$  и I классы возраста, в зависимости от продолжительности периода возобновления лиственных;

при сплошной рубке березняков и осинников — в  $O_1$  и I классы возраста;

при рубке (комплексной) лиственных с сохранением ели II яруса — в тот класс возраста еловой хозсекции, который равен периоду сокращения срока лесовыращивания за счет сохраненной ели (в условиях Севера для ели естественного возобновления в березняках — в VI класс возраста, в осинниках — в IV, для ели лесокультурного происхождения в березняках — в VII, в осинниках — в V класс возраста).

Продолжительность периодов лесовозобновления и соотношение площадей, переходящих из хозяйства в хозяйство, устанавливают для конкретных условий.

12. Таким образом, в расчетах учитывают следующий эффект от проводимых мероприятий:

от сохранения хвойного подроста — сокращение срока лесовыращивания на 20...40 лет и, следовательно, соответствующее этому сроку увеличение производительности лесов и размера лесопользования; исключение смены пород на этой площади;

от применения выборочных рубок — увеличение прироста древесины в древостое за счет использования высоковозрастной части древостоя и улучшения условий роста более молодых деревьев; исключение лесовосстановительных мероприятий и смены пород; сохранение средозащитной роли лесов;

от ведения комплексного хозяйства в лиственно-еловых насаждениях с применением рубок ухода за елью и лиственными, с сохранением елового яруса при главной (комплексной) рубке лиственных — дополнительное получение высококачественной лиственной древесины, сокращение срока выращивания технически спелой еловой древесины, повышение продуктивности лесов на 30...40 %;

от применения культур сосны — сокращение срока лесовыращивания за счет исключения периода естественного возобновления; исключение смены хвойных пород на лиственные; возможность повышения производительности лесов за счет замены ели сосной как более производительной древесной породой (в условиях Севера);

от применения культур ели — сокращение срока выращивания ельников за счет исключения периода естественного возобновления, возможность ведения комплексного хозяйства на этой площади вместо чисто лиственного, повышение производительности лесов на 30...40 % в сравнении с чистыми лиственными;

от рубок ухода в лиственных с примесью сосны и ели предварительного возобновления — перевод этих лесов из лиственного хозяйства в сосновое и еловое, увеличение прироста хвойной древесины за счет снижения прироста лиственной;

от лесосушительной мелiorации — увеличение прироста древесины не менее чем в 2 раза за счет улучшения условий местопроизрастания;

от применения минеральных удобрений перед главной рубкой (1 или 2 приема) — получение дополнительной древесины за период увеличения прироста (для условий Севера — в среднем 20 м<sup>3</sup>/га).

13. Объем проводимых мероприятий учитывают во временной динамике. Изучение динамики объема мероприятий, а также других показателей развития лесного хозяйства Европейского Севера за период 1948—1984 гг. показало, что изменение их соответствует логистическим кривым, с наличием вначале замедленного роста, затем — ускоренного и впоследствии — снова замедленного, приближающего показатели к возможному пределу. В программу включена данная функция в общем виде:

$$v = \frac{v_{\text{пр}}}{1 + e^{a - bt}} \quad (1)$$

Динамика любого мероприятия за длительный период может быть выражена данной функцией в частном виде. Находят значения коэффициентов, предельное значение показателя и подставляют в программу.

14. Расчетные лесосеки по площади и запасу для сплошнолесосечного и выборочного хозяйств рассчитывают в модели-программе по обороту рубки по известным формулам:

$$L_{\text{пл}} = \frac{S_{\text{л.п}}}{U} \quad (2)$$

$$L_{\text{зап}} = L_{\text{пл}} M_{\text{выр}} \quad (3)$$

Расчетную лесосеку по запасу в лиственном хозяйстве  $L_{\text{зап}}$  находят по формуле

$$L_{\text{зап}} = \left[ L_{\text{пл}} (1 - 0,01P) - \frac{\Sigma S_{\text{л.к}}}{U_{\text{л}}} \right] M_{\text{л}} + L_{\text{пл}} P_e K_{\text{л}} M_{\text{л}} + \\ + \left[ L_{\text{пл}} \cdot 0,01P + \frac{\Sigma S_{\text{л.к}}}{U_{\text{л}}} - L_{\text{пл}} P_e \right] M_{\text{л} + \text{е}}, \quad (4)$$

- где  $L_{\text{пл}}$  — лесосека по площади в лиственной хозсекции;  
 $P$  — процент площади, на которой имеется II ярус ели естественного происхождения;  
 $\Sigma S_{\text{л.к}}$  — сумма площадей лесных культур ели, созданных за оборот рубки лиственного хозяйства;  
 $U_{\text{л}}$  — оборот рубки в лиственном хозяйстве;  
 $P_e$  — коэффициент, показывающий долю площади, на которой сохраняется второй ярус ели при рубке лиственных от

всей лесосеки по лиственному хозяйству (находят в динамике);

$M_{л}$  — запас на 1 га спелых лиственных насаждений;  
 $M_{л+е}$  — запас на 1 га спелых лиственных насаждений с елью во II ярусе;

$K_{л}$  — коэффициент, учитывающий понижение запаса на 1 га спелой лиственной древесины к моменту рубки при ведении комплексного хозяйства.

15. Продолжительность оборота рубки находят как сумму возраста рубки (спелости) и периода естественного возобновления

$$U = A + a. \quad (5)$$

При сохранении подроста оборот рубки сокращается

$$U_{п} = A - a_{п}. \quad (6)$$

16. Условие неуменьшаемости (проходимости) лесосеки, особенно по хвойному хозяйству, рассчитанной по формуле (2), в течение оборота рубки, обеспечивается двухэтапной проверкой и корректировкой ее на неуменьшаемость и непрерывность. Это необходимо в связи с неравномерным распределением площади насаждений по классам возраста и сменой пород.

На первом этапе, на начало каждого расчетного 10-летнего периода, для которых рассчитаны лесосеки, программой находят следующий ряд показателей:

$$\min \left\{ \frac{S_{сп}}{10}, \frac{S_{сп} + S_{сп-1}}{20}, \dots, \frac{S_{л.п}}{U} \right\} = L_{пл}. \quad (7)$$

Минимальный член данного ряда и является величиной расчетной лесосеки по площади, обеспечивающей ее проходимость в течение расчетного периода лесопользования. При этом нет необходимости устанавливать целый ряд «стандартных» лесосек и выбирать из них подходящую. Однако в связи со сменой пород и изменением площади хозяйств в течение всего оборота рубки (особенно с уменьшением хвойного хозяйства), необходима проверка и корректировка расчетной лесосеки с учетом всего оборота рубки.

Для этого (второй этап) на основе расчетных лесосек, установленных на каждое 10-летие и прошедших первый этап проверки, находят средневзвешенную расчетную лесосеку по хвойному хозяйству за тот период, в течение которого она уменьшается. Затем модель выполняет повторный расчет лесопользования в соответствии с приведенной методикой, в результате чего по хвойным и лиственным хозяйствам устанавливают максимальный размер расчетной лесосеки по десятилетиям, но не уменьшающийся в течение оборота рубки.

17. Приведенные положения предназначены для условий, когда главную рубку выполняют строго в размере расчетной лесосеки. В действительности же объем рубки может быть иным. Следовательно, и динамика расчетной лесосеки будет другая. В связи с этим разработано дополнение к модели-программе, позволяющее рассчитать динамику расчетной лесосеки для любого объема рубки.

На рис. 2 показана блок-схема программы.

18. Исходными материалами, необходимыми для расчетов по модели, являются: а) данные о распределении площадей и запасов насаждений объекта по 10-летним классам возраста с разделением их на три указанные группы типов леса (по материалам учета лесного фонда, специальные выборки из материалов лесостроительства); б) данные лесостроительства и научных исследований по наличию в объекте насаждений



с подростом, разновозрастных древостоев, лиственных со II ярусом ели, с примесью сосны и др.; в) рекомендации науки по целесообразности и нормативы эффективности мероприятий по повышению продуктивности лесов и способов рубок; г) возрасты спелости и рубок; д) динамика и прогнозы объема основных мероприятий по повышению продуктивности лесов на длительную перспективу или задаваемый их объем на перспективу и др.

Динамика расчетной лесосеки ННПЛ  
по основным вариантам ведения, лесного хозяйства.  
Архангельская область, леса I, III групп, млн м<sup>3</sup>

Десятилетие	I вариант			II вариант			III вариант		
	Хвойные	Лиственные	Итого	Хвойные	Лиственные	Итого	Хвойные	Лиственные	Итого
1	14,0	4,0	18,0	16,8	4,7	21,5	18,5	4,6	23,1
3	13,9	4,5	18,4	16,7	5,5	22,2	18,6	3,9	22,5
5	14,0	7,2	21,2	16,9	8,1	25,0	19,0	5,1	24,1
7	14,1	9,1	23,2	17,1	9,5	26,6	22,6	5,3	27,9
9	14,2	10,1	24,3	17,3	10,2	27,5	24,0	5,2	29,2
11	14,3	11,8	26,1	17,4	11,5	28,9	24,3	5,0	29,3

В таблице в качестве примера приведены (сокращенно) результаты определения расчетной лесосеки неистощительного пользования лесом в Архангельской области по рассматриваемой модели для трех вариантов (уровней) ведения лесного хозяйства:

I — без мероприятий по повышению производительности лесов, с применением сплошных рубок, с учетом смены пород;

II — для современного уровня ведения лесного хозяйства, применяемых в настоящее время мероприятий и их объемов, с применением сплошных рубок в размере расчетной лесосеки, при реально ожидаемой динамике мероприятий в перспективе (по прогнозам), с учетом смены пород;

III — для высокого уровня ведения лесного хозяйства при увеличении объема мероприятий более высокими темпами до предельного требуемого уровня (лесные культуры, рубки ухода, лесосошение, внесение минеральных удобрений, сохранение подроста, II яруса в лиственных, выборочные рубки в хвойных).

Наращение объема мероприятий учтено от достигнутого уровня в настоящее время. Динамика объема мероприятий на перспективу по вариантам выражена в виде математических моделей (логист) по прогнозам. Расчетные лесосеки установлены по 10-летиям, на оборот рубки.

Расчетная лесосека по хвойному хозяйству в I варианте в течение всего оборота рубки остается постоянной. Лесосека в целом увеличивается за счет лиственной в результате смены пород. В варианте II лесосека в целом значительно выше, чем в I варианте, вследствие проводимых мероприятий по повышению продуктивности лесов. Заметно выше и лесосека по хвойному хозяйству. В варианте III вначале лесосека также выше, чем в варианте II, и в дальнейшем повышается, особенно по хвойному хозяйству, что очень важно. В конце оборота она в 1,5 раза выше, чем во II варианте, и почти в 2 раза, чем в I.

Расчеты по разработанной модели-программе позволяют выявить размер и резервы ННПЛ в зависимости от уровня ведения лесного хозяйства.

Это в свою очередь позволяет сделать соответствующие выводы по уровню лесопользования и ведения лесного хозяйства, принимать соответствующие решения.

Модель проверена авторами путем многовариантных расчетов по областям Севера. Составлен также вариант данной модели для ЭВМ СМ-4 на языке ФОРТРАН-4. Модель предлагается для использования в научно-исследовательской работе для прогнозирования лесопользования и ведения лесного хозяйства, в лесоустроительном проектировании для установления и обоснования размера лесопользования.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Чупров Н. П., Антуфьева Е. Д. Влияние мероприятий по повышению продуктивности лесов Севера на размер лесопользования// Вопросы экономики использования и воспроизводства лесных ресурсов на Европейском Севере.— Архангельск, 1975.— С. 153—167. [2]. Чупров Н. П., Антуфьева Е. Д. Динамическая модель непрерывного пользования лесом// Экономические вопросы развития лесного хозяйства Европейского Севера.— Архангельск, 1981.— С. 47—61.

Поступила 25 июня 1986 г.

УДК 630\*114.351

## ЗАПАСЫ И ХИМИЗМ ПОДСТИЛКИ В БУЧИНАХ И ДУБРАВАХ ОПОЛЬЯ

В. А. СЛЮСАРЧУК

Львовский сельскохозяйственный институт

Лесной опад и подстилка обуславливают характер взаимовлияния между древесными породами и почвой. Поэтому из лесоводственных соображений они заслуживают особого внимания.

Сведения об опад исследуемых фитоценозов приведены нами ранее [11]. Настоящее сообщение посвящено изучению толщины, запасов и химизма подстилки в наиболее распространенных на Ополье (Львовская область) типах леса: свежей и влажной грабовой бучине и свежей буково-грабовой дубраве.

Исследования проведены на семи пробных площадях, заложенных в чистых и смешанных грабово-дубово-буковых древостоях упомянутых типов.

Запасы подстилки определяли согласно методическим указаниям Л. О. Карпачевского, Н. К. Киселевой [5] и А. Медвецкой-Корнась [7], толщину — по А. С. Скородумову [10], химический анализ растительных остатков — по Л. А. Гришиной и Е. М. Самойловой [3]. Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики [4].

Результаты исследований толщины и запасов подстилки представлены в табл. 1. Анализ таблицы свидетельствует, что самая меньшая толщина подстилки (до 1,2 см) характерна для грабово-дубовых (проба 19) и дубовых с лещиновым подлеском (проба 20) фитоценозов. Более мощная она (1,8 см) в буковом (проба 10), дубовом (проба 15) и буково-дубовом (проба 3) насаждениях. Промежуточное положение занимают грабово-дубово-буковое (проба 7) и грабово-буковое (проба 1) сообщества.

Минимальный запас подстилки (59 ц/га) отмечается в грабово-дубовом насаждении, максимальный (113 ц/га) — в чистом дубовом. Следовательно, участие граба и лещины в дубовых и буковых насаждениях положительно влияет на деструктивные процессы, ускоряя их, в результате толщина и запасы подстилки в таких насаждениях меньше. Это объясняется высокой зольностью листьев граба и лещины [2, 8, 9].

При изучении обменных процессов существенное значение имеет исследование хода и скорости разложения мертвых растительных остатков, поступающих на поверхность почвы с ежегодным опадом. Таким критерием может служить отношение подстилка : опад [1], которое колеблется от 2,5 для чистых дубовых фитоценозов до 1,1 для грабово-

Таблица 1  
Толщина и запас лесной подстилки в исследованных фитоценозах

Но- мер проб- ной пло- щади	Тип леса	Тип лесорас- титель- ных ус- ловий	Состав древостоя	Поро- да	Воз- раст, лет	Пол- нота	Класс бони- тета	Подстилка	
								Толщина, см	Общая масса без примесей, ц/га
1	Свежая грабовая бу- чина	D <sub>2</sub>	6Бк4Г	Бк	70	0,71	Ia	1,5 ± 0,10	98,53 ± 4,92
3	То же	»	7Д3Бк, ед. Г	Г Д Бк	63 68 63	0,79	Ia Ia Ia	1,8 ± 0,14	85,53 ± 5,13
7	Влажная грабовая бу- чина	D <sub>3</sub>	5Бк4Д1Г	Бк Д Г	69 69 61	0,90	Ia, 8 Ia II	1,3 ± 0,08	85,50 ± 4,50
10	Свежая грабовая бу- чина	D <sub>2</sub>	10Бк, ед. Д	Бк	75	1,04	Ia	1,8 ± 0,08	84,92 ± 3,88
15	То же	»	10Д, ед. Яв, пдр. Яв, пдр. Кр	Д	69	0,73	I	1,8 ± 0,12	112,76 ± 4,93
19	Свежая буково-грабо- вая дубрава	»	8Д2Г, ед. К, о, Лп, Ос	Д Г Д	54 48	0,90	Ia II	1,2 ± 0,09	59,06 ± 5,02
20	То же	»	10Д, пдр. Лп	Д	86	0,82	I	1,2 ± 0,10	75,48 ± 4,48

дубовых. По шкале В. П. Корнева [6], разложение подстилки в исследованных сообществах можно классифицировать как очень быстрое.

Сравнение интенсивности биокруговорота дает некоторое представление о роли породы-примеси в смешанных насаждениях. Так, введение дуба в буковые леса способствует повышению интенсивности биокруговорота. Подтверждением является высокий класс бонитета как дуба, так и бука.

Определенный интерес представляют данные о содержании в подстилке элементов питания (табл. 2). Так, на 1 га аккумулируется азота и зольных элементов от 230 (проба 19) до 454 (проба 15) кг.

Таблица 2

Накопление химических элементов в подстилке  
(в числителе — кг/га, в знаменателе — % на сухое вещество)

Но- мер проб- ной пло- щади	Сумма элемен- тов с N	N	P	K	Ca	Mg	Сумма элемен- тов без N
1	445,61	173,11	10,57	40,13	185,51	36,29	272,50
	4,53	1,76	0,11	0,41	1,88	0,37	2,77
3	379,85	128,04	10,48	41,07	174,96	25,30	251,81
	4,44	1,50	0,12	0,48	2,04	0,30	2,94
7	441,36	170,02	11,42	36,43	189,38	34,11	271,34
	5,17	1,99	0,13	0,43	2,22	0,40	3,18
10	431,82	169,76	10,40	33,17	203,34	24,15	271,06
	5,07	1,89	0,12	0,39	2,39	0,28	3,18
15	454,29	187,75	14,91	55,44	167,52	37,67	275,54
	4,02	1,58	0,13	0,49	1,49	0,33	2,44
19	229,63	84,53	6,38	37,93	92,45	8,34	145,10
	3,89	1,43	0,11	0,64	1,57	0,14	2,46
20	295,96	124,01	8,79	38,03	108,42	16,71	171,95
	3,92	1,64	0,12	0,54	1,44	0,22	2,28

Содержание азота в подстилках исследуемых фитоценозов до-вольно высокое и колеблется от 1,43 (проба 19) до 1,99 % (проба 7); фосфора — почти одинаковое для всех исследуемых насаждений — 0,11...0,13 %; калия — от 0,39 (проба 10) до 0,64 (проба 19); кальция наименьший процент — 1,44 и 1,49 в чистых дубовых (пробы 20 и 15) и наибольший — 2,39 в чистом буковом (проба 10) насаждениях; магния наименьшее содержание в подстилке грабово-дубового насаждения — 0,14 % (проба 19) и наибольшее в грабово-дубово-буковом — 0,40 % (проба 7). Убывающий ряд содержания зольных элементов и азота в подстилке исследуемых фитоценозов следующий: Ca > N > K > Mg > P. Небольшим исключением в этом отношении являются чистые дубовые насаждения (пробы 15 и 20), где содержание азота в подстилке не-сколько выше, чем кальция.

При сравнении содержания азота и зольных элементов в верхнем и нижних слоях подстилки наблюдается постепенное убывание азота и значительное повышение зольности. Особенно это характерно для све-жей грабовой бучины (проба 1), где в верхнем слое зольность состав-ляет 7,89 %, а в нижнем — 18,14 %, и свежей буково-грабовой дубравы (пробы 19 и 20) — 5,25...17,56 % и 5,89...12,41 % соответственно. В чистых фитоценозах это нарастание не столь значительно.

Для представления об аккумуляции одних и миграции других эле-ментов в подстилке использован показатель биологического выноса и накопления ( $K_6$ ) И. Д. Юркевича и Э. П. Ярошевича [12].

По этому показателю почти во всех исследуемых насаждениях по-вышение зольности подстилки происходит за счет калия и фосфора, по которым  $K_6 > 1$  (табл. 3). Особенно это характерно для насаждений грабово-букового (проба 1), грабово-дубово-букового (проба 7), грабово-дубового (проба 19) и чистого дубового с лещиновым подлеском (про-ба 20). Исключением по калию и фосфору является чистое буковое (проба 10), по фосфору — чистое дубовое (проба 15) насаждения. Сле-довательно, в процессе разложения подстилки имеет место накопление P и K и убыль Ca и Mg.

Таблица 3

Коэффициент биологического выноса и накопления химических элементов в лесной подстилке (К<sub>6</sub>)

Но- мер проб- ной пло- щади	Состав древостоя	N	P	K	Ca	Mg
1	6Бк4Г	0,82	1,19	1,52	0,10	0,10
3	7ДЗБк, ед. Г	0,57	0,86	1,38	0,07	0,06
7	5Бк4Д1Г	0,82	1,06	1,64	0,29	0,50
10	10Бк, ед. Д	0,32	0,46	0,62	0,09	0,14
15	10Д, ед. Яв, пдр. Яв, пдл. Кр	0,21	0,59	1,08	0,03	0,08
19	8Д2Г, ед. К.о, Лп, Ос	0,36	1,24	1,98	0,005	0,03
20	10Д, пдл. Лщ	0,52	1,46	2,02	0,07	0,08

Таким образом, регулируя состав фитоценоза в конкретных экологических условиях, можно менять темп разложения подстилки, целенаправленно воздействовать на лесорастительные свойства почв и тем самым способствовать выращиванию высокопродуктивных и биологически устойчивых насаждений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Базилевич Н. И., Родин Л. Е. Продуктивность и круговорот элементов в естественных и культурных фитоценозах// Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах.— М., 1971.— С. 5—32. [2]. Бутейко А. И. Лесная подстилка сосновых субцинии// XVI науч. конф. ЛЛТИ: Тез. докл.— Львов, 1964.— С. 79—82. [3]. Гришина Л. А., Самойлова Е. М. Учет биомассы и химический анализ растений.— М.: МГУ, 1971.— 100 с. [4]. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта.— М.: Колос, 1968.— 336 с. [5]. Карпачевский Л. О., Киселева Н. К. О методике учета опада и подстилки в смешанных лесах// Лесоведение.— 1968.— № 3.— С. 72—79. [6]. Корнев В. П. Лесная подстилка, ее строение, формирование и роль в биокруговороте зольных элементов и азота в сосняках центральной части подзоны широколиственных лесов: Автореф. дис. . . . д-ра с.-х. наук.— Брянск, 1966.— 32 с. [7]. Медвецка-Корнась А. Методы учета накопления подстилки надземными макрофитами// Бот. журн.— 1970.— Т. 55, № 2.— С. 272—279. [8]. Наконечный В. С. Лесоводственные свойства и значение граба в лесах Правобережной и Западной лесостепи УССР: Дис. . . . канд. с.-х. наук.— Киев, 1962.— 254 с. [9]. Парпан В. И. Опад, лесная подстилка и биокруговорот химических элементов в культурных лесных биогеоценозах Малого Полесья УССР: Автореф. дис. . . . канд. биол. наук.— Днепропетровск, 1977.— 21 с. [10]. Скородумов А. С. Определение толщины лесной подстилки// Лесн. хоз-во.— 1939.— № 12.— С. 41—47. [11]. Слюсарчук В. А. Опад и его фракционный состав в бучинах и дубравах Ополья// Науч. тр./ Львов, СХИ.— 1977.— Т. 73.— С. 101—106. [12]. Юркевич И. Д., Ярошевич Э. П. Биологическая продуктивность типов и ассоциаций сосновых лесов.— Минск: Наука и техника, 1974.— 281 с.

Поступила 18 марта 1985 г.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630\*323

ВЛИЯНИЕ  
ПРИРОДНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
НА РАБОТУ ЛЕСОСЕЧНЫХ МАШИН

В. Г. КОЧЕГАРОВ, В. И. ФАСТ

Ленинградская лесотехническая академия

Многооперационные лесосечные машины могут работать в различных технологических режимах: валки (В), валки — пакетирования (В — П) и валки — трелевки (В — Т). Эффективность применения машин в заданном режиме зависит от природных (запас леса на 1 га, средний объем хлыста в древостое, породный состав древостоя, почвенно-грунтовые условия), производственных (размеры лесосеки, схемы движений машин при ее разработке) и других факторов.

Для установления влияния природно-производственных условий эксплуатации машины на ее производительность и рациональные режимы использования была разработана вероятностная модель работы машины в различных технологических режимах. В качестве оценки эффективности работы машин принята их производительность и путь, проходимый в процессе разработки лесосеки.

Процесс валки, пакетирования и трелевки деревьев различными системами машин можно исследовать проведением натурных испытаний. Для этого [2] выбирают наиболее типичные условия эксплуатации машин и производят наблюдения за их работой с фиксацией внешних условий и оценочных параметров. Однако такие эксперименты дороги и трудоемки, а полученные на их основе регрессионные зависимости описывают результаты данной серии опытов в принятых пределах изменения переменных и не позволяют выявить закономерности влияния отдельных факторов на объект исследования [4].

Возможно и аналитическое решение данной задачи, но большинство существующих математических моделей основано на детерминированном подходе и не учитывает всего многообразия стохастически изменяющихся факторов, воздействующих на исследуемую систему.

Для более корректного описания поведения исследуемой системы предлагается метод имитационного моделирования работы машин с применением ЭВМ.

При имитационном моделировании факторам, которые в реальных условиях неуправляемы, могут быть присвоены практически любые значения диапазонов варьирования. Это дает возможность проведения активных экспериментов с применением экспериментальных планов [4]. В экспериментах был выбран центральный композиционный план второго порядка типа  $B_k$ . Данный план близок к  $D$ -оптимальному, т. е. минимизирует обобщенную дисперсию оценок коэффициентов регрессии.

По данным работы [1], основными природными факторами, влияющими на работу лесосечных машин, являются: средний объем хлыста, запас древостоя на 1 га, почвенно-грунтовые условия и рельеф местности. Исходя из этого, в качестве варьируемых природных факторов были выбраны средний объем хлыста в древостое и запас на 1 га. Ве-

личины других факторов разыгрывались случайным образом в соответствии с их законами распределения.

На работу лесосечных машин оказывает влияние схема их движения в процессе разработки лесосеки и размеры последней, поэтому размеры лесосеки изменялись в соответствии с матрицей планирования эксперимента, который проводили для различных схем движения машин.

Для определения числа повторений опытов был реализован машинный эксперимент в центре плана со 150-кратным его повторением. Число повторений опыта в каждой точке плана с учетом округления в большую сторону было принято равным 25.

В процессе эксперимента моделировали работу машин по двум технологическим схемам: с ходами перпендикулярно усу лесовозной дороги (работа машины в режиме В — Т) и с челночными ходами параллельно усу (работа машины в режиме В — П в комплексе с трелевочным трактором с пачковым захватом).

На основании машинного эксперимента были получены регрессионные зависимости производительности лесосечных машин от природно-производственных условий их эксплуатации. Проведенный регрессионный анализ уравнений позволил установить значимые коэффициенты моделей и проверить их адекватность. Регрессионные зависимости имеют следующий вид:

1) режим В — Т

$$P = -1,966 + 0,012Q + 16,916V + 4,885B + 24,974L + 0,013QV - 0,038QB - 10,399VL + 8,4BL - 7,77V^2 - 65,7L^2,$$

где  $Q$  — запас древостоя на 1 га, м<sup>3</sup>;

$V$  — средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;

$B$  — ширина лесосеки, км;

$L$  — длина лесосеки, км;

2) режим В — П

$$P = -5,59 + 0,037Q + 14,07V + 1,59B + 41,6L + 0,02QV - 0,012QB - 0,094QL - 8,02VB + 3,9VL - 6,7V^2 - 60,0L^2.$$

Для квадратичных моделей степень влияния фактора на функцию отклика различна в разных точках диапазона варьирования данного фактора, а при наличии парных взаимодействий определяется уровнями факторов, входящих в эти взаимодействия, поэтому степень влияния факторов целесообразно определять не по коэффициентам уравнений регрессии, представленным в кодированной форме, а по графикам, построенным по уравнениям с натуральными значениями факторов.

Графики зависимостей производительности машин от характеристик древостоя и размеров разрабатываемых лесосек представлены на рис. 1, 2, из которых видно, что комплексная производительность машины, работающей в режиме В — П в комплексе с трелевочным трактором, с ростом ширины лесосеки возрастает. С увеличением длины лесосеки от 100 до 300 м комплексная производительность машин повышается на 31 % при запасе леса 100 м<sup>3</sup>/га и среднем объеме хлыста в древостое 0,2 м<sup>3</sup>. При запасе леса 300 м<sup>3</sup>/га и аналогичном изменении длины лесосеки комплексная производительность машин уменьшается на 19 %. Такое противоречивое изменение объясняется тем, что при малых запасах древостоя на 1 га длина ленты набора пачки машиной велика, поэтому мала вероятность кратности длины ленты набора пачки длине лесосеки. Следовательно, последняя пачка, формируемая на каждой ленте по объему, недостаточна для полной загрузки трелевочного трактора. С увеличением длины лесосеки число пачек, формируемых с одной ленты, увеличивается, поэтому доля неполногрузных пачек

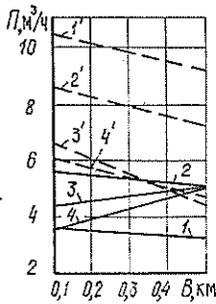


Рис. 1. Графики зависимости  $P = f(B)$ . Режим В—П:  $1 - L = 0,1$  км;  $2 - 0,3$ ;  $1' - 0,1$ ;  $2' - 0,3$ . Режим В—Т:  $3 - 3' - 0,1$ ;  $4' - 0,3$ ;  $1, 2, 3, 4 - Q = 100$  м<sup>3</sup>/га;  $V = 0,2$  м<sup>3</sup>;  $1', 2', 3', 4' - Q = 300$  м<sup>3</sup>/га;  $V = 0,2$  м<sup>3</sup>

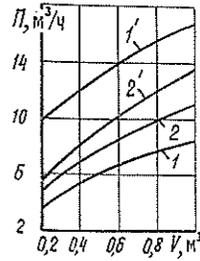


Рис. 2. Графики зависимости  $P = f(V)$ . Режим В—П:  $1 - Q = 100$  м<sup>3</sup>/га;  $1' - Q = 300$  м<sup>3</sup>/га. Режим В—Т:  $2 - Q = 100$  м<sup>3</sup>/га;  $2' - Q = 300$  м<sup>3</sup>/га

снижается, а следовательно, возрастает производительность трелевочной машины. Увеличение запаса на 1 га приводит к пропорциональному уменьшению длины ленты набора пачки, поэтому сократится число рейсов, совершаемых трактором при трелевке неполногрузных пачек. Производительность трелевочного трактора в этом случае больше зависит от расстояния трелевки, чем от среднего объема пачек, следовательно, с увеличением длины лесосеки производительность уменьшается.

Для машины, работающей в режиме В—Т, с увеличением ширины лесосеки при запасе 100 м<sup>3</sup>/га и объеме хлыста 0,2 м<sup>3</sup> производительность повышается, так как при работе машины в режиме В—Т, как и для системы машин, трелевка полногрузных пачек влияет на производительность при данном соотношении характеристик древостоя в большей степени, чем расстояние трелевки.

При повышении запаса древостоя до 300 м<sup>3</sup>/га наблюдается уменьшение производительности машин с увеличением ширины лесосеки. Это объясняется тем, что для данных характеристик древостоя процент полногрузных пачек, формируемых машиной, снижается и возрастает степень влияния расстояния трелевки на производительность.

Характер зависимостей с увеличением среднего объема хлыста в древостое сохраняется прежним, с той лишь разницей, что изменение длины лесосеки меньше влияет на изменение производительности системы машин.

На рис. 2 представлены графики зависимости комплексной производительности машины, работающей в режимах В—Т и В—П в сочетании с трелевочным трактором, от объема обрабатываемых деревьев для различных запасов леса на 1 га и размеров лесосек. Из графиков видно, что при заданных размерах лесосек запас древостоя и средний объем хлыста существенно влияют на комплексную производительность системы машин. Так, при разработке лесосеки шириной 300 м и длиной 100 м с увеличением запаса от 100 до 300 м<sup>3</sup>/га при среднем объеме хлыста в древостое 0,2 м<sup>3</sup> их комплексная производительность возрастает на 62 %, а при объеме 1 м<sup>3</sup> — на 53 %. Увеличение объема деревьев с 0,2 до 1 м<sup>3</sup> влечет за собой увеличение производительности на 50 % для всего диапазона изменения запаса леса на 1 га.

Производительность машины, работающей в режиме В — Т, в меньшей степени зависит от запаса леса на 1 га. При изменении запаса от 100 до 300 м<sup>3</sup>/га производительность увеличивается на 20 %, тогда как при изменении среднего объема хлыста в древостое от 0,2 до 1 м<sup>3</sup> возрастает более чем на 70 %.

Наиболее полно эффективность работы машин и их систем можно оценить по нескольким показателям. В работе [3] в качестве показателя, характеризующего эффективность работы лесосечных машин по различным технологическим схемам, предложен путь, проходимый машинами в процессе разработки лесосек. По результатам имитационного эксперимента установлено, что суммарный путь, проходимый многооперационной машиной, работающей в режиме В — П в комплекте с трелевочным трактором, на 15...25 % меньше пути, проходимого этой же машиной, но работающей в режиме В — Т в зависимости от размеров лесосеки, следовательно, использование машины в режиме В — П сопряжено с меньшими затратами топлива на 1 м<sup>3</sup> заготовленного леса.

Таким образом, на основании анализа зависимостей, полученных в результате имитационного эксперимента, можно заключить, что при высоких запасах леса на 1 га многооперационные машины рациональнее применять в режиме В — П, независимо от среднего объема хлыста в древостое и размеров лесосеки. При запасах леса менее 100 м<sup>3</sup>/га, длине лесосеки менее 200 м и ширине менее 300 м их целесообразнее использовать в режиме В — Т.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Барановский В. А., Некрасов Р. М. Системы машин для лесозаготовок.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 246 с. [2]. Брейтер В. С., Большаков Б. М., Долговых Г. П. Оценка совместного влияния природно-производственных факторов на работу лесозаготовительных машин// Перспективная технология и организация лесозаготовительного производства.— Химки: ЦНИИМЭ, 1977.— С. 21—29. [3]. Кочегаров В. Г. Теоретические исследования технологии лесосечных работ: Дис. . . докт. техн. наук.— Л.: ЛТА, 1973.— 416 с. [4]. Пижурин А. А., Розенблит М. С. Исследование процессов деревообработки.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 232 с.

Поступила 5 февраля 1986 г.

УДК 625.763

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОКРЫТИЯ КОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ДОРОГ

Е. С. БУРЯК

Архангельский лесотехнический институт

При оценке ровности колейных железобетонных лесовозных дорог величина пороговых уступов — один из важнейших показателей. Для достоверности этой оценки необходимо определить требуемое количество измерений. По известному выражению [2] имеем

$$M = \bar{h} \pm \Delta, \text{ или } \bar{h} - \Delta \leq M \leq \bar{h} + \Delta,$$

где  $M$  — математическое ожидание;

$\bar{h}$  — истинное среднее значение порогового уступа, к которому будет стремиться  $\bar{h}_1, \bar{h}_2, \dots, \bar{h}_n$ ;

$\Delta$  — ошибка при отыскании среднего.

Значение  $\Delta$  определяется из выражения

$$\Delta = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}},$$

где  $\sigma$  — среднее квадратичное отклонение;  
 $t$  — табличный критерий Стьюдента;  
 $n$  — число наблюдений.

Решая обратную задачу, задаваясь ошибкой  $\Delta$ , можно определить  $n$ :

$$n = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2}.$$

При уровне значимости  $q = 5\%$  и  $n > 120$  критерий Стьюдента  $t$  равен 1,96 [1]. На основании предварительных исследований [5] среднее квадратичное отклонение для расчета можно принять  $\sigma = 12,2$  мм.

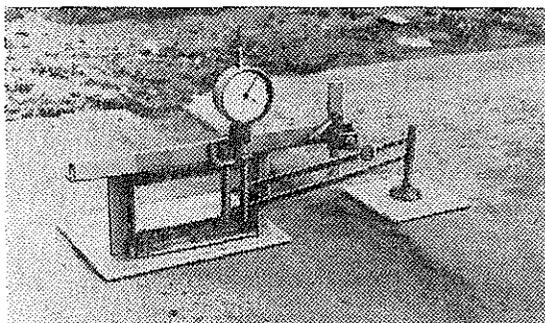


Рис. 1. Прибор для измерения пороговых уступов

Для измерительного прибора, показанного на рис. 1, погрешность не превышает 0,5...1,0 мм, т. е. середина интервала составляет  $\pm 0,75$  мм, тогда

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 12,2^2}{0,75^2} = 1020.$$

Для проведения замеров изготовлен прибор, измерительным элементом в котором служит индикатор часового типа. Из-за малого хода стержня индикатора (до 10 мм) в прибор включено параллелограммное звено с соотношением плеч рычагов 1 : 10, что позволило увеличить пределы измерений пороговых уступов до  $\pm 50$  мм.

На колейных железобетонных дорогах Луковецкого ЛПХ ВЛПО Архангельсклес-пром были выполнены замеры пороговых уступов на четырех участках: на Луковецкой дороге IV Б категории участок 1 (5—8 км), участок 2 (13—16 км); на Вождьромской дороге V категории участок 3 (4—7 км), участок 4 (12—15 км). Покрытие дорог — железобетонные плиты ПД 3.

Пороговые уступы на каждом участке обмеряли по колеям: половина участка — по правой, вторая половина — по левой. Пороговый уступ с превышением принимающего конца плиты над сдающим в грузовом направлении учитывали со знаком плюс, с понижением — со знаком минус. Кроме пороговых уступов, при обследовании участков отмечали число сломанных плит и плит с оголенной арматурой.

Данные наблюдений обрабатывали методом математической статистики. Для построения закона распределения статистическая совокупность реализаций случайной величины разбивается на  $k$  разрядов и подсчитывается число реализаций  $n_i$ , попавших в  $i$ -тый разряд. Число разрядов  $k$  можно определить по правилу Старджесса [3]

$$k = 1 + 3,3 \lg n.$$

Обработка материала наблюдений реализована на ЭЦВМ, а результаты вычислений приведены в табл. 1. На рис. 2 показаны гистограммы и кривые плотности распределения пороговых уступов по высоте.

Таблица 1

Показатели	Луковецкая дорога		Вождеромская дорога	
	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
Число измерений	1 000	1 000	811	1 000
Число разрядов	11	11	11	11
Среднее арифметическое, мм	0,33	-0,35	-0,13	-0,16
Среднее значение по модулю	8,11	9,03	8,99	9,70
Среднее квадратичное отклонение, мм	9,97	11,51	11,19	12,20
Коэффициент вариации	30,46	-32,90	-82,90	-77,06
Асимметрия	0,0	-0,01	-0,03	-0,09
Экцесс	-0,25	0,23	-0,22	-0,13
$\chi^2$	15,23	15,43	9,65	10,50
Число плит, шт.:				
сломанных	7	27	10	16
с оголенной арматурой	5	11	7	20

Для оценки согласованности плотности распределения, полученной по данным выборки, с некоторой теоретической плотностью распределения, применим критерий  $\chi^2$  [1].

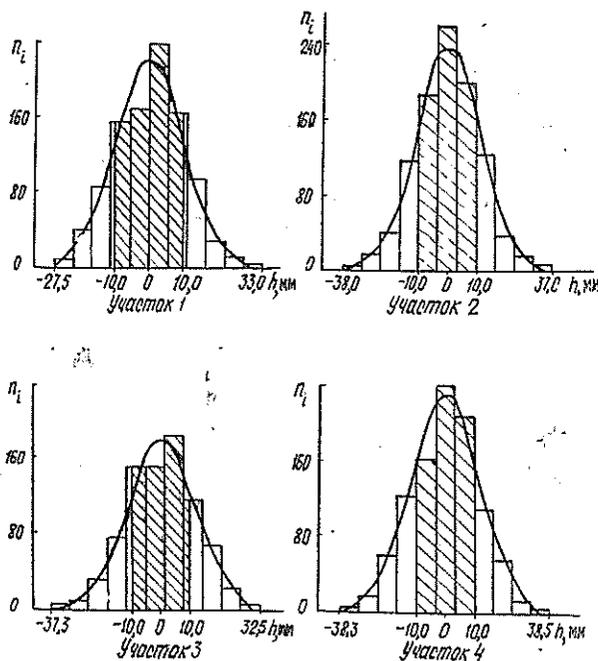


Рис. 2. Гистограммы и кривые плотности распределения пороговых уступов по высоте.

Сравниваем  $\chi^2_{\text{расч}}$  (см. табл. 1) с  $\chi^2_{\text{табл}}$  [1]. При числе степеней свободы  $f = 8$  ( $f = k - 3$ ) и уровне значимости  $q = 5\%$   $\chi^2_{\text{табл}}$  составляет 15,51. Для всех опытных участков  $\chi^2_{\text{расч}} \leq \chi^2_{\text{табл}}$ , следовательно, гипотеза о нормальности распределения высот пороговых уступов принимается и подтверждается значениями асимметрии и эксцесса, близкими к нулю.

Согласно [6], допускаемое отклонение превышения одной плиты над другой в стыке составляет 5 мм. При текущем ремонте выправке

подлежат плиты с пороговым уступом свыше 10 мм. По результатам исследований (табл. 2), колеиные железобетонные дороги содержат от 34 до 40,8 % плит с пороговым уступом свыше 10 мм (см. рис. 2, незащитрихованная зона) и от 1,2 до 3,8 % дефектных плит.

По техническим требованиям на ремонт автомобильных лесовозных дорог [7], где состояние дороги оценивается по комплексному показателю, включающему и число дефектных плит, исследуемые участки

Таблица 3

Пороговый уступ $h$ , мм	Коэффициент динамичности $K_d$		
	Воздействие на плиту	Воздействие на автопоезд	
		Задний мост автомобиля	Прицеп-ропуск
5	1,30	1,32	1,56
	1,35	1,40	1,65
10	1,38	1,65	1,94
	1,43	1,74	2,05
15	1,44	1,87	2,20
	1,48	1,98	2,33
20	1,47	2,05	2,41
	1,52	2,17	2,55

Примечание. В числителе приведены значения коэффициента для скорости движения 40 км/ч; в знаменателе — 50 км/ч.

коэффициент динамичности у автомобиля и прицепа-ропуска при расчетной скорости движения 40 км/ч на стыке свыше 15 мм и при скорости 50 км/ч на стыке свыше 10 мм.

Если  $K_d \leq 1,5$ , то, как показывает практика, существующие отклонения от нормативов величины порогового уступа (см. табл. 2) не вызывают заметных изменений в работе автопоезда. На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

1. При строительстве и эксплуатации колеиных железобетонных лесовозных дорог необходимо различать приемочные и эксплуатационные допуски пороговых уступов. Приемочные допуски не должны превышать 5 мм. Эксплуатационные допуски, превышение которых требует выправки плит, для дорог IV Б категории — 10 мм, V категории — 15 мм.

2. В комплексный показатель оценки состояния (хорошее, удовлетворительное, плохое) колеиных железобетонных покрытий [7] необходимо включить ограничение числа пороговых уступов, превышающих эксплуатационный допуск.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов.— М.: Мир, 1974.— 463 с. [2]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей.— М.: Физматгиз, 1962.— 560 с. [3]. Вычислительная техника в инженерных и экономических расчетах/ И. П. Исаев, А. А. Перова, А. П. Матвеевичев, И. В. Брюков.— 2-е изд.— М.: Транспорт, 1977.— 295 с. [4]. Демидов А. С. Исследование динамического воздействия лесовозного автопоезда на колеиную железобетонную дорогу: Автореф. дис. . . канд.

Таблица 2

Пороговый уступ $h$ , мм	Количество пороговых уступов, %, на участках			
	1	2	3	4
До 5	38,9	34,2	35,0	34,7
Свыше 10	34,0	34,5	35,5	40,8
> 15	12,3	16,5	16,9	22,1

находятся в хорошем состоянии. В то же время по числу пороговых уступов, превышающих норматив, нельзя назвать состояние покрытия хорошим, так как от 34 до 40,8 % плит требуют перекладки. Кроме этого, величина порогового уступа влияет на динамическую нагруженность автопоезда и покрытие дороги.

В работе [4] установлена связь коэффициента динамичности при воздействии лесовозного автопоезда на колеиное покрытие со скоростью движения и величиной порогового уступа. По этим зависимостям для расчетных скоростей движения получены значения коэффициента динамичности (табл. 3).

Из расчетов видно, что с увеличением порогового уступа коэффициент динамичности плиты возрастает незначительно. Весьма значим

техн. наук.— М., 1978.— 19 с. [5]. Коровкин Р. Л., Буряк Е. С. О динамическом воздействии автомобиля МАЗ-509 на колеиное покрытие из железобетонных плит// Лесн. журн.— 1975.— 5.— С. 62—68.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Правила технической эксплуатации автомобильных лесовозных дорог/ ЦНИИМЭ.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 56 с. [7]. Технические требования на ремонт автомобильных лесовозных дорог/ СевНИИП.— Архангельск, 1979.— 90 с.

Поступила 30 октября 1985 г.

УДК 625.711.84.004.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ ОБЪЕДИНЕНИЯ АРХАНГЕЛЬСКЛЕСПРОМ

Ю. Г. ЯКОВЕНКО

СевНИИП

Начало и окончание периода эксплуатации зимних лесовозных дорог и его продолжительность определяются сроками наступления и прекращения морозов, т. е. периодом со среднесуточной температурой воздуха ниже 0 °С.

Для промерзания оснований зимних дорог на достаточную глубину требуется определенное время, в течение которого сумма среднесуточных отрицательных температур воздуха должна достигнуть некоторой величины. Обычно отсчет этой суммы ведется от даты перехода среднесуточной температуры через 0 °С. Однако анализ графиков изменений температуры воздуха осенью показывает, что переход ее через 0 °С не создает условий для промерзания грунта оснований (при применяемой технологии их подготовки). Дело в том, что после перехода через 0 °С среднесуточная температура в течение в среднем трех недель удерживается около 0 °С\*.

Предэксплуатационная подготовка оснований зимних дорог (проминка) начинается с наступлением устойчивых морозов. Если в метеорологии их наступление связывается с переходом среднесуточной температуры через —5 °С, то в практике строительства зимних дорог за срок наступления устойчивых морозов следует считать переход ее через —3...—3,5 °С, при этом в ночное время температура опускается до —6...—8 °С и ниже, что создает благоприятные условия для промерзания грунтов.

Дата перехода среднесуточной температуры через —3...—3,5 °С гидрометеослужбой не регистрируется, поэтому ее следует определять путем наблюдений за изменением температуры воздуха осенью.

Анализ многолетних дат перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью и весной и наступления устойчивых морозов по лесозаготовительной зоне Архангельской области показал их значительные колебания. Так, период между ранней и поздней датами перехода среднесуточной температуры через 0 °С осенью составил 46 дн, весной — 45 дн, наступления устойчивых морозов — 42 дн. Средняя дата перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью — 28 октября, весной — 13 апреля и наступления устойчивых морозов — 11 ноября.

Обеспеченность дат перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью и весной и наступления устойчивых морозов приведена в табл. 1.

\* Климатический справочник по Архангельской области.— Л.: Гидрометеоздат, 1961.

Таблица 1

Показатели	Дата перехода температуры воздуха при обеспеченности, %				
	10	30	50	70	95
Переход среднесуточной температуры через 0 °С осенью	11.10	20.10	27.10	4.11	18.11
Наступление устойчивых морозов	28.10	5.11	10.11	15.11	26.11
Переход среднесуточной температуры через 0 °С весной	30.03	8.04	13.04	19.04	28.04

Анализ дат начала и окончания вывозки леса за период с 1962 г. по 1982 г. по 140 зимним лесовозным дорогам показал, что эти сроки также подвержены значительным колебаниям. За все время наблюдений период между ранней и поздней датами начала вывозки леса составил 57 дн, окончания вывозки — 31 дн. Причины такой изменчивости заключаются в разнообразии грунтово-гидрологических характеристик лесосырьевых баз, в технологических нарушениях и организационных просчетах при подготовке оснований дорог, в изменчивости сроков наступления и окончания морозной погоды.

Совместное рассмотрение средних значений дат начала и окончания вывозки леса, перехода температуры воздуха через 0 °С осенью и весной и наступления устойчивых морозов показывает, что между ними существуют определенные функциональные зависимости. Обработка материалов по датам начала и окончания периода вывозки леса на ЭВМ «Минск-32» позволила определить характер этих зависимостей, найти функции регрессии, рассчитать коэффициенты регрессии, общие и частные коэффициенты корреляции.

Для полной характеристики периодов начала и окончания вывозки леса аналогичным образом были определены функции регрессии для ранних и поздних дат начала и окончания вывозки леса, определенных с вероятностью 0,95.

При расчетах за  $x$  приняты значения, соответствующие датам перехода среднесуточной температуры через 0 °С осенью и весной и наступления устойчивых морозов. За начало отсчета значений  $x$  приняты наиболее ранние их даты, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Начало отсчета
Переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью	8.10
Наступление устойчивых морозов	26.10
Переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С весной	20.03

Значения  $y$  представляют собой периоды (в днях) между датами перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью или весной, наступления устойчивых морозов и соответствующими им средними или крайними датами начала (окончания) вывозки леса.

При определении характера зависимостей исследовали пять корреляционных моделей: линейную, параболическую, гиперболическую, гиперболическую второго порядка, показательную. В результате расчета для каждой корреляционной модели определены коэффициенты при неизвестных и свободные члены уравнений, значения  $y_i$ , частные и общие коэффициенты корреляции. Выбор уравнений регрессии произведен по

Таблица 3

Характеристика периода работы зимних дорог	Элемент периода	Зависимость	Значение общего коэффициента корреляции
Пуск в эксплуатацию в зависимости от сроков перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью	Начало	Параболическая	0,694
	Среднее значение	»	0,771
	Окончание	Линейная	0,958
Пуск в эксплуатацию в зависимости от сроков наступления устойчивых морозов	Начало	Параболическая	0,932
	Среднее значение	»	0,946
	Окончание	Гиперболическая	0,912
Окончание эксплуатации в зависимости от сроков перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С весной	Начало	Параболическая	0,944
	Среднее значение	»	0,993
	Окончание	»	0,987

наибольшим общим коэффициентом корреляции, значения которых приведены в табл. 3.

Как и ожидалось, связь между сроками перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью и началом вывозки леса менее тесная, чем между сроками наступления устойчивых морозов и началом вывозки леса. Сроки окончания вывозки леса находятся в тесной корреляционной связи со сроками перехода температуры воздуха через 0 °С весной.

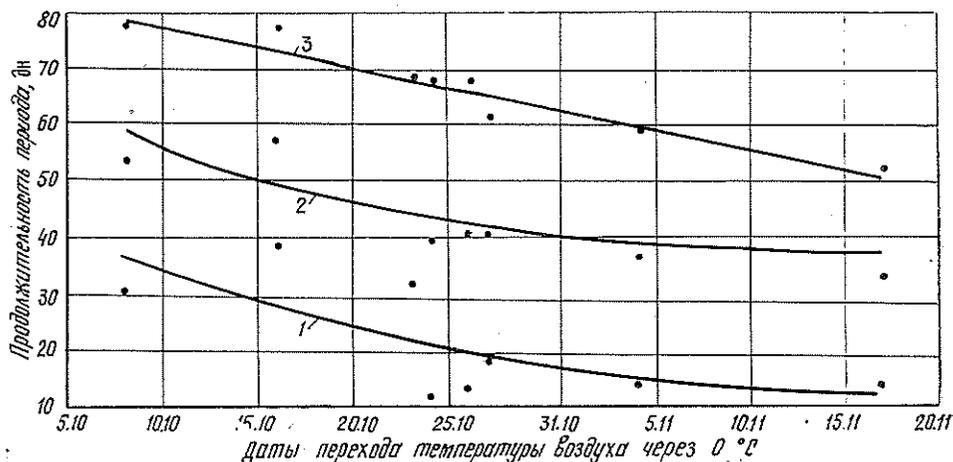


Рис. 1. Зависимость средних и крайних (с вероятностью 0,95) значений периода пуска зимних лесовозных дорог в эксплуатацию от сроков перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью: 1 — начало периода ( $y = 0,015 x^2 - 1,196 x + 37,698$ ); 2 — среднее значение периода ( $y = 0,0204 x^2 - 1,236 x + 59,632$ ); 3 — окончание периода ( $y = -0,610 x + 79,009$ )

Графики зависимостей среднего и крайних значений периода пуска зимних лесовозных дорог В/О Архангельсклеспром в эксплуатацию от сроков перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью и соответствующие им уравнения регрессии приведены на рис. 1, а от сроков наступления устойчивых морозов — на рис. 2. Графики зависимостей среднего и крайних значений периода окончания эксплуатации зимних лесовозных дорог от сроков перехода среднесуточной темпера-

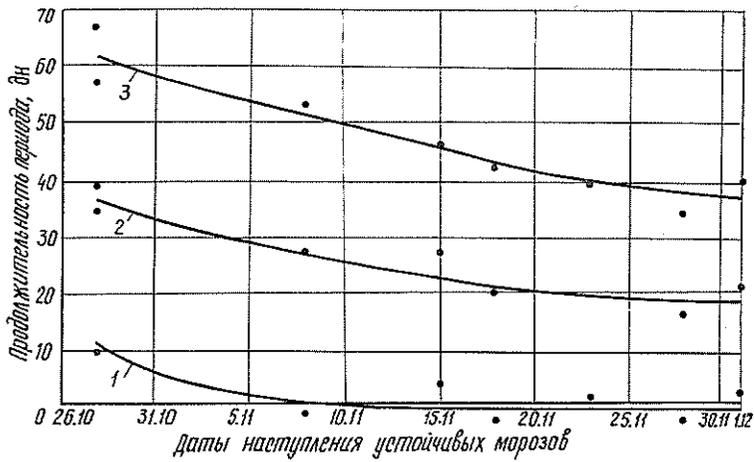


Рис. 2. Зависимость средних и крайних (с вероятностью 0,95) значений периода пуска зимних лесовозных дорог в эксплуатацию от сроков наступления устойчивых морозов: 1 — начало периода ( $y = \frac{37,156}{x} - 2,015$ ); 2 — среднее значение периода ( $y = 0,0145 x^2 - 1,1002 x + 39,240$ ); 3 — окончание периода ( $y = 0,00876 x^2 - 1,112x + 65,397$ )

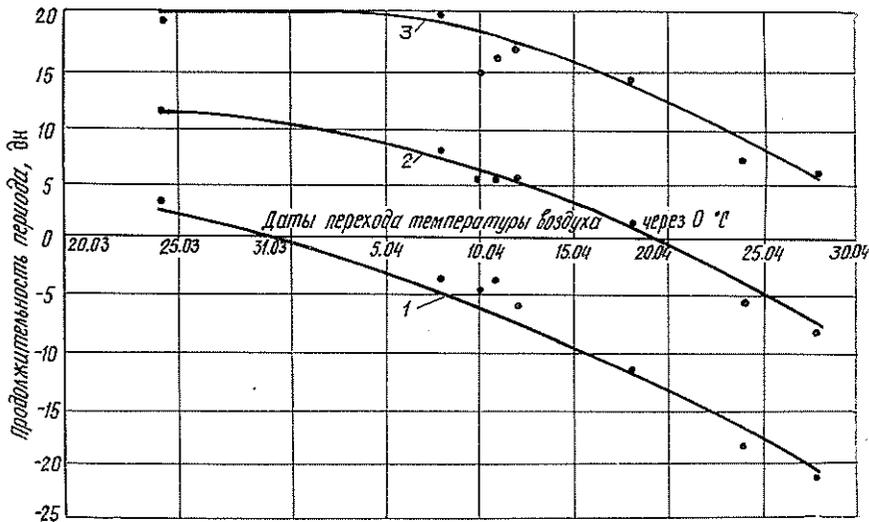


Рис. 3. Зависимость средних и крайних (с вероятностью 0,95) значений периода окончания эксплуатации зимних лесовозных дорог от сроков перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °C весной: 1 — начало периода ( $y = -0,0084 x^2 - 0,279 x + 3,778$ ); 2 — среднее значение периода ( $y = -0,013 x^2 + 0,0266 x + 11,326$ ); 3 — окончание периода ( $y = -0,0176 x^2 + 0,366 x + 18,720$ )

туры воздуха через 0 °C весной и соответствующие им уравнения регрессии приведены на рис. 3. Для последних зависимостей характерна сле-

дующая особенность. При ранних сроках перехода среднесуточной температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  вывозка леса определенное время продолжается. При поздних сроках перехода вывозка леса заканчивается ранее этих сроков.

На рис. 1 и 2 нижние линии соответствуют началу ввода зимних лесовозных дорог в эксплуатацию, верхние — вводу в эксплуатацию практически всех дорог. На рис. 3 нижняя линия соответствует началу периода прекращения эксплуатации зимних дорог, верхняя — окончанию периода вывозки леса практически по всем зимним дорогам.

В связи с низкими значениями общих коэффициентов корреляции зависимость сроков начала вывозки леса от сроков перехода среднесуточной температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  ниже не рассматривается.

Как следует из рис. 2, 3, пуск дорог в эксплуатацию растягивается на значительный период: от 45 дн при ранних сроках наступления устойчивых морозов до 37 дн при поздних сроках.

Прекращение эксплуатации зимних лесовозных дорог происходит в период от 18 дн при ранних сроках перехода среднесуточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  до 25 дн при поздних сроках.

Совместный анализ рис. 2 и 3 показывает, что В/О Архангельсклеспром осуществляет вывозку на полную мощность практически по всем лесовозным дорогам при неблагоприятных погодных условиях (поздняя осень и ранняя весна) в течение 80 дн, при благоприятных условиях (ранняя осень и поздняя весна) — 98 дн.

Фактические значения этого периода за последние 8 зимних сезонов составили: 1975/76 г.— 93 дн, 1976/77 г.— 99, 1977/78 г.— 94, 1978/79 г.— 97, 1979/80 г.— 96, 1980/81 г.— 96, 1981/82 г.— 89, 1982/83 г.— 75 дн.

Интервалы колебаний начала, середины и окончания периодов пуска зимних дорог в эксплуатацию в зависимости от сроков наступления устойчивых морозов составили соответственно 23, 16 и 8 дн; интервалы колебаний начала, середины и окончания периодов прекращения эксплуатации зимних дорог в зависимости от сроков перехода среднесуточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  весной — 13, 16 и 20 дн.

Приведенные на рис. 2, 3 графики и формулы могут быть использованы для оперативного определения (прогнозирования) средних и крайних сроков ввода зимних лесовозных дорог В/О Архангельсклеспром в эксплуатацию и прекращения их эксплуатации.

При пользовании графиками средние и крайние даты начала (окончания) эксплуатации зимних дорог определяют следующим образом. Дату перехода среднесуточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  весной запрашивают на Архангельской гидрометобсерватории, а дату наступления устойчивых морозов устанавливают путем наблюдений за ходом среднесуточной температуры воздуха осенью. По дате на соответствующем рисунке определяют интересующее значение  $y$  в днях, которое приравняют к этой дате.

Пример. Требуется установить крайние и средний сроки пуска зимних лесовозных дорог В/О Архангельсклеспром в эксплуатацию при наступлении устойчивых морозов 10 ноября. Для определения сроков ввода дорог в эксплуатацию пользуются рис. 2. Как видно из рисунка, ранний срок пуска дорог в эксплуатацию совпадает с датой наступления устойчивых морозов, т. е. 10 ноября. Средний срок, соответствующий вводу в эксплуатацию примерно 50 % дорог, наступает через 27 дн, а завершается период пуска дорог в эксплуатацию через 50 дн после наступления устойчивых морозов. Отсчитав 27 и 50 дн от 10 ноября, получим, что средний срок ввода зимних лесовозных дорог в эксплуатацию приходится на 7 декабря и завершается период пуска 30 декабря.

При пользовании формулами вначале определяют значение  $x$ , для этого рассчитывают число дней между соответствующей датой, приведенной в табл. 3, и датой перехода среднесуточной температуры воздуха

через 0 °С весной (датой наступления устойчивых морозов) в данном зимнем сезоне. По найденному значению  $x$  рассчитывают  $y$  и по нему — ожидаемые даты ввода в эксплуатацию или прекращения эксплуатации зимних дорог описанным способом.

### Выводы

1. Установлена зависимость сроков ввода зимних лесовозных дорог в эксплуатацию и прекращения их эксплуатации соответственно от сроков перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С осенью и весной (наступление устойчивых морозов).

2. Полученные уравнения регрессии и построенные по ним графики позволяют производить как общую оценку периодов пуска и прекращения эксплуатации зимних лесовозных дорог, так и оперативно определять (прогнозировать) сроки ввода в эксплуатацию (прекращения эксплуатации) зимних лесовозных дорог в конкретном зимнем сезоне, что важно для контроля и планирования сроков вывозки леса по зимним дорогам, освоения созданных запасов леса, определения сроков перебазирования лесозаготовительных и погрузочно-транспортных механизмов из летних лесосек в зимние и обратно.

Поступила 3 сентября 1984 г.

УДК 630\*848.7.001.2

## МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА БЕСФУНДАМЕНТНО-БЛОЧНЫХ СЕКЦИЙ ЛЕСОСКЛАДСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Л. И. ГУЛЬКО

ВНИПИЭИлеспром

Традиционный метод монтажа нижнескладского оборудования на фундаментах — трудоемкий и дорогостоящий процесс, при этом в 3...8 раз превышаются проектные нормы по срокам ввода в действие производственных мощностей, а также по трудозатратам и капиталовложениям на строительные-монтажные работы (СМР).

Создание бесфундаментно-блочного оборудования [2] позволит перейти на индустриальные методы машинного монтажа и тем самым переместить центр тяжести работ из леспромпхозов на заводы. Это исключит тяжелый ручной труд и в 2...2,5 раза сократит численность рабочих на СМР в леспромпхозах.

Монтаж оборудования в бесфундаментно-блочном исполнении связан с необходимостью передачи функций фундамента элементам упругой системы блочных секций. Статическая устойчивость станков, линий должна обеспечиваться облегченными опорами типа несущих рам, свободно лежащих на грунтовом основании. Необходим расчет статической прочности опор, статической устойчивости системы, учет медленных изменений в системе вследствие ползучести грунта и сезонных его промерзаний. Это необходимый элемент общего комплекса расчетов, потому что динамические расчеты бессмысленны, если опоры не соответствуют условиям статической прочности.

Анализ показывает, что расчет многоячейстых рам блочных секций под разгрузочную эстакаду, манипулятор и другое оборудование потока затруднителен для вычислительных возможностей машин.

Дело в том, что если рама имеет  $m$  узлов, то число элементарных балок, входящих в ячейки:

$$N = (m - 1)n + (n - 1)m.$$

Чтобы расчленив задачу расчета рамы на элементарные подзадачи расчета балок, необходимо составить  $N$  уравнений равновесия балок на упругом основании. Каждое такое уравнение требует четыре крайних условия для определения решения. Поскольку рассматривается линейная задача, то очевидно, что нужно составить  $4N$  линейных алгебраических уравнения относительно крайних значений перемещений и их производных. Ясно, что узлы рамы будут служить краями балок. На них же опираются стойки рамы, поскольку их ставят, как правило, на пересечениях. Следовательно, можно использовать при выводе уравнений равновесия заданные нагрузки от стоек и условия стыковки отдельных балок по нагрузкам, а также по перемещениям их концов.

В конечном итоге многоячейстая рама потребует решения  $4N = [(m-1)n + (n-1)m]$  линейных алгебраических уравнений. Например, для решетки эстакады  $5 \times 5$  (для 40 балок) необходимо решить 160 уравнений. Такая система уже довольно громоздка для решения ее на машинах типа БЭСМ-4.

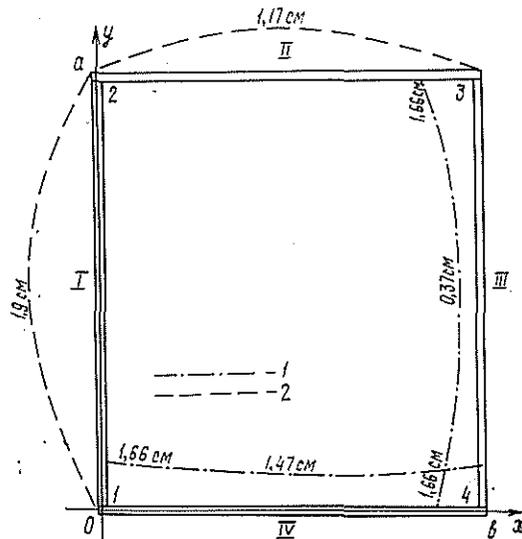
Для расчетных целей достаточно исследовать простую одиночную, прямоугольную раму по двум обстоятельствам:

одиночные секции, как правило, применяют при монтаже технологических потоков;

из одиночных секций можно набрать многоячейстую раму (в проекте Гипролестранса заложены именно такие рамы, из которых собирают мобильные потоки на базе линии ЛО-15С).

Лишние связи при сборке секций, очевидно, пойдут в запас прочности, так как расчетная схема принимает их шарнирными.

Нас, в первую очередь, интересует та часть рамы, которая опирается непосредственно на грунт (см. рис.). Расчет стоек и верхней части рамы будет несложным, как только определится реакция грунта. Схему нагрузок принимают сосредоточенной в узлы. Действие раскосов, предназначенных для придания большей устойчивости раме, обычно облегчает работу балок, так как делает передачу нагрузок на грунт более равномерной [1].



Расчетная схема опорной части блочной секции:  
1 — перемещение; 2 — изгибающий момент.

Раму в плане (см. рис.) характеризуют следующие величины:  $a$  — длина, см;  $b$  — ширина, см;  $I$  — момент инерции поперечного сечения балок, см<sup>4</sup>;  $E$  — модуль упругости материала рамы, Па.

Внешние воздействия на раму состоят из узловых сил  $P_i$  и распределенной реакции основания  $Rv_i(z)$ , где  $R$  — коэффициент Винклера (коэффициент «постели»);  $v_i(z)$  — перемещения балок.

Равновесие рамы должно однозначно определяться набором величин  $a, b, I, E, P_i, k$ .

Для того чтобы описать равновесие рамы, вводим систему координат (см. рис.). Пронумеруем узлы по часовой стрелке. Для балок I, III координата меняется в пределах  $0 < y < a$ , для балок II, IV — в пределах  $0 < x < b$ . Узловые силы обозначены, естественно, через  $P_i, i = 1, 2, 3, 4$ . Уравнение равновесия одиночных балок на упругом основании имеет вид

$$EI \frac{d^4}{dz^4} v_i(z) + Rv_i(z) = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

В расчетной схеме принято действие только лишь узловых сосредоточенных сил, поэтому в правой части стоит нуль.

В приведенном уравнении  $v_i(z)$  означают поперечные перемещения балок,  $z$  — координата вдоль балки. Общее решение уравнения имеет вид

$$v_i(z) = v_i(0) u_0(z) + \frac{1}{\alpha} v_i'(0) u_1(z) + \frac{1}{\alpha^2} v_i''(0) u_2(z) + \frac{1}{\alpha^3} v_i'''(0) u_3(z).$$

Функции Крылова в общем решении даны соотношениями

$$u_0(z) = \operatorname{ch}(\alpha z) \cos(\alpha z); \quad \alpha = \sqrt[4]{\frac{k}{4EI}};$$

$$u_1(z) = \operatorname{ch}(\alpha z) \sin(\alpha z) + \operatorname{sh}(\alpha z) \cos(\alpha z);$$

$$u_2(z) = \frac{1}{2} \operatorname{sh}(\alpha z) \sin(\alpha z);$$

$$u_3(z) = \frac{1}{4} [\operatorname{ch}(\alpha z) \sin(\alpha z) - \operatorname{sh}(\alpha z) \cos(\alpha z)].$$

Неизвестные коэффициенты в общем решении следует найти из данных входных параметров  $a, b, E, I, P_i, k$ .

Чтобы составить линейные алгебраические уравнения для совокупности коэффициентов общих решений, воспользуемся условиями совместности деформирования отдельных балок рамы. Очевидно, что перемещения в узлах должны быть одинаковыми для балок, сходящихся в узлах. Кроме того, узловая внешняя сила может быть разложена на две силы, воспринимаемые балками порознь. И, наконец, последняя группа условий — отсутствие сосредоточенных моментов в узлах. При помощи перечисленных условий совместности составляем нужные уравнения; их должно быть всего  $4 \cdot 4 = 16$ , по числу балок, входящих в плоскую раму. Приводим эти уравнения в сокращенной форме:

$$\begin{aligned} v_1(0) = v_4(0); \quad v_2(b) = v_3(a); & \text{совместность перемещений в узлах рамы} \\ v_1(a) = v_2(0); \quad v_4(b) = v_3(0); & \end{aligned}$$

$$N_1^H + N_4^K = P_1; \quad \text{разложение внешних сил на составляющие по балкам}$$

$$N_2^H + N_1^K = P_2;$$

$$N_2^K + N_3^H = P_3;$$

$$N_3^K + N_4^H = P_4;$$

$$\begin{aligned}
 v_1''(0) = v_2''(0) = v_3''(0) = v_4''(0) &= 0; && \text{отсутствие сосредоточенных моментов в узлах} \\
 v_1''(a) = v_2''(b) = v_3''(a) = v_4''(b) &= 0; \\
 v_2'''(0) = \frac{1}{EI} N_2^n, \quad i = 1, 2, 3, 4; &&& \text{краевые условия для сосредоточенных сил} \\
 v_1'''(a) = -\frac{1}{EI} N_1^k; \quad v_2'''(b) = -\frac{1}{EI} N_2^k; \\
 v_3'''(a) = -\frac{1}{EI} N_3^k; \quad v_4'''(b) = -\frac{1}{EI} N_4^k.
 \end{aligned}$$

Поскольку сосредоточенные моменты отсутствуют, то фактически остается 12 неизвестных и 12 уравнений.

#### Программа расчета рамы на упругом основании

Входной информацией программы является вектор данных:  $a$  — длина рамы, см;  $b$  — ширина рамы, см;  $k$  — коэффициент «постели»;  $E$  — модуль упругости материала балки, Па;  $I$  — момент инерции сечения балки, см<sup>4</sup>;  $P_1, P_2, P_3, P_4$  — узловые внешние силы.

Исходные данные описаны в той последовательности и в той размерности, как этого требует составленная программа.

После решения линейной системы на первом этапе формируется и выдается массив коэффициентов при общих решениях:  $N_i^n, N_i^k, v_i(0)$  (см),  $\frac{1}{a} v_i'(0)$  (см),  $i = 1, 2, 3, 4$ .

При помощи этих коэффициентов можно найти все интересующие нас величины:

перемещения

$$v_i(z) = v_i(0) u_0(z) + \frac{1}{a} v_i'(0) u_1(z) + f N_i^n u_3(z);$$

вторую производную перемещений

$$\frac{1}{a^2} v_i''(z) = -4 v_i(0) u_2(z) - 4 \frac{1}{a} v_i'(0) u_3(z) + f N_i^k v_1(z),$$

где  $i = 1, 2, 3, 4$ , а  $f = 1000/EI a^3$  — масштабный множитель.

Истинный изгибающий момент находят по формуле

$$M_i(z) = EI \frac{1}{a^2} v_i''(z).$$

В программе предусмотрен вывод массивов для перемещений и их вторых производных, т. е. фактически изгибающих моментов, с шагом 0,1 стороны рамы: либо 0,1a, либо 0,1b.

Программа составлена на языке «АЛГОЛ» для ЭВМ М-222. Прочитанные контрольные варианты относятся к раме  $a = 100$  см,  $b = 200$  см, нагруженной силами в узлах 25 кН и лежащей на винклеровском основании с  $k = 25$  мПа или  $k = 1,56$  мПа. Изгибная жесткость  $EI = 160$  кН · м<sup>2</sup>.

Об эффективности методики можно судить по симметрии результатов расчетов при симметричном нагружении. В пределах точности машины результат является симметричным.

Схематически на рисунке представлены эпюры перемещений и их вторых производных для контрольного варианта при  $k = 1,56$  мПа. По таким эпюрам можно определить максимальный изгибающий момент, что, в свою очередь, позволит выбрать сечение балок, обеспечивающее минимум леса при заданном запасе прочности.

Разработанная методика позволила, основываясь на точном инженерном расчете, создать бесфундаментно-блочные секции. Она нашла применение при разработке типовых и рабочих проектов мобильных потоков в бесфундаментно-блочном исполнении для лесных складов объединений Тюменьлеспром и Новгородлес.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бородачев Н. М. Определение динамических напряжений, возникающих в упругом полупространстве под штампом с плоским круговым основанием // *Механика*.— 1965.— № 4.— (Изв. АН СССР). [2]. Гулько Л. И. Бесфундаментная устойчивость станочного оборудования // *Лесн. пром-сть*.— 1979.— № 1.

Поступила 25 января 1985 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 630\*812

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ  
ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ  
ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ДАВЛЕНИИ И ТЕМПЕРАТУРЕ*Б. П. ЕРЫХОВ, В. Е. ЧИБИРЕВ, А. А. ЗУЙКОВ,  
М. Н. БАРАБОШКИНА*Ленинградская лесотехническая академия  
ВНПОбумпром, ЦНИИБ

Резкое увеличение стоимости производства целлюлозы, сокращение сырьевых ресурсов, высокие капитальные затраты на строительство целлюлозных заводов, а также возросшие требования к охране окружающей среды способствовали разработке и быстрому промышленному внедрению новых способов производства волокнистых полуфабрикатов: термомеханической массы (ТММ) и химикотермомеханической массы (ХТММ). Однако, несмотря на большое количество исследовательских работ и уже работающих установок, процессы производства ТММ и ХТММ изучены еще недостаточно.

В большинстве известных установок для изучения вязкоупругих свойств древесины реализован метод низкочастотных колебаний [2, 4, 6], но известны установки, использующие и высокочастотные колебания [9]. Динамические испытания проводят методом свободных затухающих [5, 10] или вынужденных [3] крутильных колебаний. В методе свободных затухающих крутильных колебаний подвижную систему выводят из положения равновесия, после чего она совершает затухающие колебания.

Встречаются два типа крутильных маятников: прямые [2, 4, 8], когда верхний конец образца зажат, а к нижнему прикреплена колеблющаяся масса, и обратные [1, 5] с неподвижно зажатым нижним концом образца и колеблющейся массой, прикрепленной к его верхнему концу. Достоинства прямого крутильного маятника — простота конструкции и устойчивость положения равновесия. Однако при высоких температурах вес коромысла может вызвать дополнительную продольную ползучесть образца. Этого недостатка нет в обратном крутильном маятнике с компенсацией веса колеблющейся массы.

Предлагаемый обзор ставит своей целью информировать о состоянии этой проблемы, а также привлечь внимание к работам, проводимым в ЦНИИБе, ВНИИБе и ЛТА.

Первые работы по изучению вязкоупругих свойств древесины при размоле щепы, с использованием обратного крутильного маятника (рис. 1), проведены в 1976 г. в Стокгольме в НИИ леса [11]. Вывод колеблющейся системы из положения равновесия осуществлялся вручную, первоначальный угол закручивания составлял приблизительно  $1^\circ$ , частота изменялась в пределах 0,5...5 Гц. Колебания регистрировали с помощью дифференциального преобразователя.

Во время измерений образец погружали в воду, которую медленно нагревали (0,25...0,50 °С/мин). Изменение температуры в образце во время измерения (10 с) не учитывали. Этот маятник оказался непригоден для измерений на образцах с малой жесткостью, приводящей к изгибу образца за счет эксцентриситета коромысла маятника. Чтобы исключить этот недостаток, был сконструирован прямой крутильный

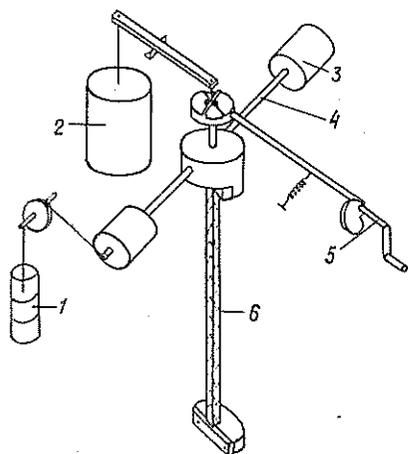


Рис. 1. Крутильный маятник: 1 — дифференциальный преобразователь; 2 — контргруз; 3 — груз; 4 — инерционный вал; 5 — устройство для первоначального закручивания; 6 — образец

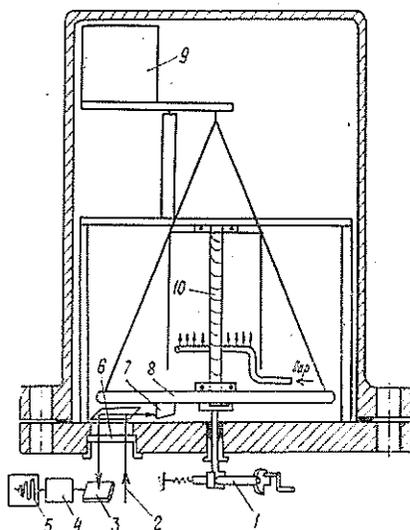


Рис. 2. Крутильный маятник: 1 — устройство для первоначального закручивания; 2 — луч света; 3 — чувствительный позиционный фотодетектор; 4 — усилитель; 5 — регистрирующий прибор; 6 — стеклянная пластинка; 7 — зеркало; 8 — инерционный диск; 9 — контргруз для компенсации веса инерционного диска; 10 — образец

маятник, в котором изгиб образца устранялся за счет использования противовеса (рис. 2).

Маятник помещали внутри резервуара, в который можно было подавать пар под давлением для нагревания образца. Возбуждение колебаний осуществляли, как и в предыдущей установке, вручную, а регистрацию — оптическим методом при помощи лазера и позиционного чувствительного фотодетектора. Этот маятник позволяет испытывать тонкие образцы (толщина 3 мм), которые более пригодны для химической обработки, чем бруски (размером  $10 \times 10 \times 115$  мм), используемые в первом маятнике. Исследуемый интервал температур —  $20 \dots 160$  °С при соответствующем давлении насыщенного пара.

В работе [10] применяли обратный крутильный маятник. С целью использования в оптимальном режиме работы одной оптической системы для регистрации частоты колебаний момент инерции регулировали передвижением грузов вдоль коромысла до постоянства рабочей частоты ( $1 \pm 0,05$ ) Гц. Образцы призматической формы размером  $3 \times 10 \times 110$  мм защищали пластмассовыми оболочками от потери влаги, затем всю конструкцию помещали в камеру, нагреваемую электрическим током. Интервал температур  $20 \dots 100$  °С.

В генераторе крутильных колебаний [7] систему выводили из положения равновесия электромагнитами, а крутильные колебания регистрировали оптической системой (рис. 3). В процессе измерений образец помещали в температурную камеру, где температура может изменяться ступенчато. Одна из проблем при эксплуатации таких крутильных маятников — постепенное скручивание образца при испытаниях в широком температурном диапазоне, т. е. положение равновесия постепенно смещается на величину, которой нельзя пренебречь по сравнению с амплитудой колебаний. Этот недостаток устраняется за счет

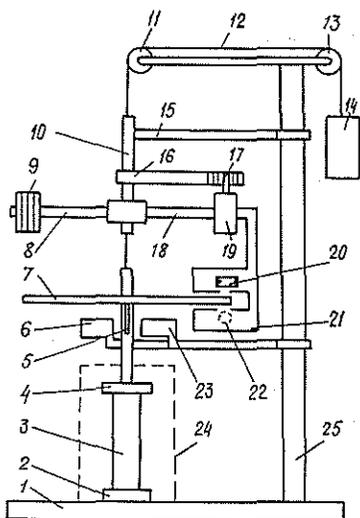


Рис. 3. Генератор крутильных колебаний: 1 — базовая плита; 2 — первый зажим; 3 — образец; 4 — второй зажим; 5 — железный стержень; 6, 23 — соленоиды; 7 — колеблющаяся плита; 8, 18 — двухплечные рычаги; 9 — контргруз; 10 — втулка; 11, 13 — направляющие ролики; 12 — проволока; 14 — контргруз; 15 — рычаг; 16 — зубчатый сегмент; 17 — зуб на приводном валу серводвигателя; 19 — серводвигатель; 20 — фоторезистор (фототранзистор); 21 — преобразователь; 22 — источник света; 24 — температурная камера; 25 — стойка

того, что первый зажим, не принимающий участия в колебаниях, вращается вокруг оси крутильного маятника серводвигателем, управляемым выходным сигналом специального регулятора, на вход которого подается сигнал преобразователя оптической системы, фиксирующего положение колеблющейся системы в каждый момент времени. Это, кстати, означает, что образец древесины работает не в упругой области, и, следовательно, используемый в этой установке измерительный закручивающий момент существенно нарушает структуру исследуемого образца.

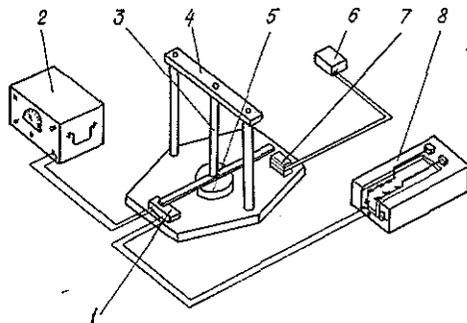


Рис. 4. Установка для измерения вязкоупругих свойств: 1 — датчик; 2 — генератор; 3 — образец; 4 — штанга; 5 — инерционный цилиндр; 6 — блок питания магнита; 7 — электромагнит; 8 — самопишущий прибор

В ЛТА был сконструирован и изготовлен прямой крутильный маятник [4, 8], упругим подвесом в котором служил сам исследуемый цилиндрический образец древесины диаметром 9 мм и длиной 160 мм (рис. 4). Продольная ползучесть образца в этой установке устранялась тем, что крутильный маятник опирался на металлическую иглу. Маятник был вмонтирован внутрь автоклава емкостью 17 л. Коромысло маятника в виде массивного цилиндра с моментом инерции  $34,8 \times 10 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  закручивали на определенный угол ( $\sim 1^\circ$ ), после чего вся система совершала

свободные затухающие колебания, регистрируемые электрической системой — индуктивным датчиком трансформаторного типа и быстродействующим самопишущим прибором Н-338. Измеряемые частоты лежали в диапазоне 2...10 Гц, что позволяло использовать в этом приборе несущую частоту 150 Гц. Погрешность в определении амплитуды колебаний составляла 2...6 %, а частоты — менее 1 %. Интервал исследованных температур 20...190 °С.

Общий недостаток описанных установок — невозможность проводить испытания образцов древесины не только при повышенных давлениях и температуре, но и непосредственно в растворе того или иного химиката, что очень важно при исследовании вязкоупругих свойств древесины применительно к размолу щепы при производстве ХТММ. Для того чтобы иметь некоторое представление о влиянии химической обработки на вязкоупругие свойства древесины, образцы подвергали предварительной пропитке и только после этого испытывали посредством крутильных колебаний, что, как правило, вносило погрешность в результаты эксперимента.

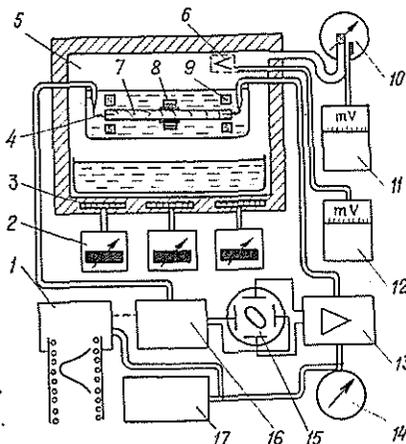
В УкрНИИБе была разработана и изготовлена установка [5], использование которой позволяет определять вязкоупругие свойства древесины непосредственно в пропиточном растворе или в атмосфере пара при выбранных рабочих условиях процесса. Основная идея установки заключается также в использовании обратного крутильного маятника.

Измеряемые частоты лежали в диапазоне 3...9 Гц. Погрешность в определении амплитуды колебаний составляла 2...8 %, а частоты — около 1 %. Для исследования вязкоупругих свойств древесины был выбран интервал температур 75...125 °С. Недостаток данной установки — отсутствие компенсации удлинения торсиона при повышении температуры.

Примером исследования вязкоупругих свойств древесины при кинетическом режиме нагружения в глицерине при температурах 20...140 °С (статический метод) может служить работа [12], в которой использовали торсионметр типа Tesquiment. Применяемый в этой работе метод нельзя назвать неразрушающим, так как при повороте колеса происходило нарушение структуры образца.

Известны крутильные маятники для испытаний древесины с одновременным растяжением образца [6]. Такая установка не позволяет определять вязкоупругие свойства древесины при повышенных темпе-

Рис. 5. Установка для измерения вязкоупругих свойств древесины: 1 — регистрирующий прибор уровня ДБ; 2 — преобразователь; 3 — нагреватель; 4 — проволока; 5 — камера под давлением; 6 — термометр; 7 — образец; 8 — зажим; 9 — магний; 10 — манометр; 11 — прибор, регистрирующий давление; 12 — прибор, регистрирующий температуру; 13 — усилитель ДБ; 14 — амплитуда ДБ; 15 — осциллограф; 16 — генератор кГц; 17 — счетчик кГц



ратуре и давлении в условиях агрессивной среды, к тому же описанная система регистрации колебаний весьма несовершенна.

В Стокгольме в НИИ леса, помимо вышеописанных испытаний древесины с помощью крутильного маятника при низких частотах [11], проводили исследования вязкоупругих свойств древесины при частотах, соответствующих условиям размола в промышленном рафинере [9]. Для этого использовали электродинамический принцип приложения крутильной нагрузки (рис. 5). На оба конца цилиндрического образца древесины через радиальное отверстие, находящееся на расстоянии 1...2 см от конца стержня, наматывается тонкая медная проволока, каждый конец которой помещается в зазор постоянного магнита. При изменении частоты генератора, питающего первую обмотку, во второй обмотке фиксируется максимум переменного индуцированного напряжения, соответствующего стоячей волне в цилиндрическом образце древесины, когда пучности сдвиговых смещений расположены на торцах образца, а узел — в середине.

Для надежной фиксации резонанса (пучности смещения на торце образца) индуцированное во второй обмотке напряжение усиливается и регистрируется специальными приборами на диаграммной ленте. После нахождения точки резонанса определяется частота генератора с точностью до 1 Гц. Усилитель связан с регистрирующим прибором, скорость протяжки диаграммной ленты которого синхронизирована с частотой колебаний передающего конца образца. В процессе эксперимента при изменении частоты от 1 до 20 кГц на самопишущем приборе была получена четкая резонансная кривая. Описанная установка позволяла проводить исследования образцов древесины, пропитанных водой, при температуре от 20 до 190 °С.

На основе анализа приборов для определения вязкоупругих свойств древесины заключаем, что для этих целей с успехом можно применять метод крутильных колебаний, позволяющий, в конечном итоге, выбрать оптимальный режим гидротермической обработки древесины при производстве ТММ и ХТММ, не прибегая к стандартным испытаниям по предельным нагрузкам, а также глубже проникнуть в сущность явлений, происходящих в древесине при размоле. Однако ни одна из существующих установок в полной мере не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к ним в настоящее время, поэтому необходимо создать новое устройство, объединяющее достоинства всех вышеописанных и пригодного для исследований не только при повышенных температуре и давлении, но и в газообразной, и жидкой средах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гораздовский Т. Я., Сарбатова Л. Ф. Экспериментальные методы и принципиальные схемы средств реологических исследований.— 1976.— Т. 2.— С. 96—99.  
 [2]. Ерыхов Б. П. Прибор для определения модуля сдвига древесных материалов// Лесн. журн.— 1968.— № 5.— С. 96—100. (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Ерыхов Б. П. Неразрушающие методы исследования целлюлозно-бумажных и древесных материалов.— М.: Лесн. пром.-сты, 1977. [4]. Ерыхов Б. П., Липцев Н. В., Чибирев В. Е. Исследование вязкоупругих свойств древесины применительно к размолу щепы// Лесн. журн.— 1979.— № 4.— С. 61—66. (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Исследование возможности интенсификации процесса пропитки щепы при производстве древесной массы с целью повышения ее качества// Отчет УкрНИИБа.— 1980. [6]. Манасевич А. Д. Исследование внутреннего трения в древесине// Лесн. журн.— 1969.— № 6.— С. 70—73. (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Пат. 3680366 США, МКИ G 01 n 3/32 Torsional oscillation device /Kurt Moser, Beat Hochli (Швейцария).— № 86461; Заявлено 03.11.70; Опубл. 01.08.72; НКИ 73—99.— 7 с. [8]. Чибирев В. Е., Липцев Н. В. Исследование изменения вязкоупругих свойств древесины в процессе гидротермической обработки применительно к производству древесноволокнистых плит// Технология древесных пластиков и плит: Межвуз. сб.— 1978.— С. 73—79. [9]. Becker H., Höglund H., Tistad G. Frequency and temperature in chip refining// Papperi ja puu.— 1977.— Vol. 59.— N 3.— P. 123—130. [10]. Eskelinen E., Hu S. H., Marton R. Wood mechanics and mechanical pulping// Appita.— 1982.— Vol. 36.— N 1.— P. 32—38.

[11], Höglund H., Sohlén U., Tislid G. Physical properties of wood in relation to chip refining// Tappi.— 1976.— Vol. 59.— N 6.— P. 144—147. [12], Koran Z. Wood failure under torsional loading as a function of temperature// Wood and Fiber.— 1984.— Vol. 16.— N 1.— P. 12—19.

Поступила 23 сентября 1986 г.

УДК 674.053 : 621.935

## О РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБАХ И ПЕРИОДИЧНОСТИ ЗАМЕНЫ ПИЛ МНОГОПИЛЬНОГО ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В. М. МАКСИМИВ, Д. Л. ДУДЮК

Львовский лесотехнический институт

Продолжительность работы ленточных пил зависит от качества их изготовления и подготовки, от породы распиливаемой древесины, наличия в древесине инородных включений (осколки, гвозди, проволока) и ряда других факторов и соответственно носит случайный характер. Наблюдения [3] показали, что длительность работы пил находится в пределах 30...240 мин.

Для определения параметров и законов распределения продолжительности эксплуатации ленточных пил проведены исследования на ленточнопильной линии ЛБЛ-1, работающей на Киевском деревообрабатывающем комбинате.

В результате обработки данных исследования установлено, что наиболее достоверно продолжительность работы ленточных пил можно описать нормальным и эрланговским законами распределения. Ввиду универсальности за основу принят эрланговский закон распределения [1]. Установлено [3], что при распиловке березы средняя продолжительность работы  $T = 150 \dots 160$  мин, параметр Эрланга  $K = 4 \dots 6$ . Вероятно, при распиловке древесины иных пород параметр  $K$  будет менять свое значение в ту или иную сторону; параметр  $K$  может увеличиваться за счет удаления из бревен инородных включений. Поэтому при исследовании принят расширенный диапазон варьирования параметра Эрланга, т. е.  $K = 1 \dots 9$ .

В результате исследований процесса функционирования ленточнопильного оборудования на Новоятском лыжном комбинате, Киевском деревообрабатывающем комбинате, Гузерипльском леспромпозе, объединении Туралес и других установлено, что время на замену одной пилы составляет от 5 до 15 мин и может быть уменьшено за счет более высокой организации взаимодействия инструментальных служб и операторов, обслуживающих оборудование; поэтому уровни варьирования данного фактора приняты равными от 2 до 18 мин. Значения коэффициентов принудительной и групповой замен заимствованы в машиностроении [2].

Для изучения зависимости потерь рабочего времени от вышеперечисленных факторов принимаем метод имитационного моделирования на ЭЦВМ. Имитационная модель воспроизводит все явления изучаемого процесса с сохранением логической структуры данного способа замены, последовательности протекания во времени, характера и состава информации о состоянии процесса.

В настоящей работе приведены результаты исследования потерь рабочего времени при следующих основных способах замены: по отказам, параллельном, смешанном, параллельном и «жестком» профилактическом [2].

При замене пил по отказам каждую заменяют по мере выхода из строя через случайный период времени безотказной работы  $C_j$ . В случае параллельной замены все пилы меняют одновременно по мере отказа одной из них. Преимущество данного способа заключается в том, что в этом случае длительность на замену одной пилы уменьшается по сравнению с индивидуальной.

Смешанный способ характеризуется тем, что каждую  $i$ -тую пилу заменяют принудительно через промежуток времени  $T_0$ . Пилу, вышедшую из строя раньше времени

$T_0$ , меняют по отказу. Преимущество этого способа в том, что при принудительной замене пилы время на эту операцию, как правило, уменьшается.

Параллельная профилактическая замена заключается в том, что по истечении времени  $T_0$  меняют все пилы, но и при случайном отказе одной пилы меняют все остальные.

Жесткую профилактику применяют при обслуживании группы пил, имеющих одинаковое среднее значение стойкости и один закон распределения. Жесткая профилактика характеризуется одновременной заменой пил по мере достижения периода  $T_0$ , независимо от времени установки каждой из них. Этот способ замены обладает преимуществами групповой замены пил.

Для получения корреляционной связи между входными факторами и коэффициентом потерь рабочего времени по пиле  $R_{II}$  используем центральный композиционный униформ-ротатабельный план имитационного (кибернетического) эксперимента, выполняемого с помощью ЭВМ ЕС-1022.

Входные факторы, их интервалы и уровни варьирования для замены по отказам и параллельной замены приведены в табл. 1.

Таблица 1

Фактор	Обозначение		Уровень варьирования фактора				
	натуральное	нормализованное	$-\alpha$	$-1$	$0$	$1$	$\alpha$
Число пил, шт.	$N$	$X_1$	2	3	4	5	6
Среднее значение продолжительности работы пилы, мин	$T$	$X_2$	60	120	180	240	300
Коэффициент Эрланга	$K$	$X_3$	1	3	5	7	9
Время на замену пилы, мин	$\tau$	$X_4$	2	6	10	14	18

В табл. 2 представлены входные факторы и уровни их варьирования при смешанном способе замены (числитель дроби) и параллельной профилактической замене (знаменатель дроби).

Таблица 2

Фактор	Обозначение		Уровень варьирования фактора				
	натуральное	нормализованное	$-\alpha$	$-1$	$0$	$1$	$\alpha$
Число пил, шт.	$N$	$X_1$	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{6}{6}$
Среднее значение продолжительности работы пилы, мин	$T$	$X_2$	$\frac{60}{120}$	$\frac{140}{160}$	$\frac{180}{180}$	$\frac{220}{200}$	$\frac{300}{240}$
Коэффициент Эрланга	$K$	$X_3$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{9}{7}$
Время на замену пилы по отказу, мин	$\tau$	$X_4$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{10}{6}$	$\frac{13}{7}$	$\frac{18}{9}$
Коэффициент межпрофилактического периода	$\alpha$	$X_5$	$\frac{0,4}{0,5}$	$\frac{0,9}{0,9}$	$\frac{1,2}{1,1}$	$\frac{1,5}{1,3}$	$\frac{2,0}{1,7}$
Коэффициент относительного ускорения	$\beta$	$X_6$	$\frac{0,20}{0,50}$	$\frac{0,45}{0,65}$	$\frac{0,60}{0,75}$	$\frac{0,75}{0,85}$	$\frac{1,0}{1,0}$

Коэффициент  $\alpha$  характеризует отношение интервала времени  $T_0$  к среднему значению времени работы пилы  $T$

$$\alpha = T_0/T.$$

Коэффициент  $\beta$  показывает отношение времени на принудительную замену ко времени на замену пилы по отказу

$$\beta = \tau_n / \tau,$$

где  $\tau_n$  — время на принудительную замену пилы.

Очевидно, что если  $\alpha \rightarrow \infty$ , а  $\beta = 1$ , то смешанный способ замены адекватен способу замены по отказам.

Для жесткой профилактики коэффициент  $\beta$  характеризует отношение времени на замену одной пилы при групповой замене ко времени на замену по отказу и принимает соответственно следующие значения: 0,2 ( $-\alpha$ ); 0,45 ( $-1$ ); 0,60 (0); 0,75 ( $+1$ ); 1,0 ( $\alpha$ ). Все остальные факторы аналогичны факторам при смешанном способе замены (табл. 2).

После проверки значимости коэффициентов и адекватности моделей получены следующие выражения, определяющие удельные потери рабочего времени по пиле:

для замены по отказам

$$R_n = 0,1809 + 0,0368X_1 - 0,0521X_2 + 0,0614X_4 - 0,0066X_1X_2 + \\ + 0,0095X_1X_4 - 0,0132X_2X_4 - 0,0023X_1^2 + 0,0169X_2^2 - 0,0051X_4^2; \quad (1)$$

для параллельной замены пил

$$R_n = 0,1856 + 0,0506X_1 - 0,0579X_2 - 0,0296X_3 + 0,0593X_4 - 0,0091X_1X_2 - \\ - 0,008X_1X_3 + 0,0066X_1X_4 + 0,0046X_2X_3 - 0,0105X_2X_4 - \\ - 0,0063X_3X_4 - 0,0078X_1^2 + 0,0127X_2^2 + 0,0106X_3^2 - 0,0121X_4^2; \quad (2)$$

для смешанного способа замены

$$R_n = 0,178 + 0,0367X_1 - 0,0339X_2 - 0,0058X_3 + 0,0451X_4 - \\ - 0,0038X_5 + 0,0087X_6 - 0,051X_1X_2 - 0,0012X_1X_3 + 0,0077X_1X_4 + \\ + 0,0017X_1X_6 - 0,0062X_2X_4 - 0,011X_2X_6 - 0,001X_3X_4 + \\ + 0,0034X_3X_5 + 0,0017X_4X_6 - 0,0062X_5X_6 - 0,0029X_1^2 + 0,009X_2^2 + \\ + 0,002X_3^2 - 0,0028X_4^2 + 0,003X_5^2 - 0,0006X_6^2; \quad (3)$$

для параллельной профилактической замены

$$R_n = 0,1957 + 0,053X_1 - 0,0186X_2 - 0,0164X_3 + 0,027X_4 + \\ + 0,0013X_6 - 0,0044X_1X_2 - 0,0047X_1X_3 + 0,0062X_1X_4 - 0,0015X_2X_3 - \\ - 0,002X_2X_4 - 0,0019X_3X_4 - 0,0023X_1^2 + 0,0018X_2^2 + 0,0063X_3^2 - \\ - 0,0016X_4^2 + 0,0008X_5^2 - 0,0011X_6^2; \quad (4)$$

для жесткой профилактики

$$R_n = 0,2047 + 0,0388X_1 - 0,0392X_2 - 0,007X_3 + 0,0527X_4 - \\ - 0,0022X_5 + 0,0223X_6 - 0,0052X_1X_2 + 0,0077X_1X_4 + 0,003X_1X_6 - \\ - 0,0057X_2X_4 - 0,0026X_2X_6 + 0,0027X_3X_5 + 0,004X_4X_5 + \\ + 0,0085X_4X_6 - 0,0019X_1^2 + 0,0102X_2^2 + 0,0024X_3^2 - \\ - 0,0044X_4^2 + 0,0031X_5^2. \quad (5)$$

Полученные аналитические выражения (1)—(5) позволяют рассчитывать удельные потери рабочего времени по пиле при проектировании лесопильных потоков на базе многопильного ленточнопильного оборудования, а также производить выбор рациональных способов замены в процессе эксплуатации оборудования.

Анализ уравнения (1) подтверждает сделанный ранее вывод [2] о независимости удельных потерь рабочего времени по пиле от закона распределения продолжительности работы пилы при замене последних по отказам.

Наибольшее влияние на коэффициент удельных потерь оказывают среднее значение работы пил и время на замену пил.

Из уравнений (3)—(5) находим выражения для определения оптимальных значений коэффициентов межпрофилактической замены  $X_5$ : для смешанного способа

$$X_5 = 0,63 - 0,57X_3 + 0,93X_6; \quad (6)$$

для параллельно профилактического

$$X_5 = 1 - 0,0005X_6; \quad (7)$$

для жесткой профилактики

$$X_5 = 0,36 - 0,435X_3 - 0,645X_6. \quad (8)$$

Из уравнений (6)—(8) можно сделать вывод, что оптимальное значение межпрофилактического периода зависит от коэффициента относительного ускорения  $\beta$  и коэффициента Эрланга.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Батин И. В., Дудюк Д. Л. Основы теории и расчета автоматических линий лесопромышленных предприятий.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 175 с. [2]. Дашенко А. И., Белоусов А. П. Проектирование автоматических линий.— М.: Высш. школа, 1983.— 327 с. [3]. Максимив В. М. Имитационное моделирование процесса обслуживания инструментов многопильного ленточнопильного оборудования // Роль молодых ученых и специалистов в повышении эффективности использования древесины и ее отходов в народном хозяйстве: Материалы Всесоюз. науч.-техн. конф.— М.— 1986.— С. 75—76. [4]. Феоктистов А. Е. Ленточнопильные станки.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 152 с.

Поступила 23 июня 1986 г.

УДК 674.093.26-419.3

### КОНТРОЛЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СКЛЕИВАНИЯ ШПОНА НА ОСНОВЕ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОТВЕРЖДЕНИЯ КЛЕЯ

А. Г. ГОРОХОВСКИЙ, Ю. Б. ЛЕВИНСКИЙ

Уральский лесотехнический институт

Один из путей достижения высокого качества склеивания шпона при минимальных затратах времени — управление процессом формирования клеевого соединения на основе непрерывного контроля степени отверждения клея. В ряде работ [1, 3, 4] описано устройство, которое позволяет осуществить такой контроль. Работа его основана на методе физического моделирования протекающего процесса. Моделью служит металлическая пластина с нанесенным на ее поверхность клеевым слоем и нагреваемая по тому же закону, что и клеевой слой в склеиваемом пакете. Характеристика процесса отверждения клея — изменение твердости клеевого слоя, находящегося на металлической пластине. Установлено, что твердость клеевой пленки весьма тесно коррелирует со степенью отверждения [3].

При исследовании различного рода физических моделей, как правило, пользуются теорией подобия. Однако, учитывая, что степень от-

верждения — безразмерная величина, установление критериев подобия реального объекта и модели невозможно, так как  $\pi$ -теорема справедлива лишь в случае моделирования систем, выходной параметр которых является величиной, имеющей размерность [3, 5]. Из этого следует, что применение математического аппарата теории подобия в данном случае не представляется возможным.

Как отмечается в работе [3], нарастание степени отверждения клея при постоянной температуре с достаточной точностью можно описать выражением:

$$P = P_k \left( 1 - e^{-\frac{1}{T} \tau} \right), \quad (1)$$

где  $P$  — текущее значение степени отверждения;  
 $P_k$  — конечное значение степени отверждения;  
 $T$  — постоянная времени;  
 $\tau$  — время.

Однако выражение (1) является решением дифференциального уравнения

$$T \frac{dP}{d\tau} + P = P_k. \quad (2)$$

Так как при склеивании пакета шпона температура наиболее удаленного от плит пресса клеевого слоя не остается постоянной, то в математическом описании процесса отверждения клеевого слоя величина  $T$  должна быть определена как функция температуры.

При условии, что уравнение кривой отверждения [2] соответствует практически полному завершению процесса ( $P = 0,95P_k$ ), постоянная времени

$$T = 0,33 T_0 e^{-\alpha(\theta - \theta_0)}, \quad (3)$$

где  $T$  — продолжительность отверждения клея при температуре  $\theta$ ;  
 $T_0$  — то же при  $\theta_0$ ;  
 $\theta$  и  $\theta_0$  — соответствующие значения температур;  
 $\alpha$  — постоянный коэффициент.

В этом случае уравнение (2) приобретает вид

$$0,33 T_0 e^{-\alpha(\theta - \theta_0)} \frac{dP}{d\tau} + P = P_k. \quad (4)$$

Обозначив  $\theta - \theta_0 = \theta(\tau)$  (где  $\tau$  — время) и принимая начальные условия  $\tau = 0, P = 0$ , получим следующее решение дифференциального уравнения (4):

$$P = P_k \left( 1 - e^{-\frac{1}{0,33T_0} \int_0^\tau e^{\alpha\theta(\tau)} d\tau} \right). \quad (5)$$

Выражение (5) описывает процесс нарастания во времени степени отверждения клея в наиболее удаленном от плит пресса клеевом слое пакета. Процесс отверждения клея на модели (нагревательная пластина) можно описать выражением, подобным уравнению (5), но с внесением следующих коррективов.

Во-первых, температуры нагревательной пластины и клеевого слоя в пакете в любой момент времени отличаются на величину  $\Delta\theta$  зоны нечувствительности следящей системы регулирования температуры.

Во-вторых, условия отверждения клея в пакете и на нагревательной пластине прибора заметно различны. Эти различия приведут к изменению для модели величины  $T_0$ . Тогда процесс отверждения клея на модели можно описать следующим выражением:

$$P = P_K \left( 1 - e^{-\frac{1}{0,33T_0} \int_0^{\tau} e^{\alpha |\Theta(\tau) + \Delta\Theta|} d\tau} \right)$$

или

$$P = P_K \left( 1 - e^{-\frac{1}{0,33T'_0 e^{\alpha\Delta\Theta}} \int_0^{\tau} e^{\alpha\Theta(\tau)} d\tau} \right).$$

Поскольку для конкретной партии клея величина  $e^{\alpha\Delta\Theta}$  постоянная, то ее можно ввести в состав  $T_0$ . Обозначим  $T'_0 e^{\alpha\Delta\Theta} = T_{OM}$ , следовательно,

$$P = P_K \left( 1 - e^{-\frac{1}{0,33T_{OM}} \int_0^{\tau} e^{\alpha\Theta(\tau)} d\tau} \right). \quad (6)$$

Выражения (5) и (6) описывают процесс отверждения клея соответственно для реального процесса и модели.

Введем обозначения

$$A(\tau) = \frac{1}{0,33T_0} \int_0^{\tau} e^{\alpha\Theta(\tau)} d\tau;$$

$$K_T = \frac{T_{OM}}{T_0}.$$

Величину  $K_T$  назовем коэффициентом условий отверждения. Тогда выражения (5) и (6) соответственно приобретают вид

$$P = P_K (1 - e^{A(\tau)}); \quad (7)$$

$$P = P_K \left( 1 - e^{-\frac{A(\tau)}{K_T}} \right). \quad (8)$$

Согласно данным работы [3], процесс отверждения считается законченным, когда

$$\frac{1}{T_0} \int_0^{\tau} e^{\alpha\Theta(\tau)} d\tau = 1.$$

Следовательно, величина  $A(\tau)$  может принимать значения:

$$0 \leq A(\tau) \leq 3.$$

Учитывая это и проварьировав в определенных пределах коэффициент условий отверждения  $K_T$ , мы получили зависимости, связывающие величины степени отверждения клея в реальном пакете и на модели (рис. 1).

Экспериментальные исследования [3] показали, что из ряда факторов, определяющих условия отверждения, наиболее существенно на степень соответствия модели оригиналу влияют температура плит прессы и толщина склеиваемых пакетов. По результатам эксперимента построены зависимости  $K_T$  от указанных выше факторов (рис. 2, 3).

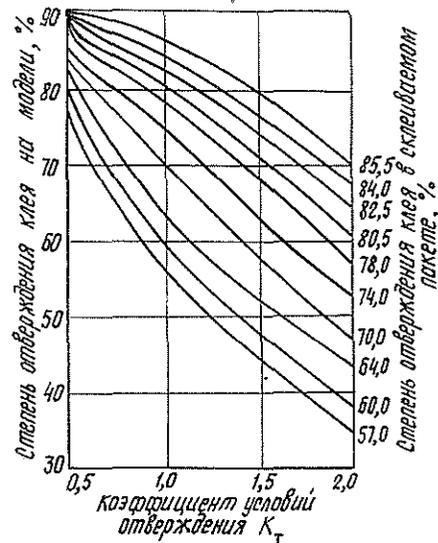


Рис. 1. Зависимость степени отверждения клея на модели от степени отверждения в пакете и коэффициента условий отверждения  $K_T$

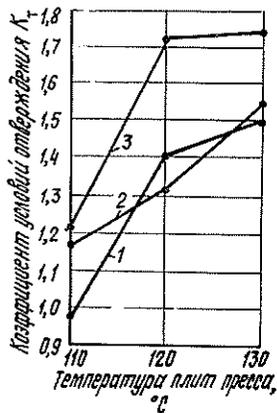


Рис. 2. Зависимость коэффициента условий отверждения  $K_T$  от температуры плит пресса: 1 — степень отверждения клея в пакете 60 %; 2 — 70 %; 3 — 80 %

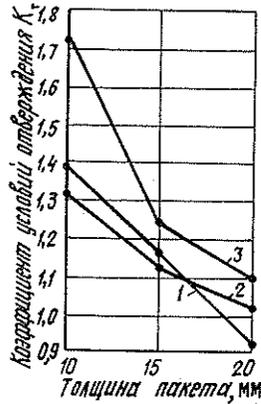


Рис. 3. Зависимость коэффициента условий отверждения  $K_T$  от толщины склеиваемых пакетов: 1 — степень отверждения в пакете 60 %; 2 — 70 %; 3 — 80 %

Анализ этих зависимостей показал, что с увеличением степени отверждения клея в пакете величина  $K_T$  при прочих равных условиях возрастает, что свидетельствует о накоплении во времени погрешностей моделирования. Приближение величины  $K_T$  к единице (для высокой степени соответствия модели реальному процессу) достигается лишь при сравнительно невысокой интенсивности нагрева склеиваемых пакетов, т. е. при значительной толщине последних (более 10—12 мм) и невысокой температуре плит пресса (110—115 °C). Этот факт, по-видимому, объясняется тем, что при снижении интенсивности нагревания склеиваемого пакета точность отслеживания температуры моделью повышается. В то же время увеличение интенсивности нагрева пакета приводит к большим отклонениям температуры на модели по сравнению с реальным объектом в силу инерции нагревателя и системы регулирования температуры. Последнее обстоятельство не накладывает особых условий на возможности применения метода, поскольку процесс склеивания тонких пакетов в очень высокой степени интенсифицирован и осуществление сколько-нибудь заметного снижения продолжительности склеивания не представляется возможным.

Проведенные исследования позволили провести идентификацию процессов отверждения при физическом моделировании склеивания шпона, а также определить условия, при которых целесообразно использовать указанную модель для контроля продолжительности склеивания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 161841 (СССР). Прибор для определения времени склеивания деталей/ В. А. Куликов, В. М. Израильянец, А. А. Спиридонова.— Оpubл. в Б. И., 1964, № 8.  
 [2]. Балмасов Е. Я. Автоматика и автоматизация процессов производства древесных пластиков и плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1977. [3]. Гороховский А. Г. Технологические основы автоматического управления работой клеильного пресса: Дис. . . канд. техн. наук.— Л., 1982. [4]. Куликов В. А. Производство фанеры.— М.: Лесн. пром-сть, 1976. [5]. Лебедев А. Н. Основы теории моделирования.— Пенза: Изд-во ППИ, 1977.

УДК 66.045 : 536.244

## РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО КОНТАКТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБ С НАВИТЫМИ ЗАВАЛЬЦОВАННЫМИ РЕБРАМИ

В. Б. КУНТЫШ, В. И. МЕЛЕХОВ, Л. М. ФЕДОТОВА,  
Н. М. КУЗНЕЦОВ

Архангельский лесотехнический институт

В современных конструкциях лесосушильных камер основной элемент, определяющий их энергетическую эффективность, — калориферы. Для применения в калориферах наиболее перспективны трубы, оребренные навитой алюминиевой лентой, основание которой завальцовано роликом в спиральную однозаходную канавку на несущей трубе (рис. 1, а) или отбортовано в виде горизонтальной полки с образованием *L*-ребра (рис. 1, б), наматываемого под натяжением на несущую трубу как с гладкой поверхностью, так и с накатанными на ней продольными бороздками.

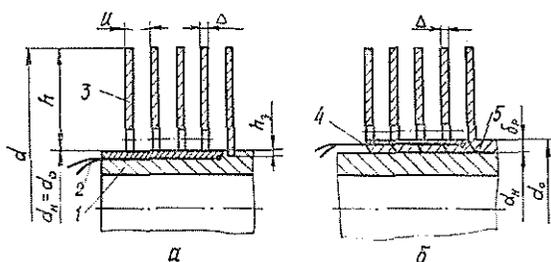


Рис. 1. Типы труб: а — с навитыми завальцованными ребрами; б — с *L*-образными ребрами; 1 — несущая труба; 2 — термопара для измерения температуры под основанием ребра; 3 — ребро; 4 — термопара для измерения температуры у основания ребра; 5 — основа ребра (полка) ребра

Такие калориферы с большой эффективностью можно применять в теплорекуператорах сушильных камер непрерывного действия, в производстве фанеры и древесноволокнистых плит, в бумаго- и картоноделательных машинах, в «сухих» градирнях лесохимического и гидролизного производств.

Пучки труб с ребрами из ленты расходуют в 2 раза меньше алюминия и имеют аэродинамическое сопротивление в среднем на 35...40 % ниже по сравнению с пучками из биметаллических труб, оребренных накатными (экструзированными) алюминиевыми ребрами. Однако количественное соотношение между указанными типами ребристых труб, применяемых, например, для изготовления пучков серийных аппаратов воздушного охлаждения (АВО), приблизительно следующее: 75...80 % составляют трубы с накатными ребрами и лишь 20 % — оребренные лентой.

Сложившаяся ситуация частично объясняется принятым подходом к исследованию средних теплоаэродинамических характеристик пучков труб, оребренных лентой [1, 3, 4, 7, 8]. В этих исследованиях определены общий приведенный коэффициент теплоотдачи, включающий и тепловую проводимость контакта несущая труба — ребро для всех типоразмеров промышленных труб. Величина, обратная тепловой проводимости контакта, — термическое контактное сопротивление (ТКС), обусловленное температурным перепадом в зоне завальцовки ребра из-за отсутствия гомогенного соединения. ТКС зависит от глубины и усилия

завальцовки ребра, физико-механических свойств сопрягаемых материалов, температуры греющей среды, принятой технологии завальцовки ребра. Собственно приведенный коэффициент теплоотдачи ребристой поверхности — функция параметров оребрения. Поэтому полученные частные критериальные уравнения теплоотдачи для конкретных типоразмеров пучков труб не пригодны для построения обобщенных критериальных уравнений.

Цель исследования — разработать метод выделения ТКС из общего экспериментально измеренного сопротивления теплопереходу внутри ребер через их поверхность и контактную зону труб, оребренных навитой завальцованной лентой, а также определить значения ТКС для различных технологических параметров ребра и трубы.

Величину ТКС ( $R_k$ ,  $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ ) в общем случае определяют из выражения

$$R_k = \Delta T_k / q_k, \quad (1)$$

где  $\Delta T_k$  — температурный перепад на механическом контакте ребро — стенка несущей трубы, К;  
 $q_k = Q / F_k$  — плотность теплового потока через контактную зону, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $Q$  — тепловой поток, проходящий через ребристую поверхность, Вт;  
 $F_k$  — площадь поверхности контакта завальцованного ребра, м<sup>2</sup>.

Небольшая глубина завальцовки ребра исследованных труб [3, 4, 7, 8]  $h_z$ , равная приблизительно 0,3 мм, затрудняет надежное и достоверное прямое измерение температурного перепада  $\Delta T_k$ , а следовательно, определение ТКС по формуле (1). Значительное число геометрических и физико-механических параметров, влияющих на ТКС, не учитывается в полном объеме даже современной теорией [9], что снижает возможности ее использования при расчетах теплового сопротивления контакта ребристых труб.

В трубчато-ребристых теплообменниках с насадными ребрами для определения  $R_k$  [5, 6] используют метод сравнительных испытаний теплопередачи теплообменников из труб идентичной геометрии, но отличающихся методом обеспечения механического контакта между ребром и трубой. Однако в этой методике требуется одновременно определять термическое сопротивление теплоотдачи от оребрения к воздуху и от греющей среды к внутренней поверхности трубы. В таком виде предлагаемый метод не удастся реализовать для выделения ТКС завальцованных ребер из средних теплообменных характеристик исследованных пучков труб, оребренных лентой [1, 3, 4, 7, 8]. В проведенных исследованиях этих пучков отсутствуют данные по коэффициентам теплопередачи и внутренней теплоотдачи.

Эти ограничения устранены в разработанном нами методе определения ТКС применительно к завальцованным ребрам. Метод также базируется на принципе сравнительных тепловых исследований по единой методике на одной экспериментальной установке при вынужденной конвекции пучков из ребристых труб идентичной или близких геометрии и формы оребрения.

Исследования проведены в одинаковом диапазоне изменения температуры воздуха и его скорости, что удовлетворяет условию соблюдения геометрического, теплового и гидромеханического подобия опытных пучков. Средний приведенный коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  пучка труб с завальцованными ребрами определяют с учетом термической проводимости контакта. В этом случае термопары для измерения средней температуры стенки несущей трубы  $t_{ст}$  закладывают под основание завальцованного ребра (рис. 1, а), а температурный напор для вычисления  $\alpha$  принимают равным  $t_{ст} - t_1$  (здесь  $t_1$  — средняя температура потока воздуха, набегающего на трубу-калориметр).

Результаты опытов представлены в критериях подобия и описаны критериальным уравнением вида

$$Nu = f(Re). \quad (2)$$

Анализ литературных источников показал, что наиболее близкий аналог труб с завальцованными ребрами — трубы с навитыми под натяжением  $L$ -образными ребрами (рис. 1, б) из алюминиевой ленты, которые имеют идентичную геометрию. Размеры ребер позволяют измерить среднюю температуру основания ребра  $t_{0,p}$  термомпарами, заложенными в полку  $L$ -ребра [2]. По температурному напору  $t_{0,p} - t_1$  вычисляют средний приведенный коэффициент теплоотдачи  $\alpha'$  без учета  $R_k$  пучка-аналога. Опытные данные описывают критериальным уравнением

$$Nu' = f(Re), \quad (3)$$

где  $Nu' = \frac{\alpha' d_0}{\lambda}$ ,  $Nu = \frac{\alpha d_0}{\lambda}$  — числа Нуссельта в формулах (3) и (2);

$$Re = \frac{\omega d_0}{\nu} \text{ — число Рейнольдса;}$$

$\omega$  — скорость воздуха в узком сечении пучка, м/с;

$d_0$  — диаметр по основанию ребер, м.

Физические константы воздуха  $\lambda$ ,  $\nu$  принимают по его средней температуре  $t$  в пучке.

Аналитическую связь между  $\alpha'$ ,  $\alpha$  и  $R_k$  при  $Re = \text{const}$  и  $t = \text{const}$  или  $t_1 = \text{const}$  устанавливают с помощью выражения

$$\frac{1}{\alpha\varphi} = \frac{1}{\alpha'\varphi} + R_k \frac{d_0}{d_n} + \frac{\delta_p}{\lambda_p} \frac{d_0}{d_n} \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}; \quad (4)$$

представляя (4) в безразмерной форме, получим:

$$\frac{1}{Nu_y} = \frac{1}{Nu'_y} + \frac{1}{Nu_k} \frac{d_0}{d_n} + \frac{\lambda}{\lambda_p} \frac{\delta_p}{d_n}, \quad (5)$$

где  $Nu_y = Nu \varphi$ ;  $Nu'_y = Nu' \varphi$  — числа Нуссельта, отнесенные к площади поверхности трубы, вычисленной по  $d_0$ ;

$d_n$  — наружный диаметр несущей трубы;

$\varphi$  — коэффициент оребрения трубы;

$\lambda_p$  — коэффициент теплопроводности материала ребра;

$\delta_p$  — толщина основания ребра;

$Nu_k = \frac{\alpha_k d_0}{\lambda}$  — условное число Нуссельта, характеризующее интенсивность контактного теплообмена;

$\alpha_k = 1/R_k$  — коэффициент тепловой проводимости контакта, Вт/(м<sup>2</sup> · К).

Применительно к геометрическим параметрам завальцованных ребер и температурным условиям их эксплуатации величина безразмерного комплекса  $\frac{\lambda}{\lambda_p} \frac{\delta_p}{d_n}$  на два порядка меньше по сравнению с возможными значениями комплекса  $\frac{1}{Nu_k} \frac{d_0}{d_n}$  и на два-три порядка меньше значений  $\frac{1}{Nu_y}$  и  $\frac{1}{Nu'_y}$ . Поэтому при вычислениях  $R_k$  можно пренебречь влиянием третьего члена в формулах (4), (5) и пользоваться выражением

$$\frac{1}{Nu_y} \approx \frac{1}{Nu'_y} + \frac{1}{Nu_k} \frac{d_0}{d_n}. \quad (6)$$

Точность определения  $R_k$  изменится на относительную ошибку, не превышающую  $\pm 0,6\%$ .

Следовательно, при известной геометрии оребрения и наличии критериальных уравнений для  $Nu'$  и  $Nu$  сравниваемых пучков нахождение  $R_k$  не представляет затруднений.

Таблица 1

Параметры оребрения труб

№ пучка	Размер ребер, мм					$\varphi$	Исходное уравнение	Источник
	$d$	$h$	$u$	$\Delta$	$h_3$			
1	56,44	15,72	2,53	0,325	0,3	21,41	$Nu = 0,292 Re^{0,515}$	[1]
2	55,28	15,14	2,53	0,325	0,5	20,37	$Nu = 0,172 Re^{0,585}$	[1]
3	55,74	15,37	2,53	0,325	0,7	20,27	$Nu = 0,233 Re^{0,547}$	[1]
4	56,4	15,3	2,5	0,22	—	20,59	$Nu' = 0,218 Re^{0,58}$	[2]

Прямое приложение метода осуществлено для определения  $R_k$  оребренных алюминиевой завальцованной лентой труб, теплоэродинамические характеристики шахматных пучков № 1—3 (табл. 1) из которых приведены в работе [1]. Шахматный пучок-аналог № 4 в табл. 1 состоял из труб с  $L$ -ребрами. Трубы в пучках размещены по вершинам равнобедренного треугольника с поперечным шагом  $S_1 = 59$  мм и средндиагональным шагом  $S'_2 = S_1$ . Несущая труба в пучках № 1—4 выполнена из стали 10 с наружным диаметром  $d_n = 25$  мм.

По формулам (4), (5) и данным табл. 1 рассчитаны численные значения ТКС труб пучков № 1—3, которые приведены на рис. 2 для различных значений числа  $Re$  ( $Re = var$ ) в зависимости от глубины завальцовки ребра.

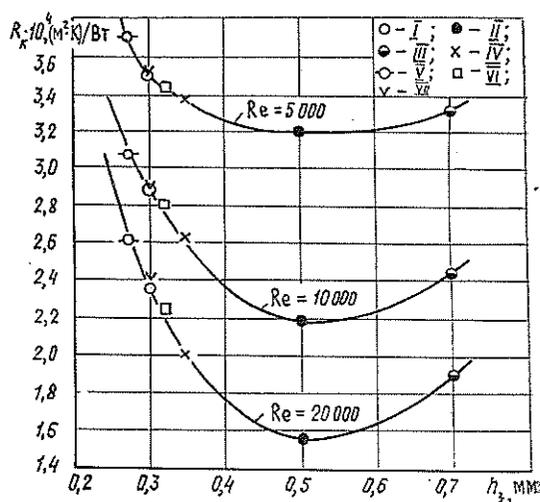


Рис. 2. Графики для определения ТКС в зависимости от глубины завальцовки ребра: I, II, III — пучки труб № 1—3 (по табл. 1); IV, V, VI, VII — пучки труб № 1—4 (по табл. 2)

В наших работах [3, 4, 7, 8] исследованы шахматные шестирядные пучки с шагом  $S_1 = S'_2 = 59$  мм из труб (оребрённых алюминиевой завальцованной лентой толщиной  $\Delta = 0,3$  мм) одинаковых размеров ( $d = 57$  мм;  $d_n = 25$  мм;  $h = 16$  мм), но отличающихся шагом ребер и коэффициентом оребрения. Эти параметры были соответственно равны:  $u = 4,23; 3,63; 3,175; 2,53$  мм, а  $\varphi = 13,5; 15,4; 17,7; 22$ . Опытные данные по теплоотдаче измерены с учетом  $R_k$  и обработаны в виде уравнения (2). Однако в известных публикациях для рассматриваемой партии труб

не обнаружены пучки-аналоги, удовлетворяющие требованиям примененного метода определения ТКС. Поэтому значения  $R_k$  для пучков труб № 1—3 приняты базовыми и метод трансформирован в следующем направлении.

Для труб-калориметров [3, 4, 7, 8] была определена с точностью  $\pm 0,01$  мм глубина завальцовки ребра (табл. 2).

Таблица 2  
Расчетные и опытные характеристики пучков из труб [3, 4, 7, 8]

№ пучка	$\varphi$	$h_3$ , мм	$R_k \cdot 10^4$ , (м <sup>2</sup> · К)/Вт			$\tau$ , Н/мм <sup>2</sup>	Полученные уравнения вида (3)
			Re = 5 000	Re = 10 000	Re = 20 000		
1	13,5	0,35	3,39	2,62	2,05	1,55	$Nu' = 0,195 Re^{0,61}$
2	15,4	0,27	3,70	3,05	2,60	0,51	$Nu' = 0,157 Re^{0,61}$
3	17,7	0,32	3,44	2,80	2,24	1,27	$Nu' = 0,154 Re^{0,61}$
4	22	0,30	3,50	2,90	2,40	0,92	$Nu' = 0,149 Re^{0,61}$

Для труб № 1—3 (табл. 1) по данным рис. 2 для каждого  $Re = \text{const}$  в логарифмических координатах строили зависимость  $R_k = f(h_3)$ , а затем по замеренным  $h_3$  пучков труб № 1—4 (табл. 2) определяли сопряженные им значения  $R_k$ . Установленные таким образом числа  $R_k$  приведены в табл. 2, а также ими дополнен рис. 2.

Увеличение глубины завальцовки вызывает снижение ТКС, которое достигает наименьшего значения в окрестности  $h_3 = 0,5$  мм. Например, с ростом  $h_3$  от 0,3 до 0,5 мм величина ТКС уменьшается в среднем в 1,1 раза при  $Re = 5 000$  и в 1,5 раза при  $Re = 20 000$ . Но при  $h_3 > 0,5$  мм наблюдается рост значений  $R_k$ , что можно объяснить возникновением воздушных зазоров [1] по периметру завальцованной части ребра в угловых точках его соприкосновения с несущей трубой. Зазоры уменьшают фактическую площадь механического контакта. Это подтверждается прямыми измерениями усилия вырыва сектора ленты (рис. 3, б) для исследованных труб.

На каждой трубе-калориметре длиной 400 мм вырезали шесть секторов с углом  $90^\circ$  и с помощью динамометра (погрешность  $\pm 2$ Н) измеряли усилие вырыва  $P$  ленты из канавки. Усредненные значения  $P$ , как среднеарифметические из измеренных, изображены на рис. 3, а для сопряженных им величин  $h_3$ . Кривая  $P = f(h_3)$  качественно повторяет ход кривой  $R_k = f(h_3)$  и результаты вычисленных значений  $R_k$  хорошо коррелируются как по  $h_3$ , так и  $P$ . Действительно, для  $h_3 = 0,7$  мм усилие  $P$  снизилось в 1,4 раза по отношению к значению  $P$  для  $h_3 = 0,5$  мм. Совместный анализ рис. 2 и 3 указывает на превалирующее

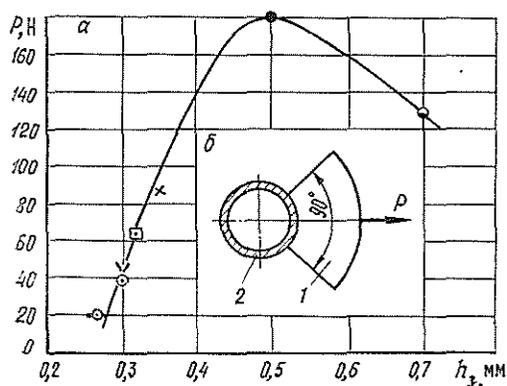


Рис. 3. Зависимость (а) усилия вырыва сектора ребра (б) от глубины завальцовки: 1 — сектор ребра; 2 — несущая труба; остальные обозначения те же, что на рис. 2

влияние глубины завальцовки в изменении  $R_k$  по сравнению с усилием вырыва. Увеличение  $h_3$  в 1,07 раза (трубы № 3, 4 в табл. 2) вызвало максимальное снижение ТКС на 7 %, несмотря на возрастание  $P$  в 1,53 раза. Усилие вырыва (завальцовки) ребра зависит от большого числа параметров и факторов: степени износа обжимных роликов, механических свойств материалов, шероховатости ленты, в учете непосредственного влияния которых на изменение  $P$  и  $R_k$  нет необходимости.

Совместное влияние  $P$  и  $h_3$  на  $R_k$  компромиссно учитывают касательным напряжением  $\tau$ , Н/мм<sup>2</sup>, вырыва в зоне завальцовки

$$\tau = P/f_r \quad (7)$$

Площадь поверхности геометрического контакта ребра с трубой

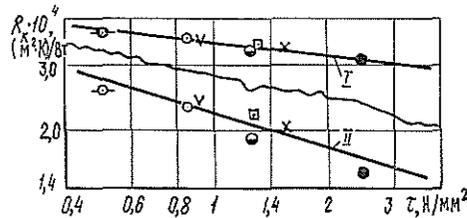
$$f_r = \frac{\pi}{2} [d_n^2 - (d_n - 2h_3)^2] \quad (8)$$

Для труб № 1—3 (табл. 1) значения  $\tau$  равны 0,855; 2,44 и 1,25 Н/мм<sup>2</sup>.

Введение параметра  $\tau$  позволило (рис. 4) с относительной погрешностью  $\pm 9$  % описать ТКС анализируемых труб уравнением

$$R_k \cdot 10^4 = c\tau^{-n} (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт} \quad (9)$$

Рис. 4. Зависимость ТКС завальцованных ребер от напряжения вырыва; I — Re = 5 000; II — Re = 20 000; остальные обозначения те же, что на рис. 2



Показатели степени  $n$  для Re, равных 5 000; 10 000 и 20 000, принимают соответственно равными 0,13; 0,23 и 0,32. Постоянная  $c$  для указанных Re равна 3,46; 2,80 и 2,24.

Относительная квадратичная погрешность вычисления абсолютных значений  $R_k$  разработанным методом не превышает  $\pm 10,5$  %.

Таким образом, для труб № 1—4, используя полученные значения  $R_k$ , определены по (4) коэффициенты теплоотдачи  $\alpha'$ , далее  $Nu'$  и получены критериальные уравнения теплообмена (табл. 2). Исключение  $R_k$  из уравнений подобия привело к постоянному показателю степени, равному 0,61 при Re, что соответствует ребрам одинаковой высоты и толщины, а также косвенно характеризует корректность метода выделения  $R_k$  из общего термического сопротивления приведенной теплоотдачи.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Исследование влияния геометрических и технологических параметров навитых завальцованных ребер на теплоотдачу и аэродинамическое сопротивление пучков труб/ В. Б. Кунтыш, А. Э. Пинр, М. А. Топоркова и др.// Энергетика.— 1980.— № 10.— С. 65—70. (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Исследование теплоаэродинамических характеристик пучков труб различных материальных исполнений и форм оребрения: Науч. отчет/ Арханг. лесотехн. ин-т; Руководитель В. Б. Кунтыш.— Инв. № Б911123.— Архангельск, 1980.— 78 с. [3]. Кунтыш В. Б., Федотова Л. М., Кузнецов Н. М. Влияние геометрии пучка оребренных труб на теплоотдачу и сопротивление// Холодильная техника.— 1981.— № 8.— С. 25—28. [4]. Кунтыш В. Б., Федотова Л. М., Кузнецов Н. М. Теплообмен и сопротивление оребренных труб пучков с

неравномерными шагами в аппаратах воздушного охлаждения// Энергетика.— 1982.— № 5.— С. 60—65. (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Прозорова Т. В., Сутырина Т. М. О влиянии теплового сопротивления контакта на теплотехнические характеристики аппаратов// Расчет и экспериментальное исследование холодильных и компрессорных машин: Темат. сб. тр. ВНИИхолодмаш.— М., 1982.— С. 134—141. [6]. Сасин В. И. К вопросу определения термического сопротивления контакта в ребристых отопительных приборах// Новое санитарно-техническое оборудование.— М.: НИИсантехника, 1978.— № 50.— С. 5—11. [7]. Федотова Л. М. Тепловые и аэродинамические характеристики шахматных пучков оребренных труб аппаратов воздушного охлаждения// Рациональное использование и восстановление природных ресурсов на Европейском Севере: Тез. докл. к науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов 11—13 ноября 1980 г.— Архангельск: Арханг. лесотехн. ин-т, 1980.— С. 96. [8]. Федотова Л. М., Кунтыш В. Б., Кузнецов Н. М. Теплоотдача и сопротивление пучков, оребренных навитой лентой, труб аппаратов воздушного охлаждения с различным числом рядов// Энергетика.— 1980.— № 5.— С. 112—115. (Изв. высш. учеб. заведений). [9]. Gardner K. A., Carnavos T. C. Thermal-Contact Resistance in Finned Tubing// J. Heat Transfer.— 1960, November.— 82.— P. 279—293.

Поступила 14 апреля 1986 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 630\*813

## О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ АНТИПИРЕНА КМ С ДРЕВЕСИНОЙ

А. А. ЛЕОНОВИЧ, Е. В. ВАСИЛЬЕВА, С. С. ЗАХАРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Антипирен КМ, синтезируемый на основе ортофосфорной кислоты и карбамида [1], хорошо зарекомендовал себя в качестве огнезащитного средства древесных материалов, причем закрепление антипирена на древесине происходило в условиях нагревания [5].

В данной работе изучали взаимодействие фосфорсодержащего антипирена КМ с древесиной и ее компонентами на примере древесины березы (*Betula pubescens* Ehrh.) и лиственницы (*Larix sibirica* Lbd.), а также с лигнином на примере диоксанлигнина.

Антипирен КМ синтезировали по методике [1]. Образцы обрабатывали 10 %-ным водным раствором КМ с гидромодулем 1:2, высушивали на воздухе и термообработывали в термокамере при температуре 160 °С в течение 20, 60 и 120 мин. Из обработанной древесины выделяли целлюлозу по Кюршнеру и лигнин по Комарову. Пироллиз образцов лигнина проводили на дериватографе «Q-1500-D» системы Паулик — Паулик — Эрдей в динамическом режиме в атмосфере воздуха со скоростью нагрева 5 град/мин по методике [3].

Содержание фосфора определяли по методу [2], С, Н, N-анализ образцов лигнина проводили на СНN-анализаторе фирмы «Hewlett — Packard». Точность аналитических определений составила  $\pm 0,3$  %. ИК спектры снимали на приборе «SPECORD 75IR». Область съемки 700—3 600  $\text{см}^{-1}$ , в таблетках с КВг.

Таблица 1

Изменение содержания целлюлозы, лигнина  
и экстрагируемых водой веществ  
в модифицированной древесине при ее термообработке

Компоненты	Содержание компонентов, %, при продолжительности термообработки, мин			
	0	20	60	120
Целлюлоза	42,6	40,2	39,3	39,0
	36,1	35,4	34,5	35,0
Лигнин	17,4	21,5	20,5	21,0
	22,7	23,1	24,1	26,3
Вещества, экстрагируемые водой:				
холодной	18,0	17,3	11,0	10,0
	26,7	26,1	18,9	19,1
горячей	18,7	18,1	13,4	13,3
	27,3	27,2	21,7	22,0

Примечание. В числителе — данные для березы; в знаменателе — для лиственницы.

Температура термообработки 160 °С была выбрана как максимальная, при которой еще не происходит существенных термопревращений древесины. Это позволяло проследить влияние антипирена КМ на целлюлозу и лигнин в древесном комплексе.

Из данных табл. 1 видно, что в процессе термообработки под влиянием КМ выход целлюлозы уменьшается. Это можно объяснить термо-

каталитическими превращениями целлюлозы в присутствии кислого антипирена КМ, а также тем, что модифицированная целлюлоза по общей методике надежно не может быть определена. Содержание сернокислотного лигнина, выделенного из древесины березы и лиственницы, при термообработке незначительно увеличивается.

Характер изменения количества веществ, экстрагируемых холодной и горячей водой, идентичен. Поскольку расчет приведен на анализируемые обработанные образцы (без вычета антипирена), то выход растворимых в воде веществ обусловлен, главным образом, содержанием водорастворимого КМ. По мере образования в процессе термообработки прочносвязанного фосфорсодержащего комплекса количество экстрагируемых веществ уменьшается.

Опыты показали, что содержание фосфора в образцах древесины составляет 2,9...3,5 % и мало зависит от продолжительности термообработки. Для оценки закрепления КМ была проведена экстракция образцов водой (табл. 2). Из образцов, не подвергнутых термообработке, фосфор вымывается полностью. В древесине березы, термообработанной в течение 60 мин, найдено 3,5 % фосфора, после экстракции холодной водой — 1,4 %, горячей водой — 0,8 %.

Таблица 2

Данные о закрепляемости фосфора  
в препаратах модифицированной древесины  
при ее термообработке

Компоненты	Закрепляемость фосфора на компонентах, %, при продолжительности термообработки, мин	
	60	120
Целлюлоза	1,5	1,8
	1,0	1,2
Лигнин	0,2	0,3
	0,3	0,4
Древесина, экстрагированная водой:		
холодной:	1,4	1,6
	1,1	1,4
горячей	0,8	1,6
	1,0	1,1

Примечание. В числителе — данные для березы; в знаменателе — для лиственницы.

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что антипирен КМ связывается древесным комплексом не более, чем наполовину. Содержание прочносвязанного фосфора в целлюлозе существенно выше, чем в лигнине, причем оно возрастает при увеличении времени термообработки. Процесс длителен, для закрепления антипирена требуется не менее часа. Интенсификация термообработки, естественно, повысит долю связанного фосфора. Однако повышение температуры в свою очередь вызовет превращения основных компонентов древесины (деструкцию, конденсацию и др.). Целесообразность этих превращений определяется технологией древесного материала. Например, термообработку древесноволокнистых плит проводят при 160...170 °С в течение 3...4 ч. Это ведет к более глубоким превращениям и взаимодействию древесного комплекса с антипиреном КМ.

Полученные результаты позволили сделать вывод о различном отношении полисахаридов и лигнина древесины к взаимодействию с анти-

пиреном КМ: закрепление антипирена КМ на древесине происходит, главным образом, за счет взаимодействия его с углеводной частью.

Сложная ароматическая структура лигнина и достаточно жесткие условия выделения его при небольших (до 0,5 %) найденных значениях содержания фосфора в выделенных препаратах лигнина не позволили сделать вывод о характере взаимодействия антипирена КМ с лигнином. Для исключения возможной потери фосфора при делигнификации образцов и неверного по этой причине вывода о меньшей реакционной способности лигнина по отношению к КМ было проведено исследование на модельном препарате — диоксанлигнине. В термообработанных в течение 60 мин образцах содержание фосфора составило 1,5 %, азота — 1,4 %. После экстракции модифицированных водой образцов фосфор и азот в них не были обнаружены.

Аналогичный результат был получен при изучении ИК спектров: ИК спектры модифицированных лигнинов после экстракции идентичны спектрам исходных препаратов.

Следовательно, данные элементного и спектрального анализов диоксанлигнина не указывают на наличие химического взаимодействия лигнина и КМ в условиях опыта. Можно предположить, что антипирен КМ закрепляется на лигнине за счет сил адсорбции вследствие развитой удельной поверхности лигнина.

Несмотря на отсутствие химического взаимодействия, фосфорсодержащий антипирен КМ влияет на процесс термического разложения лигнина. Термогравиметрические исследования образцов диоксанлигнина показали, что в присутствии антипирена КМ снижается температура начала терморазложения диоксанлигнина со 160 до 140 °С и температура максимальной скорости выделения летучих продуктов разложения с 290 до 240 °С. Изменяются характер термограмм и кинетические параметры процесса, что согласуется с данными литературы [4, 6] о влиянии соединений кислого характера на термопревращения лигнина.

Таблица 3

## Термический и элементный анализ образцов диоксанлигнина

Температура динамического нагрева, °С	Потеря массы, %	Элементный анализ, %			
		С	Н	N	P
20	0	58,9	5,6	—	—
		55,0	5,4	1,5	1,5
200	10,4	63,3	5,5	—	—
	9,4	58,8	5,3	1,1	1,8
270	14,9	65,5	5,3	—	—
	18,4	62,4	4,7	1,4	1,9
340	27,3	68,5	4,6	—	—
	25,7	63,9	4,0	1,3	1,1
480	43,8	72,4	2,9	—	—
	41,5	69,7	2,9	1,1	1,0

Примечание. В числителе — данные для исходного диоксанлигнина; в знаменателе — для диоксанлигнина, обработанного КМ.

В табл. 3 представлены данные элементного состава образцов исходного и модифицированного диоксанлигнина после термогравиметрического анализа до конечных температур (200, 270, 340, 480 °С).

Полученные результаты показали, что при пиролизе происходит повышение процентного содержания углерода и снижение — водорода. Содержание фосфора и азота меняется незначительно. Это указывает на сохранение антипирена преимущественно в твердой фазе и, следовательно, на проявление огнезащитного действия его также в твердой фазе. Эффективность действия антипирена КМ подтверждена огневыми испытаниями огнезащитных образцов древесины по методу «керамической трубы» и образцов технических лигнинов по методу «огневой трубы».

Итак, в результате исследований установлено, что фосфорсодержащий антипирен КМ при термообработке древесины при 160 °С взаимодействует преимущественно с ее углеводной частью. С лигнином антипирен КМ в изученных условиях химически не взаимодействует, однако оказывает огнезащитное действие, которое проявляется, главным образом, в твердой фазе.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 517491 СССР, МКИ В27 К 3/52. Антипирен и способ его приготовления/ А. А. Леонович (СССР).— №-2172309/ 29—15; Оpubл. 30.03.78, Бюл. № 22// Открытия. Изобретения.— 1978.— № 22— С. 2. [2]. Губен-Вейль. Методы органической химии. Т. 2. Методы анализа.— М.: Госхимиздат, 1963.— С. 200—203. [3]. Домбург Г. Э., Сергеева В. Н. Процесс образования промежуточных структур при термических превращениях лигнинов// Изв. АН ЛатвССР. Сер. хим.— 1967.— № 6.— С. 744. [4]. Домбург Г. Э., Сергеева В. Н. Изменение термогравиметрической характеристики природного лигнина при действии на древесину растворов серной кислоты// Химия древесины.— 1970.— Вып. 6.— С. 127—132. [5]. Леонович А. А. Теория и практика изготовления огнезащитных древесных плит.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1978.— 176 с. [6]. Рябов Н. Б., Цыганов Е. А., Ахмина Е. И. Пиролиз гидролизного лигнина в присутствии некоторых неорганических соединений// Химия древесины.— 1985.— № 1.— С. 77—81.

Поступила 21 января 1986 г.

УДК 547.992.3 : 630\*813

### МОДИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩИХ

Л. И. ХОМИК, А. А. РЯЗАНЦЕВ, А. М. ПОГАЛЕЕВА

Хабаровский политехнический институт

Использованию технических лигносульфонатов в качестве дешевых и эффективных связующих уделяется все большее внимание исследователей [1, 2, 6]. Установлено, что клеящие свойства товарных лигносульфонатов можно в значительной степени улучшить путем модификации их различными добавками.

Интересно выявить корреляции между изменениями в строении полимерных молекул лигнина после обработки модификаторами и их свойствами с тем, чтобы в последующем целенаправленно влиять на процесс создания новых материалов.

В настоящей работе изучено влияние модификаторов-окислителей и ультразвука на структурно-групповой состав и молекулярно-массовое распределение (ММР) лигносульфонатов сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ) на аммониевом основании Амурского ЦКК.

Молекулярные массы и ММР экспериментально определены хроматографическим разделением смеси полимеров на гелях марки «Sephadex» G-75 и G-150 (1:1) с последующей математической обработкой результатов на ЭВМ ЕС-1022 [4, 5]. Качественные и количественные изменения химической структуры образцов СДБ изучены методом ИК спектроскопии на приборе марки «Sperord IR-75». Образцы СДБ предварительно высушены под вакуумом при 40 °С до постоянной массы, порошкообразные вещества запрессованы в таблетки с бромидом калия. Относительное содержание функ-

циональных групп в молекулах лигносульфонатов найдено по относительной оптической плотности (ООП) анализируемой полосы (внутренний стандарт  $1510\text{ см}^{-1}$ ) [3].

Нами исследованы до и после холодного отверждения (отвердитель 20 %-ный раствор бихромата калия в 12 %-ном растворе фосфорной кислоты) образцы немодифицированных лигносульфонатов и образцы, обработанные перманганатом калия, перекисью водорода, бихроматом калия, кислородом воздуха и ультразвуком.

ИК спектры всех изученных образцов имели в высокочастотной области несколько интенсивных широких полос поглощения, отнесенных к валентным колебаниям гидроксильных групп ( $\sim 3450\text{ см}^{-1}$ ), иона аммония ( $\sim 3200\text{ см}^{-1}$ ) и C—H связей ( $\sim 2900\text{ см}^{-1}$ ). В области низких частот  $2000\text{—}400\text{ см}^{-1}$  проявились максимумы полос поглощения важнейших структурных фрагментов лигнина:  $1605\text{ см}^{-1}$  — скелетные колебания ароматического кольца и двойных связей,  $1510\text{ см}^{-1}$  — ароматического кольца;  $1275\text{ см}^{-1}$  —  $\text{OCH}_3$  групп,  $1220\text{ см}^{-1}$  — фенольных гидроксильных,  $1150\text{ см}^{-1}$  — сульфогрупп,  $1050\text{ см}^{-1}$  — колебания гидроксильных групп первичных алифатических спиртов. Во всех рассмотренных спектрах в области частот выше  $1650\text{ см}^{-1}$  нет полос поглощения карбонильных групп альдегидов, кетонов, хинонов, кислот. Следовательно, как в исходной СДБ, так и в образцах, обработанных различными способами, нет  $\text{C}=\text{O}$  фрагментов.

Анализ ООП полос поглощения изученных соединений (табл. 1) и сопоставление результатов с данными ММР тех же образцов (табл. 2) позволят определить некоторые закономерности и предположить механизм активирующего воздействия модификаторов при последующем отверждении образцов.

Таблица 1

ООП полос поглощения в ИК-спектрах функциональных групп и фрагментов молекул образцов СДБ

Образцы СДБ	ООП функциональных групп и фрагментов					
			$\text{OCH}_3$	$\text{OH}_{\text{ар}}$	$\text{SO}_3\text{H}$	$\text{OH}_{\text{ал}}$
Немодифицированные	$\frac{0,767}{-}$	$\frac{1}{-}$	$\frac{0,937}{-}$	$\frac{1,422}{-}$	$\frac{1,347}{-}$	$\frac{1,592}{-}$
Модифицированные 5 %-ным $\text{KMnO}_4$	$\frac{0,891}{1,000}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,810}{0,8613}$	$\frac{1,180}{1,131}$	$\frac{1,093}{1,349}$	$\frac{1,345}{1,770}$
	Модифицированные 10 %-ным $\text{KMnO}_4$	$\frac{0,719}{1,127}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,873}{0,906}$	$\frac{1,548}{1,152}$	$\frac{1,384}{1,174}$
Модифицированные 15 %-ным $\text{KMnO}_4$		$\frac{0,803}{1,066}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,964}{0,825}$	$\frac{1,645}{1,127}$	$\frac{1,483}{1,090}$
	Модифицированные воздухом (1 ч)	$\frac{0,713}{1,717}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,918}{0,892}$	$\frac{1,498}{1,329}$	$\frac{1,548}{1,329}$
Модифицированные 10 %-ным $\text{H}_2\text{O}_2$		$\frac{0,753}{1,036}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,947}{0,853}$	$\frac{1,597}{1,134}$	$\frac{1,581}{1,082}$
	Модифицированные ультразвуковым генератором (7 мин)	$\frac{0,705}{0,964}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,849}{0,945}$	$\frac{1,297}{1,298}$	$\frac{1,323}{1,265}$
Модифицированные ультразвуковым генератором (25 мин)		$\frac{0,747}{0,949}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,959}{0,921}$	$\frac{1,537}{1,293}$	$\frac{1,509}{1,297}$
	Модифицированные ультразвуковым генератором (40 мин)	$\frac{0,696}{0,876}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,945}{0,816}$	$\frac{1,453}{1,159}$	$\frac{1,366}{1,129}$

Примечание. В числителе — данные до отверждения; в знаменателе — после отверждения.

Таблица 2

ММР в образцах СДБ,  
обработанных различными способами

Образцы СДБ	Содержание фракций с различными молекулярными массами, %		
	до 10 000	10 000—50 000	Свыше 50 000
Немодифицированные	56	35	9
Модифицированные 10 %-ным $H_2O_2$	57	37	6
Модифицированные 5 %-ным $KMnO_4$	58	37	5
Модифицированные 10 %-ным $KMnO_4$	65	34	1
Модифицированные ультразвуком (7 мин)	47	45	8
Модифицированные ультразвуком (25 мин)	58	37	5
Модифицированные ультразвуком (40 мин)	71	26	3

Нами установлено, что в процессе активации окислителями или ультразвуком практически не изменяется количество метоксильных групп, приходящееся на одну фенилпропановую единицу (ФПЕ). В то же время имеется тенденция к росту числа гидроксильных и сульфогрупп. Причем действие окислителей приводит к возрастанию числа и ароматических, и алифатических гидроксидов, а действие ультразвука ведет к увеличению числа лишь алифатических гидроксидов. При этом наблюдается корреляция возрастания числа групп с увеличением продолжительности воздействия ультразвука или с повышением концентрации окислителя (перманганата калия).

Данные молекулярно-массового распределения в образцах, обработанных различными способами, показывают, что в процессе модификации меняется соотношение между низко-, средне- и высокомолекулярными фракциями. Во всех случаях уменьшается доля лигносульфонатов с молекулярной массой свыше 50 000. При этом растет количество средне- и низкомолекулярных фракций. Увеличение концентрации окислителя (перманганат калия), так же как и более длительное воздействие ультразвука, меняет соотношение фракций смеси в сторону возрастания доли низкомолекулярных компонентов. Однако при кратковременной обработке ультразвуком (7 мин) содержание низкомолекулярных фракций не возрастает, а снижается по сравнению с немодифицированным лигносульфонатом. Удовлетворительного объяснения этому явлению пока еще нет.

Полученные результаты позволяют предположить, что в процессе модификации образцов СДБ изученными окислителями и ультразвуком происходит разрыв простых эфирных связей  $Ag-O-Ag$  и  $Ag-O-Alk$  в молекулах полимеров. Причем действие ультразвука направлено главным образом на расщепление фрагментов лигнина с образованием алифатических спиртовых групп, а все окислители в изученных условиях расщепляют связи неспецифически, образуя фенольные и спиртовые гидроксиды.

Изучение ИК спектров отвержденных образцов СДБ показывает, что в процессе отверждения принимают участие спиртовые, фенольные гидроксиды и сульфогруппы. Количество метоксигрупп на одну ФПЕ остается практически неизменным. В ИК спектрах всех отвержденных образцов неожиданно возрастает интенсивность полосы при  $1605\text{ см}^{-1}$ . Учитывая возможность поглощения в этой области НО-групп из воды, наиболее вероятно предположить, что в процессе отверждения вода, вы-

деляющаяся при поликонденсации, входит в состав внутренней структуры полимера.

Пластическая прочность композиции лигносульфонат —  $K_2C_8O_7$  (формуется цилиндр на основе песчаной смеси ГОСТ 2189—78), измеренная через 24 ч после смешения, заметно возрастает в образцах, модифицированных ультразвуком 25 мин (с 0,86 до 1,31 МПа). В остальных случаях изменения в прочности модифицированных образцов СДБ по сравнению с немодифицированными незначительны.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дорони Ю. Г., Кондратьев В. П. Основные направления модификации синтетических смол// Обзор. информ.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1985.— Вып. 4.— С. 1—41.— (Плиты и фанера). [2]. Мануйлов А. И., Пашков Н. М. Использование технических лигносульфонатов в производстве древесных плит// Обзор. информ.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1985.— Вып. 3.— С. 1—37.— (Плиты и фанера). [3]. Смит А. Прикладная ИК спектроскопия.— М.: Мир, 1982.— 328 с. [4]. Химия и использование лигнина/ Б. Д. Богомолов, О. М. Соколов, Н. Д. Бабилова и др.— Рига: Зинатне, 1974.— С. 107—112. [5]. Хроматографический анализ в химии древесины/ О. М. Соколов, Б. Д. Богомолов, Н. Д. Бабилова и др.— Рига: Зинатне, 1975.— С. 74—78. [6]. Эльберт А. А. Химическая технология древесностружечных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 224 с.

Поступила 8 октября 1986 г.

УДК 676.1.025.5

### СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СУШКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Б. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

Контактная сушка ленточных волокнистых материалов — широко распространенный метод удаления влаги. Этот метод достаточно хорошо изучен и позволяет получать высушенный продукт со свойствами, отвечающими требованиям ГОСТа. Однако используемые в промышленности цилиндрические сушилки имеют большие габариты и массу, обогрев их ведется водяным паром, что связано с материальными и тепловыми потерями.

Авторами [1, 2] предложен и исследован способ сушки полотна на бесконечной металлической ленте, обогреваемой двухфазным теплоносителем. При таком аппаратурном решении сушильного узла можно до минимума снизить тепловые потери, уменьшить габариты и массу сушилки, обеспечить достаточно высокое качество высушенного материала.

Интересно сравнить показатели интенсивности сушки ленточных волокнистых материалов на бесконечной ленте и в цилиндрической сушилке. С этой целью сопоставлены влагосъемы, полученные в разных условиях при сушке целлюлозных материалов с удельной массой полотна 0,05—0,1 кг/м<sup>2</sup>.

На рис. 1 даны графические зависимости  $M = f(t_{гр})$  ( $M$  — средний влагосъем,  $t_{гр}$  — температура греющей поверхности) для различных продолжительностей цикла  $\tau_{ц}$  (где  $\tau_{ц}$  — сумма времени единичного контакта материала с греющей поверхностью и времени движения материала между двумя смежными греющими поверхностями).

Анализ графика показал, что масса влаги, испаряемой в единицу времени с единицы площади греющей поверхности, растет с увеличением температуры этой поверхности. При  $t_{гр} > 100$  °С практически все представленные зависимости подчиняются линейному закону, причем тангенс угла наклона линий к оси абсцисс растет с уменьшением  $\tau_{ц}$ . Видно

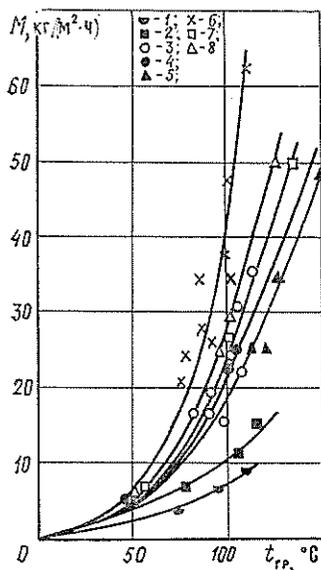


Рис. 1. Зависимость влагосъема от температуры греющей поверхности при различных длительностях цикла: I —  $\tau_{\text{ц}} = 8,2$  с [2]; 2 — 2,7 [2]; 3 — 1,8 [4]; 4 — 1,24 [3]; 5 — 1,2 [2]; 6 — 0,9 [4]; 7 — 0,42 [3]; 8 — 0,27 с [3]

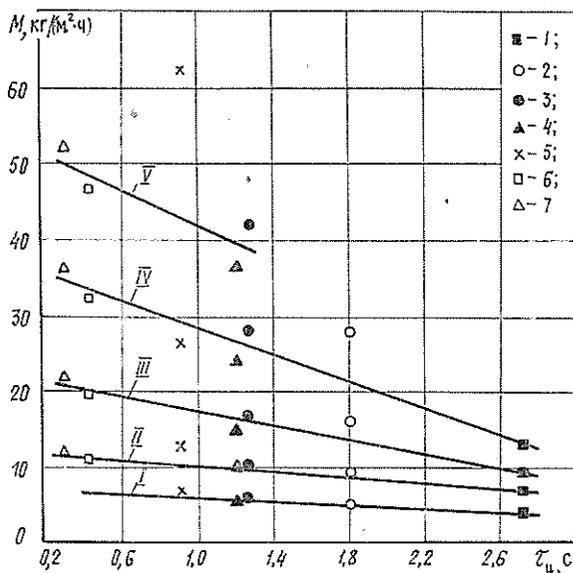


Рис. 2. Зависимость влагосъема от длительности цикла при различных температурах греющей поверхности: I —  $\tau_{\text{ц}} = 2,7$  с [2]; 2 — 1,8 [4]; 3 — 1,24 [3]; 4 — 1,2 [2]; 5 — 0,9 [4]; 6 — 0,42 [3]; 7 — 0,27 с [3]; I —  $t_{\text{гр}} = 50$  °C; II — 70; III — 90; IV — 110; V — 130 °C

также, что опытные результаты, полученные при цилиндрической сушке и сушке на бесконечной ленте, достаточно хорошо согласуются. Повышенная интенсивность отвода влаги имела место лишь при сушке типографской бумаги № 1, т. е. при сушке целлюлозной ленты, содержащей наполнитель.

На рис. 2 представлены зависимости  $M = f(\tau_{\text{ц}})$  среднего влагосъема от продолжительности цикла при различных постоянных температурах греющей поверхности.

Графическая интерпретация опытных данных позволяет сделать вывод о том, что сокращение продолжительности цикла, так же как и увеличение  $t_{\text{гр}}$ , приводит к росту влагосъема. Зависимости  $M = f(\tau_{\text{ц}})$  при всех  $t_{\text{гр}}$  подчиняются линейному закону. Исключение составляют лишь результаты сушки типографской бумаги.

Рост влагосъема при увеличении температуры греющей поверхности объясняется тем, что вследствие увеличения разности температур возрастает тепловой поток к влажному материалу.

При контакте влажного материала с греющей поверхностью интенсивно выделяется пар, скапливающийся в виде пленки между прижатыми друг к другу влажным полотном и цилиндром или металлической лентой и препятствующий дальнейшему теплопереносу к целлюлозной ленте. Поэтому сокращение продолжительности цикла путем увеличения скорости движения влажного материала приводит к увеличению числа конвективных участков между греющими поверхностями, проходящих целлюлозой в единицу времени. Следовательно, при сокращении  $\tau_{\text{ц}}$  растут частота отвода скопившегося пара и частота испарений влаги в окружающую среду за счет аккумулированного полотном тепла, улучшаются условия тепло- и массообмена.

Более высокая интенсивность сушки целлюлозного полотна с наполнителем, четко наблюдаемая на обоих графиках, обуславливается прежде всего тем, что в последнем случае фактическая поверхность контакта влажного материала с греющей поверхностью больше по сравнению с чистой целлюлозой, так как наполнитель располагается между волокнами. В результате возрастает поверхность теплообмена, суммарный тепловой поток и поток испаряемой влаги. Кроме того, при одной и той же влажности материала доля связанной влаги в полотне с наполнителем меньше, что также позволяет достичь большей скорости сушки. Помимо сказанного, результаты [4] получены при сушке бумаги с использованием сукна, имеющего низкую влажность и высокую температуру.

Итак, сравнение результатов сушки целлюлозы в цилиндрической и ленточной сушилке подтверждает перспективность теплового обезвоживания на бесконечной ленте с двухфазным теплоносителем.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аверкин А. Г., Левина Л. Ф., Левин Б. Д. О влиянии высокотемпературных режимов кондуктивной сушки на свойства целлюлозы// Лесн. журн.— 1983.— № 4.— С. 96—99. (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Аверкин А. Г., Левина Л. Ф., Левин Б. Д. Исследование интенсивности сушки целлюлозы в ленточной сушилке с двухфазным теплоносителем// Лесн. журн.— 1983.— № 5.— С. 85—89. (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Красников В. В. Кондуктивная сушка.— М.: Энергия, 1973.— 288 с. [4]. Левина Л. Ф., Левин Б. Д. Исследование влияния режимных параметров сушки на свойства бумаг и интенсивность процесса при непрерывном подогреве сукна// Химия и технология бумаги: Межвуз. сб. науч. тр., 1978.— № 6.— С. 17—21.

Поступила 17 ноября 1986 г.

УДК 668.531 : 630\*892.6

### СОСТАВ МОНОТЕРПЕНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ДРЕВЕСИНЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОСЛЕ ЕЕ ПРИЖИЗНЕННОГО ПРОСМОЛЕНИЯ

*А. К. БЕДРИН, Н. П. ПОЛЯКОВА, В. И. СУХАНОВ,  
Ю. М. НОВОСЕЛОВ, В. А. ВЫРОДОВ*

Центральный научно-исследовательский и проектный институт  
лесохимической промышленности

Архангельский институт леса и лесохимии

Кировский научно-исследовательский и проектный институт  
лесной промышленности

Ленинградская лесотехническая академия

Перспективным сырьем для канифольно-экстракционного и сульфатцеллюлозного производства может быть сосновая пневая и стволовая древесина после ее прижизненного просмоления. Проблема прижизненного просмоления сосновых древостоев успешно решается в СССР, США, Финляндии, Австралии и других странах.

В публикациях зарубежных авторов [14—18] указано на изменение состава монотерпеновых углеводородов в скипидаре определенных видов сосны (красная, радиальная, болотная, разнолистная) при ее прижизненном просмолении.

Авторами настоящей статьи изучен состав монотерпеновых углеводородов, выделенных из прижизненно просмоленной стволовой и пневой древесины сосны обыкновенной.

Стволовая прижизненно просмоленная древесина подготовлена на опытном участке Обозерского лесхоза Архангельской обл. Тип леса — сосняк кустарниково-сфагновый

на заболоченной почве. Состав 10С, средний возраст древостоев 160 лет, класс бонитета V, полнота 0,6. Технология просмоления заключалась в окорении стволов растущих деревьев на высоту 2 м от шейки корня со снятием заболони на глубину 1...2 мм. При нагрузке на деревья 60...80 % оставляли один питательный коровой ремень. В качестве химического стимулятора просмоления использовали водные растворы аммиачной селитры концентрацией 0,1...1,0 М, реглона концентрацией 0,002М и карбоната концентрацией 0,005...0,01 М. Химический стимулятор просмоления наносили на поверхность окорения один раз. Расход стимулятора просмоления — 15 мл/дм<sup>2</sup> окоренной поверхности. Продолжительность просмоления 2,5...3,0 года. Исследовали состав терпеновых углеводов, выделенных из 16 образцов стволовой просмоленной древесины со средней массовой долей канифоли 8,6 % (4,3...12,8 %).

Прижизненное просмоление пневой древесины проводили на опытном участке Оричевского лесхоза Кировской обл. Тип леса — сосняк-черничник на слабоподзолистой легкой супеси. Состав 10С + Лц, Б, средний возраст древостоев 120 лет, класс бонитета II, полнота 0,7. Просмоление проводили путем окорения комлевой части ствола растущих деревьев до ксилемы на высоту 30 см от шейки корня, оставляя два питательных коровых ремня, при нагрузке на деревья 60...70 % (или путем нанесения горизонтальных подновок на эту же высоту, шаг подновки 10 см, глубина 5...10 мм). На поверхность окорения (или подновки) однократно наносили стимулятор просмоления. В качестве стимулятора просмоления применяли водные растворы грамоксона и карбоната концентрацией 0,01...0,1 М, реглона концентрацией 0,005 М. Расход стимулятора также 15 мл/дм<sup>2</sup>. Просмоление продолжалось 2,5...5 лет. Исследовали состав монотерпеновых углеводов, выделенных из 19 образцов просмоленной пневой древесины со средней массовой долей канифоли 10,3 % (5,0...15,8 %).

Монотерпеновые углеводороды из щепы просмоленной древесины выделяли по общепринятой методике определения массовой доли летучих веществ [9].

Состав монотерпеновых углеводов определяли методом ГЖХ. Для разделения компонентов использовали жидкую фазу апиезон L (15 % на хроматоне N-AW-DMCS зернением 0,20...0,25 мм). Анализ проводили на хроматографе «Хром-5» с пламенно-ионизационным детектором в режиме программирования температуры 100...150 °С (1° С/мин). В качестве газа-носителя использовали азот.

Средние данные о массовой доле индивидуальных монотерпенов в скипидаре из прижизненно просмоленной сосновой древесины и пределы ее измерения приведены в таблице.

Монотерпеновые углеводороды	Массовая доля индивидуальных монотерпенов в скипидаре из прижизненно просмоленной сосновой древесины, %	
	стволовой (Архангельская обл.)	пневой (Кировская обл.)
α-Пинен	60,2 (46,9...79,9)	66,5 (36,7...86,8)
Камфен	4,1 (0,1...13,6)	3,0 (0,1...6,1)
β-Пинен	16,3 (5,4...27,0)	3,0 (0,1...22,7)
Δ <sup>3</sup> -Карен	8,3 (0,1...21,3)	20,5 (0,1...51,0)
Дипентен + n-Цимол	9,5 (3,6...19,4)	5,3 (0,1...13,9)
Другие	1,7 (0,1...7,4)	0,4 (0,1...5,7)
α-Пинен + β-Пинен	76,5 (63,5...87,3)	69,5 (36,8...90,4)

Полученные результаты сравнивали с известными данными о составе монотерпеновых углеводов в свежем [6] и спелом пневом сосновом осмоле [7] и с данными о составе монотерпеновых углеводов единичных контрольных образцов стволовой и пневой древесины, просмоленной без нанесения стимулятора просмоления. Существенного различия между ними не обнаружено.

Просмоление древесины осуществляется в результате накопления в основном смоляных кислот и монотерпеновых углеводов, при этом состав смоляных кислот не изменяется. Дополнительная обработка полученных результатов на ЭВМ ЕС-1022 показала, что не существует определенной зависимости между массовой долей канифоли (смоляных кислот) в просмоленной древесине сосны обыкновенной и массовой долей индивидуальных монотерпенов в скипидаре, выделенном из нее. Из этого следует, что состав монотерпеновых углеводов в скипидаре не зависит от просмоления сосны обыкновенной. В скипидаре из от-

дельных деревьев массовая доля компонентов изменяется в довольно широких пределах, что можно объяснить индивидуальной изменчивостью состава монотерпеновых углеводов сосны обыкновенной [1—5, 10—13].

Скипидар из прижизненно просмоленной пней сосновой древесины Кировской обл. отличается от скипидара из просмоленной стволовой сосновой древесины Архангельской обл. большей массовой долей  $\Delta^3$ -карена и меньшей массовой долей  $\beta$ -пинена, что, вероятно, объясняется географической изменчивостью состава монотерпеновых углеводов сосны обыкновенной [1, 4, 8, 12, 13]. Вероятно, на опытном участке Архангельской обл. преобладает так называемый пиненистый тип сосны, а на участке Кировской обл. — каренистый.

В скипидаре, выделенном из прижизненно просмоленной сосновой древесины, массовая доля  $\alpha$ - и  $\beta$ -пиненов составляет 69,5...76,5 %, поэтому при переработке такой древесины в канифольно-экстракционном или сульфатцеллюлозном производстве по существующей технологии можно получать товарный скипидар с массовой долей  $\alpha$ - и  $\beta$ -пиненов не менее 60...65 %, что соответствует экстракционному скипидару высшего сорта по ГОСТ 16943—79 и очищенному сульфатному скипидару высшего сорта по ОСТ 81—6—77.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бардышев И. И., Булгаков А. Н., Ударов Б. Г. Состав смесей монотерпенов, продуцируемых некоторыми климатическими экотипами подвидов вида сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.)// Лесн. журн.—1973.— № 4.— С. 159—160. (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Дрочнев Я. Г. Изменчивость состава скипидара сосны обыкновенной// Растит. ресурсы.—1979.— Т. 15.— Вып. 2.— С. 184—192. [3]. К вопросу об индивидуальной изменчивости сосны обыкновенной по составу летучих масел/ И. И. Бардышев, Р. И. Зенько, И. В. Горбачева и др.// Лесн. журн.—1968.— № 5.— С. 168—169. (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. О химическом составе живицы, продуцируемой индивидуальными деревьями вида сосна обыкновенная (подвиды — лесная и сибирская)/ И. И. Бардышев, А. Н. Булгаков, Б. Г. Ударов, Н. Г. Зминова// Лесн. журн.—1979.— № 1.— С. 117—120. (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Об изменчивости состава скипидаров сосны обыкновенной/ Я. Г. Дрочнев, С. И. Рябова, Т. В. Хворостухина// Лесн. журн.—1979.— № 1.— С. 134—136. (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Применение в промышленности канифоли из свежего осмола/ Ф. А. Медников, Е. В. Ушкова, А. И. Ефремов, В. И. Лисов// Синтетические продукты из канифоли и скипидара.— Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1970.— С. 24—36. [7]. Рудakov Г. А. Химия и технология камфары.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 208 с. [8]. Свойства и химический состав скипидаров, выделенных из живицы сосны обыкновенной, произрастающей в различных районах Советского Союза/ И. И. Бардышев, Р. И. Зенько, И. В. Горбачева и др.// Гидролиз. и лесохим. пром-сть.—1969.— № 7.— С. 17—18. [9]. Химико-технологический контроль лесохимических производств/ Л. В. Гордон, А. М. Чашин, Б. А. Радбиль и др.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 352 с. [10]. Черноубов А. И., Дерюжкин Р. И., Колесникова Р. Д. Состав эфирного масла и скипидара индивидуальных деревьев сосны обыкновенной.— Гидролиз. и лесохим. пром-сть.—1978.— № 2.— С. 11—12. [11]. Чудный А. В. Изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной// Растит. ресурсы.—1977.— Т. 13.— Вып. 2.— С. 291—304. [12]. Чудный А. В. Характеристика насаждений сосны обыкновенной в СССР по составу терпентинных масел и скипидару// Растит. ресурсы.—1978.— Т. 14.— Вып. 3.— С. 318—331. [13]. Чудный А. В., Проказин Е. П. Географическая изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной на территории СССР// Растит. ресурсы.—1973.— Т. 9.— Вып. 4.— С. 494—503. [14]. Drew J. Extractives of paraquat-treated trees// Wood Science.—1976.— V. 9.— N 2.— P. 84—88. [15]. Drew J., Roberts D. R. Developments in paraquat treatment of trees to induce lightwood formation// Forest Products Journal.—1977.— V. 27.— N 7.— P. 43—47. [16]. Paraquat-induced lightwood in two European conifers—scotch pine and Norway spruce/ H. Wroblewska, A. H. Conner, J. W. Rowe a. o.// Wood Science.—1978.— V. 10.— N 4.— P. 181—186. [17]. Sioumis A. A., Lau L. S. The effect of paraquat on *P. radiata*// Appita.—1976.— V. 29.— N 4.— P. 272—275. [18]. Wroblewska H., Conner A. H., Rowe J. W. Lightwood formation in red pine treated with paraquat// Wood Science.—1977.— V. 9.— N. 1.— P. 1—5.

УДК 546.655.3/4

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ ЦЕРИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕДОКС-СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ЦБП

К. Г. БОГОЛИЦЫН, О. С. БРОВКО

Архангельский лесотехнический институт

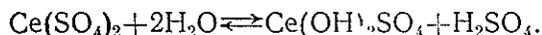
Редокс-свойства неорганических и органических компонентов технологических растворов химической переработки древесины изменяются в очень широком диапазоне. Естественно, что для их изучения не удастся ограничиться одной-двумя индикаторными редокс-системами [5]. Требуется большой набор редокс-систем, в том числе и с потенциалами, приближающимися к потенциалу разложения воды. Рассмотрим систему на основе солей церия. Стандартный окислительный потенциал ее в растворах различных минеральных кислот составляет 1,44...1,61 В.

Одно из основных требований, предъявляемых к редокс-системе, используемой для окисления различных веществ,—устойчивость ее и составляющих компонентов. Рассматривая устойчивость солей церия, составляющих систему, следует отметить, что  $\text{Ce}^{4+}$  в виде растворов солей сульфата, нитрата и перхлората в сильноокислой среде устойчив в течение продолжительного времени, причем по степени увеличения устойчивости соли церия (IV) можно расположить в следующий ряд: сульфаты > нитраты > перхлораты [4].

Анализ литературных данных по использованию сернокислых растворов солей церия в аналитических целях выявил ряд противоречий. Так, в статьях [2, 3] в качестве растворителя для приготовления растворов солей церия использовали 0,1 н.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . В работе [5] нижний предел варьирования концентрации ограничен уже 1,0 н.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Очевидно, это связано с устойчивостью растворов солей церия. Поскольку от концентрации кислоты зависит окислительный потенциал редокс-системы, то определение оптимального диапазона варьирования ее—актуальная задача.

Цель настоящей работы—изучить влияние кислотности растворителя на устойчивость солей церия в водных растворах.

В работе [1] отмечается, что из раствора  $\text{Ce}^{4+}$  при сильном разбавлении выделяется светло-желтый осадок основной соли  $\text{Ce}(\text{OH})_2\text{SO}_4$ , растворимый в серной кислоте. Процесс образования основной соли можно представить следующим уравнением:



Соли  $\text{Ce}(\text{III})$  достаточно устойчивы, хорошо растворяются в воде и кислотах, осадков основной соли не образуют [1].

Растворы сульфата церия (IV) и хлорида церия (III) готовили растворением  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (марка «ч») и  $\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (марка «ч. д. а.») в серной кислоте определенной концентрации. Исследуемый раствор помещали в термостатируемую ячейку с постоянным перемешиванием, снабженную измерительным (Pt) и вспомогательным (хлорсеребряный) электродами, подключенными к иономеру И-120. С помощью перистальтического насоса раствор подавали в проточную кювету спектрофотометра СФ-26. В процессе проведения эксперимента записывали спектры в УФ и видимой области при  $\lambda = 200 \dots 440$  нм, одновременно фиксируя ЭДС гальванического элемента.

Установлено, что растворы солей церия (III) ( $[Ce^{3+}] = 2,0 \times 10^{-3}$  моль/л) в серной кислоте 0,01...4,5 н. концентрации устойчивы в течение длительного времени: оптическая плотность в области 200...350 нм и величина потенциала этих растворов остаются неизменными в течение 12 ч. Поэтому основное внимание в работе уделено устойчивости солей церия (IV).

С целью изучения устойчивости растворов солей церия (IV) провели две серии экспериментов. В первой, при контакте исследуемого раствора с кислородом воздуха, концентрация сульфата церия (IV) составила 0,1 моль/л, концентрация серной кислоты, используемой в качестве растворителя, — 0,01; 0,05; 0,1; 0,25 и 0,5 н. Во второй серии экспериментов концентрация сернокислого церия (IV) 0,01 моль/л, серной кислоты — 0,05; 0,1; 0,25; 0,5 и 1,0 н. Реакционная ячейка изолирована от доступа света, растворенный кислород удален с помощью предварительной отдувки кислоты аргоном в течение 20 мин с последующим внесением навески соли.

Изменение процента пропускания ( $\lambda = 440$  нм) растворов сульфата Ce (IV) в течение 6—7 ч представлено на рис. 1, а, б. Обнаружено, что чем меньше концентрация серной кислоты, используемой в качестве растворителя, тем раньше начинаются и интенсивнее протекают в растворе процессы, приводящие к выпадению осадка основной соли Ce (IV), и тем меньше время стабильности раствора. Растворы сернокислого церия (IV) в 0,5 н. серной кислоте стабильны во времени, и выпадения осадка основной соли не происходит (рис. 1, б). Влияние воздействия света и растворенного кислорода выражается в том, что во второй серии экспериментов (рис. 1, а) стабильны растворы сульфата церия (IV) при более низкой концентрации кислоты (0,25 н. и выше). Кроме того, скорость протекания процессов, приводящих к образованию осадка основной соли, судя по величине изменения процента пропускания за одно и то же время, под влиянием света и кислорода увеличивается.

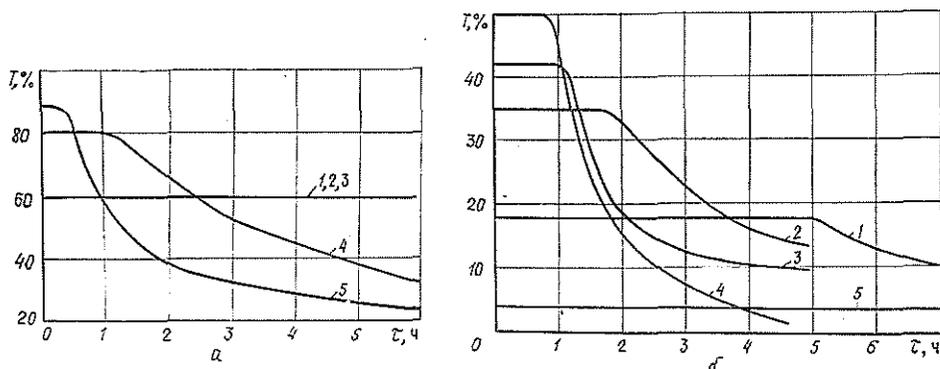


Рис. 1. Изменение процента пропускания ( $\lambda = 440$  нм) растворов сульфата церия (IV) во времени: а — реакционная ячейка изолирована от доступа света ( $[Ce^{4+}] = 0,01$  моль/л; 1, 2, 3 — растворитель соответственно 1,0; 0,5; 0,25 н.  $H_2SO_4$ ; 4 — 0,1 н.  $H_2SO_4$ ; 5 — 0,05 н.  $H_2SO_4$ ); б — открытая реакционная ячейка ( $[Ce^{4+}] = 0,1$  моль/л; 1 — растворитель 0,25 н.  $H_2SO_4$ ; 2 — 0,1 н.  $H_2SO_4$ ; 3 — 0,05 н.  $H_2SO_4$ ; 4 — 0,01 н.  $H_2SO_4$ ; 5 — 0,5 н.  $H_2SO_4$ )

Из растворов солей церия (IV) в серной кислоте концентрацией  $\leq 0,25$  н. были выделены фильтрованием на стеклянном фильтре (пористость 16) светло-желтые осадки основной соли церия (IV). Осадки промыты ацетоном (ч. д. а) и высушены в течение 4 ч в сушильном шкафу при 150 °С. Записаны их ИК-спектры в вазелиновом масле на SPECORD-75IR (см. рис. 2).

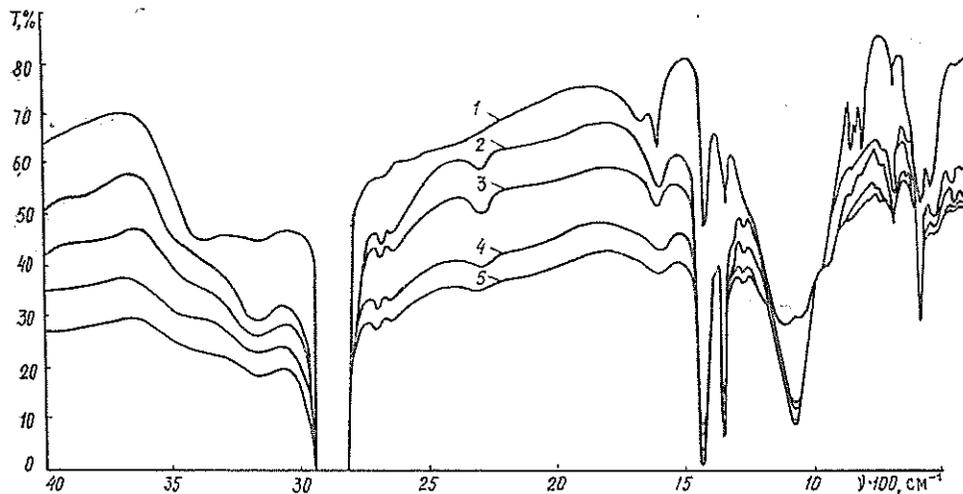


Рис. 2. ИК-спектры основных солей церия (IV), выделенных из растворов  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  в серной кислоте разной концентрации: 2—0,25 н.; 3—0,1; 4—0,05; 5—0,01 н.; 1—спектр  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Наибольшие изменения интенсивности спектральных полос, отмечаются в области  $3600 \dots 3000 \text{ см}^{-1}$ , относимой к антисимметричным и симметричным валентным колебаниям ОН-группы. Выбирая за базовые полосы с  $\nu = 3630 \text{ см}^{-1}$  и  $\nu = 1830 \text{ см}^{-1}$ , рассчитано отношение интенсивностей полос  $3180 \text{ см}^{-1}$  к  $3400 \text{ см}^{-1}$ . Для исходной соли сульфата Се (IV) это отношение равно 1, для всех выделенных основных солей оно составляет  $2,0 \pm 0,1$ . Увеличение относительной интенсивности полосы вдвое при  $\nu = 3180 \text{ см}^{-1}$  ( $D_{3180 \text{ см}^{-1}}/D_{3400 \text{ см}^{-1}}$ ) и исчезновение полос в области  $1720 \text{ см}^{-1}$  и  $800 \dots 900 \text{ см}^{-1}$  указывает на образование нового соединения Се (IV), которое может быть представлено как основная соль церия состава  $\text{Ce}(\text{OH})_2\text{SO}_4$  [1].

Проведенная работа позволила определить границы устойчивости солей церия (III, IV) в кислых растворах. Соли церия (III) устойчивы в широком диапазоне изменения концентрации серной кислоты, используемой в качестве растворителя. Для растворов сульфата Се (IV) граница устойчивости составляет  $0,5 \text{ г} \cdot \text{экв/л } \text{H}_2\text{SO}_4$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Карякин Ю. В., Ангелов И. И. Чистые химические вещества.— 4-е изд., перераб. и дополн.— М.: Химия, 1974.— 408 с. [2]. Крупенский В. И., Корольков И. И., Микуш Н. П. Окисление ксилозы и фурфурола ионами  $\text{Ce}(\text{IV})$ // Лесн. журн.— 1975.— № 4.— С. 163—165. (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Крупенский В. И., Корольков И. И., Долгая Т. В. Определение состава и устойчивости комплекса Се (IV) с глюкозой и ксилозой// Лесн. журн.— 1977.— № 1.— С. 102—105. (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Рябчиков Д. И., Рябухин В. А. Аналитическая химия редкоземельных элементов и иттрия (La—Lu, Y).— М.: Наука, 1966.— 380 с. [5]. Шульц М. М., Писаревский А. М., Полозова И. П. Окислительный потенциал. Теория и практика.— Л.: Химия, 1984.— 164 с.

Поступила 22 октября 1986 г.

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630\*31.003.13

**МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА  
В УСЛОВИЯХ ПЕРЕВОДА ЭКОНОМИКИ  
НА ИНТЕНСИВНЫЕ МЕТОДЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ**

А. П. ПЕТРОВ, ХОАНГ ВАН ТЬЕО

Ленинградская лесотехническая академия

На совещании актива Хабаровской краевой партийной организации 31 июля 1986 г. М. С. Горбачев говорил: «Не будет движения вперед, если мы будем искать ответы на новые вопросы в экономике и технике в опыте 30-х, 40-х, 50-х и даже 60-х и 70-х годов» [1]. Следовательно, перевод экономики на интенсивные методы хозяйствования не может быть обеспечен системой экономических отношений, которые в течение длительного периода времени довольно успешно формировали хозяйственный механизм экстенсивно-интенсивного типа развития, когда народное хозяйство располагало достаточными производственными ресурсами для достижения конечных целей. С другой стороны, система показателей эффективности должна отвечать задачам развития экономики на определенном этапе, поэтому ее совершенствование представляет собой эволюционный процесс, направленный на приведение методов управления экономикой в соответствие с уровнем ее развития.

Это и есть цель данного исследования. Теоретической основой его являются положения, выдвинутые А. П. Петровым и др. [2—7].

Формирование показателей эффективности лесозаготовительного производства приведено в табл. 1 [7]. В ней обозначено:  $I$  — показатели отдачи производственных ресурсов, которые определяются по формуле  $I = R/M$ , где  $R$  — показатели, определяющие результаты деятельности лесозаготовительных предприятий,  $M$  — привлекаемые ресурсы (затраты).

В ряде случаев удобнее пользоваться обратной величиной  $J = 1/I = M/R$ , где  $J$  — показатели, измеряющие расход ресурсов на единицу достигаемого результата. Показатели строки «Товарная конечная продукция» нужны для комплексных лесных предприятий.

Таблица читается следующим образом: показатель  $I_1$  есть частное от деления продукции в натуральном выражении на стоимость основных фондов (например, м<sup>3</sup> вывозки на 1 000 р.), показатель  $I_2$  — отношение товарной (валовой) продукции к стоимости фондов, или фондотдача по товарной продукции, и т. д.

Таблица дает систему из 48 возможных показателей, каждый из них, помимо количественного выражения, имеет теоретическую сущность.

Символы в углу колонок означают: 1 — показатели, использовавшиеся в практике планирования и анализа лесопромышленной деятельности СССР до 1980 г.; 2 — показатели, введенные в практику в одиннадцатой пятилетке, начиная с 1981 г.; 0 — показатели, официально не введенные в практику.

Из табл. 1 видно, что в настоящее время система показателей эффективности лесозаготовительного производства есть совокупность взаи-

Таблица 1  
Показатели эффективности лесозаготовительного производства

Результат	Ресурсы					Затраты ресурсов в себестоимости			
	Основные фонды	Число работников промышленного персонала	Древесное сырье	Нормативный запас лесфонда	Зарплата	Стоимость древесного сырья	Стоимость нормативного запаса лесфонда	Себестоимость продукции	
Продукция в натуральном измерении	1	1	1	0	2	0	0	1	
	$I_1$	$I_6$	$I_{11}$	$I_{16}$	$I_{21}$	$I_{25}$	$I_{31}$	$I_{35}$	
Товарная (валовая) продукция	1	1	0	0	2	2	0	1	
	$I_2$	$I_7$	$I_{12}$	$I_{17}$	$I_{22}$	$I_{27}$	$I_{32}$	$I_{37}$	
Нормативная чистая продукция	2	2	0	0	2	2	0	2	
	$I_3$	$I_8$	$I_{13}$	$I_{18}$	$I_{23}$	$I_{28}$	$I_{33}$	$I_{38}$	
Прибыль от реализации	1	0	0	0	0	0	0	1	
	$I_4$	$I_9$	$I_{14}$	$I_{19}$	$I_{24}$	$I_{29}$	$I_{34}$	$I_{39}$	
Расчетная прибыль	1	0	0	0	0	0	0	0	
	$I_5$	$I_{10}$	$I_{15}$	$I_{20}$	$I_{25}$	$I_{30}$	$I_{35}$	$I_{40}$	
Товарная конечная продукция	0	0	0	0	0	0	0	0	
	$I_{41}$	$I_{42}$	$I_{43}$	$I_{44}$	$I_{45}$	$I_{46}$	$I_{47}$	$I_{48}$	

мосвязанных относительных величин, представляющих собой определенные сочетания результата и ресурсов (затрат).

Основой этих сочетаний является результат. Поэтому лишь правильное определение результата производства обеспечивает оптимальность системы показателей эффективности. Другими словами, система показателей эффективности лесозаготовительного производства в настоящее время состоит из показателей результатов производства и отдачи ресурсов, рассчитанных по тому или иному из выбранных показателей результата.

Анализируя и сравнивая достоинства и недостатки показателей, присутствующих в графе «Результат» табл. 1, в целях повышения эффективности лесозаготовительного производства в условиях усиления его интенсификации мы выбрали товарную продукцию и прибыль. Хотя прибыль является синтетическим показателем и характеризует конечные результаты работы предприятий (объединений), она не может быть

использована в оценке эффективности производства без показателя рентабельности. Иными словами, в системе показателей эффективности производства, наряду с показателем прибыли, должна присутствовать рентабельность.

В табл. 1 ресурсы представлены, как лесные (нормативный запас лесфонда), трудовые (число работников промышленного персонала) и материально-технические (основные фонды и древесное сырье).

Думается, что для каждого вида ресурсов достаточен один оценочный показатель (только для ресурсов материально-технических нужны два: один для основных фондов, другой — для сырья).

Итак, в нашей системе 7 главных показателей. Но какие для каждого из ресурсов?

Отметим, что для лесных ресурсов в настоящее время введение как натуральных, так и стоимостных показателей использования становится актуальным для ряда малолесных районов СССР с напряженным балансом производства и потребления древесины и особенно для Социалистической Республики Вьетнам. В этой связи, как показано исследованиями А. П. Петрова и др. [6, 7], необходимо в директивном порядке доводить до лесозаготовительных предприятий показатель  $I_{16}$  как уровень использования биомассы лесосечного фонда (отношение фактически заготовленной биомассы к ее нормативному запасу). В дальнейшем, по мере накопления и обобщения опыта, встанет вопрос о возможности и целесообразности введения в практику планирования и анализа показателей  $I_{17}$ ,  $I_{20}$ ,  $I_{31}$ ,  $I_{32}$ ,  $I_{34}$ ,  $I_{35}$ ; однако здесь нужны специальные дополнительные исследования. Значение показателей  $I_{31}$ ,  $I_{32}$ ,  $I_{34}$ ,  $I_{35}$ , основанных на сопоставлении результатов с денежной оценкой лесосечного фонда по попенной плате, усилится, если повысить ставки попенной платы.

Для ресурсов древесного сырья можно использовать следующие показатели:  $I_{12}$  — выход товарной продукции с 1 м<sup>3</sup> переработанного сырья;  $I_{14}$  — выход прибыли на 1 м<sup>3</sup> сырья;  $I_{15}$  — выход расчетной прибыли на 1 м<sup>3</sup> сырья;  $I_{29}$  — съем прибыли с 1 р. стоимости сырья;  $I_{30}$  — съем расчетной прибыли с 1 р. стоимости сырья.

Из названных показателей приоритетное положение занимают  $I_{15}$  и  $I_{30}$  (расчетная прибыль на 1 м<sup>3</sup> (1 р.) древесного сырья), которые, как доказано многочисленными исследованиями ([2—7] и др.), должны быть применены в оценке эффективности использования древесного сырья в лесозаготовительных предприятиях.

Эффективность использования ресурсов «живого труда» отражается понятием производительности труда. В системе показателей эффективности производительность труда в настоящее время следует рассчитывать по товарной продукции ( $I_7$ ). Аналогично для основных фондов — фондоотдача должна быть рассчитана по товарной продукции ( $I_2$ ).

Подводя итоги, отметим, что действующий хозяйственный механизм на лесозаготовительных предприятиях в основном базируется на системе оценочных показателей, общепринятых в промышленности, без учета специфики, которую дает соединение добывающего и перерабатывающего производств. На практике это приводит к тому, что некоторые мероприятия, оцениваемые по традиционной системе показателей, «работают» против идеи комплексного использования лесных ресурсов.

Рассмотрим главные показатели, представленные статистическими данными по леспромхозам объединения Ленлес в динамике за 1980 и 1985 гг. (для показателей прибыли, рентабельности и расчетной прибыли на 1 м<sup>3</sup> древесного сырья — 1982 и 1985 гг.) — табл. 2. Отметим некоторые особенности показателей эффективности производства.

В 1980—1985 гг. по всем леспромхозам товарная продукция то увеличивалась, то уменьшалась, в то время НЧП постоянно увеличивалась

## Главные показатели деятельности объединения

Леспромхоз	Результаты производства				
	Товарная продукция в оптовых ценах на 01.01.82 г., тыс. р.	НЧП, тыс. р.	Прибыль, тыс. р.		
			балансовая	от реализации товарной продукции	расчетная
1	2	3	4	5	6
Винницкий	3 760	1 709	-406	191	-466
	3 064	1 761	-446	-404	-466
Волосовский	6 003	2 688	173	53	155
	6 892	3 396	592	443	582
Ефимовский	6 744	2 390	310	505	301
	6 724	2 744	353	399	346
Кингисеппский	3 660	1 604	31	-154	30
	4 021	2 070	388	417	342
Киришский	6 358	2 789	383	526	371
	6 878	3 560	408	523	388
Лодейнопольский	7 465	2 810	1 305	1 308	1 300
	7 965	3 532	1 192	1 445	822
Пашский	7 938	2 846	2 290	1 101	2 110
	7 390	3 902	1 766	1 497	1 263
Подборовский	9 006	2 607	832	646	816
	7 187	2 829	293	338	289
Подпорожский	9 531	3 418	1 027	2 168	581
	7 915	3 674	719	732	459
Тихвинский	8 605	3 475	-909	821	-929
	10 636	5 010	719	670	639
Тосненский	4 429	1 876	451	1 155	397
	3 749	1 873	254	228	239
Красноборский	1 998	917	-171	61	-171
	1 416	729	45	-152	45
Оятский	3 030	1 642	-99	-289	-148
	2 829	1 483	-666	-665	-666
Оятская с/к	1 990	822	477	138	126
	2 262	1 304	309	181	309
Ленинградский сплавной участок	864	390	-385	-87	-385
	904	352	-991	213	-991
Ленинградский лесо- тарный комбинат	14 725	3 655	747	1 054	401
	12 209	4 212	921	875	836
Итого по объединению	96 106	35 639	6 056	9 200	4 489
	92 581	42 431	5 856	6 740	4 436

Примечание. В числителе — данные 1980 г. (для граф 4—6, 11—13 — 1982 г.);

по всем леспромхозам из года в год. Это объясняется недостатками показателя НЧП и свидетельствует о том, что на практике он неправильно отражает результат производства. Отсюда все экономические показатели, рассчитанные по НЧП, также не совсем точно отражают результат производства и должны быть исключены из числа оценочных.

Таблица 2

Ленлес в динамике 1980 и 1985 гг.

Отдача ресурсов					Рентабельность, %	
Трудовых — производительность труда, р./чел.		Средств труда — фондоотдача, р./р.		Предметов труда — расчетная прибыль на 1 м <sup>3</sup> древесного сырья, р./м <sup>3</sup>	общая	расчетная
по товарной продукции	по НЧП	по товарной продукции	по НЧП			
7	8	9	10	11	12	13
7 028	3 194	0,70	0,32	—1,88	—10,0	—10,4
7 067	3 453	0,50	2,46	—1,86	—7,8	—8,2
6 253	2 800	0,81	0,36	0,45	3,0	2,7
8 205	4 043	0,79	0,39	1,53	8,8	8,6
7 879	2 792	0,88	0,31	1,13	4,8	4,7
8 322	3 395	0,71	2,90	1,19	5,0	4,9
6 278	2 752	0,68	0,30	0,16	0,9	0,8
7 644	3 936	0,68	0,35	1,64	10,6	9,3
6 972	3 004	0,76	0,33	1,08	5,6	5,4
8 159	4 223	0,69	0,36	0,97	5,5	5,2
8 680	3 268	0,82	0,31	4,46	23,3	23,2
9 882	4 382	0,82	0,36	2,66	19,0	13,1
8 591	3 080	0,77	0,25	7,61	22,8	21,0
8 893	4 696	0,64	0,34	4,00	15,8	11,3
8 577	2 483	0,83	0,24	3,49	10,0	9,8
8 639	3 402	0,62	0,24	1,29	3,4	3,3
8 259	2 962	0,89	0,32	1,44	14,5	8,2
7 829	3 634	0,68	0,31	1,08	9,3	6,0
7 931	3 203	0,89	0,36	—2,17	—13,8	—14,1
9 714	4 575	0,85	0,40	1,24	8,3	7,4
8 112	3 066	1,02	0,43	1,85	13,3	11,7
7 843	3 919	0,78	0,39	1,07	7,2	6,7
7 346	3 371	0,58	0,27	—1,69	—5,5	—5,5
5 803	2 989	0,36	0,19	0,48	1,4	1,4
6 171	3 344	0,51	0,28	—0,63	—1,8	—2,7
6 595	3 456	0,40	0,21	—3,17	—10,4	—10,3
6 886	2 845	0,35	0,15	2,8	8,8	2,3
7 937	4 575	0,29	0,17	6,0	4,1	4,1
8 000	3 607	1,06	0,48	—13,9	—17,1	—17,1
9 822	3 829	0,79	0,31	—35,4	—25,2	—25,2
13 584	3 590	3,51	0,87	—	—11,6	6,2
11 706	4 038	2,29	0,79	32,5	11,7	10,6
8 208	3 044	0,88	0,33	1,23	6,7	4,9
8 674	3 975	0,72	0,34	1,12	5,5	4,2

в знаменателе — 1985 г.

Товарная продукция правильно и объективно отражает изменение производства, так что все экономические показатели, рассчитанные по ней, правильно и объективно отражают результат производства.

Для оценки эффективности лесозаготовительного производства можно использовать все виды показателя прибыли и рентабельности.

Расчетная прибыль на 1 м<sup>3</sup> (1 р.) древесного сырья — показатель, в большой мере стимулирующий экономию материальных ресурсов (затрат), снижение себестоимости, т. е. рост прибыли, повышение эффективности производства.

Основываясь на представленных доводах и общих требованиях для системы показателей эффективности производства, авторы рекомендуют следующую систему показателей для оценки эффективности лесозаготовительного производства на уровне предприятий и объединений в условиях усиления его интенсификации: 1 — товарная продукция; 2 — уровень использования биомассы лесосечного фонда; 3 — производительность труда по товарной продукции; 4 — прибыль; 5 — фондотдача по товарной продукции; 6 — рентабельность; 7 — расчетная прибыль на 1 м<sup>3</sup> и 1 р. стоимости древесного сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Горбачев М. С. Перестройка неотложна, она касается всех и во всем: Речь на совещании актива Хабаровской краевой партийной организации 31 июля 1986 г. // Экон. газ.— 1986.— № 33.— С. 2. [2]. Воевода И. Н., Петров А. П. Эффективность лесного комплекса // ЭКО.— 1985.— № 3.— С. 134—149. [3]. Лобовиков Т. С., Петров А. П. Экономика комплексного использования древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 168 с. [4]. Петров А. П. Экономическое стимулирование комплексного использования древесного сырья.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 102 с. [5]. Петров А. П. Проблемы лесозаготовительной науки в условиях интенсивного развития лесного комплекса // Лесн. журн.— 1984.— № 4.— С. 3—9.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Петров А. П. Экономическая эффективность и условия создания безотходных технологий в отраслях лесного комплекса.— Л.: ЛДНТП, 1986.— 26 с. [7]. Петров А. П., Бурдин Н. А., Кожухов Н. И. Лесной комплекс. Вопросы теории и практики.— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— 296 с.

Поступила 4 ноября 1986 г.

УДК 658.27

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ ОРУДИЙ ТРУДА

С. Б. ДУВАНОВА, Н. Б. ОЛЕНЬКОВА

Ухтинский индустриальный институт

На современном этапе развития советской экономики все более актуальной становится проблема обновления основных фондов. Прирост производственных мощностей и повышение эффективности социалистического производства происходят и в дальнейшем будут осуществляться все в большей мере за счет реконструкции действующих предприятий, их технического перевооружения, обновления техники. Одним из важнейших условий, позволяющих своевременно обновлять орудия труда при высоких темпах научно-технического прогресса, становится система амортизационных отчислений.

Темпы обновления орудий труда определяются требованиями достижения максимального роста эффективности производства. Необоснованная задержка замены оборудования ведет к увеличению доли морально изношенной техники и в конечном счете к снижению эффективности. Преждевременная замена оборудования также нецелесообразна. Максимум производительности труда достигается при оптимальных сроках и масштабах замены устаревшего оборудования.

Сроки службы в социалистическом хозяйстве выполняют роль планового норматива по воспроизводству техники. Различают фактические, нормативные и экономические сроки службы техники. Фактические сроки — это сложившаяся в данный период продолжительность испол-

зования машины. Нормативные сроки разрабатываются и устанавливаются в директивном порядке и выполняют роль планового норматива воспроизводства основных фондов по стоимости. Они утверждаются по группам средств труда и остаются неизменными до очередного пересмотра норм амортизационных отчислений.

Назначение и роль экономических сроков службы машин определяются следующими признаками.

Во-первых, экономические сроки службы — категория объективная. Под ними понимается такая продолжительность применения орудий труда, которая соответствует требованиям экономических законов и сложившемуся уровню производительных сил. Обоснование экономических сроков службы должно базироваться на учете динамики экономического эффекта машин, сложившегося и постоянно меняющегося уровня общественно необходимых затрат труда по изготовлению продукции, а также возможностей замены морально изношенной техники.

Во-вторых, экономические сроки службы — категория воспроизводства конкретного парка машин в нормативных условиях их функционирования. Срок службы определяется по конкретным видам техники в составе парка и условиям его воспроизводства. Выявление срока службы безотносительно к парку машин и без учета особенностей его воспроизводства приведет к неправильным результатам.

В-третьих, экономические сроки службы — народнохозяйственная категория, поэтому необходим народнохозяйственный подход к их оценке и обоснованию и целесообразность замены техники для конкретного предприятия. Продолжительность экономических сроков службы определяется условиями воспроизводства машин, обеспечивающими наибольшие темпы народнохозяйственной эффективности производства.

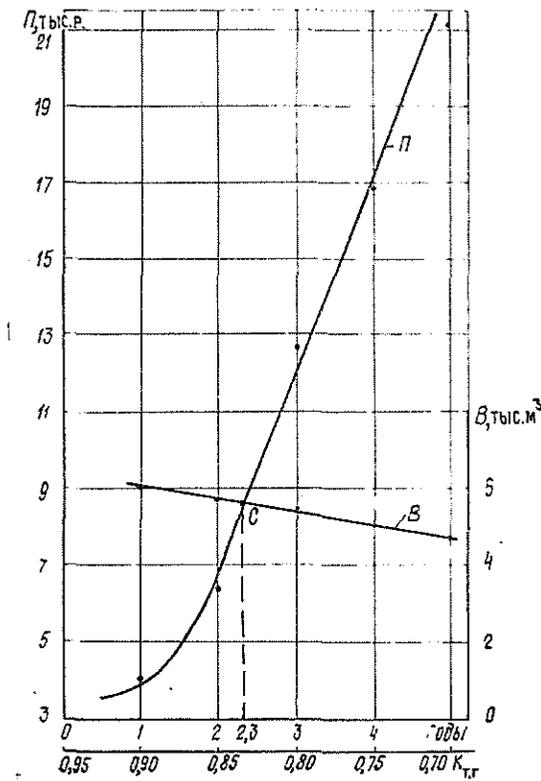
В-четвертых, экономические сроки службы отражают не индивидуальную, а среднюю длительность применения в производстве всей совокупности машин данной конструкции. Замена техники происходит с учетом индивидуальных особенностей ее применения. Каждая машина имеет свой фактический срок службы.

Таким образом, наряду с фактическим, нормативным и экономическим сроками службы, необходимо различать время замены изношенной техники, продолжительность перехода от изготовления одной конструкции машин к другой, более производительной.

Между продолжительностью использования техники и ее эффективностью в условиях ускоряющихся темпов технического прогресса складывается определенная взаимосвязь. Эффективность машин зависит от срока службы. С каждым годом использования оборудования нарастает его физический и экономический износ, может снижаться производительность, увеличиваются расходы по эксплуатации и обслуживанию; в итоге понижается экономическая эффективность.

В свою очередь, сроки службы машин зависят от эффективности основных фондов. Чем выше эффективность, тем скорее окупаются затраты и создается необходимая масса чистого дохода и тем скорее одна конструкция машин, выполнив роль интенсивной техники, уступает место другой, обеспечивающей дальнейший рост производства. Низкая эффективность машин приводит к удлинению периода, в течение которого она выполняет свои компенсационные и инвестиционные функции. Тем самым сдерживаются темпы технического прогресса и замедляется обновление машин.

Прогнозирование сроков службы возможно по данным наблюдений за время эксплуатации машин, графическими, статистическими методами и с помощью эмпирических формул. В нашем случае задача определения оптимума сроков службы решалась графическим методом.



При рассмотрении вопроса о замене оборудования необходимо учитывать комплекс данных, характеризующих новую и старую технику.

К ним относятся: первоначальная стоимость оборудования (включая издержки по доставке, монтажу), остаточная стоимость нового оборудования при его ликвидации в будущем, затраты на техническое обслуживание.

Сущность определения сроков службы основных фондов графическим методом состоит в том, что строится кривая совокупности затрат на приобретение, эксплуатацию и содержание техники и график производительности ее по годам. Суммируя эти кривые, получим точку пересечения, абсцисса которой соответствует наиболее выгодному сроку службы механизма (см. рисунок).

Следовательно, для построения данных зависимостей исчисляют приведенные затраты по результатам отчетных материалов предприятий, которые складываются из: балансовой стоимости трактора или автомашины; стоимости их капитального ремонта; затрат на проведение текущих ремонтов и профилактического обслуживания.

Срок службы машин и механизмов, по которому рассчитывают приведенные затраты, принимают равным 5 годам, согласно действующим нормам амортизационных отчислений.

Таким образом, приведенные затраты ( $\Pi$ ) как единовременные, составляющие первоначальную стоимость оборудования, так и текущие, к которым относятся все виды ремонтов, профилактического обслуживания и содержания, составляют определенную сумму, которая распределяется на все годы службы.

Так как с каждым годом затраты на ремонт растут, то и среднегодовые затраты на графике имеют вид монотонно возрастающей зависимости.

Годовая выработка ( $B$ ) механизма в результате снижения коэффициента технической готовности ( $K_{т.г.}$ ) в зависимости от срока службы будет снижаться и за период эксплуатации (принят 5 лет) составит совокупный объем продукции или выполненных работ. Затраты, приходящиеся на единицу продукции или объема работ, равны частному от деления приведенных затрат на этот объем:

$$S = \frac{\Pi}{B},$$

где  $\Pi$  — приведенные затраты, р.;

$B$  — совокупный объем продукции или работ.

Величина  $S$  будет служить масштабной единицей для построения графика.

Оптимальный срок службы оборудования ( $T_{оп}$ ) определяют по формуле

$$T_{оп} = \frac{Z_c + Z_n + \int_0^t f(t) dt + \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt}{\int_0^{t_2} f(t) dt + Z_c},$$

где  $Z_c$  и  $Z_n$  — полные совокупные затраты на создание старой и новой машины той же марки, тыс. р.;

$t_1$  — срок службы старой машины от начала эксплуатации до списания, годы;

$t_2$  — плановый (нормативный) период, годы (усредненно 2 года).

Необходимо определить функцию  $f(t)$ , которая, исходя из графика сроков службы оборудования, будет выражаться следующей зависимостью:

$$f(t) = at + b,$$

где  $at$  — затраты на содержание механизма по годам, тыс. р.;

$b$  — величина, уменьшающая эти затраты.

При освоении новой техники на содержание механизма затраты, списанные в первый год эксплуатации (4 тыс. р.), учитываются в последующие годы. Списание производится по статье На освоение новой техники, что и является понижающей величиной. Чтобы определить величины  $\Pi$  и  $B$  для каждого предприятия, необходимо произвести следующий расчет:

$$\min = \Sigma (at + b - y_i)^2 = \min \Sigma (at + b^2) - 2(at + b)y + y^2 =$$

$$= \min \sum_i^n (a^2t^2 + 2abt + b^2 + 2ayt - 2by + b^2);$$

$$\frac{dy}{dt} = 2a\Sigma t^2 + 2b\Sigma t - 2\Sigma y t = 0;$$

$$\frac{dy}{db} = 2b\Sigma t + 2nb - 2\Sigma y = 0;$$

$$\begin{cases} a\Sigma t^2 + b\Sigma t = \Sigma y t; \\ a\Sigma t + nb = \Sigma y, \end{cases}$$

где  $n$  — число точек по оси времени;

$y$  — затраты на содержание механизма по годам;

$t$  — коэффициент технической готовности, принимаемый от 0,7 до 0,9.

По каждому предприятию на трактор и автомашину эти данные представлены в таблице.

В результате расчета получены следующие значения функции времени:

для трактора ТДТ-55А

$$f(t_1) = 7 - 3,3;$$

$$f(t_2) = 7,1 - 3,7;$$

$$f(t_3) = 8,5 - 3,8;$$

Но- мер пред- прия- тия	ТДТ-55А				МАЗ-509			
	$\Sigma y$	$\Sigma t$	$\Sigma yt$	$\Sigma t^2$	$\Sigma y$	$\Sigma t$	$\Sigma yt$	$\Sigma t^2$
1	62,2	11,5	176,5	30,7	126,4	11,5	343,8	30,7
2	61,6	11,5	171,6	30,7	245,1	11,5	671,1	30,7
3	78,6	11,5	217,0	30,7	83,5	11,5	233,3	30,7

для автомашины МАЗ-509

$$f(t_1) = 12,5 - 3,5;$$

$$f(t_2) = 25,5 - 9,6;$$

$$f(t_3) = 9,7 - 5,4.$$

Чтобы определить оптимальный экономический срок службы оборудования, необходимо преобразовать интегралы:

$$\begin{aligned} 1. \int_0^5 (at + b) dt &= \int_0^5 at dt + \int_0^5 b dt = \frac{at^2}{2} \Big|_0^5 + bt \Big|_0^5 = \\ &= \frac{dt^2}{2} - 0 + bt - 0 = \frac{25a}{2} + 5b = 12,5a + 5b; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \int_5^2 (at + b) dt &= \int_5^2 at dt + \int_5^2 b dt = \frac{4a}{2} - \frac{25a}{2} + 2b - 5b = \\ &= -\frac{21a}{2} - 3b = -10,5a - 3b; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \int_0^2 (at + b) dt &= \int_0^2 at dt + \int_0^2 b dt = \frac{at^2}{2} \Big|_0^2 + bt \Big|_0^2 = \\ &= \frac{4a}{2} - 0 + 2b - 0 = 2a + 2b. \end{aligned}$$

Полученные выражения подставим в исходную эмпирическую формулу и получим следующее выражение:

$$T_{\text{оп}} = \frac{Z_c + Z_n + 2a_i + 2b_i}{2a_i + 2b_i + Z_c}.$$

На основании полученной формулы написана программа на языке «ФОРТРАН» для обработки банка данных на ЭВМ. Эта программа позволяет определить оптимальный экономический срок службы транспортного средства по предприятию, объединению, району и в целом по отрасли.

В данном примере экономический срок службы для трактора ТДТ-55А составляет 2,6 года, для автомобиля МАЗ-509 — 2,4 года, т. е. по истечению этого периода выгодно данную технику списать и приобрести новую такой же марки. Это оптимальный срок для списания машины, так как при более длительной эксплуатации увеличиваются затраты на ее содержание и ремонт, а эксплуатационная выработка снижается.

УДК 630\*652

## К ВОПРОСУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ НЕДРЕВЕСНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ЛЕСА

*Е. И. СЕНЬКО*

Львовский лесотехнический институт

Возрастающая роль недревесных пищевых продуктов леса требует их экономической оценки. Она дает возможность более полно оценивать эффективность комплексного использования лесных угодий, точнее определять экономическую целесообразность отчуждения лесных площадей для промышленного, гидротехнического и других видов строительства.

Вопрос экономической оценки природных, в том числе лесных, ресурсов стоит на повестке дня уже более 20 лет. Он обсуждался на различных конференциях, научных дискуссиях и семинарах, ему посвящен ряд научных работ. И это неудивительно потому, что для каждого природного ресурса, используемого обществом, требуется выбрать конкретный методический подход к оценке. В то же время этот подход должен быть согласован с единым критерием оценки всех природных ресурсов.

Выделяют две концепции оценки природных ресурсов: по критерию затрат на освоение новых земель и по критерию народнохозяйственного эффекта. Основоположником первой концепции является акад. С. Г. Струмилин [5]. Методические основы определения экономических показателей, характеризующих народнохозяйственный эффект, принадлежат акад. Н. П. Федоренко [8].

В разработку методов экономической оценки лесов на основе дифференциальной ренты большой вклад внесли В. В. Варанкин [1], П. Т. Воронков [2], В. Л. Джикович [3], И. В. Туркевич [7] и др.

Не останавливаясь на получивших признание работах названных авторов, рассмотрим и проанализируем методические подходы исследователей, касающихся оценки ресурсов недревесных пищевых продуктов леса как составного компонента леса и самостоятельного объекта оценки.

А. Н. Чупров [9] оценивает эффективность побочных пользований лесом и спортивной охоты. Он считает, что эти виды пользований должны быть организованы так, чтобы обеспечить наибольший эколого-лесоводственный эффект. Указанный эффект, по его мнению, возникает в результате улучшения и упорядочения лесопользования, что ведет к снижению отрицательного воздействия антропогенных факторов и увеличению продуктивности лесных угодий. С этим мнением нельзя не согласиться.

Положительный эколого-лесоводственный эффект от рациональной организации побочного пользования лесом и охотничьего хозяйства определенного предприятия, по мнению А. Н. Чупрова, состоит из двух частей: I — увеличения цены 1 м<sup>3</sup> заготовленной древесины от повышения ее качества при научной организации побочного пользования лесом и охоты; II — снижения себестоимости древесины от повышения товарности насаждений и в целом класса бонитета. Полученный эффект пересчитывается на годовой объем вывезенной по предприятию древесины.

Анализируя критически методический подход А. Н. Чупрова, считаем, во-первых, что побочное пользование и охота как виды пользо-

вания лесом существенно отличаются друг от друга, в связи с чем оценивать их следует раздельно, применяя к каждому свой методический подход. Во-вторых, при оценке эффекта от побочных пользований лесом за основу, на наш взгляд, целесообразно принимать увеличение цены и снижение себестоимости продукции лесозаготовок, так как лесозаготовки и побочные пользования имеют весьма отдаленную взаимосвязь. Влияние организации побочных пользований на продуктивность и товарность насаждений ничтожно по сравнению с влиянием лесохозяйственных мероприятий. Поэтому использование данного подхода для оценки эффективности побочных пользований лесом вызывает сомнения.

Несколько другой подход к оценке предложен в работе Н. П. Чупрова, Е. Д. Антуфьевой и Н. П. Кузнецовой [10]. Оценку побочных пользований лесом они проводят наравне с оценкой древесины, продукции прижизненного пользования лесом и его средозащитных функций. Авторы считают, что показателем оценки побочных пользований лесом является сумма рентных оценок продукции побочного пользования лесом в наличном насаждении и в будущих эталонных лесах. Оба вида ренты они корректируют на возраст оборота рубки при помощи системы сложных процентов.

Нам представляется, что при оценке лесов целесообразно учитывать ренту в наличных насаждениях. Для оценки побочных пользований лесом, в равной степени как и оценки древесины, живицы и средозащитных функций леса, достаточно определить ренту лишь в эталонном насаждении, поскольку она наиболее полно отражает потенциальные возможности земли. Поэтому в предлагаемой Н. П. Чупровым, Е. Д. Антуфьевой и Н. П. Кузнецовой методике экономической оценки лесов и лесных земель, образно говоря, имеет место «двойной счет», который приводит к завышению экономической оценки.

Наиболее полный, глубокий и, на наш взгляд, правильный методический подход по исследуемому вопросу у Н. М. Ельчева [5]. Он считает, что критерием оценки пищевых ресурсов леса является народнохозяйственный эффект в виде дифференциальной ренты. Для оценки ресурсов побочных пользований он применяет формулу, используемую для оценки земли в сельском хозяйстве:

$$R_r = \sum_{i=1}^n \frac{r_i V_i}{E},$$

где  $R_r$  — экономический эффект от использования ягодных и грибных угодий, р./га;

$r_i$  — дифференциальная рента, приносимая единицей продукции  $i$ -того вида побочного пользования лесом, р./ц;

$V_i$  — эксплуатационный урожай  $i$ -того вида побочного пользования, ц/га;

$E$  — норматив приведения разновременных затрат к расчетному периоду ( $E = 0,02$ ).

В качестве основы для определения ренты Н. М. Ельчев применил замыкающие, или общественно оправданные предельные затраты на производство продукции. Исходя из минимального уровня зарплаты рабочего-сборщика (3,85 р./см.), автор установил минимально допустимую урожайность угодий, эксплуатация которых гарантирует сборщикам грибов и ягод минимальную зарплату, и рассчитал предельные текущие затраты.

При помощи формулы приведенных затрат Н. М. Ельчев рассчитал замыкающие и индивидуальные затраты на продукцию побочного пользования лесом. Дифференциальная рента определялась как их разность.

По данной методике автор произвел экономическую оценку грибных и ягодных угодий с учетом фактора времени для различных типов леса Центрального экономического района РСФСР.

Оценивая положительно методику Н. М. Ельчева, мы констатируем, что применение его методики к худшим с точки зрения хозяйственного использования угодьям (урожайность ниже допустимого уровня) приводит к получению нулевой дифференциальной ренты. Таким образом, по Н. М. Ельчеву, эти угодья имеют нулевую стоимостную оценку.

Нам представляется, что ресурсы недревесных пищевых продуктов леса не должны иметь нулевой оценки. Государство тратит значительные средства («экологические издержки») на охрану и воспроизводство природных ресурсов, в том числе недревесных пищевых. Так, например, производятся затраты на окультуривание, а также омоложение зарослей ягодников, внесение удобрений, на устройство плакатов, аншлагов и других видов наглядной агитации, на охрану от лесонарушителей, на содержание НИИ и проведение изыскательских работ, на обучение и подготовку квалифицированных кадров рабочих, ИТР и служащих, занятых в этом виде деятельности. Чем интенсивнее используются ресурсы, тем выше экологические издержки и, наоборот.

Безусловно, без надлежащих норм и нормативов определить экологические издержки на конкретном предприятии довольно трудно. Тем не менее эти издержки имеют место, они реально существуют, и не учитывать их мы не имеем права при оценке природных ресурсов. Наш подход полностью согласуется с точкой зрения В. В. Варанкина [2], считающего, что экономическая оценка природных ресурсов, в том числе лесных, должна состоять из двух элементов: издержек на освоение и воспроизводство природных ресурсов; дифференциальной ренты.

На первый взгляд такая точка зрения вызывает удивление, ведь в ней фактически воплощены две различные концепции оценок: затратная и рентная. Однако более глубокое изучение вопроса свидетельствует в пользу В. В. Варанкина. Анализируя различные направления в оценке природных ресурсов, Ю. Ю. Туныця считает неправомерной категорическую альтернативность названных двух принципиальных направлений. Он приходит к убеждению, что «в условиях социализма нет и не может быть коренных противоречий между теорией трудовой стоимости К. Маркса и методикой стоимостной оценки лесных ресурсов, то есть приносимого ими возможного эффекта... Кроме того, сейчас практически нет ресурсов природы, на которые не был бы затрачен человеческий труд в прямой или косвенной форме» [6].

Таким образом, в ресурсах недревесных пищевых продуктов леса аккумулирован человеческий труд, направленный на их воспроизводство, охрану и рациональное использование. Средства на указанные виды деятельности государство финансирует из бюджета целенаправленно и систематически. Они идут на сохранение и поддержание экологической роли лесов. Поэтому их в полной мере можно считать экологическими издержками. Пренебрегать этими издержками при оценке лесных ресурсов, на наш взгляд, неправомерно. Часть их, безусловно, относится и на ресурсы недревесных пищевых продуктов леса.

Из изложенного следует, что оценка недревесных пищевых ресурсов леса должна включать дифференциальную ренту и экологические издержки.

В наиболее обобщенном виде формула экономической оценки ( $O_{\text{пл}}$ ) недревесных пищевых ресурсов леса имеет вид

$$O_{\text{пл}} = R_i + I_э,$$

где  $I_э$  — экологические издержки, приходящиеся на недревесные пищевые ресурсы леса, р./га.

Экологические издержки ( $I_9$ ), приходящиеся на ресурсы недревесных пищевых продуктов леса, в масштабах страны должны приниматься на уровне, пропорциональном их общественной значимости.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В а р а н к и н В. В. Методологические вопросы региональной оценки природных ресурсов.— М.: Наука, 1974.— 240 с. [2]. В о р о н к о в П. Т. Экономическая оценка лесных угодий: Автореф. дис. . . канд. с.-х. наук.— Красноярск, 1974.— 23 с. [3]. Д ж и к о в и ч В. Л. Экономическая оценка лесных ресурсов// Экономические проблемы оптимизации природопользования.— М.: Наука, 1973.— С. 130—138. [4]. Е л ь ч е в Н. М. Исследование методов экономической оценки пищевых ресурсов леса: Автореф. дис. . . канд. экон. наук.— М., 1982.— 21 с. [5]. С т р у м и л и н С. Г. О цене «даровых благ» природы// Вопросы экономики.— 1967.— № 8.— С. 15—20. [6]. Т у п ы ц я Ю. Ю. Экономические проблемы комплексного использования и охраны лесных ресурсов.— Львов: Выща школа, 1976.— 215 с. [7]. Т у р к е в и ч И. В. Кадастровая оценка лесов.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 168 с. [8]. Ф е д о р е н к о Н. П. Об экономической оценке природных ресурсов// Вопросы экономики.— 1968.— № 3.— С. 8—21. [9]. Ч у п р о в А. Н. Экологические аспекты оценки эффективности организации побочного пользования лесом и охотничьего хозяйства// Лесн. хоз-во.— 1984.— № 6.— С. 14—15. [10]. Ч у п р о в Н. П., А н т у ф ь е в а Е. Д., К у з н е ц о в а Н. П. Экономическая оценка лесов и лесных земель в условиях Севера// Лесн. хоз-во.— 1984.— № 6.— С. 26—29.

Поступила 18 сентября 1986 г.

УДК 630\*907.003

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТОКООЧИЩАЮЩИХ СВОЙСТВ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПО БЕРЕГАМ РЕК И ВОДОЕМОВ

Б. И. БОБРУЙКО, В. А. МЕЛЬЧАНОВ  
ВНИИЛМ

В настоящее время, согласно международной номенклатуре по стресс-индексу, среди загрязнителей окружающей среды первое место занимают пестициды, далее следуют тяжелые металлы и другие химикаты. К ядовитым веществам относятся средства защиты растений и искусственные структурообразователи почвы. Загрязняющими веществами считаются также все минеральные и органические удобрения [1].

Широкое применение индустриальных методов производства продукции сельского хозяйства тесно связано с использованием большого количества удобрений, пестицидов, стимуляторов роста и других химических веществ. Масштабы загрязнения окружающей среды при бесхозяйственном или нерациональном применении агрохимикатов не поддаются исчислению и могут свести на нет положительные результаты химизации сельского хозяйства. При правильном применении минеральные удобрения являются экономически наиболее выгодным и эффективным фактором увеличения производства продукции растениеводства, и оптимальные пределы применения минеральных удобрений еще не достигнуты.

По оценке специалистов [1], в странах с развитым сельским хозяйством 50...60 % сельскохозяйственной продукции получают в результате применения минеральных удобрений. Прибавка урожая от химической защиты растений составляет 20...60 % при затратах, равных лишь 1...5 % общих издержек производства. Следовательно, отказ от применения агрохимикатов вызвал бы огромное сокращение производства пищевых продуктов. Агрохимикаты при правильном применении не только не причиняют вреда окружающей среде, но и улучшают ее.

Однако нередко в сельскохозяйственные экосистемы питательные вещества поступают в гораздо большем количестве, чем требуется для получения первичной продукции. В таких случаях не только наносится

экономический ущерб и усиливается загрязнение водоемов, но и отмечается отрицательное влияние удобрений на величину урожая и качество получаемой продукции. Имеет место загрязнение водоемов и потеря источников питьевой и производственной воды.

Наиболее надежный барьер и противовес негативным последствиям применения удобрений и пестицидов — защитные лесные полосы на границах полей, примыкающих к берегам рек и водоемов. В защитных зонах водохранилищ, вдоль берегов рек и каналов уже создано более 100 тыс. га таких насаждений [7].

Как указывает Н. А. Моисеев [6], расчет эффекта в рамках одной отрасли в ряде случаев не только не дает должного представления об эффективности осуществленных мероприятий, но и принижает роль лесного хозяйства в экономике страны. Народнохозяйственный эффект нужно определять с учетом межотраслевых экономических эффектов.

Защитные функции лесных насаждений в нашей стране и за рубежом изучены достаточно хорошо. Но экономическая оценка средозащитных функций леса получила развитие лишь в последние годы [10].

В основу оценки стокоочищающих свойств защитных насаждений по берегам рек и водоемов положены требования «Временной методики определения экономической эффективности затрат в мероприятия по охране окружающей среды», разработанной научным советом по экономической эффективности основных фондов, капитальных вложений и новой техники Института экономики АН СССР [11]. Экономическая эффективность использования стокоочищающих и кольматирующих свойств лесных полос по берегам рек и водоемов рассчитана на базе исследований ВНИИЛМа.

Определение экономической оценки стокоочищающих и кольматирующих свойств берегозащитных лесных полос показало, что в принципе поддающийся учету суммарный экономический эффект складывается из следующих компонентов: ежегодный фильтрующий эффект, выраженный через замещающие затраты; предотвращение процессов абразии и заиливания водоемов; сохранение лимнофильной фауны и планктона; противоэрозионный и защитный эффект; прибыль от реализации древесины промежуточного пользования и дополнительного прироста за счет питательных элементов, ассимилированных из удобрений.

Защитные полосы по берегам рек и водоемов занимают определенную площадь сельхозугодий, отчуждение которых должно оцениваться количеством теряемой продукции (по средней урожайности ведущей сельхозкультуры) за вычетом затрат на ее производство.

Из расчетного экономического эффекта следует вычесть также стоимость создания культур и уходов за ними до смыкания крон и начала функционирования полос.

Формула суммарного экономического эффекта имеет вид

$$\mathcal{E}_0 = \frac{O_c \cdot \eta}{H_n} + D_n + \mathcal{E}_a + \mathcal{E}_{л.ф} + P_a - (P_{с.к} + Z_{л.к}),$$

где  $\mathcal{E}_0$  — суммарный экономический эффект эксплуатации берегозащитных лесных полос, р./га;

$O_c$  — объем загрязненного стока, поступающего к лесополосе и очищенного ею на выходе из полосы, м<sup>3</sup>;

$H_n$  — площадь лесной полосы, участвующей в очистке загрязненного стока, га;

$\eta$  — стоимость очистки 1 м<sup>3</sup> воды аналогичной степени загрязнения в промышленных условиях, р.;

$D_n$  — прибыль от реализации древесины промежуточного пользования и дополнительного прироста за счет питательных элементов, ассимилированных из удобрений, р./га;

- $\mathcal{E}_a$  — противобразнонный эффект, или экономия затрат на очистку водоемов от заиления, р./га;  
 $\mathcal{E}_{л.ф}$  — предотвращенный ущерб от гибели или сокращения численности лимнофильной фауны и планктона, р./га;  
 $P_э$  — противозрозионный и защитный эффект, р./га;  
 $P_{с.х}$  — потери сельского хозяйства от отчуждения 1 га пахотной земли (по ведущей сельскохозяйственной культуре), р.;  
 $\mathcal{E}_{л.к}$  — затраты на создание и уход за лесными культурами, р./га

ВНИИЛМ в течение 6 лет проводил лесогидрологические исследования на Горьковском стационаре, оборудованном в Городецком лесхозе. На стационарном участке выбрано два комбинированных (поле — лес) водосбора с гидрометрическими сооружениями и временными павильонами для учета стока воды самописцами «Валдай». На каждом водосборе имеется два гидрометрических сооружения: один на границе поля с лесом, второй — в лесу. В табл. 1 приведены данные о переводе вод поверхностного стока во внутрипочвенный (тариф — 0,98 к. за 1 м<sup>3</sup>).

Таблица 1

Оценка стокоочищающей функции  
 леса за счет перевода  
 поверхностного стока в почвенный

Год наблюдений	Переведено во внутрипочвенный сток, м <sup>3</sup>	Стоимость перевода стока во внутрипочвенный, р.	Стокоочищающий годовой эффект, р./га
Водосбор 1 (рабочая площадь 750 м <sup>2</sup> )			
1979	584,0	5,72	76,2
1980	1 470,2	14,41	192,1
1981	755,9	7,41	98,7
1982	311,0	3,05	40,6
1983	845,9	8,29	110,5
1984	598,0	5,86	78,0
Среднее	761,8	7,46	99,5
Водосбор 4 (рабочая площадь 650 м <sup>2</sup> )			
1979	2 405,1	23,6	362,6
1980	381,1	3,7	57,4
1981	430,0	4,2	64,8
1982	3 715,0	36,4	560,1
1983	919,6	9,0	138,5
1984	242,0	2,4	36,5
Среднее	1 349,0	13,2	203,0

По стоимости очистки стоковой и сточной воды данные весьма разноречивы. Так, по данным ВНИИводгео, себестоимость промышленной очистки 1 м<sup>3</sup> стоковой воды для хозяйственно-бытовых нужд методом осветления и фильтрации (на очистных сооружениях средней мощности) составляет 4,2 к., а по данным Щелковского межрайонного производственного управления станции аэрации Мособлводканал, в промышленных условиях очистка 1 м<sup>3</sup> сточной воды стоит 2,96 к. В работе И. В. Туркенича [10] затраты на очистку 1 м<sup>3</sup> воды приняты 10 к. за 1 м<sup>3</sup>.

С 1 января 1982 г. в СССР Госкомитетом цен утверждены тарифы на воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем [4]. По Волге от Ивановского гидроузла и ниже тариф составляет 0,98 к. за 1 м<sup>3</sup>. Для дальнейших расчетов стоимость очистки

принята в размерах этого тарифа. Этот показатель в 3...10 раз ниже фактических затрат на очистку загрязненной воды. В табл. 1 расчеты по очистке поверхностных вод сделаны как  $\frac{O_{сч}}{П_d}$ .

По годам наблюдений отмечается большая изменчивость эффекта (от 36,5 до 560,1 р./га в год), что, в первую очередь, связано с климатическими условиями зимы и периода весеннего стока.

Экономия расходов на расчистку водоемов от заиливания ( $\mathcal{E}_a$ ) принята в размере 3,2 р. на 1 га/год, по данным исследований Союзгипролесхоза\*.

Прибыль от реализации древесины промежуточного пользования и дополнительного прироста за счет ассимилированных из удобрений питательных элементов ( $D_n$ ) определяли с использованием таблиц хода роста В. Б. Козловского и В. М. Павлова [3], сортименты оценивали по прейскуранту № 07—03 [8], прямые затраты на различных видах ухода — по «Расчетно-технологическим картам на рубки ухода в лесной зоне Центрального района РСФСР» [9].

Сортиментная структура древесины от рубок ухода и ее стоимость франко-станция отправления: для балансов —  $22,3 \text{ р.} \cdot 30,5 \text{ м}^3 = 680,15 \text{ р.}$ ; пиловочника —  $21,5 \cdot 2 = 43 \text{ р.}$ ; подтоварника —  $19,3 \cdot 9,6 = 185,28 \text{ р.}$ ; рудстойки —  $26 \cdot 10,9 = 283,4 \text{ р.}$ ; жердей —  $17,3 \cdot 16,4 = 283,72 \text{ р.}$ ; дров —  $5,5 \cdot 30,2 = 166,1 \text{ р.}$ ; всего — 1 641,65 р. Стоимость заготовки по принятым нормам равна 548,9 р. Прибыль за 80-летний период ротации составляет 1 092,75 р., или условно 13,66 р./га в год.

Противоэрозионный и защитный эффект ( $P_3$ ) — интегральная величина. Учитывая, что защитные полосы по берегам рек и водоемов в зоне своего влияния оказывают на посевы сельскохозяйственных культур такое же воздействие, как и полезащитные лесные полосы, их экономический эффект определяли по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = Z_c P_y - P_1,$$

где  $Z_c$  — закупочная цена;

$P_y$  — прибавка урожая;

$P_1$  — производственные расходы на реализацию дополнительного урожая.

Прибавку урожая в пределах 5...20 % следует ожидать в защищенной полосами территории, площадь которой определяли по формуле:

$$S = 20HL.$$

где  $L$  — длина функционирующей полосы;

$H$  — высота лесополосы.

Площадь, защищенная полосами:  $20 \cdot 15 \cdot 167 = 5,01 \text{ га}^{**}$ . Прибавка урожая:  $2,4 \text{ ц} \cdot 5,01 = 12,02 \text{ ц}$ . Прибыль от дополнительной продукции:  $11 \text{ р. } 90 \text{ к.} \cdot 12,02 = 142,85 \text{ р./га}$  (за вычетом производственных затрат). Это величина защитного эффекта.

При учете противоэрозионного эффекта определяли ежегодные потери хозяйством земельной площади от образования оврагов в зоне, не защищенной лесополосами (по данным Н. П. Калининско и В. Т. Кругловой [2]). Потери урожая за год в натуральных и стоимостных пока-

\* Разработать научные основы размещения лесных насаждений на водосборах в целях предотвращения загрязнения водных источников стоковыми водами с сельскохозяйственных угодий в связи с интенсивным применением удобрений и ядохимикатов: Отчет о НИР / ВНИИЛМ, Истринский опорный пункт ВНИИЛМ, Союзгипролесхоз, УкрНИИЛХа; Руководитель Г. И. Воробьев.— № ГР 01820073506.— Пушкино, 1985.— 75 с.

\*\* 167 и 15 м — соответственно длина (при площади 1,0 га) и высота экспериментальной берегозащитной лесополосы.

зателях, предотвращенные берегозащитными полосами, приравняются к величине противозрозионного эффекта последних.

Средняя степень пораженности оврагами, типичная для изучаемого района [2], характеризуется показателем 0,0031, или 31 м<sup>2</sup>/га теряемой ежегодно пахотной площади. Предотвращенная благодаря защитным насаждениям эрозия на водосборной площади оценивается в 4,76 р./га насаждений.

Из-за отсутствия экспериментальных данных не представляется возможным определить степень влияния лесных полос на сохранность планктона и лимнофильной фауны (Э<sub>л.ф.</sub>).

Потери сельского хозяйства от отчуждения 1 га пахотной земли по ведущей сельскохозяйственной культуре — озимой пшенице (П<sub>с.х.</sub>) составили по расчетам 238 р.:

Слаточная цена 1 ц озимой пшеницы по прейскуранту 70-08-23	13 р.
Урожайность пшеницы в районе Горьковского водохранилища	20 ц/га
Затраты на сбор, обработку и транспортировку полученной продукции	22 р.
Стоимость реализуемой продукции	260 р.
Потери сельского хозяйства на 1 га отчуждаемой пашни (по прибыли)	238 р.

Стоимость создания и ухода за лесными культурами до возраста смыкания (Э<sub>л.х.</sub>) определяли по «Методическим рекомендациям по совместному внесению удобрений и гербицидов в культурах ели» [5].

Лесная полоса до момента смыкания крон (6 лет) либо «не работает», либо проявляет свои водоочищающие функции не в полной мере. Общие затраты к возрасту смыкания культур составили 93,47 р./га.

Таблица 2

Расчет суммарного ежегодного экономического эффекта на 1 га стокоочищающих лесных насаждений

Показатели	Расчетный эффект, р.
Стокоочищающий эффект:	
Еловые насаждения	99,50
Сосновые »	203,00
Экономия затрат на расчистку водоема от занесения	3,20
Ежегодная прибыль от реализации лесопродукции	13,66
Противозрозионный и защитный эффект	147,61
Потери сельского хозяйства в связи с изъятием земель	238,00
Затраты на создание и уход за лесными культурами до возраста смыкания крон	93,47
Суммарный экономический эффект в первый год эксплуатации насаждений по функциональному назначению:	
Еловых насаждений	-67,50
Сосновых »	+36,00
Ежегодный экономический эффект функционирующих стокоочищающих лесных полос:	
Еловых насаждений	+25,97
Сосновых »	+129,47
Срок окупаемости затрат на создание защитных насаждений, лет:	
Еловых культур	10
Сосновых »	7

Полученные расчетным путем экономические показатели (табл. 2) свидетельствуют о высокой экономической эффективности капитальных вложений в создание защитных насаждений по берегам рек и водохранилищ.

Затраты на создание еловых и сосновых берегозащитных насаждений окупаются через 1...3 года после смыкания крон культур, т. е. на 7—10-й год.

Сравнение относительно небольших затрат на средозащитные мероприятия с размером предотвращенного ущерба показывает высокую эффективность использования защитных лесных насаждений для очистки загрязненных стоков с сельскохозяйственных площадей. Стокоочищающий эффект в 8...16 раз превышает ежегодную прибыль от реализации лесопродукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Агрехимикаты в окружающей среде/ Э. Хайниш, Х. Паукке, Г. Д. Нагель и др./ Пер. с нем. Н. Г. Ракитова.— М.: Колос, 1979.— 357 с. [2]. Калининко Н. П., Круглова В. Т. Экономическая эффективность комплексного мелиоративно-хозяйственного освоения овражно-балочных систем// Эрозия почв и защитное лесоразведение.— М.: ВНИИЛМ, 1979.— С. 3—27. [3]. Козловский В. Б., Павлов В. М. Ход роста основных лесобразующих пород СССР: Ход роста еловых насаждений искусственного происхождения в Московской области.— М., 1967.— 327 с. [4]. КПСС, ЦК, СМ СССР. Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы: Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 12 июля 1979 г.// Правда.— 1979.— 29 июля. [5]. Методические рекомендации по совместному внесению удобрений и гербицидов в культурах ели.— М.: ВНИИЛМ, 1979.— 13 с. [6]. Моисеев Н. А. Пути улучшения лесного хозяйства и лесопользования в многолесных районах.— М.: Лесн. пром-сть, 1972.— 157 с. [7]. Николаенко В. Т. Лес и защита водоемов от загрязнения.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 264 с. [8]. Прейскурант № 07—03. Оптовые цены на лесопродукцию (включая дрова).— М.: Прейскурантиздат, 1980.— 142 с. [9]. Расчетно-технологические карты на рубки ухода в лесной зоне Центрального района РСФСР.— М.: ВНИИЛМ, 1983.— 16 с. [10]. Туркевич И. В. Кадастровая оценка лесов.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 167 с. [11]. Эффективность затрат на охрану окружающей среды: Временная методика определения экономической эффективности затрат в мероприятиях по охране окружающей среды// Экон. газ.— 1980.— № 3.— С. 13—14.

Поступила 29 сентября 1986 г.

УДК 630\*624.4 : 630\*844.2

### К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ УЩЕРБА ОТ КОРНЕВОЙ ГУБКИ В ЕЛЬНИКАХ УКРАИНСКИХ КАРПАТ

П. А. ТРИБУН, Т. Г. ШПИЛЬЧАК, А. В. СЕЛИВЕРСТОВ,  
М. И. БЕСТИЛЬНАЯ, Р. Р. ОЛИЙНЫК

Карпатский филиал УкрНИИЛХА

Корневая губка — один из наиболее распространенных и опасных возбудителей гнилей корней и стволов хвойных пород в карпатских лесах. Поражение ели и пихты этим патогеном в Карпатах наблюдается по всему высотному ареалу распространения этих пород. В стволах ели и пихты гниль от корневой губки поднимается на высоту до 9...11 м, а иногда и выше. Во многих местах наблюдается совместное поражение ели корневой губкой и опенком. Очаги стволовых вредителей в хвойных насаждениях Карпат также обычно приурочены к местам распространения корневой губки. Все это приводит к снижению прироста и выхода деловой древесины, обуславливает преждевременное расстройство и отмирание насаждений. В конечном итоге нарушаются почвозащитные и водоохранные функции горных лесов. Проблема профилактики и борьбы

Таблица 1

Лесничество, квартал, выдел	Высота над уровнем морей, м	Экспозиция Крутизна, °	Состав насаждения Возраст, лет	Площадь лесосека, га	Отвездено в рубку, м <sup>3</sup>		Деревоуборочный на 1 га, шт./%		Замерено количество хлыстов, шт.	
					всего	в том числе деловой	всего	в том числе пораженных корневой губкой	всего	в том числе пораженных корневой губкой
Пискавское, 36, 10	1 200	ЮЗ 15	$\frac{10E+Bk}{100}$	9,2	3 934	3 740	$\frac{243}{100}$	$\frac{127}{52,3}$	51	10
Менчильское, 3, 8	1 060	Ю 18	$\frac{8E+ПБк}{100}$	1,9	956	788	$\frac{338}{100}$	$\frac{162}{47,9}$	158	69
Пискавское, 44, 8	1 180	З 10	$\frac{9E+Bk}{120}$	5,1	2 403	2 263	$\frac{400}{100}$	$\frac{177}{44,2}$	255	72
» 23, 13	1 200	СЗ 25	$\frac{10E}{120}$	6,7	3 256	3 117	$\frac{367}{100}$	$\frac{150}{40,9}$	130	63
Мшанское*, 34, 13	1 100	З 17	$\frac{10E}{100}$	1,3	632	493	$\frac{257}{100}$	$\frac{130}{50,6}$	58	9
Даровское, 33, 30	1 100	С 15	$\frac{10E+Bk}{110}$	1,0	606	532	$\frac{305}{100}$	$\frac{125}{41,9}$	41	7
» 42, 1	1 200	СЗ 20	$\frac{9E+Bk}{110}$	1,9	673	625	$\frac{295}{100}$	$\frac{130}{44,1}$	62	22
Итого				27,1	12 440	11 558			755	232

\* Сплошная санитарная рубка ветровала.

с корневой губкой — одна из важнейших проблем ведения лесного хозяйства в Украинских Карпатах [7, 11].

О вреде того или иного вредителя леса свидетельствуют данные об экономическом ущербе, наносимом им лесному хозяйству. Данные о вредоносности корневых гнилей приводятся в работах ряда авторов [1, 2, 4, 6, 10], использовавших разные методики исследований, исходя из конкретных условий. В Белоруссии, например, ущерб, причиненный корневой губкой спелым еловым насаждениям, составил 305 р./га [10], в Новгород-Сиверском лесхозе на Украине общая сумма ущерба на 1 га сильно расстроенного соснового насаждения составила в 1963—1965 гг. не менее 700... 800 р./га [3].

Таблица 2

Лесничество, квартал, выдел	Объем модельных хлыстов, м <sup>3</sup>		Фактический выход древесины из отведенной как деловой		Стоимость древесины, определенной как технологические дрва, р.		Ущерб от корневой губки, р.	
	Всего	В том числе технологических дрва	Деловой	Технологических дрва	по оптовой цене деловой древесины	по цене технологических дрва	на лесосеке	на 1 га
Пискавское, 36, 10	39,03	2,53	3 446	294,4	9 715,2	4 651,52	5 063,68	550,40
Менчильское, 3, 8	139,71	33,99	636	152,0	5 016,0	2 401,60	2 614,40	1 376,00
Пискавское, 44, 8	249,71	39,14	1 773	489,6	16 156,8	7 735,68	8 421,12	1 651,20
» 23, 13	201,42	45,40	2 400	716,9	23 657,7	11 327,02	12 330,68	1 840,40
Мишанское, 34, 13	32,90	1,47	464	28,6	943,8	451,88	491,92	378,40
Даровское, 33, 30	38,17	2,36	489	43,0	1 419,0	679,40	739,60	739,60
» 42, 1	72,53	12,74	479	146,3	4 827,9	2 311,34	2 516,36	1 324,40
Итого	772,87	635,24	1 870,8	1 870,8	32 177,66	1 187,37		

В 70-х гг. для района Сколевских Бескид (Украинские Карпаты) был определен ущерб от корневой губки по установленной тогда таксовой стоимости еловой древесины на корню в местах со средним и сильным заражением патогеном еловых насаждений. Ущерб составил 30,41...186,32 р./га [8].

Из многих потерь, составляющих ущерб от корневой губки, в дальнейших наших исследованиях мы избрали потери от снижения выхода деловой древесины. Место проведения исследований — лесозаготовительного объединения Прикарпатлес Ивано-Франковской области, в котором вывозка древесины из горных лесничеств производится по узкоколейной железной дороге в виде хлыстов.

Для исследований было подобрано семь типичных сплошных лесосек общей площадью 27,1 га (табл. 1). Поступающие на нижний склад лесокombината хлысты раскряжевывали на сортименты, учитывая хлысты, поступающие из определенных лесосек. До их разделки замеряли длину и диаметры хлыстов. Исследовали все деловые хлысты каждого вагона. Хлысты, имеющие комлевую гниль до определенной высоты, раскряжевывали на технологические дрва. При этом учитывали высоту поднятия гнили. Здоровую часть ствола разделявали на деловые сортименты. Всего было исследовано 755 деловых хлыстов, из которых 252 (33,4 %) имели комлевую гниль от корневой губки (табл. 1).

Для установления степени зараженности насаждений корневой губкой на каждой вырубке исследуемых лесосек закладывали пробные площади величиной 0,3...0,6 га. В пересчете на 1 га полученные данные приведены в табл. 2. Несмотря на то, что все лесосеки находятся на высоте 1 060...1 200 м над уровнем моря в поясе еловых лесов, степень

зараженности насаждений высокая — выше 40 %. Объем деловой древесины, перешедшей в технологические дрва вследствие поражения корневой губкой, был определен для каждой лесосеки исходя из числа пораженных деревьев на 1 га, высоты поднятия гнили по стволу и диаметру дерева.

В табл. 2 приведены данные по определению экономического ущерба, наносимого корневой губкой ельникам лесозаготовительного объединения «Осмолода»,

вследствие снижения выхода деловой древесины. Расчет сделан согласно преysкуранту № 07—03, введенному в действие с 1 января 1982 г. [5]. Для упрощения расчетов и недопущения завышения ущерба нами использована цена II сорта круглых лесоматериалов хвойных пород общего назначения диаметром 20...24 см (ГОСТ 9463—72) — 33 р. за 1 м<sup>3</sup> и стоимость технологических дров (ОСТ 13—76—79) — 15 р. 80 к. за 1 м<sup>3</sup>. Ущерб от перевода 1 м<sup>3</sup> деловой древесины в технологические дрова (сырье древесное для технологической переработки) составляет 17 р. 20 к.

На площади 27,1 га сплошных лесосек вследствие поражения корневой губкой было переведено в технологические дрова 1 870,8 м<sup>3</sup> деловой древесины. В результате экономические потери (ущерб) составили на этой площади 32 177 р. 66 к., или в среднем 1 187 р. 37 к. на 1 га.

Ущерб от корневой губки многообразен [3]. Мы определили только потери от снижения выхода деловой древесины. Сейчас в лесах Украинских Карпат наблюдается эпифитотия этого патогена. По данным Московского специализированного предприятия ВО Леспроект, только в одном Выгодском лесокombинате корневая губка распространена на площади 27,7 тыс. га (на 60 % лесопокрытой елью и пихтой площади этого предприятия). Данные наших исследований позволяют сделать вывод о распространении ее в регионе на сотнях тысяч гектаров. Следовательно, экономический ущерб только от снижения выхода деловой древесины составляет миллионы рублей. Внедрение в лесное хозяйство рекомендаций, разработанных Карпатским филиалом УкрНИИЛХА [9], позволит в определенной степени избежать его. Вместе с тем, актуальным остается вопрос о разработке единой общепринятой методики определения ущерба, наносимого корневой губкой и другими вредителями леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев И. А. Лесохозяйственные меры борьбы с корневой губкой.— М.: Лесн. пром-сть, 1969.— 76 с. [2]. Василюскас А. П. Экология и биология корневой губки *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. и факторы, ограничивающие ее патогенность в хвойных насаждениях Литовской ССР: Автореф. дис ... д-ра биол. наук.— Тарту, 1981.— 44 с. [3]. Инструкция по борьбе с корневой губкой сосны, ели и пихты в лесах СССР.— М.: Гослесхоз СССР, 1979.— 17 с. [4]. Негруцкий С. Ф. Корневая губка.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 200 с. [5]. Преysкурант № 07—03. Оптовые цены на лесопродукцию включая дрова.— М.: Преysкурантгиздат, 1980. [6]. Соловьев А. М. Корневая губка в пихтовых лесах Восточного Казахстана.— Алма-Ата: Кайнар, 1967.— 26 с. [7]. Трибун П. А. Распространение корневой губки в лесах Украинских Карпат// Лесоводство и агролесомелiorация.— Киев: Урожай, 1975.— Вып. 40.— С. 20—28. [8]. Трибун П. А., Гаврилюк М. В., Шпильчак Т. Г. Влияние хозяйственной деятельности человека на фитопатологическую ситуацию в лесах// Биогенотический покров Бескид и его динамические тенденции.— Киев: Наукова думка, 1983.— С. 198—206. [9]. Трибун П. А., Шпильчак Т. Г. Рекомендации по технологии интегрированных мер профилактики и борьбы с корневой губкой ели и пихты в лесах Украинских Карпат.— Ивано-Франковск: Карпатский филиал УкрНИИЛХА, 1985.— 18 с. [10]. Федоров Н. И. Корневые гнили хвойных пород.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 161 с. [11]. Шевченко С. В. Грибные эпифитотии в хвойных лесах запада Украинской ССР: Автореф. дис... д-ра с.-х. наук.— Киев, 1974.— 37 с.

Поступила 14 октября 1986 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630\*181.22 : 630\*232.31

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ  
НА СОЗРЕВАНИЕ СЕМЯН ТОПОЛЯ И ВЯЗА

А. А. КУЛЫГИН

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

Семена тополя и вяза созревают в конце весны. В условиях Ростовской области лёт семян тополей и опадение крылаток вяза отмечаются обычно в мае.

Наблюдениями ряда авторов [1, 2] установлена прямая связь между сроками начала цветения древесных пород и определенными суммами эффективных температур. Существует ли такая связь между сроками лёта семян тополя и опадения крылаток вяза и температурными условиями?

Фенологические наблюдения проводили в г. Новочеркасске и его окрестностях. Объектами наблюдений служили 20—40-летние здоровые, свободно произрастающие деревья. Почва — североприазовский чернозем.

Теплообеспеченность весеннего периода оценивали по сумме эффективных температур, для расчета которых использованы материалы наблюдений метеостанции Северокавказской гидрометеослужбы (г. Новочеркасск). Полученные результаты обработаны методом вариационной статистики.

14-летние фенологические наблюдения показывают, что начало созревания и вылет семян тополей белого и черного пирамидального находятся в тесной зависимости от накопления суммы эффективных температур (табл. 1).

Таблица 1

Порода	Период наблюдений	Дата начала лёта семян и опадения крылаток	Сумма эффективных температур, °С	Коэффициент вариации С, %	Точность наблюдения Р, %
Тополь белый	1971—1980 1982—1985	8.05 (26.04—17.05)	265,0 ± 6,0	±5,99	±1,60
Тополь пирамидальный	1971—1980 1982—1985	17.05 (6.05—28.05)	374,1 ± 5,2	±5,17	±1,38
Вяз гладкий	1972—1980 1982—1985	13.05 (29.04—27.05)	332,4 ± 5,9	±6,39	±1,77
Вяз приземистый	1972—1980 1982—1985	13.05 (30.04—27.05)	334,3 ± 6,0	±6,48	±1,80

Окончание лёта семян также приходится на строго определенные суммы эффективных температур (табл. 2).

Таблица 2

Порода	Период наблюдений	Дата окончания лёта семян и опадения крылаток	Сумма эффективных температур, °С	Коэффициент вариации С, %	Точность наблюдения Р, %
Тополь белый	1971—1980 1982—1985	14.05 (3.05—25.05)	344,0 ± 4,4	±4,82	±1,29
Тополь пирамидальный	1971—1980 1982—1985	22.05 (8.05—1.06)	432,1 ± 5,0	±4,32	±1,16

Лёт семян тополя белого начинается при средней сумме эффективных температур 265° и заканчивается при 344°.

Началу лёта семян тополя черного пирамидального соответствует средняя сумма эффективных температур 374°, а окончанию — 432°.

Созревание крылаток вяза гладкого и приземистого (перисто-ветвистого) происходило по-существу в одни и те же сроки при одинаковой или очень близкой сумме эффективных температур (табл. 1). Началу опадения крылаток вяза гладкого соответствует средняя сумма эффективных температур  $332,4^{\circ}$ , вяза приземистого —  $334,3^{\circ}$ . Точность наблюдений ( $\pm 1,77$  и  $1,80\%$ ) достаточна, чтобы утверждать наличие прямой связи между сроками накопления определенных сумм эффективных температур и началом опадения крылаток у рассматриваемых древесных пород.

Исходя из выявленной закономерности, представляется возможным прогнозировать созревание и лёт семян тополей по ходу накопления определенных сумм эффективных температур. Дата накопления суммы эффективных температур  $265^{\circ}$  будет датой вероятного начала лёта семян тополя белого,  $374^{\circ}$  — датой вероятного начала лёта семян тополя черного пирамидального. При накоплении суммы эффективных температур  $332 \dots 334^{\circ}$  можно ожидать начало опадения крылаток вяза гладкого и вяза приземистого (перистоветвистого). Расхождения между вероятными (рассчитанными) и фактическими датами начала лёта семян у перечисленных видов обычно не превышают  $1 \dots 2$  дн.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кулыгин А. А. Влияние температурных условий на сроки зацветания древесных пород. // Лесоведение.— 1979.— № 2.— С. 103—105. [2]. Шигслев А. А., Шиманюк А. П. Сезонное развитие природы.— М.: Географгиз, 1949.— 237 с.

УДК 630\*232.312 : 65.012.2

### ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАГОТОВКИ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

А. И. БАРАБИН

Архангельский лесотехнический институт

Почти во всех известных нам научных работах о семеношении хвойных пород уделяется внимание таким аспектам, как оценка урожая шишек и семян на единице площади, потери его от различных биотических и абиотических факторов на разных стадиях развития репродуктивных органов и т. д. Вопрос же, связанный с прогнозированием и ареалом урожая, фактическим сбором семян в различные по обилию семеношения годы, освещается явно недостаточно. Оценку их по большим регионам дает только производство, не делая конкретных выводов. Этот вопрос обойден как в специальной, так и учебной литературе, хотя для правильного и перспективного планирования мероприятий по искусственному и естественному возобновлению леса, а также для организации пушного промысла очень важно знать закономерности получения различных объемов семян на больших площадях.

Приведем некоторые выдержки из работ почти 20-летней давности ведущих ученых Севера: «Чтобы правильно решить задачу лесовосстановления, надо решить семенные вопросы» [8]; «Совершенно неудовлетворительно поставлено планирование заготовок семян. План установления без учета плодоношения древесных пород. Такая практика планирования должна быть ликвидирована» [7].

Таблица 1

Плановая и фактическая заготовка семян  
по пятилетиям

Управление (министерство) лесного хозяйства	Пяти- летка	Плановое зада- ние, т	Заготовлено фак- тически, %	
			всего	в том числе ели
Архангельское	VIII	169,5	82,3	70,0
	IX	166,8	109,2	103,3
	X	95,5	42,2	20,4
Вологодское	VIII	99,5	105,9	78,5
	IX	75,5	119,1	101,2
	X	78,0	65,5	51,8
Комм АССР	VIII	47,6	33,8	10,5
	IX	67,4	116,4	104,8
	X	70,0	27,5	5,4

Эта проблема остается нерешенной и по сей день, что видно из данных по заготовке семян в регионе за последние 15 лет. Для краткости изложения материал сгруппирован по пятилетиям (табл. 1).

По данным Архангельского управления и Министерства лесного хозяйства Коми АССР за 30, 20 и 15 лет, плановые задания перевыполнены только в девятой пятилетке (1971—1975 гг.), по Вологодской области — в восьмой и девятой. В десятой пятилетке (1976—1980 гг.) процент выполнения плана очень низкий. По Архангельскому управлению лесного хозяйства они были бы еще меньше, если бы были установлены те же объемы заготовки лесных семян, что в восьмой и девятой пятилетках. Из табл. 1 видно, что плановые задания в девятой пятилетке перевыполнены за счет основной породы Севера — ели.

Диспропорция в плановых и фактических показателях заготовки семян особенно ясно видна при сравнении данных обильного и слабого урожая семян этой породы (табл. 2).

Таблица 2

Плановая и фактическая заготовка семян  
в семенные и малоурожайные годы

Управление (министерство) лесного хозяйства	Год	Плановое задание, т	Заготовлено фактически, %	
			всего	в том числе ели
Архангельское	1966	55,0	197,0	182,0
	1971	40,5	101,2	99,6
	1974	45,0	200,0	199,4
	1975	15,2	101,2	100,1
	1968	18,1	10,3	7,4
	1969	54,6	11,8	5,8
	1976	15,0	17,1	4,9
	1977	15,0	4,1	0,1
Вологодское	1966	34,0	168,2	143,4
	1972	15,0	133,3	127,2
	1974	16,0	193,2	179,9
	1975	15,0	100,0	95,5
	1968	12,0	68,6	59,2
	1969	16,0	27,8	11,6
	1976	15,0	69,8	55,5
	1977	15,0	10,9	3,3
Коми АССР	1966	8,5	85,2	47,6
	1972	14,0	100,2	96,6
	1974	22,0	188,5	186,3
	1968	11,0	4,5	1,1
	1969	13,0	29,1	3,3
	1976	10,0	34,9	15,3
	1977	10,0	25,3	1,5

Примечание. Годы обильного урожая семян ели — 1965, 1971, 1973; годы слабого урожая — 1968, 1969, 1976, 1977.

Исключительно обильным было «цветение» ели в 1965 г., максимальные за все годы плановые задания 1966 г. в Архангельской и Вологодской областях были выполнены соответственно на 197 и 168,2 %, причем за счет ели — на 182 и 143,4 %. Во всем регионе обильным было «цветение» ели в 1973 г. Плановое задание 1974 г. по Архангельской области выполнено на 200 %, причем за счет семян ели на 199,4 %; по Вологодской области и Коми АССР — соответственно на 193,2 и 179,9 %; на 188,5 и 186,3 %.

Достаточно хорошее «цветение» ели отмечено в 1978 г., но в связи с невызреванием семян в Архангельской области и Коми АССР план не был выполнен. Семенным в Коми АССР был 1982 г., и план 1983 г. (20 т) выполнен на 235 %. В Архангельской и Вологодской областях урожай был невелик. Обильным урожаем семян ели был в Архангельской области в 1984 г., несколько меньшим — в средних районах Коми АССР. В Вологодской же области он опять отсутствовал. Следовательно, ареал обильного семеношения ели, как правило, велик [4, 6, 9], захватывая или весь регион, или его северную часть.

При слабых урожаях ели (табл. 2) план выполнялся в Архангельской области на 4,1...17,1 %, несколько больше в Коми АССР (4,5...34,9 %) и в Вологодской области (10,9...69,8 %). Минимально выполненне плана в те годы, когда урожай се-

мян ели практически нет. Например, в Архангельской области план 1977 г. выполнен на 4,1 %, по ели всего на 0,1 %. Подобные данные получены по Вологодской области в 1977 г. и по Коми АССР в 1968 и 1977 гг.

Следовательно, как видно из табл. 1 и 2, план заготовки семян предприятиям лесного хозяйства устанавливается совершенно необоснованно, без учета фактических запасов в природе. Выполнение его обеспечивается за счет семян ели. Вероятно, подобное положение и в других регионах страны, ибо в некоторые годы планы по заготовке семян не выполняются в целом по Министерству лесного хозяйства РСФСР [3]. Перевыполнение же государственных планов в одни годы и невыполнение их в другие создают явную диспропорцию и нервозность в финансовых операциях.

Такую систему заготовок лесных семян на Европейском Севере пора прекратить. Возможность правильного планирования должна исходить, во-первых, из точного прогноза предстоящего урожая семян ели по каждому лесхозу и в целом по управлению лесного хозяйства, во-вторых, из возможности обеспечения всех лесокультурных работ в регионе семенами обильного и хорошего урожая.

Данные показывают, что в нашем регионе можно точно прогнозировать урожай семян ели более чем за год до сбора шишек, рассчитывать его количественный запас на единице площади и не заготавливать семена в малоурожайные годы ([1, 2, 5] и др.).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Барабин А. И. Опыт прогнозирования и количественного учета урожая ели на Европейском северо-востоке РСФСР// Лесоразведение и лесомелиорация.— 1982.— Вып. 7.— С. 1—11.— (Экспресс-информ./ ЦБНТИ Гослесхоза СССР). [2]. Войчал П. И., Барабин А. И. К вопросу об оценке семеношения ели баллами Каппера// Лесн. журн.— 1979.— № 5.— С. 11—15.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Воробьев Г. И. Об итогах декабрьского (1977 г.) Пленума ЦК КПСС и восьмой сессии Верховного Совета СССР и задачах коллективов и организаций лесного хозяйства по успешному выполнению плана экономического и социального развития на 1978 год// Лесохозяйств. информ.: Реф. вып.— 1978.— № 7. [4]. Данилов Д. Н. Периодичность плодоношения и географическое размещение урожая семян хвойных пород.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952.— 58 с. [5]. Ковалев Б. А., Барабин А. И. Планированию заготовок семян — научный прогноз// Лесн. хоз-во.— 1984.— № 1.— С. 34—35. [6]. Козубов Г. М. Особенности генеративных процессов у хвойных на Крайнем Севере// VI симпозиум «Биологические проблемы Севера».— Якутск, 1974.— С. 25—29. [7]. Львов П. Н. Основные направления и практические мероприятия по развитию лесного хозяйства в леспромхозах Северо-Западного экономического района// Пути повышения продуктивности лесов Северо-Запада.— Архангельск: ЦБТИ, 1966.— С. 13—57. [8]. Мелехов И. С. Насущные вопросы лесного хозяйства на Севере// Там же.— С. 116—122. [9]. Молчанов А. А. География плодоношения главных древесных пород в СССР.— М.: Наука, 1967.— 103 с.

УДК 630\*453.786 : [595.77 + 595.79]

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ ПАРАЗИТОВ И ХИЩНИКОВ СОСНОВОЙ СОВКИ НА ПЛОТНОСТЬ ХОЗЯИНА

В. Н. ТРОФИМОВ, О. В. ТРОФИМОВА

Московский лесотехнический институт

Исследования выполнены в четырех очагах массового размножения сосновой совки: в Воронежской (Хоперский заповедник), Владимирской (Ковровский лесхоз), Челябинской (Брединский лесхоз) и Свердловской (Режевский лесхоз) областях, в период последней в стране вспышки вредителя 1974—1980 гг. Кроме того, использованы опубликованные полевые материалы Н. Зубилова [1], А. Пфеффера [4] и Д. Ф. Руднева [3]. Собственные и литературные данные характеризовали 16 пунктов наблюдений.

Выделено 32 вида паразитов первого порядка (25 видов для СССР отмечены впервые) и 10 видов гиперпаразитов. Основу комплекса составляют 12 видов: паразит яиц *Trichogramma embriophagum* Ratz.; паразиты гусениц — браконид *Zele versicolor* Wesm., ихневмонид *Enicospilus ramidulus* L., тахины *Panceria rudis* Fall. и *Nemosturtia amoena* Mg.; гусенично-кукольные паразиты — ихневмониды *Aphanistes armatus* Wesm., *Therion circumflexum* L.; кукольные паразиты — ихневмониды *Barichneumon bilunulatus* Grav., *Rictichneumon pachymerus* Ratz., птеромалид *Erdoesina alboannulata* Ratz. Ведущее место занимают паразиты гусениц старших возрастов — *P. rudis*, *N. amoena*, *E. ramidulus* и кукольные паразиты *R. pachymerus*, *E. ramidulus*.

Наличие количественных реакций паразитов и хищников на плотность хозяина определяли путем построения линейных регрессионных уравнений. Общую смертность оценивали через выживаемость по формуле

Таблица 1

Реакции паразитов сосновой совки на плотность хозяйина

Место наблюдения, древостой	Средняя плотность совки на 1 м <sup>2</sup>		Зависимость вида $Y = ax + b$				Суммарная реакция паразитов
	Гусениц старшего возраста	Куколок	Тахины	Свободнокукливающие паразиты	Паразиты куколок	Суммарная реакция паразитов	
Хоперский заповедник, культуры 80 лет	44,1	36,7	$0,28x - 5,4$	$0,01x + 0,1$	$0,64x + 0,7$	$0,74x - 2,3$	
Хоперский заповедник, культуры 25—30 лет	79,1	53,8	$0,06x - 0,7$	$0,25x - 0,03$	$0,38x + 13,8$	$0,58x + 9,3$	
Ковровский ЛКБ, древостой 90 лет	39,6	16,9	$0,46x + 4,5$	0	$0,16x - 0,7$	$0,5x + 4,8$	
Режевский МЛХ, древостой 90 лет	9,1	4,6	$0,48x - 0,5$	$0,09x - 0,2$	$0,33x - 0,3$	$0,66x - 0,7$	

Таблица 2

Средняя плотность куколок совки $x$ , шт./м <sup>2</sup>	9,2	36,8	53,8
Число уничтоженных куколок ( $Y = ax + b$ )	$Y = 0,39x - 0,1$	$Y = 0,35x + 4,3$	$Y = 0,39x + 6,8$

$$W = (1 - q_1)(1 - q_2) \dots (1 - q_i) \dots (1 - q_n),$$

где  $W$  — выживаемость;  
 $q_i$  — смертность от каждого вида паразитов или комплекса паразитов и от хищников.

Использовали уравнения вида

$$Y = ax + b,$$

где  $Y$  — плотность погибших особей;  
 $x$  — начальная плотность хозяйина.

Результаты показали (в табл. 1 приведены 4 станции из 16), что уменьшение смертности хозяйина от гусеничных паразитов компенсируется возрастанием гибели от куколочных, а реакции комплексов паразитов проявляются сходным образом (см. табл. 1). Для выявления сходства и различия реакций комплексов паразитов линии регрессии сравнивали между собой [2]. Пересечение и параллельность линий указывают на разнородность реакций. Разнородность проявляется либо в различном количестве зараженных особей хозяйина при возрастании их плотности, либо в различной начальной плотности хозяев, с которой начинается его заражение паразитами. Из сравнения

видно, что разнородность реакций наблюдается при сравнении большинства пар комплексов с тахиной *P. rudis* или при сравнении двух комплексов, в один из которых входит *N. amoena*, а в другой — *P. rudis*.

Реакции почти всех пар комплексов с *P. rudis* достоверно не различались. (Различия отмечены только при сравнении комплексов 1-го и 2-го годов эруптивной фазы одних и тех же очагов). Таким образом, можно выделить два типа комплексов паразитов: с *P. rudis* и с *N. amoena*. Регрессионные уравнения реакций на плотность хозяина самой тахины *P. rudis* оказались идентичны почти во всех очагах независимо от плотности гусениц совки. Реакции *N. amoena* ни разу не были идентичными, эта тахина менее экологически пластична, что, по-видимому, и определяет разнородность реакций этого типа комплексов. Тахина *N. amoena* обладает меньшей плодовитостью и более крупными яйцами, чем *P. rudis*, откладывает их непосредственно на гусениц, нападает на хозяина параллельно с эктопаразитом *E. ramidulus*, при этом в различных природных условиях преимущество получает какой-либо один вид. Тахина *P. rudis* кладет очень мелкие яйца на хвою, в ее яичниках постоянно находится около 600 зрелых яиц. *E. ramidulus* и *N. amoena* в комплексе с *P. rudis* встречается единично. Однако в лабораторных условиях *P. rudis* была требовательнее к дополнительному питанию и влажности, чем *N. amoena*. Комплексы паразитов с *N. amoena* характерны для лесостепных сосняков европейской части, комплексы с *P. rudis* — для лесной зоны и колков Урала и Сибири. Представляет интерес расселение *P. rudis* в лесостепной зоне.

Заметную деятельность хищников, выражавшуюся в поедании куколок, наблюдали только в конце первого года вспышки, т. е. после дефолиации древостоев. В Хоперском заповеднике преобладали четыре вида: обыкновенная бурозубка, малая бурозубка, лесная мышь и рыжая лесная полевка. Эмпирические данные о числе уничтоженных куколок хорошо описываются логистическими кривыми, что, по-видимому, характерно для мелких позвоночных. Численная реакция, заключающаяся в возрастании доли уничтоженных куколок на участках с высокой плотностью совки, не проявилась (табл. 2). Поэтому был сделан вывод об отсутствии регулирующего воздействия хищников.

### Выводы

Комплекс паразитов сосновой совки в различных стациях имеет специфику количественной реакции на плотность хозяина. Выделено два типа комплексов паразитов совки — с тахиной *N. amoena* и с тахиной *P. rudis*. Первый тип имеет менее выраженную реакцию и характерен для лесостепных сосняков в районах 50° с. ш., второй — для более северных насаждений. В выделенных типах при сходной плотности хозяина комплексы паразитов действуют идентично, независимо от видового состава входящих в них паразитов. При этом уменьшение смертности совки от тахин и свободно окукливающихся паразитов компенсируется возрастанием гибели хозяина от кукольных паразитов. Иначе говоря, на каждой фазе вспышки комплекс паразитов уничтожает определенную долю хозяев.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зубилов Н. Сосновая ночница (*Panolis piniperda*) в Балинском лесничестве Сувальской губернии в 1912, 1913 годах // Зап. лесничих Сувальского округа. год VII.— 1914.— № 1—2.— С. 17; № 3—4.— С. 2—8. [2]. Рао С. Р. Линейные статистические методы и их применение/ Пер. с англ. под ред. Ю. В. Линника.— М.: Наука, 1968.— 547 с. [3]. Руднев Д. Ф. Методы исследования и учет зараженности сосновых насаждений сосновой совкой *Panolis flammea* Schiff. // Тр. Ин-т зоол. и бнот. АН УССР.— 1935.— № 2.— С. 57—134. [4]. Pfeffer A. Katastrofalni vyskut sosnokaze (*Panolis flammea* Schiff.) v zapadnim slovensky a obrana profinemi // Sbornik vyzkumn ustavů zemělsk. CSR Rec. Trav. Inst. Rech. Agron. Tchechoslov.— 1933.— 116.— N 2.— 54 p.

УДК 630\*431

## МЕТОД ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЖАРООПАСНОГО СЕЗОНА

Ю. А. АНДРЕЕВ

ВНИИПОМлесхоз

Опасность возникновения лесных пожаров зависит от лесорастительных условий территории, наличия источников огня и условий погоды [3]. Лесорастительные условия — наиболее стабильная характеристика, и ее изменения связаны, в первую очередь, с деятельностью человека. Наличие источников огня определяется грозовой активностью, количеством и дисциплинированностью работающих и отдыхающих в лесу. Наиболее изменчивы погодные условия. Первые два фактора поддаются контролю, а в метеобстановку невозможно вносить какие-либо коррективы. Поэтому оценку эффек-

тивности деятельности лесной охраны по предупреждению пожаров необходимо проводить по числу возникших пожаров с учетом напряженности пожароопасного сезона по условиям погоды.

В настоящее время наиболее употребительна и доступна оценка по сумме дней с III, IV и V классами пожарной опасности. Коэффициент корреляции между числом пожаров и суммой дней составляет  $0,60 \pm 0,04$  для условий Дальнего Востока [4],  $0,67 \pm 0,21$  для Красноярского Приангарья. Устойчивая, но невысокая связь для Дальнего Востока и более высокая, но менее устойчивая связь для Приангарья связаны с тем, что оценка напряженности производится простым суммированием дней с разными классами. Однако значимость их различна. По данным Н. П. Курбатского [2], в сосняке- и березняке-брусничнике при комплексном показателе 300 пожар может возникнуть от костра, при показателе 500 — от костра и спички, при 900 — от костра, спички и окурка, при 3000 — от костра, спички, окурка и искры. Следовательно, при возрастании класса пожарной опасности по условиям погоды увеличивается число источников огня, которые могут вызвать пожар. Кроме того, в засушливые периоды начинают гореть болота и другие лесные участки, которые в обычных условиях являются преградой распространению огня.

Поэтому классам пожарной опасности необходимо придать разную значимость, т. е. присвоить коэффициенты. Ранее предлагалось устанавливать коэффициенты через интенсивность пожаров, возникающих при разных классах пожарной опасности [1]. Но для практического использования это довольно сложно. Возможен еще один способ определения этих коэффициентов, для расчета которых достаточно знать среднее многолетнее число дней с разными классами пожарной опасности, среднее число пожаров, возникающих в эти дни, и их долю в общей сумме дней и общем числе пожаров. Частное от деления относительного числа пожаров на соответствующее относительное число дней дает требуемый коэффициент. Для авиаотделений Красноярского Приангарья получены следующие коэффициенты (см. таблицу).

Коэффициенты значимости классов пожарной опасности  
для авиаотделений Красноярского Приангарья

Авиаотделение	Класс пожарной опасности				
	I	II	III	IV	V
Богучанское	0,07	0,44	1,47	2,50	2,11
Проспихинское	0,08	0,29	0,79	2,10	2,52
Кежемское	0,01	0,54	1,00	2,62	2,63
Чуноярское	0,09	0,52	1,10	1,97	2,88
Манзенское	0,13	0,63	1,67	2,31	2,46
Мотыгинское	0,09	0,55	1,89	2,91	2,00
Среднее по Приангарью	0,08	0,49	1,32	2,40	2,43

Приняв средний коэффициент для I класса пожарной опасности равным 0, получим следующую формулу для определения напряженности пожароопасного сезона по условиям погоды:

$$H_c = 0,49 \Sigma n_{II} + 1,32 \Sigma n_{III} + 2,40 \Sigma n_{IV} + 2,43 \Sigma n_V,$$

где  $H_c$  — напряженность пожароопасного сезона по условиям погоды, дн;  
0,49; 1,32; 2,40; 2,43 — коэффициенты значимости классов пожарной опасности;  
 $\Sigma n_{II}$ ;  $\Sigma n_{III}$ ;  $\Sigma n_{IV}$ ;  $\Sigma n_V$  — сумма дней со II, III, IV и V классами пожарной опасности.

Коэффициент корреляции между суммой дней, рассчитанной по данной формуле, и числом пожаров для Приангарья составил  $0,69 \pm 0,14$ , связь более тесная и устойчивая. Следовательно, оценка напряженности пожароопасного сезона по предлагаемой методике более объективна, чем оценка по простой сумме дней с III, IV и V классами пожарной опасности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жданко В. П. Научные основы построения местных шкал и значение их при разработке противопожарных мероприятий // Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними.— М.: Лесн. пром-сть, 1965.— С. 53—86. [2]. Курбатский Н. П. Техника и тактика тушения лесных пожаров.— М.: Гослесбумиздат, 1962.— 154 с. [3]. Мелехов И. С. Лесные пожары и борьба с ними.— Архангельск: Севкрайгиз, 1934.— 43 с. [4]. Телицын Г. П., Костырина Т. В. Опыт комплекс-

ной оценки пожарной опасности территории по погодным и лесорастительным условиям // Повышение продуктивности лесов Дальнего Востока: Тр. ДальНИИЛХ.— Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1976.— Вып. 18.— С. 90—97.

УДК 631.541.5 : 674.031.772.224.3

## ОСОБЕННОСТИ ОКУЛИРОВКИ ЯВОРА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ КАРПАТ

А. А. БОЖОК, И. С. ВИНТОНИВ, О. С. ИВАНИВ

Львовский лесотехнический институт

В Украинских Карпатах генофонд явора характеризуется большим многообразием форм по качеству древесины, что подтверждают проведенные ранее исследования [3, 4, 6].

В целях сохранения и размножения особо ценных форм явора возникла необходимость разработки специальной технологии, которая включала бы в себя отбор маточных деревьев, испытание способов вегетативного размножения, создание архива клонов и другие вопросы. В связи с перекрестным опылением не представляется возможным получить желаемое потомство семенным путем, поэтому только вегетативный путь может гарантировать успешность сохранения и восстановления данной породы в исходных формах. Замечено, что более молодые порослевые экземпляры явора формы «птичий глаз», произрастающие совместно с материнскими деревьями, полностью наследуют этот признак, что еще раз подтверждает правильность избранного нами пути.

Для вегетативного размножения целесообразно использовать не все деревья, отобранные в качестве маточников, а только особо ценные, отнесенные нами к первой категории декоративности древесины [1].

В настоящее время из выявленных нами 59 деревьев явора формы «птичий глаз» к первой категории отнесено 15 экземпляров, что вполне достаточно для создания архива клонов и постановки вопроса о выращивании промышленных плантаций явора с декоративной древесиной.

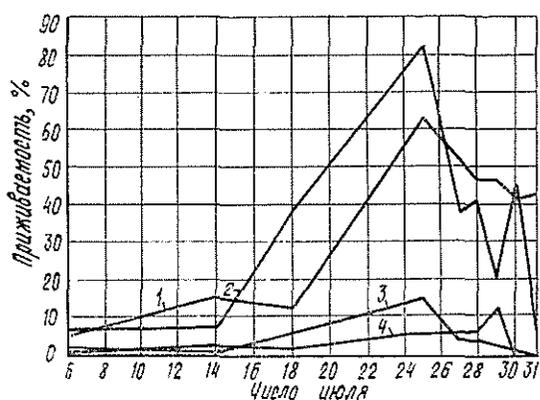
Первые опыты по вегетативному размножению явора показали, что наиболее приемлемым способом является летняя окулировка на саженцах 3—4-летнего возраста. В качестве подвоя можно использовать обычные саженцы явора, выращиваемые лесокombинатами для лесокультурных работ, или формировать специальные саженцы на ранее отведенных площадях. Дело в том, что базисные питомники размещены в горах, как правило, ниже от исходных яворовых насаждений на 600 . . . 800 м. Это сказывается на физиологическом состоянии привоя и подвоя в момент выполнения прививок. Если в нижней части горных склонов саженцы явора заканчивают формирование почек текущего года и побег на 2/3 длины одревесневает, то в горах на высоте 1 200 . . . 1 300 м в этот период происходит только опадение неоплодотворенных цветков и формирование почек текущего года еще не закончено. Поэтому здесь не могут быть приняты общеизвестные рекомендации по срокам летней окулировки, а нужно учитывать физиологическое состояние компонентов в период выполнения прививок.

В 1983 г. мы проводили работы по окулировке явора в питомнике Мукачевской ЛОС, расположенном в равнинных условиях Закарпатской области. Привои заготавливали на территории Жорнавского лесокombината на высоте 1 200 м. Несмотря на хорошее качество привойного материала, приживаемость прививок составила всего 10 %, так как уже в начале июля наблюдалось слабое отставание коры на подвоях в момент выполнения прививок, вызванное жаркой и сухой погодой.

В 1984 г. прививки выполняли в Усть-Чорнянском лесокombинате (2 400 шт.). Разница в физиологических фазах была не столь существенна. Кора на подвоях легко отставала в момент интенсивного сокодвижения, а почки привоя были полностью сформированы в нижних междоузлиях побегов. В их верхней части наблюдался рост листьев и одревеснение еще не закончилось.

Прививки выполняли в различные числа июля и разными способами в целях выбора оптимального варианта.

Как видно из рисунка, наивысшая приживаемость была достигнута при выполнении прививок продольной и Т-образной окулировкой на место почки. В этих случаях на подвое срезают почку с побега текущего года до самой древесины. Через это место делают продольный или Т-образный разрез коры, и ее края слегка приподнимают. По рекомендованному варианту окулировки с черенка срезают со щитком вполне сформировавшуюся почку [2, 5]. При ее снятии на внутренней стороне щитка заметна полоска древесины, которую желательно удалить острым ножом, перерезая сосудисто-волокнистый пучок, идущий к почке. Эту операцию следует проводить очень осторожно, так как почки, у которых вырваны сосудисто-волокнистые пучки, к окулировке непригодны. Листовую пластинку при окулировке следует удалять, оставляя только черешок.



Приживаемость прививок явора в зависимости от способов и времени окулировки: 1 — Т-образный на место почки; 2 — в продольный разрез на место почки; 3 — Т-образный в междоузлье; 4 — Т-образный в нижнюю часть ствола

Вставляя и передвигая привой, необходимо держаться только за черешок, что предохраняет почку и щиток от повреждений и попадания вредных веществ на живые незащищенные ткани среза.

Как видно из рисунка, Т-образная и видоизмененная окулировка с продольным разрезом дают наивысшую приживаемость (60...80%). Выполнение окулировки этими способами в междоузлье текущего побега или в нижнюю часть ствола не дает желаемого результата. Даже в оптимальные сроки проведения прививок (23—27 июля) приживаемость не превышала 12...16%.

Повысить приживаемость прививок можно путем создания архивов клонов в местах массового выращивания сеянцев явора. Это значительно сократило бы сроки хранения черенков, снизило бы затраты на их заготовку, а самое важное — сблизило бы физиологические фазы развития подвоя и привоя.

В целях совмещения фаз развития желательно создавать специальные прививочные культуры явора ближе к материнским насаждениям. Учитывая различия климатических условий, для предприятий Закарпатской области желательно иметь два архива клонов явора — для горной и равнинной частей отдельно. Создание таких архивов даст возможность поставить весь процесс выращивания явора с декоративной древесиной на промышленную основу, а также значительно снизить затраты на лесовыращивание.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Божок А. А., Винтонив И. С., Иванов О. С. Категории декоративности древесины явора, произрастающего в Карпатах // Лесн. журн.— 1985.— № 2.— С. 117—119.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Ваничек К. Г. Улучшение древесных растений прививкой.— М.: Россельхозиздат, 1986.— 109 с. [3]. Винтонив И. С. Влияние экологических условий на строение и физико-механические свойства древесины явора (*Acer pseudoplatanus* L.), произрастающего в Карпатах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Л., 1974.— 24 с. [4]. Зуйхина С. П., Изрун О. Н. Селекция клена белого на декоративность древесины // Науч. тр. / МЛТИ.— 1972.— Вып. 43.— С. 70—73. [5]. Кръстев М. Г. О вегетативном размножении садовых форм рода *Acer* способом окулировки // Бюл. Гл. бот. сада АН СССР.— 1982.— № 118.— С. 57—60. [6]. Третьяк Ю. Д., Стойко С. М. О забытой породе // Лесн. хоз-во.— 1960.— № 1.— С. 18—20.

УДК 674.038.6

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ НА ПРОЧНОСТЬ ПИЛОМАТЕРИАЛА ПРИ ИЗГИБЕ

Н. Д. ДЕНЕШ

ЦНИИ строительных конструкций

Влияние влажности на прочность древесины традиционно изучали в основном на малых чистых образцах. Считалось, что найденные закономерности правомерны и для реальной, конструкционной древесины с пороками. Поскольку прочность чистой древесины заметно уменьшается при увлажнении, СНиПом предусмотрено снижение ее расчетного сопротивления при проектировании конструкций во влажных условиях эксплуатации. Однако испытания реального пиломатериала показали, что влияние влажности на его прочность при изгибе меньше, чем при изгибе чистых образцов [1, 2].

Нормативные и расчетные характеристики пиломатериала какого-либо сорта определяют в настоящее время по минимальному временному сопротивлению при испытании этого материала с доверительной вероятностью по минимуму 0,95 и 0,99. Поэтому практический интерес представляют сведения о влиянии влажности на поведение, главным образом, наиболее слабых образцов, имеющих такую прочность, вероятность появления ниже которой составляет 0,05 ... 0,01. Для оценки этого влияния проведена статистическая обработка данных испытаний в общей сложности 675 образцов древесины (сечением  $50 \times 150$  и  $100 \times 150$ , длиной 3 м при влажности 8—14 % и более 30 %), полученных Е. И. Савковым в работе [1]. Ниже приведены результаты, которые показали, что влажность практически не влияет на прочность пиломатериалов 2 ... 3-го сорта на уровне нормативных и расчетных значений.

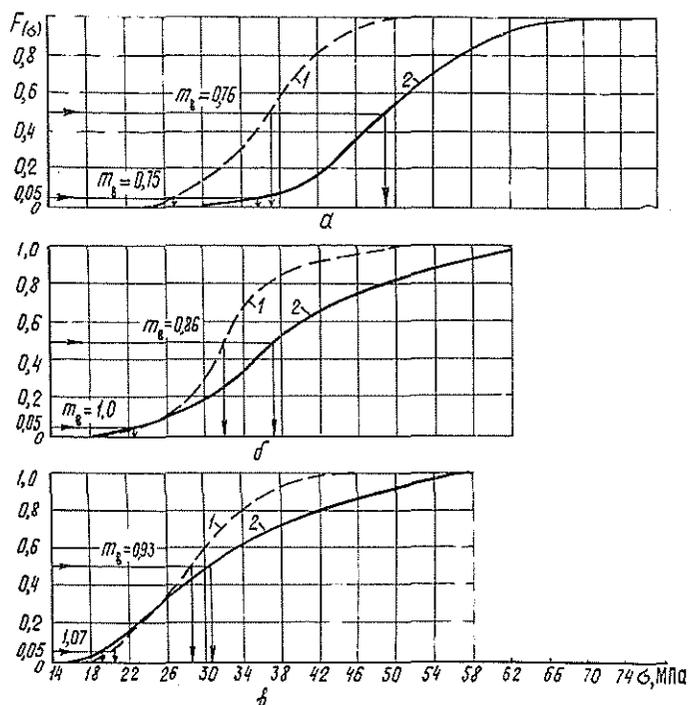


Рис. 1. Эмпирические функции распределения прочности  $\sigma$  сырого (1) и сухого (2) пиломатериалов сечением  $50 \times 150$ : отборного (а), 1-го сорта (б) и 2 ... 3 сортов (в)

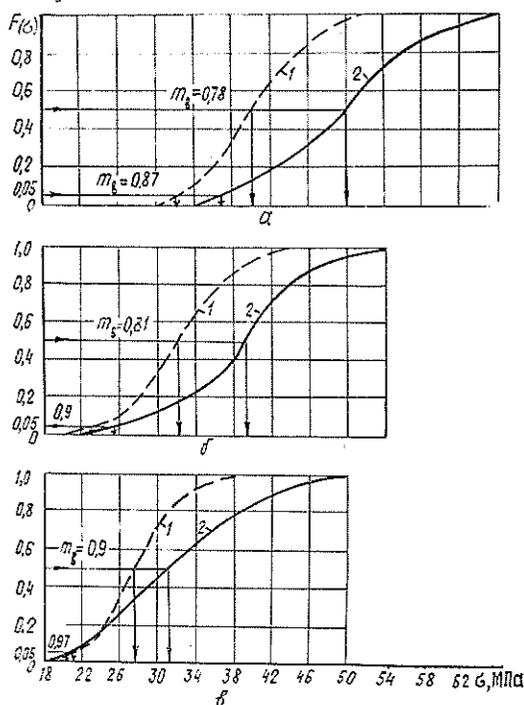


Рис. 2. Эмпирические функции распределения прочности  $\sigma$  сырого (1) и сухого (2) пиломатериалов сечением  $100 \times 150$ : отборного (а), 1-го сорта (б) и 2...3 сортов (в)

На рис. 1, 2 представлены эмпирические функции распределения прочности сухого и сырого пиломатериалов. Ордината любой точки такой кривой — это вероятность того, что прочность образцов данной выборки меньше абсциссы этой точки. Например, как видно из рис. 1, а, вероятность того, что прочность сухих образцов сечением  $50 \times 150$  меньше  $19,2$  МПа, составляет  $0,05$ . Это значит, что прочность образцов данной выборки не ниже  $19,2$  МПа с обеспеченностью  $0,95$ .

О степени влияния влажности на прочность, установленную с каким-либо уровнем обеспеченности, можно судить по относительной величине расхождения кривых сырого и сухого материалов на этом уровне. Их количественной мерой служит отношение прочностей сырого и сухого материалов, в данном случае — абсцисс точек обеих кривых при той же заданной ординате. На рис. 1, 2 эти отношения обозначены  $m_b$  и в качестве сравнения приведены для образцов с прочностью, вероятность появления ниже которой составляет  $0,05$  (уровень нормативных значений) и  $0,5$  (уровень приблизительно средних значений прочности).

Отметим основные особенности функций распределения, представленных на рис. 1, 2, и вытекающие из них закономерности влияния влажности на прочность пиломатериала в зависимости от его качества и сечения элементов.

1. На уровне средних значений расхождение кривых сырого и сухого материалов, а следовательно, и влияние влажности максимально у отборного сорта:  $m_b = 0,76$  (рис. 1, а). Со снижением сорта оно уменьшается и минимально у дощатых элементов 2...3-го сорта:  $m_b = 0,93$  (рис. 1, в).

2. В области минимальных значений прочности у отборных досок расхождение сохраняется практически то же самое (рис. 1, а). У отборного бруса оно становится меньше: на уровне нормативных значений  $m_b = 0,87$  (рис. 2, а), у бруса 1-го сорта — еще меньше, а у досок 1-го сорта вообще отсутствует (рис. 1, 2, б); у древесины 2...3-го сорта практически отсутствует и у бруса (рис. 2, в), а у дощатых элементов кривая сырого материала в рассматриваемой области располагается даже правее кривой сухого материала (рис. 1, в).

Отсюда видно, что закономерности влияния влажности у отборной древесины сечением  $50 \times 150$  и у остальных исследуемых групп разные. Если у первой степень влияния влажности не зависит от уровня прочности, то у остальных наблюдается

явная зависимость: с уменьшением прочности снижается и степень влияния влажности. Причем при одинаковых тенденциях влажность больше влияет на прочность бруса, чем на прочность досок.

Анализ этих различий, с учетом факторов, определяющих прочность чистой древесины, бруса и дощатых элементов, указывает на существование обратной зависимости между влиянием влажности и влиянием сучков на прочность пиломатериала. Действительно, в отборных досках сучки, снижающие прочность, практически отсутствуют, древесина близка к чистой: влияние влажности на эти элементы максимально и не зависит от прочности. В отборном бруске сучки встречаются чаще, чем в отборных досках, в ряде случаев они влияют на прочность: влияние влажности зависит от прочности. В дощатых элементах 1...3-го сортов сучки больше влияют на прочность, чем в брусчатых: степень влияния влажности у них меньше. В пределах сорта снижение прочности происходит по мере увеличения влияния сучков; в полном соответствии с этим уменьшается и степень влияния влажности. Прочность слабейших образцов, по которой производится расчет конструкций, практически не зависит от влажности, что совпадает с выводом, полученным Б. Мэдсенем [2] в результате испытаний 4 500 дощатых образцов.

Для изготовления элементов конструкций, работающих на изгиб, используют древесину 2...3-го сортов. Подтверждение выявленных закономерностей в процессе более детального изучения совместного влияния влажности и сучков на прочность конструкционной древесины позволило бы проектировать изгибаемые элементы конструкций для влажных условий эксплуатации без снижения расчетного сопротивления древесины и тем самым уменьшить их материалоемкость.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Савков Е. И. Прочность пиломатериалов.— М.: Гослесбумиздат, 1962. [2]. Madsen B. Recommended moisture adjustment factor for lumber stress// Canadian Journal of Civil Engineering.— 1982.— Vol. 9.— N 4.

УДК 674.093.6-413.82.001.24

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ РАСПИЛОВКИ И МЕТОДЫ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Н. И. КОВЗУН

ЦНИИМОД

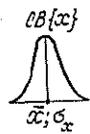
Статистические оценки точности любого технологического процесса и методы их вычисления регламентированы [1]. Существенная особенность методики стандарта в том, что технологический параметр продукции, применительно к которому определяются статистические оценки точности, соответствует приемочному. При оценивании точности технологического процесса распиловки такого соответствия нет. Так, если на приемочном контроле пиломатериалов используют параметры: минимальную и максимальную толщины доски  $x_{min}$  и  $x_{max}$ , то при исследовании точности распиловки — толщину доски в измеряемом сечении  $x$  или среднюю толщину доски  $\bar{x}$  и среднее квадратическое отклонение (СКО) толщины доски  $\sigma_x$ . Замена  $x_{min}$ ,  $x_{max}$  на  $x$  или  $\bar{x}$  и  $\sigma_x$  объясняется в основном отсутствием необходимых средств измерений, которые бы обеспечили поиск и измерение толщины доски в самом тонком и самом толстом сечениях доски. Однако какие бы технологические параметры не использовали при исследовании точности распиловки, контроль по ним должен гарантировать, с заданной вероятностью, нормативную точность пиломатериалов по толщине на приемочном контроле.

Настоящая статья посвящена анализу статистических оценок точности распиловки, методов их вычисления, применяемых различными исследователями, и оценке правомерности их применения на практике.

Наличие приемочных и технологических параметров значительно усложняет задачу контроля. Поэтому для упрощения анализа составим модель формирования точности процесса распиловки в виде распределения случайных величин (СВ) и формул для вычисления их статистических оценок. Точность распиловки, согласно работе [7], можно охарактеризовать как в однородных совокупностях, к которым применима теория математической статистики для стабильных условий испытаний, так и в суммарных совокупностях, к которым применима теория случайного изменения условий испытаний.

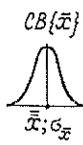
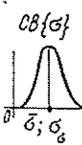
К однородным относятся совокупности, состоящие из  $N$  результатов измерений, выполненных на одной доске, или из  $n$  статистических оценок, вычисленных для  $n$  досок мгновенной выборки, партии (досок, выпиленных одной парой пил за их одну установку), или из  $K$  среднестатистических оценок, вычисленных для  $K$  мгновенных выборок, партий (партий, выпиленных разными парами пил, на разных станках, в разное время).

$$(1) \quad m\{x\} = \bar{x} = \sum_{i=1}^N x_i / N$$

$$\sigma\{x\} = \sigma_x = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 / (N-1)}$$


Совокупность из  $N$  измерений толщины в одной доске

$$(3) \quad m\{\bar{x}\} = \bar{\bar{x}} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_j / n$$

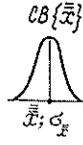
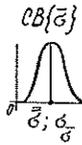
$$\sigma\{\bar{x}\} = \sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2 / (n-1)}$$



$$(5) \quad m\{\sigma\} = \bar{\sigma} = \sum_{j=1}^n \sigma_j / n$$

$$\sigma\{\sigma\} = \sigma_{\sigma} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\sigma_j - \bar{\sigma})^2 / (n-1)}$$

Совокупность из  $n$  досок одной мгновенной выборки

$$(7) \quad m\{\bar{\bar{x}}\} = \bar{\bar{\bar{x}}} = \sum_{v=1}^K \bar{\bar{x}}_v / K$$

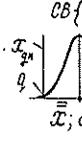
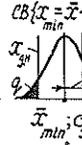
$$\sigma\{\bar{\bar{x}}\} = \sigma_{\bar{\bar{x}}} = \sqrt{\sum_{v=1}^K (\bar{\bar{x}}_v - \bar{\bar{\bar{x}}})^2 / (K-1)}$$



$$(9) \quad m\{\bar{\sigma}\} = \bar{\bar{\sigma}} = \sum_{v=1}^K \bar{\sigma}_v / K$$

$$\sigma\{\bar{\sigma}\} = \sigma_{\bar{\sigma}} = \sqrt{\sum_{v=1}^K (\bar{\sigma}_v - \bar{\bar{\sigma}})^2 / (K-1)}$$

Совокупность из  $K$  мгновенных выборок

$$(3) \quad \bar{m}_M\{x\} = \bar{\bar{x}}$$

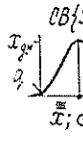
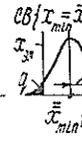
$$\sigma_M\{x\} = \sigma_{M,x} = \sqrt{\bar{\sigma}^2 + \sigma_x^2 + \sigma_{\bar{x}}^2}$$



$$(13) \quad m_M\{x_{min}\} = \bar{x}_{min} = \bar{\bar{x}} - t\bar{\sigma}$$

$$(14) \quad \sigma_M\{x_{min}\} = \sigma_{M,x_{min}} = \sqrt{\sigma_x^2 + t^2\bar{\sigma}^2}$$

Суммарная совокупность из  $Nn$  измерений толщины, выполненных на  $n$  досках одной мгновенной выборки

$$(7) \quad m_c\{x\} = \bar{\bar{\bar{x}}}$$

$$\sigma_c\{x\} = \sigma_{c,x} = \sqrt{\bar{\sigma}^2 + \sigma_x^2 + \bar{\sigma}_{\bar{x}}^2 + \sigma_{\bar{x}}^2 + \sigma_{\bar{\sigma}}^2}$$



$$(15) \quad m_c\{x_{min}\} = \bar{\bar{x}}_{min} = \bar{\bar{\bar{x}}} - t\bar{\bar{\sigma}}$$

$$(16) \quad \sigma_c\{x_{min}\} = \sigma_{c,x_{min}} = \sqrt{\sigma_x^2 + \bar{\sigma}_{\bar{x}}^2 + \bar{\sigma}_{\bar{\sigma}}^2 + t^2(\sigma_{\bar{\sigma}}^2 + \bar{\sigma}^2)}$$

Суммарная совокупность из  $NnK$  измерений толщины, выполненных на  $nK$  досках в  $K$  мгновенных выборках

К суммарным относятся совокупности, состоящие из  $Nn$  результатов измерений толщины, выполненных на  $n$  досках мгновенной выборки, партии или из  $NnK$  результатов измерений толщины, выполненных на  $nK$  досках в  $K$  мгновенных выборках. Кроме того, исходя из одних и тех же оценок точности в однородных совокупностях, точность в суммарных совокупностях может быть охарактеризована как по технологическим, так и по приемочным параметрам толщины пиломатериалов.

Формулы для вычисления статистических оценок точности распиловки в указанных совокупностях, а также обозначения СВ и общий вид их распределений даны на рисунке. Все приведенные на рисунке СВ распределены практически по нормальному закону и независимы между собой. Формулы оценок для суммарных совокупностей получены двумя методами. В первом методе за контролируемый параметр принята толщина доски в измеряемом сечении  $x$ ; формулы (3), (7), (11), (12) соответственно получены по методике [7] для одной СВ  $\{x\}$ . Во втором методе за контролируемый параметр взята минимальная толщина доски  $x_{min}^* = x - t\sigma_x$ ; формулы (13) — (16) соответственно найдены по методике [2] как для разности двух СВ  $\{\bar{x}, \sigma_x\}$ . Принципиальные различия использованных методов: при расчете по первому методу оценка изменчивости толщины доски  $\sigma_x$  имеет смысл среднего квадратичного отклонения и входит в состав формул (11), (12) при расчете по второму методу — смысл математического ожидания и входит в состав формул (13), (15); уровень дефектности по первому методу имеет смысл доли измерений, по второму — доли досок, не соответствующих допуску.

Таблица 1

в первом методе	Обозначения равнозначных статистических оценок точности распиловки, использованных			
	в работах различных авторов			
	[3, 5]	[6]	[8]	[9]
$\bar{x}$	—	—	—	$\bar{X}$
$\sigma_x$	—	—	$R_W$	$S_W$
$m_m(\bar{x})$	$m$	$m$	$\bar{X}$	$\bar{X}$
$\sigma_x$	—	—	—	$S_B$
$\sigma_x$	—	—	$\bar{R}_W(\bar{S}_W)$	$\bar{S}_W$
$\sigma_x$	—	—	—	—
$m_c(\bar{x}_c)$	—	—	$\bar{X}$	$\bar{X}$
$S_{m_m}(\bar{S}_x)$	—	—	$R_{\bar{X}}$	$S_x^2$
$\sigma_x$	—	—	$\bar{R}_W(\bar{S}_W)$	$\bar{S}_W$
$\sigma_x$	—	—	—	—
$\sigma_{M, x}$	$S_m$	$\sigma$	$\bar{R}_b(\bar{S}_b)$	—
$\sigma_{M, x}$	$S_c =$	—	—	—
$\sigma_{c, x}$	$= \sqrt{S_{m_m}^2 + \bar{S}_m^2}$	—	$S_t = \sqrt{\bar{S}_W^2 + \bar{S}_b^2}$	$S_T = \sqrt{\bar{S}_W^2 + \bar{S}_B^2}$

Сопоставим изложенные методы вычисления статистических оценок точности распиловки с методами, применяемыми в работах [3, 5, 6, 8, 9]. Результаты сопоставления представлены в табл. 1 и позволяют заключить следующее.

1. Общее для всех работ [3, 5, 6, 8, 9] то, что оценка изменчивости толщины доски входит в состав формул СКО, т. е. в данных работах статистические оценки точности распиловки в суммарных совокупностях рассчитывают по первому методу, в основе которого лежит контроль одной СВ — толщины доски в измеряемом сечении. Некоторые отступления от формулы (12), имеющиеся в работах [8, 9], носят не принципиальный характер.

2. Статистические оценки точности распиловки в однородных совокупностях, которые практически могут быть использованы для вычисления оценок точности распиловки в суммарных совокупностях вторым методом по параметрам  $x_{min}$ ,  $x_{max}$ , приведены только в работе [9].

Сравним два изложенных метода вычисления статистических оценок точности распиловки по возможности получения гарантированных оценок уровня дефектности пиломатериалов по приемочному параметру  $x_{min}$ . Для сравнения рассмотрим пример контрольной партии пиломатериалов толщиной 22 мм в количестве 50 шт. Для данной

\* Статистические оценки точности распиловки для максимальной толщины доски  $x_{max} = \bar{x} + t\sigma_x$  получаются аналогично.

партии в работе [2] определен действительный уровень дефектности по нижней границе поля допуска и получена его оценка по ограниченному числу измерений вторым методом. Число измерений на доске было принято равным 5. По ним вычислены средняя толщина каждой доски  $\bar{x}$  и СКО толщины  $\sigma_x$ . Для партии пиломатериалов в целом найдены  $\bar{x}$ ,  $\sigma_{\bar{x}}$ ,  $\bar{\sigma}$ ,  $\sigma_{\sigma}$ . Полученные оценки в качестве исходных данных для решения примера приведены в табл. 2.

Таблица 2

Исходные статистические оценки точности распиловки, мм				Уровень дефектности пиломатериалов, % вычисленный методом		
$\bar{x}$	$\sigma_x$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{\sigma}$	1	2	действительный
23,25	0,64	0,33	0,13	0,8	13,5	12

Вычислим статистические оценки точности распиловки и уровень дефектности пиломатериалов в партии первым методом

$$\sigma_{M,x} = \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{x} + \bar{\sigma}^2 + \sigma_{\sigma}^2} = \sqrt{0,64^2 + 0,33^2 + 0,13^2} = 0,73 \text{ мм};$$

$$q_1 = 50 - F\left(\frac{\bar{x} - x_{д.н}}{\sigma_{M,x}}\right) 100 = 50 - F\left(\frac{23,25 - 21,50}{0,73}\right) 100 = 0,8 \text{ \%};$$

вторым методом

$$\tilde{x}_{min} = \bar{x} - t\bar{\sigma} = 23,25 - 2,22 \cdot 0,33 = 22,52^*;$$

$$\bar{x}_{min} = 22,39 \text{ мм}^{**};$$

$$\tilde{\sigma}_{x_{min}} = \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{x} + t^2\sigma_{\sigma}^2} = \sqrt{0,64^2 + (2,22 \cdot 0,13)^2} = 0,70^*;$$

$$\sigma_{x_{min}} = 0,81 \text{ мм}^{**};$$

$$\tilde{q}_2 = 50 - F\left(\frac{\bar{x}_{min} - x_{д.н}}{\sigma_{x_{min}}}\right) 100 = 50 - F\left(\frac{22,39 - 21,50}{0,81}\right) 100 = 13,6^*;$$

$$q_2 = 13,5 \text{ \%}^{**}.$$

где  $F$  и  $x_{д.н}$  обозначены соответственно функция Лапласа и нижняя граница поля допуска пиломатериалов.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Расчеты показали, что методы дают значительно отличающиеся результаты. Учитывая, что для второго метода гарантии получения состоятельной оценки уровня дефектности доказаны (в работе [2] оценки уровня дефектности получены с вероятностью, равной 0,95), можно сделать вывод, что первый метод не позволяет получить такую оценку. Она также не получается, если использовать рекомендуемый [4] множитель  $K = 1,3$  для приведения полученного уровня дефектности к фактическому. Такая значительная разница в результатах расчетов объясняется разным содержанием статистической оценки изменчивости толщины доски  $\sigma_x$  в обоих методах. Во втором методе оценка приобретает, как уже отмечалось, смысл математического ожидания, что приводит к резкому смещению кривой распределения в сторону границы поля допуска.

Таким образом, при исследовании точности распиловки рекомендуется использовать следующую номенклатуру статистических оценок: в одной доске  $\bar{x}$ ,  $\sigma_x$ ; в одной мгновенной выборке, партии  $\bar{x}$ ,  $\sigma_{\bar{x}}$ ,  $\bar{\sigma}$ ,  $\sigma_{\sigma}$ ; в совокупности мгновенных выборок, партий  $\bar{x}$ ,  $\sigma_{\bar{x}}$ ,  $\bar{\sigma}$ ,  $\sigma_{\sigma}$ . При нормировании статистических оценок рекомендованной номенклатуры следует использовать второй метод вычисления оценок точности распиловки в суммарных совокупностях, гарантирующий соблюдение точности по приемочным параметрам  $x_{min}$ ,  $x_{max}$ .

\* Точечные оценки. \*\* Нижние (верхние) доверительные границы оценок. Методика расчета приведена в работе [2].

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 27.202—83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции.— Введ. 01.07.84.— М.: Изд-во стандартов, 1984.— 50 с. [2]. Ковзун Н. И. Косвенный метод расчета входного уровня дефектности партии пиломатериалов по толщине // Измерительная техника.— 1984.— № 9.— С. 27—28. [3]. Курицын А. К., Соболев И. В., Шемелин А. И. Управление качеством обработки пиломатериалов.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 63 с. [4]. Об эффективности статистического регулирования точности рамной распиловки / И. В. Соболев, А. И. Шемелин, Г. А. Хмылова, А. К. Курицын // Контроль и управление качеством продукции: Науч. тр. ЦНИИМОД.— С. 57—62. [5]. Соболев И. В., Курицын А. К. Статистический контроль и регулирование процесса рамной распиловки // Планирование раскроя и контроль качества пилопродукции: Лекции обществ. заоч. ин-та НТО лесн. пром-сти и лесн. хоз-ва.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— С. 71—99. [6]. Фергин В. Р., Курицын А. К. Алгоритмы сбора и обработки информации при управлении точностью рамной распиловки // Лесн. журн.— 1975.— № 6.— С. 136—140. (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Шор Я. Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности.— М.: Сов. радио, 1962.— 552 с. [8]. Brown D. Determining Lumber Target Sizes and Monitoring Sawing Accuracy // Forest Products J.— 1979.— V. 29, N 4.— PP. 48—54. [9]. Williston E. M. How to Increase Profit in Bandsawing // Practical Models for Increased Lumber Recovery.— Sweden, Uddeholm.— 44 s.

УДК 630\*812 : 674.812

## БЕСПРЕССОВОЕ УПЛОТНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

А. В. АПОСТОЛ

Воронежский лесотехнический институт

Образцы березы размером  $40 \times 40 \times 80$  мм (большой размер в направлении вдоль волокон) с радиальным и тангенциальным направлениями волокон исследовали с целью выяснения влияния структурных направлений на характер и величину беспреессового уплотнения.

Предварительно все образцы высушивали до постоянной массы при температуре  $100 \pm 5$  °С, взвешивали и измеряли в радиальном и тангенциальном направлениях соответственно с точностью 0,01 г и 0,01 мм. Затем образцы помещали в прессформы, где с помощью винтов и планок фиксировали их размеры: у первой партии образцов — в радиальном, у второй — в тангенциальном направлениях. Далее образцы вместе с прессформами погружали в воду температурой 20 °С, выдерживали в течение 1 сут и высушивали при температуре  $100 \pm 5$  °С до постоянной массы.

Затем образцы снова взвешивали, измеряли, помещали в те же прессформы, где фиксировали их новые размеры и вновь погружали в воду. Циклы увлажнения и высушивания повторяли до получения стабильных размеров образцов в сухом состоянии.

Для изучения процесса водопоглощения образцов (в прессформах) в несвободном состоянии и выбора оптимального времени выдерживания их в воде эксперимент проводили при длительности водопоглощения в течение 1, 2, 6, 12, 14, 15, 20 сут.

Данные о водопоглощении несвободных образцов в зависимости от длительности выдерживания их в воде представлены в табл. 1.

Таблица 1

Длительность выдерживания в воде, сут	1	2	6	12	14	15	20	48
Водопоглощение, %	23,5	25,6	27,2	27,9	28,7	29,9	30,1	30,5

Из табл. 1 видно, что наиболее интенсивное водопоглощение несвободных образцов происходит за первые сутки и составляет около 23,5 % (у свободных, не помещенных в прессформы, — 56 %). Дальнейшая выдержка образцов в воде приводит к замедленному росту водопоглощения.

Так как усушка древесины связана с удалением связанной влаги, то наибольшая ее величина наблюдается при сушке древесины, достигшей предела гигроскопичности. Однако из-за длительности процесса водопоглощения сушку несвободных образцов проводили после выдерживания их в воде в течение 1 сут. Это ускорило процесс беспреессового уплотнения, хотя усушка в каждом цикле снижалась примерно на 1,35 %. Усушка несвободных образцов в направлении, перпендикулярном уплотнению, в каждом

цикле остается постоянной, равной в радиальном направлении 1,3 %, в тангенциальном — 2,4 %.

Усушка тех же образцов в направлении уплотнения зависит от структурных направлений волокон и числа циклов. Результаты измерения беспрессового уплотнения образцов в радиальном и тангенциальном направлениях в зависимости от числа циклов приведены в табл. 2. Из данных табл. 2 видно, что в первых циклах наблюдается большее уплотнение образцов с тангенциальным расположением волокон по сравнению с радиальным. С увеличением числа циклов эта разница снижается.

Таблица 2

№ цикла	Уплотнение в направлении		№ цикла	Уплотнение в направлении	
	радиальном	тангенциальном, %		радиальном	тангенциальном, %
1	2,35	3,87	8	28,50	34,62
2	6,36	7,44	9	31,55	37,25
3	10,40	12,16	10	34,22	39,69
4	15,13	18,36	11	36,70	41,52
5	19,19	22,63	12	39,30	43,20
6	22,48	27,57	13	41,90	44,91
7	25,60	31,25	14	44,12	46,62

Максимальное уплотнение за 14 циклов у образцов с радиальным направлением волокон составило 44 %, а с тангенциальным — 46 %; плотность древесины повысилась с 610 до 1 090 кг/м<sup>3</sup>. Уплотнение древесины  $У$  (в процентах) после каждого цикла вычисляли по формуле:

$$У = \frac{H - K}{H} 100,$$

где  $H$  — первоначальный размер сухого образца в выбранном для уплотнения направлении, мм;

$K$  — конечный размер сухого образца после очередного цикла в том же направлении, мм.

При статистической обработке экспериментальных данных установлены небольшие коэффициенты изменчивости для показателей точности, не превышающих 2,54 %, что позволяет считать результаты исследований достаточно надежными. Установлено, что многократная сушка образцов при температуре 100 °С снижает предел гигроскопичности. Так, за 14 циклов увлажнения и высушивания гигроскопичность снизилась на 2,5 %; плотность древесины повысилась в 1,8 раза; предел прочности при сжатии вдоль волокон увеличился на 37 % и составил 102 ... 107 МПа.

Итак, используя закономерности несвободного разбухания древесины в воде и последующей усушки, можно с помощью несложного фиксирующего приспособления уплотнить древесину, повысив ее физико-механические свойства.

УДК 629.11.012.81

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВОЙ ЖЕСТКОСТИ ПАКЕТА ПРИ СКРУЧИВАНИИ

Г. К. ЛЕНИУК

УкрНПОбумпром

При изучении поперечной динамики лесовозного автопоезда и установлении основных параметров подвески роспуска необходимо знать угловую жесткость пакета при скручивании.

В данной работе показывается, что жесткость пакета на изгиб вполне определяет его угловую жесткость при скручивании и приводится соответствующая зависимость.

Пакет представляет собой балку длиной  $l$  с непрерывно распределенной массой переменной интенсивности и свесами комлевой части  $a$  и вершинной  $b$ .

Имея в виду, что угол скручивания элемента  $dx$  пакета определяется выражением

$$d\varphi = \frac{M_k}{GI_p} dx, \quad (1)$$

где  $M_K$  — постоянное значение крутящего момента между опорами;  
 $G$  — модуль сдвига;  
 $I_p$  — полярный момент инерции сечений элемента  $dx$ ,

найдем зависимость между углами скручивания двух смежных элементов:

$$d\varphi_{i+1} = \frac{I_{pi}}{I_p(i+1)} d\varphi_i, \quad (2)$$

где  $d\varphi_i$ ,  $d\varphi_{i+1}$  — соответственно углы скручивания  $i$ -того и  $(i+1)$ -го элементов;  
 $I_{pi}$ ,  $I_{p(i+1)}$  — соответственно полярные моменты инерции сечений  $i$ -того и  $(i+1)$ -го элементов.

Разбивая участок пакета длиной  $(x-a)^*$ , начиная с первого опорного сечения  $A$ , на  $n$  элементарных частей, получим приближенно угол поворота сечения  $x$  относительно первого опорного сечения суммированием  $n$  частных результатов:

$$\begin{aligned} d\varphi + \frac{I_{p1}}{I_{p2}} d\varphi + \frac{I_{p2}}{I_{p3}} \frac{I_{p1}}{I_{p2}} d\varphi + \frac{I_{p3}}{I_{p4}} \frac{I_{p2}}{I_{p3}} \frac{I_{p1}}{I_{p2}} d\varphi + \dots + \\ + \frac{I_p(n-1)}{I_{pn}} \frac{I_p(n-2)}{I_{p(n-1)}} \dots \frac{I_{p2}}{I_{p3}} \frac{I_{p1}}{I_{p2}} d\varphi = \left( 1 + \frac{I_{p1}}{I_{p2}} + \frac{I_{p1}}{I_{p3}} + \right. \\ \left. + \frac{I_{p1}}{I_{p4}} + \dots + \frac{I_{p1}}{I_{pn}} \right) d\varphi, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $d\varphi$  — угол скручивания первого элемента в опорном сечении  $A$ ;  
 $I_{pi}$  — полярный момент инерции сечений  $i$ -того элемента.

Точное значение угла поворота сечения  $x$  относительно первого опорного сечения определяется пределом Римановой суммы (3) при  $n \rightarrow \infty$ , т. е. определенным интегралом

$$\varphi(x) = \frac{C_6(\gamma - \beta)}{GI_{pA}} \int_a^x \frac{I_{pA}}{I_p(\xi)} d\xi, \quad (4)$$

где  $C_6(\gamma - \beta)$  — постоянное значение крутящего момента между опорами;  
 $C_6$  — угловая жесткость пакета при скручивании;  
 $(\gamma - \beta)$  — угол поворота второго опорного сечения  $B$  пакета относительно первого опорного сечения  $A$ ;  
 $G$  — модуль сдвига;  
 $I_{pA}$  — полярный момент инерции опорного сечения  $A$ ;  
 $I_p(\xi)$  — полярный момент инерции произвольного сечения  $\xi$  пакета.

Полное закручивание пакета, т. е. угол поворота второго опорного сечения относительно первого, определится из выражения (4):

$$\gamma - \beta = \frac{C_6(\gamma - \beta)}{GI_{pA}} \int_a^{l-b} \frac{I_{pA}}{I_p(\xi)} d\xi, \quad (5)$$

откуда искомое значение угловой жесткости пакета

$$C_6 = \frac{GI_{pA}}{l-b} = \frac{G}{\int_a^{l-b} \frac{d\xi}{I_p(\xi)}}. \quad (6)$$

По определению полярного момента инерции сечения

$$I_p(\xi) = I_y(\xi) + I_z(\xi), \quad (7)$$

где  $I_y(\xi)$  и  $I_z(\xi)$  — осевые моменты инерции сечения  $\xi$  относительно горизонтальной и вертикальной осей сечения.

Следовательно, всегда имеется возможность определить полярный момент инерции сечения по осевым, используя метод Гастева — Цофина\*\*.

\* Координата  $x$  отсчитывается от комлевого сечения пакета.

\*\* Гастев Б. Г., Мельников В. И. Основы динамики лесовозного подвижного состава. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. — 220 с.

В случае равенства осевых моментов  $I_y(\xi) = I_z(\xi) = I(\xi)$  формула (6) примет вид

$$C_0 = \frac{2G}{l-b} \cdot \int_a^{l-b} \frac{d\xi}{I(\xi)} \quad (8)$$

Рассмотрим пример при следующих данных: объем пакета  $V_n = 19,53 \text{ м}^3$ ; масса пакета  $M_n = 14,9 \text{ т}$ ; средний диаметр хлыстов  $d_{ср} = 28 \text{ см}$ ; длина пакета  $l = 23 \text{ м}$ ; свес комлевой части  $a = 1,1 \text{ м}$ ; пролет между опорами — 16,5 м.

Осевой момент инерции пакета по Гастеву — Цофину

$$I(x) = 29,7 (0,084 - 0,016x^{0,5})^3 \text{ м}^4.$$

Интенсивность массы по Цофину

$$m(x) = 1,644 - 0,311x^{0,5} \text{ т/м},$$

значит,

$$\int_a^{l-b} \frac{d\xi}{I(\xi)} = \frac{1}{29,7} \int_{1,1}^{17,6} (0,084 - 0,016x^{0,5})^{-3} = 24\,672,2.$$

При нормальном модуле упругости  $E = 10^{10} \text{ Н/м}^2$  и модуле сдвига

$$G \approx \frac{10^{10}}{2(1+0,3)} = 3,8461538 \cdot 10^9 \text{ Н/м}^2$$

угловая жесткость пакета

$$C_0 = \frac{2 \cdot 3,8461538 \cdot 10^9}{24672,2} = 311780,5 \text{ Н} \cdot \text{м/рад}.$$

Используя формулы (6) и (8), можно также контролировать правильность определения осевого момента инерции пакета путем экспериментального определения его угловой жесткости.

УДК 662.62 : 662.612.3

## КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫХОДА ЛЕТУЧИХ ИЗ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

В. К. ЛЮБОВ, С. М. ШЕСТАКОВ, В. Ю. ЗАХАРОВ,  
О. А. ЛЮБОВА

Архангельский лесотехнический институт  
Ленинградский политехнический институт

Одна из важных задач котлостроения — создание унифицированных по топливу парогенераторов. Актуальность данной задачи определяется как необходимостью перевода индивидуального производства котлоагрегатов в серийное поточное изготовление унифицированных блоков, так и использованием на электростанциях нерасчетных топлив все более низкого качества.

Опыт низкотемпературного вихревого сжигания широкой гаммы топлив [3] показал, что топки Ленинградского политехнического института (ЛПИ) достаточно унифицированы по топливу, т. е. режим работы топки мало зависит от характеристик топлива. В связи с этим значительный интерес представляет проверка данной схемы при организации совместного сжигания некондиционных древесных отходов с дробленным углем, расчетное обоснование возможности которого приведено в работе [5].

На ТЭЦ Архангельского целлюлозно-бумажного комбината (АЦБК) и многих других станциях Северо-Западного экономического района сжигают интинские, кузнецкие и воркутинские каменные угли, однако достаточно надежных экспериментальных данных по кинетике выхода летучих для данных углей нет. Ввиду этого для выполнения расчетного анализа процесса воспламенения топливной смеси, при условии совместного сжигания неликвидных древесных отходов с немолотыми углями данных марок в топке ЛПИ, нами проведено исследование кинетических характеристик данных углей на экспериментальной установке.

Установка выполнена на базе серийно выпускаемого прибора — дериватографа, конструкция и принцип действия которого приведены в работе [2]. Данный прибор

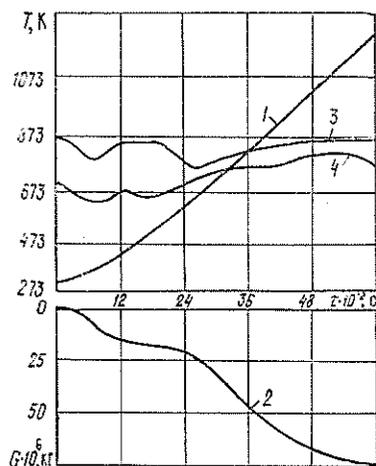


Рис. 1. Дериватограмма интинского длиннопламенного угля: 1 —  $T$ ; 2 —  $TG$ ; 3 —  $DTG$ ; 4 —  $DTA$

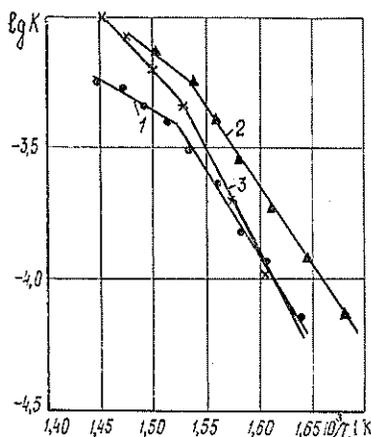


Рис. 2. Зависимость логарифма константы скорости выхода летучих от температуры: 1 — интинский уголь; 2 — кузнецкий газовый; 3 — воркутинский жирный уголь

позволяет автоматически регистрировать четыре кривые (рис. 1), характеризующие процесс термического превращения вещества: изменение температуры нагрева  $T$ ; массы исследуемого вещества  $TG$ ; скорость изменения массы вещества  $DTG$ ; тепловой эффект реакции  $DTA$ .

Таблица 1

## Основные теплотехнические характеристики углей

Уголь	Влажность $W$ , %	Выход летучих на горючую массу $V^r$ , %	Зольность на сухую массу $A^r$ , %	Теплота сгорания на рабочую массу $Q_H^p$ , МДж/кг
Интинский, Д	5,8	39,8	8,5	19,4
Кузнецкий, Г	6,0	42,2	3,1	26,2
Воркутинский, Ж	2,3	39,0	5,0	25,4

Примечание. Д — длиннопламенный; Г — газовый; Ж — жирный.

Опыты с пробами исследуемых углей (табл. 1) проводили при одинаковых условиях с целью получения сопоставимых результатов. Навеска составляла 200 мг, топливо нагревалось до температуры 1 273 К с постоянной скоростью 0,167 К/с, через печь пропускали предварительно очищенный азот в количестве  $(2,5 \dots 3,2) \times 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$ . Фракционный состав исследуемых углей характеризовался  $D_{63} = 100\%$  [2].

Анализ полученных дериватограмм термического разложения позволил определить температуры, соответствующие началу выхода летучих и максимальной скорости газовой выделению для исследования углей (табл. 2).

При температурах 1 100 К и выше выход летучих для интинского (рис. 1), кузнецкого газового и воркутинского каменных углей настолько мал, что процесс термического разложения можно считать практически законченным. Опыты показали, что в начальной стадии процесса термического разложения наблюдаются эндотермические эффекты. Первый эндотермический пик, имеющий место при температуре 373 К, соответствует процессу сушки (рис. 1) и называется пиком сушки. Второй эндотермический эффект для интинского угля начинается при температуре 435 К (393 К для кузнецкого, Г) и имеет экстремальное значение при 510 К (460 К для кузнецкого, Г) [3], при этом газовой выделению начинается позже, чем начинается второй эндотермический эффект, и даже наступает его пик (рис. 1). Это несовпадение свидетельствует о том, что газовой выделению предшествует скрытый период термической деструкции сложного органического

Таблица 2

## Основные характеристики процесса выхода летучих

Уголь	Температура		Кинетические характеристики	
	начала выхода лету- чих $T_{в. л.}$ К	максималь- ной скорости газовыделе- ния $T_{в. л. макс.}$ К	$K_0$ , 1/с	$E$ , Дж/моль
Интинский, Д	613	686	$17,9 \cdot 10^5$	121 600
	536	—	$19,5 \cdot 10^4$	100 500
Кузнецкий, Г	593	669	$8,7 \cdot 10^5$	114 600
	523	—	$5,8 \cdot 10^4$	92 200
Воркутинский, Ж	623	688	$26,0 \cdot 10^7$	147 300
	550	—	$28,5 \cdot 10^6$	118 000

Примечание. В числителе — данные выхода летучих при термическом разложении; в знаменателе — выхода летучих при горении топлива.

вещества угля. При дальнейшем нагреве исследованных топлив постепенно начинают преобладать экзотермические эффекты.

При анализе процесса термического разложения твердого топлива использовали уравнение реакции первого порядка, позволяющее значительно упростить анализ процесса и вместе с тем получить достаточно точные результаты [3, 4]. Обработку дериватогамм и расчет константы скорости химической реакции проводили по методике [3]. На основании полученных результатов строили зависимость  $\lg K = f(1/T)$  (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что процесс термической деструкции, от начала активного образования и выделения летучих веществ и почти до момента максимальной скорости газовой выделенной, характеризуется протеканием химических реакций, которые соответствуют уравнению реакции первого порядка. Однако для последующего периода процесса термического разложения топлива линейный характер этой зависимости нарушается и появляется характерный излом для всех исследованных углей, свидетельствующий о том, что или действительный порядок реакции несколько отличается от единицы, или на данной стадии процесс проходит с другими кинетическими характеристиками. С точки зрения процесса воспламенения, наибольший интерес представляет начальный участок выхода летучих.

Обработка зависимостей  $\lg K = f(1/T)$  в предположении, что константа скорости химической реакции  $K$  и температура взаимосвязаны по закону Аррениуса [4], позволила определить значения энергии активации  $E$  и предэкспоненциального  $K_0$  множителя (табл. 2), характеризующие кинетику процесса. Кажущиеся кинетические константы выхода летучих при горении топлива определяли на той же установке в воздушной среде (нагрев проводили до температуры 1 273 К), полученные значения приведены в табл. 2.

Сравнение полученных данных с константами, определенными другими авторами, для топлив, близких к исследованным по теплотехническим характеристикам, подтверждает достоверность полученных результатов [1]. Базируясь на данные работы [6], определили кинетические константы термоллиза древесных частей:  $K_0 = 133,5$  1/с,  $E = 32\,300$  Дж/моль.

Характер выхода летучих из частиц древесины значительно отличается от выхода из исследованных углей; однако расчет процесса воспламенения топливной смеси при совместном сжигании некондиционных древесных отходов (подача производится в вихревую зону) с немолотым углем показал, что многократная циркуляция крупных топливных частиц в вихревой зоне создает условия для устойчивого воспламенения и горения топлив, значительно отличающихся друг от друга по теплотехническим и кинетическим характеристикам, и позволяет сблизить эмиссионные характеристики топливного пламени. Экспериментальным подтверждением этого является опыт низкотемпературного вихревого сжигания торфа, сланца, каменных и бурых углей, мазута.

Таким образом, схема ЛПИ — наиболее оптимальный метод организации энергетического использования неликвидных древесных отходов [5] (в условиях АЦБК); эту схему можно принять за основу при разработке парогенераторов, унифицированных как по топливу, так и по отдельным узлам и элементам.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Виленский Т. В., Хзмаян Д. М. Динамика горения пылевидного топлива (исследования на электронных вычислительных машинах). — М.: Энергия, 1977. — 248 с. [2]. Глущенко И. М. Термический анализ твердых топлив. — М.: Металлургия, 1968. — 192 с. [3]. Любов В. К. Изучение особенностей горения крупных частиц натурального топлива с целью повышения эффективности работы вихревых топок

ЛПИ. Дис ... канд. техн. наук.— Л., 1984.— 251 с. [4]. Основы практической теории горения/ Под ред. В. В. Померанцева.— Л.: Энергия, 1973.— 264 с. [5]. Повышение эффективности энергетического использования древесных отходов/ В. К. Любов, С. М. Шестаков, Л. Т. Дульнева, Ю. К. Опякин// Лесн. журн.— 1986.— № 4.— С. 117—119. (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Сборник задач по теории горения/ Под ред. В. В. Померанцева.— Л.: Энергоатомиздат, 1983.— 152 с.

УДК 630\*812

## ОБ ИСТИРАЕМОСТИ ДРЕВЕСИНЫ НА МАШИНЕ ТИПА МИВОВ-2

Г. А. ЧИБИСОВА, А. Т. БУБЛИК, О. Э. ПФЛАУМЕР

ЦНИИМОД, ВНИИстройполимер

Для стандартизации метода испытания древесины на истирание в рамках ИСО и согласно решению совещания специалистов стран-членов ИСО по стандартизации в области лесоматериалов (ноябрь 1982 г., Ташкент) ЦНИИМОДом совместно с ВНИИстройполимером проведены испытания древесины на истирание на машине МИВОВ-2 по ГОСТу 11529—75.

Истирали образец, прижатый постоянной нагрузкой к вращающемуся цилиндру, обтянутому шлифовальной шкуркой. Образец перемещался вдоль образующей цилиндра и одновременно поворачивался вокруг своей оси на 360° за два оборота цилиндра, что считалось одним циклом испытания.

Сущность метода заключается в том, что он позволяет определить величину уменьшения толщины образца при его истирании. Для испытаний образцов на машине МИВОВ-2, предназначенной для истирания полимерных и рулонных материалов для полов, были изготовлены специальные держатели. Их бортики (высотой 1 мм) позволяли фиксировать положение приклеенных образцов. Образцы (диаметром 16 мм и толщиной 5 мм) в количестве 450 шт. изготовляли из заготовок ели, дуба и бука, выдержанных в комнатных условиях до равновесной влажности по 150 шт. для каждой породы. Из них 50 шт. имели поверхность радиального разреза древесины, 50 шт. тангентального и 50 шт. поперечного. Образцы приклеивали к основанию держателя поливинилацетатной эмульсией, выдерживали под нагрузкой 4,9 ... 9,8 Н не менее 0,5 ч, взвешивали вместе с держателем, а затем истирали на машине МИВОВ-2 по свежей поверхности шлифовальной шкурки в течение одного цикла при нагрузке на образец 9,8 Н и пути истирания  $2 \pm 0,01$  мм. По окончании испытания держатель с образцом вынимали из патрона и взвешивали.

Уменьшение толщины  $\Delta h$ , мм, вычисляли по формуле:

$$\Delta h = \frac{m_1 - m_2}{\rho S} K \cdot 10^3,$$

где  $m_1$  — масса образца с держателем до испытания, кг;

$m_2$  — масса образца с держателем после испытания, кг;

$\rho$  — плотность материала образца, кг/м<sup>3</sup>;

$S$  — площадь образца, м<sup>2</sup>;

$K$  — коэффициент, характеризующий истирающую способность шлифовальной шкурки, используемой при испытании; определяют его по истираемости эталона.

Статистические показатели истираемости древесины по результатам испытаний приведены в табл. 1.

Выборочные средние показателей истирания  $\bar{X}$  свидетельствуют о меньшей истираемости древесины твердых пород (дуб, бук). Износ боковых поверхностей древесины (радиальной и тангентальной) у всех испытанных пород значительно больше, чем торцовой. Причем у ели и бука больше истирается радиальная поверхность, а у дуба — тангентальная, что объясняется большей твердостью радиальной поверхности дуба. Коэффициент изменчивости  $V$  характеризует умеренное рассеяние опытных данных. Неравномерность распределения плотности по высоте образца, равной 5 мм, практически не влияет на результаты испытаний.

Зависимость истираемости древесины от ее плотности проверили экспериментально. В табл. 2 приведены регрессионные показатели и уравнения связи показателя истирания с плотностью.

Данные табл. 2 свидетельствуют о наличии корреляционной связи между истираемостью древесины, характеризуемой уменьшением толщины образца  $\Delta h$ , и ее плотностью  $\rho$ . Для торцовых поверхностей разреза ели и бука эта связь очень слаба ( $r = 0,161$  и  $0,235$ ) и незначима. Исключение составляет дуб. Для боковых поверхностей разреза древесины связь умеренная ( $r = 0,523 - 0,587$ ) и ниже умеренной

Таблица 1

Статистический показатель	Ель			Дуб			Бук		
	Поверхность истирания								
	радиальная	тангентальная	торцовая	радиальная	тангентальная	торцовая	радиальная	тангентальная	торцовая
$\bar{X}$	0,404	0,352	0,199	0,160	0,196	0,106	0,200	0,169	0,112
$S\bar{X}$	0,006	0,007	0,006	0,003	0,005	0,002	0,005	0,003	0,003
$S_1$	0,045	0,050	0,041	0,024	0,034	0,015	0,032	0,024	0,020
$S_2$	0,005	0,005	0,004	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	0,002
$V$	11,140	14,190	20,480	15,090	17,360	14,080	16,070	13,990	17,910
$P$	1,575	2,007	2,896	2,134	2,455	2,007	2,272	1,979	2,533
$n$	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	49,000	50,000	50,000	50,000

Примечание.  $\bar{X}$  — выборочное среднее;  $S\bar{X}$  — ошибка среднего арифметического;  $S_1$  — среднее квадратичное отклонение;  $S_2$  — ошибка среднего квадратичного;  $V$  — коэффициент изменчивости, %;  $P$  — показатель точности;  $n$  — число образцов.

Таблица 2

Порода древесины	Выборка	Поверхность истирания	Регрессионные показатели						Критерии значимости корреляции		
			Параметры Уравнения $\Delta h = br + a$		$S_{yx}$	$S_{byx}$	$S_{ayx}$	$r$		$r^2$	
			$b$	$a$							
Ель	Радиальная	Тангентальная	Торцовая	-1,012	0,807	0,038	0,430	0,170	0,324	0,105	$\geq 2,010$
				-0,758	0,694	0,041	0,151	0,069	0,585	0,343	$\geq 2,010$
				-0,797	0,556	—	—	—	0,235	0,055	$\geq 2,011$
Дуб	Радиальная	Тангентальная	Торцовая	-0,496	0,517	0,020	0,119	0,085	0,523	0,271	$\geq 2,011$
				-0,514	0,503	0,031	0,173	0,103	0,393	0,155	$\geq 2,009$
				-0,417	0,364	0,013	0,100	0,062	0,523	0,271	$\geq 2,012$
Бук	Радиальная	Тангентальная	Торцовая	-0,445	0,488	0,017	0,121	0,079	0,472	0,223	$\geq 2,011$
				-0,345	0,394	0,019	0,068	0,045	0,587	0,346	$\geq 2,009$
				-0,151	0,209	—	—	—	0,161	0,026	$\geq 2,010$

Примечание.  $S_{yx}$  — стандартная ошибка оценки зависимой переменной от независимой;  $S_{byx}$  и  $S_{ayx}$  — стандартные ошибки оценки показателей  $a$  и  $b$ ;  $r$  — коэффициент корреляции;  $r^2$  — коэффициент детерминации.

( $r = 0,324 - 0,472$ ). Это исключает возможность прогнозирования истираемости древесины по ее плотности.

Статистические показатели плотности испытанных образцов приведены в табл. 3.

Исследована связь между показателями истирания различных поверхностей разреза древесины (табл. 4).

В результате испытаний установлено, что между упомянутыми показателями практически отсутствует корреляционная связь. Это подтверждает необходимость учета направления волокон древесины при ее истирании. Влажность испытанных образцов составляла 9—10 %. Колебания влажности незначительные, поэтому она не влияла на результаты испытаний.

Таблица 3

Статистический показатель	Ель			Дуб			Бук		
	Поверхность истирания								
	радиальная	тангентальная	торцовая	радиальная	тангентальная	торцовая	радиальная	тангентальная	торцовая
$\bar{X}$	395	452	446	716	597	618	655	651	651
$S$	0,013	0,038	0,011	0,025	0,026	0,019	0,020	0,040	0,019
$n$	49	50	48	48	50	48	49	50	49

Таблица 4

Выборка		Регрессионные показатели				
Порода древесины	Поверхность истирания	Параметры уравнения $\Delta h = b\Delta h_n + a$		$r$	$r^2$	Критерий значимости коэффициента корреляции
		$b$	$a$			
Ель	$r-t$	0,081	0,379	0,101	0,010	0,698 < 2,010
	$r-T$	-0,053	0,413	0,019	0,0003	0,133 < 2,011
	$t-T$	-0,050	0,357	0,014	0,0002	0,102 < 2,010
Дуб	$r-t$	-0,066	0,173	0,096	0,009	0,671 $\geq$ 2,009
	$r-T$	-0,137	0,175	0,084	0,007	0,578 $\geq$ 2,010
	$t-T$	0,230	0,170	0,107	0,012	0,735 < 2,011
Бук	$r-t$	-0,051	0,205	0,063	0,004	0,439 < 2,010
	$r-T$	-0,134	0,211	0,125	0,016	0,854 < 2,011
	$t-T$	0,167	0,151	0,124	0,015	0,859 < 2,010

Примечание.  $r$  — радиальная,  $t$  — тангентальная,  $T$  — торцовая поверхность истирания древесины.

Таким образом, полученные характеристики и зависимости истираемости древесины не противоречат известным данным. Исследованный метод имеет ряд положительных сторон (простота и малая продолжительность испытания, несложное оборудование, небольшой расход древесины) и может быть использован для оценки истираемости древесины.

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 630\*2:061.3

ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ  
ПО ОБЩИМ ПРОБЛЕМАМ БИОГЕОЦЕНОЛОГИИ

С 11 по 13 ноября 1986 г. в Москве проходило второе Всесоюзное совещание по общим проблемам биogeоценологии. В его работе приняли участие более 500 человек, представлявших 120 организаций из 60 городов Советского Союза.

Первое совещание по проблемам биogeоценологии, проходившее под непосредственным руководством основателя теории биogeоценологии акад. В. Н. Сукачева, состоялось в ноябре 1966 г.— ровно 20 лет назад. За этот значительный период биogeоценология, как и экология в целом, характеризовалась широким поиском наиболее общих закономерностей структуры и функционирования биogeоценологических систем в разных ландшафтно-географических условиях, динамики биogeоценозов, межбиogeоценологических связей, формирующих целостный биogeоценологический покров Земли. Современный этап характеризуется высокими темпами вовлечения в сферу прямого хозяйственного освоения обширных территорий, все более глубоким и многоплановым использованием природных ресурсов, интенсификацией отраслей народного хозяйства, прямо и косвенно связанных с воздействием на природные системы и окружающую среду. Все это ставит перед биogeоценологией сложную и важную задачу сохранения устойчивых и высокопродуктивных систем в условиях антропогенного ландшафта, развития интенсивных технологий природопользования, направленного формирования биogeоценозов с заданными свойствами.

Для обсуждения, оценки, теоретического обобщения и внедрения новых разработок в практику народного хозяйства актуальной оказалась организация Всесоюзного совещания по общим проблемам биogeоценологии, учредителем которого выступил Научный совет АН СССР по проблемам биogeоценологии и Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР.

Открыл совещание акад. В. Е. Соколов, отметивший большое значение развития учения о биogeоценозе, как важнейшего достижения отечественной биологической науки. Биogeоценология развивается как фундаментальное научное направление, основными задачами которого являются: разработка теории функционирования и развития сложных естественных и искусственных биogeосистем; рациональное природопользование и охрана природы; моделирование и прогнозирование экологических процессов в условиях интенсификации использования биологических ресурсов.

Об истоках и истории создания учения о биogeоценозе в Советском Союзе, о роли и значении идей В. В. Докучаева, В. И. Вернадского, Г. Ф. Морозова и В. Н. Сукачева в развитии биogeоценологии шла речь в выступлении Т. А. Работнова.

Доклады, представленные на совещании, группировались по тематическому принципу: общие вопросы, пространственно-временная организация биogeоценозов, вещественно-энергетические отношения в биogeоценозах, антропогенная трансформация биogeоценозов, их охрана, искусственные биogeоценозы, математическое моделирование биogeоценологических процессов.

Кроме общих принципиальных вопросов биogeоценологии, на совещании обсуждались и проблемы лесной биogeоценологии. В этом сообщении мы коснемся лишь некоторых докладов, посвященных общим проблемам биogeоценологии, а также докладов, непосредственно отвечающих тематике «Лесного журнала».

В докладе чл.-кор. АН УССР М. А. Голубца указывалось, что биogeоценозы объединяются в пространственно-временные единицы: горные и равнинные, бассейновые и приустьевые, материковые и морские (экосистемы Одумы, биogeосистемы Бяловича), структура и антропогенная динамика которых определяет не только функциональные особенности биogeоценологического покрова того или иного региона, но и многие биохимические и экологические процессы в биосфере. Структурным компонентом, энергетическим блоком биосферы является биogeоценологический покров, формируют который межбиogeоценозные связи. Поэтому, как отметил М. А. Голубец, важнейшими современными задачами биogeоценологии следует считать изучение механизмов саморегуляции биogeоценозов, их гомеостатических свойств и пороговых уровней устойчивости к биотическим, абиотическим и антропогенным воздействиям, антропогенной динамики и функций биogeоценологического покрова и ее последствий в структурно-функциональной организации биосферы.

Ю. Г. Пузаченко в докладе «Формальные системы в экологии» с помощью элементов формальной логики показал возможность системного определения исследованного круга рассматриваемых явлений и области применимости полученных результатов.

В познании сущности биогеоценоза, как отметил чл.-кор. АН СССР И. А. Шилов, особая роль принадлежит изучению структуры живого населения биосферы, так как только на организменном уровне осуществляется трансформация веществ и энергии и перенос веществ в пределах биосферы. Однако устойчивое поддержание обменных процессов в глобальном масштабе может быть обеспечено только на уровне систем воспроизводящихся особей данного вида — популяций. На фоне широкого видового разнообразия общий принцип устойчивого круговорота сводится к тому, что он возможен лишь при взаимодействии видов, относящихся к трем экологическим категориям: продуцентов, редуцентов и консументов. Взаимодействие популяций видов этих категорий осуществляется на уровне многовидовых сообществ — биогеоценозов.

Во многих докладах отмечалось, что существующая тенденция развития теории и практики биогеоценологии достаточно полно и объективно отражает актуальные проблемы мировой науки, сфокусированные на повышение биологической продуктивности и устойчивости биосферы на фоне прогрессирующего использования биологических ресурсов. Для повышения биологической продуктивности наиболее конструктивным методом может стать сочетание исследований продукционных процессов на организменном и популяционном уровнях с привлечением динамических математических моделей. Современный этап в развитии лесоведения характеризуется усилением внимания к математическому моделированию лесных экологических систем, что является закономерным следствием накопления сведений о природе леса и отражает стремление оценить различные аспекты роста и развития растительных сообществ.

О зависимости биопродукционного процесса фитоценозов разных природных зон от экологических факторов шла речь в выступлении А. И. Уткина. Связанная с продукционным процессом адаптация растений сильнее выражена в биогеоценозах с отклоняющимся от оптимума проявлением одного или нескольких экологических факторов. Специфика адаптивных реакций растений к свету и их значение для продуктивности разных биогеоценозов удовлетворительно выражается индексами листовой поверхности и распределением поверхности листьев в толще слоя растительного покрова.

О строгом учете жизненной среды, продуманном подборе древесных пород и структуры их древостоя для создания искусственных лесов в степи говорилось в докладе А. Л. Бельгарда. В пределах любой ботанико-географической зоны существует значительное количество интразональных местообитаний, обусловленных причинами геоморфогенного и эдафогенного порядка, где лесорастительные условия образуют целую гамму различных ступеней экологического соответствия и несоответствия леса конкретным местообитаниям. Поэтому при создании человеком лесных сообществ необходимо пользоваться широкими типологическими обобщениями, построенными на биогеоценологической основе: типом лесорастительных условий (зональность, механический состав почвы, засоленность и др.), типом экологической структуры (световая структура и продолжительность средообразующего влияния леса) и типом древостоя (породный состав).

Биогеоценологические особенности сосновых древостоев, созданных в различных эко-топах сложных ельников на суглинистых дерново-подзолистых почвах, были представлены в докладе Л. М. Носовой.

Е. А. Сидорович, Е. Г. Бусько, А. Н. Иодо и А. И. Алехно рассказали об исследованиях сосновых древостоев мшистого типа, сформировавшихся на месте бывших сельскохозяйственных угодий.

К. С. Бобкова, В. В. Тужилкина, Э. П. Галенко, А. И. Патов, С. Н. Сенькина дали подробную комплексную оценку продукционного процесса в сосновых биогеоценозах северо-востока европейской части РСФСР (исследования проводили в средней подзоне тайги Коми АССР). В результате многолетних стационарных наблюдений установлены количественные параметры основных звеньев круговорота веществ в естественных горных еловых биогеоценозах Среднего Урала (доклад В. П. Фирсовой, Т. С. Поповой, В. С. Дедкова, Е. В. Прокопович). Динамика структуры фитомассы и межкомпонентные связи фитоценозов темнохвойных (пихтово-еловых и широколиственно-кедровых) лесов Сихотэ-Алиня были представлены в докладе В. Н. Дюкарева и В. А. Розенберга. Итогом оптимизации дубово-буковых биогеоценозов Карпат (доклад П. С. Пастернака, В. П. Ткач, Н. Д. Кучмы) стала программа лесовыращивания в их предгорьях.

В лесных биогеоценозах в качестве ведущего биогенного фактора разложения детрита, гумуса и других органических веществ выступают сапрофаги. Они контролируют темпы круговорота элементов минерального питания, происходящих в сообществах. О принципах организации многовидовых группировок сапрофагов в разных типах лесных фитоценозов шла речь в докладе Н. М. Черновой и Н. А. Кузнецовой. Структурный анализ почвенной биоты в лесных биогеоценозах был представлен в докладе Л. Г. Буровой.

Начавшееся усыхание лесных массивов в Центральной Европе с 70-х гг. затронуло и территорию Советского Союза. Т. А. Фрей и Д. М. Фрей обобщили зарубежный опыт исследований усыхания лесов, которое в Европе приняло характер экологической катастрофы. Производственная деятельность человека оказалась мощным фактором, преобразующим структуру и функционирование биогеоценологического покрова. Поэтому, как отмечали многие из выступавших (Д. А. Кривоуцкий, Ф. А. Тихомиров, Е. А. Федоров; И. Д. Юркевич, Д. С. Голод, Н. И. Петручук, Е. Л. Красовский;

Н. М. Любашевский, И. Г. Мижирицкая; В. А. Снытко, Ю. М. Семенов, А. В. Мартынов), все более очевидной становится необходимость всесторонней оценки этих преобразований в локальном, региональном и глобальном масштабах в целях их прогнозирования и управления ими. Основой этой оценки должны стать исследования первичной и современной структуры биогеоценозического покрова конкретных регионов, определение глубины и направлений его антропогенных изменений, сравнительные исследования структурно-функциональной организации коренных и производных биогеоценозов, экологический анализ антропогенных межэкосистемных связей, особенно связей, существующих между природными и урбанизированными экосистемами.

Важное направление исследований — системный подход, включающий изучение биологического круговорота всех основных биологических и абиотических компонентов биогеоценозов, их взаимодействия и изменения под антропогенным влиянием. На совещании указывалось, что актуальные проблемы техногенного воздействия на окружающую среду способствовали развитию исследований, касающихся влияния хозяйственной деятельности человека на компоненты биогеоценозических систем. В рамках этого направления идет активное накопление фактического материала, демонстрирующего сложный и многоплановый характер реакции природных систем на антропогенные воздействия. Формируются общие теоретические представления об устойчивости биогеоценозических систем, их компонентов и элементов, необходимые для решения практических задач нормирования воздействий, мониторинга, экологической экспертизы, прогнозирования и, в конечном итоге, сохранения оптимального для человека состояния окружающей среды.

Вместе с тем указывалось, что эффективное развитие науки, направленное на решение актуальных народнохозяйственных задач, невозможно без качественного улучшения устаревшей и не отвечающей современным требованиям материально-технической базы, без резкого улучшения профессиональной подготовки молодых специалистов, без тесной связи научно-исследовательских организаций с хозяйственными предприятиями, без совершенствования координации научных исследований и внедрения их результатов в практику.

Решение стоящих перед биогеоценологией задач должно создать надежную основу для развития и внедрения в практику прогрессивных, интенсивных технологий в сельском и лесном хозяйстве, технологий восстановления нарушенных земель, разработки комплексных методов сохранения и улучшения окружающей среды. Оценивая тенденции, существующие в мировой практике, можно утверждать, что конструктивное значение биогеоценологии как науки об управлении сложными природными и природно-техническими системами будет прогрессивно возрастать и на ее основе будут решаться сложные инженерно-технические задачи, связанные с проблемами использования биологических ресурсов и охраны окружающей среды.

Н. К. Остроумова

Институт биологии развития АН СССР

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630\*187(049.3)

## БОРЫ-БЕЛОМОШНИКИ

Под таким названием вышла в свет книга А. А. Листова\*. В ней автор приводит результаты своих 25-летних исследований сосновых насаждений одной из специфичных и распространенных на Европейском Севере СССР лесотипологических групп — боров лишайниковых — *Pineta cladinoso* (по В. Н. Сукачеву).

Примечательно, что автор в начале книги пишет о целесообразности ведения лесного хозяйства на типологической основе. Лесная типология является одним из средств дальнейшего совершенствования организации лесного хозяйства Европейского Севера. Будущее за лесными хозяйствами, устроенными на лесотипологической основе. Однако практическое решение этой важнейшей задачи затруднено из-за недостатка научных разработок. И в этом отношении рецензируемый труд А. А. Листова представляется весьма полезным и ценным для практики северного лесного хозяйства.

Не ограничивая себя рамками, очерченными названием книги, автор затрагивает многие важные проблемы сосновых лесов Европейского Севера и на этом фоне правильно оценивает современное значение лишайниковых сосняков, всесторонне и углубленно их изучает, охватывая боры на северном пределе лесной растительности.

Исследователя тревожит значительное сокращение площадей сосняков и запасов сосновой древесины за последнее 50-летие. Особое внимание он уделяет процессам смены сосны елью, нежелательным для народного хозяйства, но являющимся обычно следствием бесхозяйственности.

Хотя автор и не делает категорического вывода о мере допустимости смен сосняков ельниками, такой вывод из его материалов и наших исследований вытекает сам собой: смена сосняков ельниками резко понижает продуктивность таежных лесов и должна быть исключена! Достижение полного соответствия почвенно-грунтовых условий биологическим свойствам выращиваемых древесных пород и в первую очередь главной породы — обязательное условие при организации и ведении высокопродуктивного лесного хозяйства.

Рассматривая эколого-биологические аспекты смены сосны елью, А. А. Листов подтверждает, что для возобновления сосны благоприятно сочетание огневой очистки лесосек с оставлением семенников. Отход от этого комплексного лесоводственного мероприятия и необоснованное увлечение еловыми культурами на деле явились вредными антропогенными факторами, повлекшими за собой резкое уменьшение площадей высокопродуктивных сосняков. Это усугубляется при рубке сосняков сохранением елового подроста, приводящим к смене высокопродуктивных сосняков (кисличников, черничников и травяных типов леса I—III классов бонитета) менее продуктивными ельниками.

Обширные опытные данные позволили автору дать обстоятельную характеристику экологических условий в лишайниковых сосняках и тем самым подвести солидную научную базу для лесотипологических и лесотаксационных исследований, изучения морфогенеза и роста сосны, лесовозобновительных процессов, выявления влияния удобрений на рост сосны; рассмотреть основные лесоохранные вопросы и некоторые стороны лесопользования. Особый интерес вызывают вопросы лесной типологии.

Любопытна динамика кустарничкового, травяного и мохово-лишайникового покрова на гарях при давности низовых пожаров от 1 до 85 лет. Наибольшее разнообразие растительности (27 видов) оказалось на 10—20-летних гарях. Степень покрытия почвы мохово-лишайниковой растительностью уже на 3-летней гари составляет 41 %, со временем быстро увеличиваясь и достигая 90 % на 10-й год после низового пожара. Этот биологический процесс в условиях Европейского Севера служит мощным заслоном против ветровой эрозии почв — явления очень опасного, нередко приводящего к образованию значительных участков сыпучих песков. Для полного предотвращения этой опасности лесоводам необходимо всесторонне учитывать выявленные А. А. Листовым закономерности и разумным вмешательством активизировать расселение аборигенной растительности на свежих гарях и вырубках.

Довольно детальное изложение особенностей лишайникового покрова сопровождается новыми данными о влагоемкости и химическом составе лишайников, сведениями о лишайниках — индикаторах загрязнения воздуха промышленными выбросами. Автор подчеркивает многообразное значение лишайникового покрова, как лекарственного и технического сырья, корма для оленей и получения глюкозы (*Cetraria cucullata* (Bellardi) Ach.). Интересен небольшой исторический экскурс в лесную типологию.

\* Листов А. А. Боры-беломошники. — М.: Агрпромиздат, 1986. — 181 с.

Тщательно выполненные на постоянных пробных площадях и опытных участках лесотипологические исследования позволили А. А. Листову выделить в северном регионе два-три типа леса: сосняк чисто лишайниковый (*Pinetum cladinosum purum*); сосняк мшисто-лишайниковый (*Pinetum hilocomioso-cladinosum*) на глубоких песках и сосняк мшисто-лишайниковый на неглубоких песках, подстилаемых дренированными отложениями.

Выделение двух типов мшисто-лишайниковых сосняков оправдано как в научном, так и в хозяйственном отношении, так как сосняки второго типа леса произрастают на неглубоких песках, подстилаемых карбонатными и другими хорошо дренируемыми отложениями, и заметно отличаются по росту и продуктивности от первого и тем более от сосняка чисто лишайникового, характеризующегося меньшей продуктивностью, высокой горимостью и слабой устойчивостью к антропогенным факторам.

Поддерживая предложения автора о выделении двух типов мшисто-лишайниковых сосняков, заметим, что правильное определение их в лесоустроительной практике затруднено и могут быть ошибки, ибо таксаторы практически не в состоянии контролировать себя частыми почвенными раскопками.

А. А. Листов показывает, что после вырубki древостоев лесорастительные условия в лишайниковых борах существенно изменяются. Учитывая это и руководствуясь учебником И. С. Мелехова о типах вырубok, он разработал оригинальную динамическую схему взаимосвязей типов леса с типами вырубok как без огневого воздействия, так и с учетом пирогенного фактора. Лесотипологические классификации А. А. Листова на практике будут способствовать интенсификации и повышению культуры лесного хозяйства.

На основе комплексного изучения природы лишайниковых сосняков автор показал преимущество одновозрастных древостоев, обеспечивающих повышенную полноту, исключаящих различные «окна» и прогалины и, как следствие, более продуктивных по сравнению с разновозрастными.

Уникальные исследования корневых систем, проведенные на массовом материале, открыли автору возможность научно объяснить главные причины ветровальности сосны, нередко крупными очагами. При лесоустройстве Лешуконского лесхоза в 1959 г. мы наблюдали массовую ветровальность сосны в приречных лишайниковых сосняках Кымского лесничества. Картина сама по себе удручающая! А если учесть, что при экстенсивном ведении лесного хозяйства ценная деловая древесина оказывается жертвой насекомых и дереворазрушающих грибов, то огромный вред этого стихийного явления становится еще очевиднее. Исследования А. А. Листова помогут лесоводам в научной разработке эффективных мер предотвращения ущерба при массовой ветровальности в борах-беломошниках.

Результатом изучения морфогенеза и роста сосны явились новые научные данные о гроздевидном плодоношении, изменчивости в охвоенности ауксбластов и образовании брахбластов с тремя и более хвоинками, изменчивости численности смоляных каналов в хвое и явления двойного прироста в высоту. Все они имеют большое научное и практическое значение.

Весьма полезны для северного лесного хозяйства научные сведения о лесовозобновительных процессах в лишайниковых сосняках и влиянии удобрений на рост сосновых древостоев. Автор впервые раскрыл экологические особенности роста и научно доказал большое лесоводственное значение угнетенного крайне медленно растущего соснового подростка в этом регионе. Он установил, что в исследуемых борах почвы наиболее теплообеспечены в течение всего вегетационного периода, хорошо аэрируются, не переувлажняются, но очень бедны азотом и другими элементами питания. 10-летние опыты автора с минеральными удобрениями показали, что при улучшении почвенного питания сосны продуктивность боров-беломошников существенно возрастает. А. А. Листов правильно рекомендует применение удобрений и биологическую мелниорацию песчаных почв люпином многолетним.

Впервые в исследуемом регионе изучен сезонный и суточный рост сосны под влиянием удобрений. Заслуживают внимания рассмотренные автором вопросы охраны боров-беломошников от пожаров, защиты от грибных болезней и вредителей-насекомых.

Лесоводов Европейского Севера должно особо настораживать очень серьезное и правильное предостережение о недопустимости применения на лесозаготовках в борах-беломошниках тяжелой агрегатной техники. Целесообразно принять все рекомендации автора по лесопользованию в лишайниковых сосняках.

Исследования А. А. Листова являются значительным вкладом в науку о лесах Европейского Севера. Его книгу с интересом прочтут и используют в своей деятельности не только научные работники, для которых она предназначена, но и все, кому дороги судьбы северного леса: специалисты лесного хозяйства, лесоустроители, преподаватели и студенты лесохозяйственных специальностей вузов и техникумов. Приходится сожалеть, что она издана малым тиражом (850 экз.). Желательно такие книги иллюстрировать фотографиями.

О. А. Неволин

Архангельский лесотехнический институт

УДК 630\*18(211) (049.3)

## МЕРЗЛОТНОЕ ЛЕСОВЕДЕНИЕ

Велика наша Родина. Разнообразны природные условия в ее разных частях. В связи с этим многолик и характер наших лесов. Отсюда вполне закономерно развитие научных познаний о лесе применительно к тем или иным природным регионам. Одним из интегральных выражений накопленных знаний о лесе (как и по другим наукам) являются учебники. В них мы ожидаем найти совокупность всех материалов, добытых ученым миром ко времени подготовки подобных изданий. Сами учебники должны отражать не только уровень развития той или иной области знаний, но и степень осмысления накопленных данных. Сказанное относится, прежде всего, к учебникам высшей школы.

Первым, наиболее полным лесоводственным учебником для вузов явилось «Общее лесоводство» прф. М. Е. Ткаченко, вышедшее в свет в 1939 г. К середине текущего столетия был значительно расширен объем материалов о природе леса и ведении в нем хозяйства. Эти сведения нашли отражение в содержательных публикациях М. Е. Ткаченко (1950) и В. Г. Нестерова (1949, 1954), изложенных под одинаковым заглавием «Общее лесоводство». Учебник В. Г. Нестерова был удостоен Государственной премии.

Если до 60-х гг. текущего столетия учебники носили характер «всеобщего» лесоводства, т. е. они не были дифференцированы применительно к условиям той или иной территории, то в последующие годы публикуются работы, отражающие специфику конкретных лесов. Выходят в свет «Горное лесоводство» (В. З. Гулисашвили для условий Кавказа и Н. М. Горшенина, А. И. Швиденко — для Кавказа), «Степное лесоведение» А. Л. Бельгарда и «Общее лесоводство» П. С. Погребняка, отразившее особенности лесостепи. Можно считать сформировавшимся и «Таежное лесоводство», получившее правда пока еще не полное освещение в учебном пособии для вузов С. В. Белова.

Сегодня мы являемся свидетелями становления еще одного лесоводства — «Мерзлотного лесоведения» проф. Л. К. Позднякова\*. Это пока еще не учебник, а монография, в которой заложены научные основы, раскрывающие природу лесов, произрастающих на вечной мерзлоте. В книге освещаются и вопросы собственно лесоводства, а именно организации рубок, лесовосстановления и уходов за лесом. Работа достойна внимания. Она особенно актуальна в связи с освоением лесов в зоне БАМа, Якутии и других регионов, где леса произрастают в экстремальных условиях.

Почти четверть книги посвящена характеристике мерзлотных почв. И это закономерно, так как жизнь леса связана непосредственно с почвой. Автор обращает внимание на то обстоятельство, что вечная мерзлота распространена почти на четвертой части всей суши Земли — от тундры до пустыни.

Мы не будем останавливаться на перечислении особенностей мерзлотных почв, их трансформации как в естественных природных условиях, так и под воздействием чужеродной обстановки. А это одна из важнейших особенностей мерзлотных почв, их существенную деформацию, которая нередко ведет к необратимым изменениям в природной обстановке. А это одна из важнейших особенностей мерзлотных почв, которая составляет одну из характерных черт лесоведения и лесоводства на таких пространствах.

Значительное внимание автор уделяет биоэкологической характеристике древесных пород. Своеобразие корневых систем, которые располагаются в самом верхнем горизонте почвы, — одна из выраженных особенностей лесов в условиях вечной мерзлоты. И, конечно, низкая продуктивность древостоев — своеобразное «лицо» таких лесов.

Основными лесообразователями мерзлотного пояса являются хвойные леса из лиственницы Сукачева, сибирской, даурской, Чекановского, сосны, ели сибирской, пихты сибирской, а на северо-востоке и кедрового стланика, образующего своеобразные леса-заросли.

Анализируя продуктивность древостоев, Л. К. Поздняков, как это принято, исходит из бонитета. Однако ход их роста (табл. 12, 13) указывает на существенные различия в развитии насаждений. И здесь возникают сразу два момента: с одной стороны, можно констатировать специфику роста древостоев в разных условиях при одном и том же бонитете; с другой — говорить о несовершенстве бонитировочной шкалы, а точнее о большом разбеге пределов, разделяющих классы бонитета. Необходимо, на наш взгляд, уменьшить промежутки между классами по крайней мере в четыре раза. В та-

\* Поздняков Л. К. Мерзлотное лесоведение. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. — 191 с.: ил., 1000 экз.

ком случае можно будет более дифференцированно классифицировать продуктивность древостоев, а вместе с этим и более наглядно выявлять особенности их развития.

Автор публикации справедливо уделяет большое внимание лесной подстилке. И это понятно. Подстилка — важное звено биогеоценоза, связывающее живую и неживую природу. Вместе с тем, в условиях мерзлотных почв она имеет особое значение и как экологический фактор. Являясь по образному выражению М. И. Сумгина «овчиной», прикрывающей почву, подстилка обеспечивает устойчивость мерзлотных почв. Данные о массе подстилки и опаде противоречивы, что связано, видимо, с несовершенством метода учета.

Интересен и своеобразен ход восстановительных процессов под пологом леса и на вырубках с вечной мерзлотой. Начальные этапы, как известно, связаны с семеношением и характером поверхностных слоев почвы. Неравномерность семеношения типична для неблагоприятных условий роста. А как показала автор рецензируемой работы, подстилка мерзлотных почв имеет свою специфику.

Еще раз надо подчеркнуть малую величину жизнедеятельного слоя почв с вечной мерзлотой. В этих условиях роль подстилки как субстрата для всходов и юного самосева особенно велика. И как на первый взгляд ни парадоксально сосуществование засухи и вечной мерзлоты, оно, увы, имеет место. Именно сухость подстилки, например в условиях Якутии, является фактором, лимитирующим заселение площади древесными породами.

Высокая корненасыщенность поверхностных слоев почвы вызывает жесткую корневую конкуренцию древесных пород. А это обстоятельство, как утверждает автор, обуславливает нецелесообразность несплошных рубок в этих условиях.

Своеобразие экологических условий на вечной мерзлоте определяет не только способы рубок, но и пути воспроизводства лесных ресурсов. Ведущим, во всяком случае для Якутии, автор считает естественное лесовосстановление путем сохранения подроста и оставления источников семян. Оригинальный прием предлагает Л. К. Поздняков и по рубкам ухода. Он рекомендует проводить их наподобие коридоров, расчленяющих участки на отдельные, биогруппы.

Говоря о механизации лесозаготовок, Л. К. Поздняков обращает внимание на внедрение тяжелой лесозаготовительной техники и на площадях с вечной мерзлотой. Здесь хочется упрекнуть автора в либерализме при оценке последствий такой неумной технической политики для территории, где они оказываются тяжелыми, а может быть, и катастрофическими не только для почв, но и природной обстановки в целом. И говорить об этом надо громко и смело, а не обтекаемо, как это делает автор.

В списке литературных источников приведено около 270 наименований. Обобщая обширный литературный материал, автор рецензируемой работы представляет читателю не компиляцию, а осмысленные сведения, обогащенные данными собственных исследований. Что дан подробный список работ, относящихся к излагаемой теме, — хорошо. К сожалению, пятая часть их если и имеет, то весьма отдаленное отношение к вопросу. А это уже плохо. Они засоряют список, делают необъективной оценку ряда публикаций, затрудняют использование данных, особенно неопытным читателем. Вместе с тем Л. К. Поздняков упустил исследования, проведенные в европейской части страны, по характеристике роста древесных пород в экстремальных условиях.

Книга значительно выиграла бы, если бы по каждому разделу было дано краткое резюме. Это особенно необходимо для публикации, освещающей новые вопросы. Для подобных работ можно бы выделить и покачественней бумагу, да и тираж устанавливать не по нижнему пределу.

В книге имеются не допустимые, особенно в академических изданиях, опечатки (с. 15, 16, 39, 84, 107, 115, 123, 167 и др.).

Как справедливо указывает автор публикации, рассмотренные вопросы должны быть дополнены и уточнены другими данными, относящимися к иным, кроме рассмотренных, территориям с вечной мерзлотой. Но первый камень, а лучше сказать блок, заложен в мерзлотное лесоведение. И в этом несомненная заслуга Л. К. Позднякова.

Складывается впечатление, что при присуждении золотой медали им. Г. Ф. Морозова Отделение лесоводства ВАСХНИЛ встречается с трудностями при отборе претендентов. Корифей отечественного лесоводства оставил глубокий след во всех областях лесоводственных знаний, но все же сердцевина его учения — «лес — явление географическое». А если это так, то у труда Л. К. Позднякова «Мерзлотное лесоведение» имеется «проходной балл» для получения этой высокой награды.

П. Н. Львов

Архангельский лесотехнический институт

## ПАМЯТИ УЧЕНЫХ

## ПАМЯТИ ВЯЧЕСЛАВА ИВАНОВИЧА ПЕРЕХОДА

(1887—1987 гг.)

10 февраля 1987 г. исполнилось 100 лет со дня рождения видного советского ученого в области лесного хозяйства и лесной экономики академика АН и АСНХ БССР, заслуженного деятеля науки БССР Вячеслава Ивановича Перехода.

Окончив в 1911 г. Ново-Александрийский институт сельского хозяйства и лесоводства со званием ученого-лесовода I разряда, В. И. Переход работал в различных районах страны, что дало ему возможность глубоко изучить леса России.

С первых лет Советской власти Вячеслав Иванович активно включается в строительство новой жизни. Особенно много сделано им для развития лесотехнического образования и создания первых учебных пособий для студентов.

В 1920 г. В. И. Переход по Всероссийскому конкурсу избирается профессором Уральского горного института, а в 1921 г. приглашается в Минск, где становится первым деканом лесохозяйственного факультета, профессором университета и редактором журнала «Народное хозяйство Белоруссии».

В 1925 г. В. И. Переход командировается с научной целью за границу, где знакомится с постановкой лесного образования и лесным хозяйством Польши и Германии (Саксония, Пруссия). По возвращении Вячеслав Иванович назначается деканом лесного факультета Белорусской сельскохозяйственной академии в Горы-Горках. В этот период он публикует ряд научных работ, которые сыграли значительную роль в развитии экономики лесного хозяйства: «Теория лесного хозяйства», «Экономические элементы леса и лесного хозяйства» и др.

С 1928 г. по 1931 г. В. И. Переход работает в Уральском политехническом институте, где впервые при изучении экономических вопросов использует метод географического профиля. С организацией Белорусского лесотехнического института и научно-исследовательского института лесного хозяйства Вячеслав Иванович снова работает в Белоруссии.

В трудные годы Великой Отечественной войны В. И. Переход вступает в ряды КПСС и заканчивает докторскую диссертацию на тему «Основные проблемы организации лесного хозяйства».

После защиты докторской диссертации (1944 г.) Вячеслав Иванович работает сначала в Московском лесотехническом институте, а затем в Белорусской Академии наук, где и организует Институт леса, вошедший впоследствии в состав БелНИИЛХа.

В. И. Переход внес большой вклад в развитие науки и практики лесного хозяйства. Им опубликовано свыше 230 статей, посвященных различным вопросам лесохозяйственного производства. За время своей научно-педагогической деятельности В. И. Переход подготовил много специалистов лесного хозяйства, в числе его учеников имеются кандидаты, доктора наук и академики АН БССР.

Заслуги В. И. Перехода в области лесной науки отмечены избранием его действительным членом АН БССР (1950 г.) и академиком-учредителем АСХН БССР (1957 г.).

Коммунистическая партия и Советское правительство высоко оценили заслуги В. И. Перехода, наградив его орденами Ленина и «Знак Почета», медалями и присвоив почетное звание заслуженного деятеля науки Белорусской ССР (1956 г.).

Светлую память о Вячеславе Ивановиче будут долго хранить в сердцах коллеги, знавшие его по научной и практической деятельности.

А. В. Переход

БелНИИЛХ

## НЕКРОЛОГ

**ПЕТР МИХАЙЛОВИЧ ТРОФИМОВ**

На 81-м году жизни скончался член КПСС с 1929 г., профессор, доктор экономических наук Петр Михайлович Трофимов, отдавший более 60 лет своей трудовой деятельности лесной промышленности, подготовке и воспитанию инженерных кадров.

Петр Михайлович родился 7 декабря 1905 г. в семье крестьянина-бедняка дер. За-лесье, Онежского района, Архангельской области. Рано лишившись родителей, он начал самостоятельную трудовую деятельность в 1918 г. на лесозаготовках и сплаве леса, а с 1922 г. по 1928 г. работал на лесозаводах и лесобиржах г. Онеги и Архангельска рабочим, приемщиком леса, рубщиком, сдатчиком по лесоэкспорту. С 1928 г. по 1930 г. служил в Красной Армии, окончил полковую школу и курсы по подготовке в вуз. В 1930 г. Петр Михайлович по путевке политуправления Ленинградского военного округа командирован на учебу в Архангельский лесотехнический институт, который окончил в 1933 г. со званием инженера-технолога по лесоэкспорту и был оставлен в аспирантуре при кафедре экономики лесной промышленности АЛТИ.

В дальнейшем до 1967 г. вся научная, педагогическая и общественная деятельность его была связана с Архангельским лесотехническим институтом. Педагогическую работу Петр Михайлович начал с 1935 г. еще аспирантом, с 1938 г.— на кафедре марксизма-ленинизма. В 1940 г. защитил кандидатскую диссертацию, и ему была присуждена ученая степень кандидата экономических наук и ученое звание доцента.

С 1941 г. по 1946 г. находился в рядах Советской Армии и работал начальником социально-экономического цикла военного училища.

С августа 1946 г. по январь 1967 г. он заведовал кафедрой марксизма-ленинизма, а затем кафедрой истории КПСС, философии и основ научного коммунизма АЛТИ.

В марте 1963 г. в Институте экономики АН СССР он защитил докторскую диссертацию на тему «Экономическое развитие Европейского Севера России», и ему присуждается ученая степень доктора экономических наук, а в 1965 г. ученое звание профессора.

С февраля 1967 г. по май 1984 г. Петр Михайлович работал в Белорусском технологическом институте заведующим кафедрой полнэкономии, а с мая 1984 г. по август 1985 г.— профессором этой кафедры до ухода на заслуженный отдых.

Работая в Архангельском лесотехническом и Белорусском технологическом институтах, Петр Михайлович отдавал всю свою энергию, знания, опыт подготовке и воспитанию инженерных кадров. Он был высокообразованным, опытным педагогом и ученым, прекрасным человеком и умелым организатором учебной, воспитательной и научной работы. Им опубликовано более 150 печатных работ по экономическим проблемам социализма. В его творческой научной работе важное место занимали вопросы изучения экономической истории Европейского Севера России в дореволюционное и советское время.

На протяжении всей своей трудовой деятельности Петр Михайлович активно участвовал в общественно-политической жизни. Он коммунист с 50-летним партийным стажем, награжден золотым партийным знаком. Требовательность и доброта, человеколюбие и высочайшая порядочность отличали этого замечательного человека. Петр Михайлович неоднократно избирался секретарем и членом парткома АЛТИ, членом парткома БТИ. Выступал с лекциями для пропагандистов и партийного актива города и области. Везде его отличали исключительная добросовестность, большая энергия и трудолюбие, высокая ответственность за порученное дело.

Его заслуги в научно-педагогической и общественно-политической деятельности высоко оценены партией и Советским правительством. Он награжден орденами Трудового Красного Знамени и «Знак Почета», четырьмя медалями и Почетной грамотой Верховного Совета БССР.

Светлая память о Петре Михайловиче навсегда сохранится в сердцах тех, кто знал его и работал с ним.

Н. А. Батин, А. Н. Минин, В. А. Кулаженко,  
А. Г. Лахтанов, А. Г. Шутов, Н. С. Кузьмич  
Белорусский технологический институт

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. А. Какурин, Ю. Г. Бутко, В. И. Ленин</i> и становление бумажной промышленности . . . . .	3
<i>М. В. Кондаков, А. Г. Пилотик.</i> Каким быть завтрашнему машиностроению отрасли? . . . . .	8

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>И. К. Блинцов, М. В. Кудин, В. М. Натаров.</i> Влияние сосновых, еловых и черноольховых насаждений на формирование снежного покрова . . . . .	15
<i>Н. П. Чупров, Е. Д. Антуфьева.</i> Моделирование для многовариантных долгосрочных расчетов размера нестохастического пользования лесом на ЭВМ . . . . .	19
<i>В. А. Слюсарчук.</i> Запасы и химизм подстилки в бучинах и дубравах Ополья . . . . .	29

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>В. Г. Кочегаров, В. И. Фаст.</i> Влияние природно-производственных условий эксплуатации на работу лесосечных машин . . . . .	33
<i>Е. С. Буряк.</i> Исследование технического состояния покрытия колеиных железобетонных дорог . . . . .	36
<i>Ю. Г. Яковенко.</i> Исследование сроков эксплуатации зимних лесовозных дорог объединения Архангельсклеспром . . . . .	40
<i>Л. И. Гулько.</i> Методика прочностного расчета бесфундаментно-блочных секций лесоскладского оборудования . . . . .	45

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Б. П. Ерыхов, В. Е. Чибирев, А. А. Зуйков, М. Н. Барабошкина.</i> Методы измерения вязкоупругих свойств древесины при повышенных давлении и температуре . . . . .	50
<i>В. М. Максими, Д. Л. Дудюк.</i> О рациональных способах и периодичности замены пил многопильного ленточнопильного оборудования . . . . .	55
<i>А. Г. Гороховский, Ю. Б. Левинский.</i> Контроль продолжительности склеивания шпона на основе физической модели процесса отверждения клея . . . . .	58
<i>В. Б. Кунтыш, В. И. Мелехов, Л. М. Федотова, Н. М. Кузнецов.</i> Расчетно-аналитическое определение термического контактного сопротивления труб с навитыми завальцованными ребрами . . . . .	62

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>А. А. Леонович, Е. В. Васильева, С. С. Захаров.</i> О взаимодействии антипирена КМ с древесиной . . . . .	69
<i>Л. И. Холмик, А. А. Рязанцев, А. М. Погалева.</i> Модификация технических лигносульфонатов, используемых в качестве связующих . . . . .	72
<i>Б. Д. Левин.</i> Сравнение эффективности различных способов сушки целлюлозы . . . . .	75
<i>А. К. Бедрич, Н. П. Полякова, В. И. Суханов, Ю. М. Новоселов, В. А. Выродов.</i> Состав монотерпеновых углеводородов в древесине сосны обыкновенной после ее прижизненного просмоления . . . . .	77
<i>К. К. Боголицын, О. С. Бровко.</i> Оценка устойчивости водных растворов солей церия, используемых для характеристики редокс-свойств компонентов технологических растворов ЦБП . . . . .	80

### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>А. П. Петров, Хоанг Ван Тьео.</i> Методы формирования системы показателей эффективности лесозаготовительного производства в условиях перевода экономики на интенсивные методы хозяйствования . . . . .	83
---	----

С. Б. Дуванова, Н. Б. Оленькова. Определение оптимальных сроков службы орудий труда . . . . .	88
Е. И. Сенько. К вопросу экономической оценки ресурсов недревесных пищевых продуктов леса . . . . .	93
Б. И. Бобруйко, В. А. Мельчанов. Экономическая оценка стокоочищающих свойств защитных насаждений по берегам рек и водоемов . . . . .	96
П. А. Трибун, Т. Г. Шпильчак, А. В. Селиверстов, М. И. Бестильная, Р. Р. Олейник. К экономической оценке ущерба от корневой губки в ельниках Украинских Карпат . . . . .	101

#### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

А. А. Кулыгин. Влияние температурных условий на созревание семян тополя и вяза . . . . .	105
А. И. Барабин. Планирование заготовки семян хвойных пород на Европейском Севере . . . . .	106
В. Н. Трофимов, О. В. Трофимова. Количественные реакции паразитов и хищников сосновой совки на плотность хозяина . . . . .	108
Ю. А. Андреев. Метод оценки напряженности пожароопасного сезона . . . . .	110
А. А. Божок, И. С. Винтонив, О. С. Иванов. Особенности окулировки явора в горных условиях Карпат . . . . .	112
Н. Д. Денеш. О закономерности влияния влажности на прочность пиломатериала при изгибе . . . . .	114
Н. И. Ковзун. Статистические оценки точности распиловки и методы их вычисления . . . . .	116
А. В. Апостол. Беспрессовое уплотнение древесины . . . . .	120
Г. К. Ленюк. Определение угловой жесткости пакета при скручивании . . . . .	121
В. К. Любов, С. М. Шестаков, В. Ю. Захаров, О. А. Любова. Кинетические характеристики выхода летучих из твердых топлив . . . . .	123
Г. А. Чибисова, А. Т. Бублик, О. Э. Пфлаумер. Об истираемости древесины на машине типа МИВОВ-2 . . . . .	126

#### НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Н. К. Остроумова. Всесоюзное совещание по общим проблемам биогеоценологии . . . . .	129
---	-----

#### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

О. А. Неволин. Боры-беломошники . . . . .	132
П. Н. Львов. Мерзлотное лесоведение . . . . .	135

#### ПАМЯТИ УЧЕНЫХ

А. В. Переход. Памяти Вячеслава Ивановича Перехода (1887—1987 гг.) . . . . .	137
--	-----

#### НЕКРОЛОГ

Н. А. Батин, А. Н. Минин, В. А. Кулаженко, А. Г. Лахтанов, Г. М. Шутов, Н. С. Кузьмич. <u>Петр Михайлович Трофимов</u> . . . . .	138
--	-----

Рефераты . . . . .	143
--------------------	-----

---

## CONTENTS

- A. A. Kakurin, Yu. G. Butko.* V. I. Lenin and Development of Paper Industry . . . . . 3  
*M. V. Kondakov, A. G. Pilyutik.* Tomorrow's Machine-Building: What is it to be? . . . . . 8

### FORESTRY

- I. K. Blintsov, M. V. Kudin, V. M. Natarov.* Influence of Pine Spruce and Black Alder Forests on Formation of Blanket of Snow . . . . . 15  
*N. P. Chuproov, E. D. Antufieva.* Multivariant Long-Term Size Calculations Simulation on a Computer of Inexhausting Use of Forest . . . . . 19  
*V. A. Slyusarchuk.* The Supplies of Litter and its Chemical Properties in Beech and Oak Forests of Opolie . . . . . 29

### FOREST EXPLOITATION

- V. G. Kochegarov, V. I. Fast.* Influence of Natural and Industrial Service Conditions on Felling Machines Operation . . . . . 33  
*E. S. Buryak.* Analysis of Pavement Operating Condition of Strip Reinforce Concrete Roads . . . . . 36  
*Yu. G. Yakovenko.* Investigation of Winter Wood-transport Roads' Service Life of Archangelsklesprom . . . . . 40  
*L. I. Gulko.* Methods of Strength Calculation for Woodyard Equipment Sections without Foundation . . . . . 45

### MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD SCIENCE

- B. P. Erychov, V. G. Chibirev, A. A. Zulkov, M. N. Baraboshkina.* Measuring Methods of Wood Elasticity under Higher Temperature and Pressure . . . . . 50  
*V. M. Maximov, D. L. Dudyuk.* On Rational Ways and Saws' Replacement Periodicity of Multiple Band Sawing Machines . . . . . 55  
*A. G. Gorokhovskiy, Yu. B. Levinsky.* Veneer Gluing Duration Control on the Basis of Physical Model of Hardening Process . . . . . 58  
*V. B. Kuntysch, V. I. Melekhov, L. M. Fedotova, N. M. Kuznetsov.* Calculated Analysis of Thermal Contact Resistance of Pipes with Coiled Expanded Ribs . . . . . 62

### CHEMICAL WOODWORKING

- A. A. Leonovich, F. V. Vasilieva.* On Antipyrene KM and Wood Interaction . . . . . 69  
*L. I. Khomik, A. A. Ryazantsev, A. M. Pogaleeva.* Modification of the Technical Lignosulfonates Utilized as Binding Agents . . . . . 72  
*B. D. Levin.* Comparison of Effectiveness of Different Ways of Cellulose Drying . . . . . 75  
*A. K. Bedrin, N. P. Polyakova, V. I. Sukhanov, Yu. M. Novoselov, V. A. Vyrodov.* Composition of Terpene Hydrocarbons in Wood of *Pinus Silvestris* after Resinification of Living Trees . . . . . 77  
*K. G. Bogolitsyn, O. S. Brovko.* On Estimation of Aqueous Solution Stability of Ceric salts Used to Characterize Redox Properties of Liquors at Pulp and Paper Mill . . . . . 80

### ECONOMIC AND MANAGEMENT

- A. P. Petrov, Khoang Van Tieu.* Methods of Efficiency Indicators Formation in Logging under Transition to Intensive Economic Management . . . . . 83  
*S. B. Duvanova, N. B. Olenkova.* Determination of Tools' Optimal Service Life . . . . . 88

<i>E. I. Senko.</i> Economical Estimation of Minor Forest (Food) Products Resources . . . . .	93
<i>B. I. Bobruiko, V. A. Melchanov.</i> The Economic Assessment of the Field Run off Cleaning Functions of Protective Forest Stands Growing along Stream Banks . . . . .	96
<i>P. A. Tribun, T. G. Shpilchak, A. V. Seliverstov, M. I. Bestilnaya, R. R. Oliinyk.</i> On Economic Estimation of Damage Caused by Annosus Rot to Spruce Forests in the Ukrainian Carpathians . . . . .	101

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>A. D. Kulygin.</i> Influence of Temperature Conditions on Ripening of Poplar and Elm Seeds . . . . .	105
<i>A. I. Barabin.</i> Planning of Seeds Harvesting of Coniferous Species in the European North . . . . .	106
<i>V. N. Trofimov, O. V. Trofimova.</i> Quantitative Responses of Parasites and Predators of Pine Beauty Moth ( <i>Panolis flamme</i> Schiff.) to Host Density . . . . .	108
<i>Yu. A. Andreev.</i> Estimating Method of Fire Hazard Season Tension . . . . .	110
<i>A. A. Bozhov, I. S. Vintoniv, O. S. Ivaniv.</i> Peculiarities of Sycamore Inoculation under Mountain Conditions of the Carpathians . . . . .	112
<i>N. D. Denesh.</i> Regularity of Moisture Effect on Lumber Bending Strength . . . . .	114
<i>N. I. Kovzun.</i> Statistic Evaluation of Frame Sawing Accuracy and its Calculation Methods . . . . .	115
<i>A. V. Apostol.</i> Pressless Compression of Wood . . . . .	120
<i>G. K. Lenyuk.</i> Determination of Bunch's Angular Twisting Stiffness . . . . .	121
<i>V. K. Lyubov, S. M. Shestakov, V. Yu. Zakharov, O. A. Lyubova.</i> Investigation of Kinetic Peculiarities of Volatile Substances Eduction . . . . .	123
<i>G. A. Chibisova, A. T. Bublik, O. E. Pflaumer.</i> On Wood Abrasion in a MIVOV-2 Type Machine . . . . .	126

SCIENTIFIC AND LEARNED CONFERENCES

<i>N. K. Ostroumova.</i> The All-Union Conference on General Problems of Biogeocoenology . . . . .	129
--	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>O. A. Nevolin.</i> On Lichen Pine Forests . . . . .	132
<i>P. N. Lvov.</i> Permafrost Forest Science . . . . .	135

MEMORY OF SCIENTISTS

<i>A. V. Perekhod.</i> Commemorating V. I. Perekhod . . . . .	137
---	-----

OBITUARY

<i>N. A. Batin, A. N. Minin, V. A. Kylazhenko, A. G. Lakhtanov, A. G. Shutov, N. S. Kyzmich.</i> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Pyotr Michailovitch Trofimov</span> . . . . .	138
---	-----

Précis . . . . .	142
------------------	-----

## РЕФЕРАТЫ

УДК 676.2

**В. И. Ленин и становление бумажной промышленности.** А. А. КАКУРИН, Ю. Г. БУТКО. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 3—7.

В статье показана роль В. И. Ленина в развитии целлюлозно-бумажной промышленности.

УДК 621.01

**Каким быть завтрашнему машиностроению отрасли?** КОНДАКОВ М. В., ПИЛЮТИК А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 8—14.

Рассмотрены некоторые проблемы, стоящие перед машиностроительным комплексом лесной и деревообрабатывающей промышленности. Дан анализ факторов, тормозящих развитие этих областей машиностроения, и предложены пути их преодоления, учитывающие опыт передовых отраслей отечественного машиностроения.

УДК 630\*116.12

**Влияние сосновых, еловых и черноольховых насаждений на формирование снежного покрова.** БЛИНЦОВ И. К., КУДИН М. В., НАРТОВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 15—18.

Выявлена взаимосвязь между породным составом, полнотой насаждений и накоплением снега в лесу. Средние многолетние запасы снеговой воды зависят от типа леса и характера растительности. Минимальные запасы характерны для сосняков лишайниковых и поля, максимальные — для черноольшаников и пушицево-сфагновых сосняков. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*614.001.57

**Моделирование для многовариантных долгосрочных расчетов размера неистощительного пользования лесом на ЭВМ.** ЧУПРОВ Н. П., АНТУФЬЕВА Е. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 19—29.

Изложена методика построения многовариантных расчетов непрерывного неумещающегося пользования лесом по разработанной авторами модели-программе на ЭВМ. Показаны схема расчетов и результаты расчетов на примере Архангельской области. Табл. 1. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*114.351

**Запасы и химизм подстилки в бучинах и дубравах Ополья.** СЛЮСАРЧУК В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 29—32.

Установлено, что характер накопления и формирования лесной подстилки, интенсивность круговорота химических элементов связаны с составом органических остатков и скоростью их разложения. Табл. 3. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630\*323

**Влияние природно-производственных условий эксплуатации на работу лесосечных машин.** КОЧЕГАРОВ В. Г., ФАСТ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 33—36.

Приведены полученные на основе имитационного эксперимента регрессионные зависимости комплексной производительности систем лесосечных машин от характеристик древо-стоя и размеров разрабатываемых лесосек. На основе анализа влияния природно-производственных условий эксплуатации на про-

изводительность многооперационных машин установлены рациональные режимы их использования. Ил. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 625.763

**Исследование технического состояния покрытия колесных железобетонных дорог.** БУРЯК Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 36—40.

Предложена методика оценки ровности колесных железобетонных лесовозных дорог Луковецкого ЛПХ ВЛПО Архангельсклеспром. Рекомендованы приемочные и эксплуатационные величины пороговых уступов. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 625.711.84.004.2

**Исследование сроков эксплуатации зимних лесовозных дорог объединения Архангельсклеспром.** ЯКОВЕНКО Ю. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 40—45.

Рассмотрена зависимость сроков начала и окончания эксплуатации зимних лесовозных дорог В/О Архангельсклеспром от сроков наступления и прекращения морозного периода. Найдены уравнения связи. Ил. 3. Табл. 3.

УДК 630\*848.7.001.2

**Методика прочностного расчета бесфундаментно-блочных секций лесоскладского оборудования.** ГУЛЬКО Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 45—49.

Методика расчета блочных секций лесоскладского оборудования рекомендуется для использования на ЭВМ при решении задач по расчету прочности динамических систем, базирующихся на упругом винклеровском основании с их постепенным внедрением в грунт. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*812

**Методы измерения вязкоупругих свойств древесины при повышенных давлениях и температуре.** ЕРЬХОВ Б. П., ЧИБИРЕВ В. Е., ЗУЙКОВ А. А., БАРАБОШКИНА М. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 50—55.

Статья представляет собой обзор наиболее перспективных и оригинальных установок и устройств, реализующих метод круглых колебаний для исследования вязкоупругих параметров древесины при повышенных давлениях, температуре и влиянии жидких сред, вызывающих модификацию структуры термомеханической и химикотермомеханической массы. Ил. 5. Библиогр. список: 16 назв.

УДК 674.053:621.935

**О рациональных способах и периодичности замены пил многоопильного ленточнопильного оборудования.** МАКСИМИВ В. М., ДУДЮК Д. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 55—58.

В статье приведены результаты математического описания удельных потерь рабочего времени по пиле для многоопильного ленточнопильного оборудования. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.093.26-419.3

**Контроль продолжительности склеивания шпона на основе физической модели процесса отверждения клея.** ГОРХОВСКИЙ А. Г., ЛЕВИНСКИЙ Ю. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 58—61.

Представлены результаты аналитических и экспериментальных исследований, посвящен-

ных разработке теоретических основ моделирования процесса отверждения клея. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 66.045:536.244

Расчетно-аналитическое определение термического контактного сопротивления труб с навитыми завальцованными ребрами. КУНТЫШ В. Б., МЕЛЕХОВ В. И., ФЕДОТОВА Л. М., КУЗНЕЦОВ Н. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 26—68.

Изложен разработанный аналитический метод выделения термического контактного сопротивления (ТКС) завальцованных ребер из общего термического сопротивления конвективной теплоотдачи поперечно-обтексных пучков оребренных труб. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630\*813

О взаимодействии антипирена КМ с древесной. ЛЕОНОВИЧ А. А., ВАСИЛЬЕВА Е. В., ЗАХАРОВ С. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 69—72.

Рассмотрены процессы взаимодействия фосфорсодержащего антипирена КМ с компонентами древесины березы и лиственницы. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 547.992.3:630\*813

Модификация технических лигносульфонатов, используемых в качестве связующих. ХОМИК Л. И., РЯЗАНЦЕВ А. А., ПОГАЛЕВА А. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 72—75.

Методами ИК спектроскопии и гель-хроматографии показано, что разные по природе модификаторы (окислители и ультразвук) по-разному влияют на изменение структуры полимерных молекул лигносульфонатов, используемых в дальнейшем как дешевое связующее. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 676.1.025.5

Сравнение эффективности различных способов сушки целлюлозы. ЛЕВИН Б. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 75—77.

В статье сравнена интенсивность отвода влаги при различных способах сушки целлюлозы — цилиндрической и на бесконечной ленте с двухфазным теплоносителем. Подтверждена перспективность последнего способа сушки. Ил. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 668.531:630\*892.6

Состав монотерпеновых углеводов в древесине сосны обыкновенной после ее прижизненного просмоления. БЕДРИН А. К., ПОЛЯКОВА Н. П., СУХАНОВ В. И., НОВОСЕЛОВ Ю. М., ВЫРОДОВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 77—79.

Состав монотерпеновых углеводов позволяет получать скинидар высшего сорта при переработке ствольной и пневой древесины сосны обыкновенной в канифольно-экстракционным и сульфатцеллюлозном производстве. Табл. 1. Библиогр. список: 18 назв.

УДК 546.655.3/4

Оценка устойчивости водных растворов солей церия, используемых для характеристики редокс-свойств компонентов технологических растворов ЦБП. БОГОЛИЦЫН К. Г., БРОВКО О. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 80—82.

Установлено, что соли церия III устойчивы в растворах серной кислоты концентрацией 0,01—4,5 н., тогда как соли церия IV с течением времени образуют осадок основной соли. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*31.003.13

Методы формирования системы показателей эффективности лесозаготовительного производства в условиях перевода экономики на

интенсивные методы хозяйствования. ПЕТРОВ А. П., ХОАНГ ВАН ТЬЕО. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 83—88.

Приведено формирование показателей эффективности лесозаготовительного производства, рассмотрены главные показатели производственно-хозяйственной деятельности объединения Ленлес за 1980—1985 гг. Предложена система показателей для оценки эффективности лесозаготовительного производства на уровне предприятий и объединений в условиях усиления его интенсификации. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 658.27

Определение оптимальных сроков службы орудий труда. ДУВАНОВА С. Б., ОЛЕНЬКОВА Н. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 88—92.

Отмечено, что при эксплуатации орудий труда техника постепенно теряет свои технико-производственные свойства. Приведена методика определения экономического срока службы с использованием ЭВМ. Дан пример расчета оптимального срока службы трактора и автомашины. Ил. 1.

УДК 630\*652

К вопросу экономической оценки ресурсов недревесных пищевых продуктов леса. СЕНЬКО Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 93—96.

Дан критический анализ существующих методов экономической оценки ресурсов грибов и дикорастущих ягод. Доказана неправомерность нулевой оценки этих ресурсов. Отмечено, что оценка недревесных пищевых продуктов леса, кроме дифференциальной ренты, должна включать и экологические издержки. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630\*907.003

Экономическая оценка стокоочищающих свойств защитных насаждений по берегам рек и водоемов. БОБРУЙКО Б. И., МЕЛЬЧАНОВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 96—101.

Показано, что использование древесной растительности для комплексной очистки загрязненных стоков с сельскохозяйственных площадей является оптимальным вариантом вложения затрат в природоохранные мероприятия и предотвращение ущерба от негативных последствий хозяйственной деятельности. Табл. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630\*624.4:630\*844.2

К экономической оценке ущерба от корневой губки в ельниках Украинских Карпат. ТРИБУН П. А., ШПИЛЬЧАК Т. Г., СЕЛИВЕРСТОВ А. В., БЕСТИЛЬНАЯ М. И., ОЛИЙНИК Р. Р. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 101—104.

Определен экономический ущерб, наносимый корневой губкой в ельниках лесоконбината «Осмолода». Вследствие поражения патогеном на 27,1 га лесосек в технологические дрова было переведено 1 870,8 м<sup>3</sup> деловой древесины. Потери составили в среднем 1 187,37 р. на 1 га. Табл. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630\*181.22:630\*232.31

Влияние температурных условий на созревание семян тополя и вяза. КУЛЫГИН А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 105—106.

Установлена прямая связь созревания семян тополя белого и пирамидального, а также крылаток вяза гладкого и приземистого с накоплением определенных сумм эффективных температур. Предлагается по ходу накопления сумм эффективных температур прогнозировать начало лета семян у перечисленных пород. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*232.312:65.012.2

Планирование заготовки семян хвойных пород на Европейском Севере. БАРАБИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 106—108.

Показано, что план заготовки семян устанавливается, как и 20 лет назад, без учета семеношения древесных пород. Выполнение его находится в прямой зависимости от получения семян ели. Проблему планирования заготовки лесных семян в условиях Европейского Севера можно решить, используя новейшие данные по прогнозированию и количественному учету урожая семян ели. Табл. 2. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630\*453.786: [595.77+595.79]

Количественные реакции паразитов и хищников сосновой совки на плотность хозяина. ТРОФИМОВ В. Н., ТРОФИМОВА О. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 108—110.

Для четырех очагов массового размножения сосновой совки описаны количественные реакции паразитов и хищников на плотность хозяина путем построения линейных регрессионных уравнений. Выделены два типа комплексов паразитов. На каждой фазе вспышки комплекс паразитов уничтожает определенную долю хозяев. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*431

Метод оценки напряженности пожароопасного сезона. АНДРЕЕВ Ю. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 110—112.

Изложен метод оценки напряженности пожароопасного сезона по условиям погоды, согласно которому каждому классу пожарной опасности (начиная со II) присваивается коэффициент его значимости, установленный через количество пожаров, возникших при этом классе. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 631.541.5:674.031.772.224.3

Особенности окулировки явора в горных условиях Карпат. БОЖОК А. А., ВИНТОНИВ И. С., ИВАНОВ О. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 112—113.

Исследованы результаты окулировки явора в горных условиях Карпат и влияние способов окулировки и физиологического состояния подвоя и привоя на приживаемость компонентов. Ил. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.038.6

О закономерности влияния влажности на прочность пиломатериала при изгибе. ДЕНЕШ Н. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 114—116.

На основе действительных распределений прочности сухого и сырого пиломатериалов показано различие основных закономерностей и степени влияния влажности на прочность при изгибе на кромку дощатых и брусчатых элементов в зависимости от качества. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.093.6-413.82.001.24

Статистические оценки точности распиловки и методы их вычисления. КОВЗУН Н. И.

Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 116—120.

Рекомендованы номенклатура статистических оценок и метод вычисления показателей точности технологического процесса распиловки по приемочным параметрам: минимальная и максимальная толщины пиломатериалов. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630\*812

Беспрессовое уплотнение древесины. АПОСТОЛ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, с. 120—121.

В работе описан способ уплотнения за счет физических процессов в древесине без применения пресса. Табл. 2.

УДК 629.11.012.81

Определение угловой жесткости пакета при скручивании. ЛЕНЮК Г. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 121—123.

Дан вывод зависимости угловой жесткости автомобильного пакета при скручивании от его жесткости на изгиб. Приведен пример реализации зависимости.

УДК 662.62:662.612.3

Кинетические характеристики выхода летучих из твердых топлив. ЛЮБОВ В. К., ШЕСТАКОВ С. М., ЗАХАРОВ В. Ю., ЛЮБОВА О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 123—126.

Для выполнения расчетного анализа процесса воспламенения топливной смеси, при условии совместного сжигания некондиционных древесных отходов с немолотым углем по схеме низкотемпературного вихря, проведено экспериментальное исследование кинетических характеристик выхода летучих для интинского, кузнецкого газового и воркутинского каменных углей. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*812

Об истираемости древесины на машине типа МИВОВ-2. ЧИБИСОВА Г. А., БУБЛИК А. Т., ПФЛАУМЕР О. Э. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 126—128.

Исследованы зависимости истираемости древесины от породы, плотности, поверхности поперечного разреза. Приведены статистические показатели, уравнения регрессии и регрессионные показатели указанных зависимостей. Табл. 4.

УДК 630\*2:061.3

Всесоюзное совещание по общим проблемам биогеоценологии. ОСТРОУМОВА Н. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 129—131.

УДК 630\*187 (049.3)

Боры-беломошники. НЕВОЛИН О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 132—134.

УДК 630\*18(211)(049.3)

Мерзлотное лесоведение. ЛЬВОВ П. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 2, с. 135—136.