

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений.

Статьи, представляемые в журнал, следует оформлять в соответствии с ГОСТом 19698—74 «Рукопись авторская для издания». Статьи не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера должны быть не более 3 страниц. Над названием статьи следует проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) на русском и английском языках и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны, на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, и *I*, *ζ* и *ξ*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и математических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п.,

упоминаемые в тексте статьи в первый раз, нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом 7.1—76 «Библиографическое описание произведений печати» и содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры: должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации (не более трех; рисунки под литерами, считаются за отдельные рисунки) представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

К статье должны быть приложены краткий реферат, аннотация и рекомендация кафедры.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректурa статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 10 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Журнал основан в 1957 году

2

1980

АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Доц. **Е. С. Романов** (зам. гл. редактора), доц. **С. И. Морозов** (зам. гл. редактора), проф. **Н. М. Белая**, проф. **Ю. Г. Бутко**, доц. **П. И. Войчаль**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **В. Г. Кочегаров**, проф. **Н. В. Маковский**, акад. **ВАСХНИЛ**, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, доц. **А. Р. Родин**, проф. **Ю. Д. Силуков**, проф. **Н. И. Федоров**, проф. **В. Н. Худоногов**, проф. **В. В. Щелкунов**.

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

«Лесной журнал» публикует научные статьи сотрудников вузов 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, преподавателей вузов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1980.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 2

Сдан в набор 21/II-1980 г. Подписан к печати 22/V 1980 г.
Форм. бум. 70×108^{1/16}. Печать высокая. Условн. печ. л. 12,6. Уч.-изд. л. 12,88.
Сл. 03624 Тираж 2100 экз. Заказ 10332. Цена 1 руб.

Типография им. Склепина издательства Архангельского обкома КПСС,
г. Архангельск, Набережная **В. И. Ленина**, 86.

„Ленину, партии большевиков выпала великая миссия подготовить и возглавить первую в истории победоносную социалистическую революцию, соединить теорию научного социализма с широчайшей практикой народных масс“.

(Из постановления ЦК КПСС от 13 декабря 1979 года «О 110-й годовщине со дня рождения Владимира Ильича Ленина»).

УЧИТЬСЯ ЛЕНИНСКОМУ СТИЛЮ РАБОТЫ

110-летие со дня рождения В. И. Ленина отмечает весь советский народ, народы социалистического содружества и все прогрессивные силы планеты. Проходят годы, а имя, идеи и дела его играют все возрастающую роль в жизни человечества. В наше время уже не одна страна социализма существует на земле, а сложилась целая система социалистических государств. Выросло в мощную силу международное рабочее движение во главе с коммунистическими партиями. Национально-освободительное движение, охватившее сотни миллионов людей бывших колоний империализма, все более вдохновляется ленинскими идеями некапиталистического пути развития. «Ход истории, глубочайшие преобразования, в корне изменившие облик современного мира, приносят все новые доказательства правоты и несокрушимой силы ленинских идей», — говорится в постановлении Центрального Комитета КПСС «О 110-й годовщине со дня рождения Владимира Ильича Ленина».

Советский народ встречает ленинский юбилей в обстановке мощного политического и трудового подъема. В стране прошли выборы в Верховные Советы союзных республик и местные Советы народных депутатов. Выполняя исторические решения XXV съезда КПСС, трудящиеся нашей страны успешно борются за выполнение заданий десятой пятилетки. Как отмечалось на ноябрьском (1979 г.) Пленуме ЦК КПСС, за четыре года пятилетки наша страна значительно продвинулась вперед в развитии народного хозяйства, в дальнейшем подъеме благосостояния, в укреплении обороноспособности. Национальный доход увеличился на 16,2 процента, или на 323 миллиарда рублей. Основные производственные фонды составляют более 1 триллиона рублей. Капитальные вложения в народное хозяйство составили более 500 миллиардов рублей. За четыре года пятилетки сооружено около тысячи крупных предприятий, в том числе такие гиганты, как Саяно-Шушенская ГЭС, «Атоммаш», Камский автомобильный завод, Ленинградская, Курская, Чернобыльская и Армянская АЭС и многие другие.

Но вместе с тем в решениях ноябрьского Пленума ЦК партии, в выступлении Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР товарища Л. И. Брежнева были подвергнуты глубокому анализу недостатки в работе ряда отраслей народного хозяйства: топливной, лесной промышленности, капитальном строительстве и других, подвергнуты критике и конкретные носители этих недостатков.

Выступая на ноябрьском Пленуме ЦК КПСС, товарищ Л. И. Брежнев вновь подчеркнул важное значение совершенствования стиля руководства экономикой. «Совершенствовать стиль и методы работы в духе принципиальных указаний партии — это долг всех партийных и хозяйственных руководителей. Этого от них требует Центральный Комитет партии.

И поменьше, товарищи, парадности и шумихи, поменьше того, что В. И. Ленин называл «политической трескотней» (Правда, 1979, 28 ноября).

В. И. Ленин — вождь и создатель нашей партии и Советского государства — идеал, образец руководителя. Вся партия взяла этот иде-

ал на вооружение, и поэтому речь идет о ленинском, партийном стиле руководства во всех областях хозяйственной и политической жизни.

Что же такое стиль руководства? Одним из распространенных в нашей литературе определений является следующее: «Стиль партийной и государственной деятельности — это совокупность признаков, выражающих содержание, формы, методы и средства руководства, основанные на ленинских нормах и принципах партийной и государственной жизни и направленные на осуществление целей и задач, сформулированных в Программе КПСС» (Партийное строительство. — М.: Мысль, 1972, с. 466). Возможны и другие определения, но суть, основное в ленинском, партийном стиле руководства оно выражает.

Важнейшими принципами ленинского стиля руководства, как отмечается там же, являются: 1) единство теории и практики, строго научный подход; 2) сочетание революционного размаха с деловитостью, практичностью; 3) тесная связь с массами, вовлечение трудящихся в активную деятельность по социальному управлению; 4) коллективность руководства и персональная ответственность; 5) инициатива и чувство нового. Как видно, стиль руководства — это единство политической, организационной, идеологической деятельности партии и Советского государства.

Но конкретно эти принципы воплощаются в деятельности людей, поставленных партией к руководству, обладающих определенными личными качествами, которые так или иначе проявляются в их деятельности. И именно в личном плане перед нашими кадрами открывается большое поле для совершенствования стиля руководства в духе ленинских, партийных требований. В этом смысле чрезвычайно важно, полезно обращаться к изучению исключительно богатой сокровищницы опыта самого В. И. Ленина по руководству партийными и государственными делами.

В. И. Ленин учил, что в любой работе успех решают люди, кадры. Создавая в наилучших условиях государственный и хозяйственный аппарат нашей страны, Ленин подчеркивал необходимость строжайшего отбора кадров в соответствии с их политическими, моральными и деловыми качествами, которые находятся в тесном единстве.

Политические и моральные качества руководителя всегда стоят на первом месте. Руководитель должен быть проникнут коммунистической идейностью, преданным делу партии, убежденным борцом за торжество коммунистических идеалов. Ленинская принципиальность в большом и малом, по отношению к себе и другим — вот начало успеха деятельности советских кадров. Владимир Ильич призывал беспощадно разоблачать безыдейность, карьеризм, чванство, бюрократизм и другие аморальные черты личности, оставившие свои следы от старого общества. Он требовал снимать с постов «тех представителей Советской власти, которые обманно, пользуясь званием коммунистов, проводят на деле не коммунистическую, а бюрократическую, начальническую политику» (Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 38, с. 102).

Оказывая величайшее внимание людям, В. И. Ленин вместе с тем был строг к подчиненным, требовал аккуратности, четкости в выполнении своих прямых обязанностей. «В работе Владимир Ильич был требовательным до чрезвычайности, с поразительной настойчивостью добивался доведения до конца даже самых мелких дел», — писал в своих воспоминаниях бывший секретарь Совнаркома Н. П. Горбунов (Воспоминания о В. И. Ленине, т. 2. — М., 1957, с. 58).

В. И. Ленин придавал большое значение также деловым качествам работников. «Главным и очередным является теперь лозунг имен-

но практичности и именно деловитости» (Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 36, с. 159). Этот призыв Ильича является не временным, эпизодическим, а долговременным, постоянным требованием, которое предъявляет партия к кадрам.

В чем же состоят основные деловые качества, которые вытекают из ленинского стиля работы? Это, прежде всего, глубокое знание дела, ясность и четкость в постановке задач, которые должны быть разрешены. Далее, это планомерность, последовательность в осуществлении поставленных задач, умение выбрать решающее звено, за которое «...надо всеми силами ухватиться, чтобы удержать всю цепь...» (Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 36, с. 205). Не менее важна правильная расстановка кадров, доверие и поддержка исполнителей. Каждый работник должен четко знать поставленную перед ним задачу и отвечать за ее исполнение. Важное значение имеет постоянный контроль и проверка исполнения, строгий учет и отчетность, которые фактически завершают дело. Можно отметить и ряд других конкретных требований, деталей, характеризующих ленинский стиль работы. Ее ведущими чертами являются научная организация, культура труда, тесная, неразрывная связь с массами, умение вовлечь их в повседневную деятельность по управлению делами социалистического общества.

Во всем свято следуя ленинским заветам, КПСС подготовила многочисленные кадры, бесконечно преданные делу партии, делу, завещанному великим Лениным. Задача повышения эффективности и качества работы в народном хозяйстве в немалой степени зависит и от повышения культуры управления. «Совершенствование системы управления — не разовое мероприятие, а динамичный процесс решения проблем, выдвигаемых жизнью, — говорил товарищ Л. И. Брежнев. — Эти проблемы и впредь должны будут находиться в центре нашего внимания» (Брежнев Л. И. Ленинским курсом, т. 3, с. 268). Дальнейшим развитием и конкретизацией этих ленинских идей является постановление ЦК КПСС и СМ СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы».

Ленинские требования к кадрам, к стилю их работы относятся к работникам всех отраслей производства, ко всем сферам деятельности — это проблемы социального управления в целом. Но особенно важно, чтобы основы ленинского стиля работы усвоили молодые специалисты, постоянно приходящие на производство. И здесь с особой силой проявляется роль высшей школы, ее научно-педагогических кадров. Молодые специалисты, в частности инженеры, по окончании вуза работают в трудовых коллективах, руководят людьми, и не секрет, что они встречаются с немалыми трудностями. Многие вузы по-своему стараются ознакомить студентов с основами социальной психологии, педагогики, дать им знания по социальным вопросам производства. Возникают затруднения и в организации учебного процесса при изучении этих спецкурсов. Но важность этой проблемы требует от всех нас новых поисков, творческого подхода к совершенствованию подготовки инженерных кадров.

Ленинский юбилей — замечательная возможность для каждого работника продумать еще раз организацию труда в своем коллективе, проанализировать имеющиеся недостатки и поучиться, почерпнуть необходимое из огромной сокровищницы опыта, оставленного советским людям нашим великим вождем и учителем.

СЕВЕР ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ В ТРУДАХ В. И. ЛЕНИНА (дооктябрьский период)

Е. Д. ФЕДотова

Архангельский лесотехнический институт

В теоретическом наследии В. И. Ленина видное место занимает характеристика Севера Европейской России¹ дооктябрьского периода, представляющего собой огромный по размерам, важный в экономическом и политическом отношении район. Край располагал богатыми лесными, минерально-сырьевыми, топливно-энергетическими и другими ресурсами, имел судоходные реки и выход к морю.

В. И. Ленин определяет в своих трудах экономическое и политическое значение Севера Европейской России. Он относит Архангельск к шести особым хозяйственным районам России². В ряде работ В. И. Ленина содержатся интересные данные о своеобразии социально-экономического развития края в конце XIX — начале XX в. Так, в работе «Что такое «друзья народа» и как они воюют против социал-демократов?» В. И. Ленин отмечает, что на северной окраине Европейской России, в отличие от других районов страны, еще возможно «первоначальное накопление, где буржуазное разложение крестьянства далеко не завершилось»³. Север Европейской России, вследствие громадных расстояний и плохих путей сообщения, был еще слабо связан в экономическом отношении с центром страны.

Первостепенное внимание В. И. Ленин уделил использованию главного природного богатства северного края — леса. В классическом труде «Развитие капитализма в России» он отмечал быстрые темпы развития лесной промышленности, вызванного повышенным спросом на лес со стороны внутреннего и международного рынка: «Громадный рост лесопромышленности именно в пореформенную эпоху стоит, таким образом, вне сомнения»⁴. Организацию лесной промышленности, представленной лесозаготовками и лесопилением, В. И. Ленин определял как капиталистическую: «Лес закупается у землевладельцев предпринимателями — «лесопромышленниками», которые нанимают рабочих для рубки, пилки леса, сплава его и пр.»⁵. В первом десятилетии XX в. на Севере Европейской России действовало 65 лесопильных заводов, из них 44 — на территории Архангельской губернии⁶. Архангельские лесопильные заводы в основном относились к разряду крупных предприятий.

¹ В определении понятия Север Европейской России придерживаемся ленинской группировки губерний России, согласно которой к этому району отнесены: Архангельская, Олонецкая и Вологодская губернии. В Архангельскую губернию входили, по современному административному делению: Мурманская область, Коми АССР и часть территории КАССР. Правомерность такого выделения объясняется своеобразием географического положения, а также социально-экономическим развитием (см.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 3, с. 565).

² Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 28, с. 77.

³ Там же, т. 1, с. 323—324.

⁴ Там же, т. 3, с. 526.

⁵ Там же, т. 3, с. 526.

⁶ Известия Архангельского общества изучения русского Севера, 1913, № 16, с. 743.

В. И. Ленин указывал на засилие иностранного капитала в лесной промышленности Севера. 48 % всех лесопильных заводов Архангельской губернии находились в руках западноевропейского капитала. Иностранцы контролировали и внешнюю торговлю лесом. «Один из главных местных продуктов, лес, — указывал В. И. Ленин, — шел до последнего времени, главным образом, в Англию. В этом отношении, след[овательно], данный район Европейской России служил внешним рынком для Англии, не будучи внутренним рынком для России»¹.

Кроме Англии, потреблявшей более 60 % всей продукции Архангельских лесопильных заводов, северный лес шел в Голландию, Бельгию, Францию, Африку². Иностранцы хищнически использовали природные богатства Севера.

В работах В. И. Ленина содержится научный анализ экономических отношений, характерных для многих крестьянских промыслов, имевших широкое распространение в северных губерниях. Так, на большом фактическом материале В. И. Ленин доказал капиталистическую организацию беличьего промысла в Каргопольском уезде Олонецкой губернии, рыбного — в Архангельской губернии. В работе «Развитие капитализма в России» он приводит фактические данные о положении кустарей каргопольских меховых заведений: «Мастера работают 15 час. в сутки в крайне нездоровой атмосфере, зарабатывая 8 руб. в месяц, менее 60—70 руб. в год»³. Исследуя организацию рыбных промыслов на Мурманском побережье, В. И. Ленин выявил, что основной формой экономических отношений в артелях, занимавшихся промыслом рыбы и морского зверя, был «покрут».

В работе «Развитие капитализма в России» В. И. Ленин относит рабочих лесной промышленности к категории наемных рабочих с наделом и называет их придатком фабрики. «Придатком фабрики, — разъяснял он, — мы называем те формы наемного труда и мелкой промышленности, существование которых непосредственно связано с фабрикой. Сюда относятся прежде всего (в известной своей части) лесные и строительные рабочие... которые иногда... принадлежат к населению окрестных деревень»⁴.

В лесозаготовительной промышленности трех северных губерний накануне первой буржуазно-демократической революции России было занято ежегодно до 60—70 тысяч человек⁵. Лесные рабочие в подавляющей массе — это сезонники, вчерашние крестьяне, которых нужда и голод заставляли уходить из деревень на отхожие заработки. В труде «Развитие капитализма в России» В. И. Ленина содержится исчерпывающая характеристика экономического положения лесорубов и лесосплавщиков. В. И. Ленин отмечал, что в лесной промышленности сохранялся в полной неприкосновенности весь старый патриархальный строй жизни, который опутывал «...заброшенных в лесной глуши рабочих худшими видами кабалы, пользуясь их темнотой, беззащитностью и раздробленностью»⁶. В названном труде В. И. Ленин дает конкретную характеристику условий работы и быта лесозаготовителей, в част-

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 3, с. 596.

² Известия Архангельского общества изучения русского Севера, 1913, № 1, с. 485.

³ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 3, с. 408—409.

⁴ Там же, т. 3, с. 534.

⁵ Обзор Архангельской губернии за 1905 г., с. 29; ГАВО, ф. 18, оп. 2, ед. хр. 5294, л. 6, 7, 8; Революционные события в Карелии в годы первой русской революции (1905—1907 гг.). — В кн.: Сборник документов и материалов. Петрозаводск, 1955, с. 57.

⁶ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 3, с. 529—530.

ности, указывает, что «лесные работы принадлежат к наиболее дурно оплачиваемым; гигиенические условия их отвратительны, и здоровье рабочих подвергается сильнейшему разрушению... Плохая пища из плохого приварка и хлеба, обратившегося за неделю в камень, отвратительный воздух... постоянно полусырая одежда... все это должно производить пагубное влияние на здоровье лесопромышленников»¹. Рабочий день лесоруба и сплавщика продолжался 16—20 часов. В. И. Ленин обращал внимание на «...самое примитивное состояние техники, эксплуатирующей первобытными способами природные богатства»². Лесозаготовки и лесосплав основывались исключительно на ручном труде. Всевозможные травмы повседневно сопровождали труд лесоруба, а ревматизм, туберкулез, слепота были профессиональными болезнями лесных рабочих. В лесозаготовительной промышленности охрана труда и социальное страхование от несчастных случаев отсутствовали. О медицинской помощи они не могли даже мечтать.

Жили лесорубы в маленьких избушках с земляным полом, без дымоходов и окон, спали на полу. Нередко жильем для рабочих служили шалаши, землянки, а сплавщики зачастую спали под открытым небом.

Лесные рабочие находились всецело во власти подрядчика из зажиточных крестьян. Он сам вербовал, сам рассчитывал, платил за труд по своему усмотрению. Лесорубы получали в среднем 49 копеек в сутки. Заработок лесозаготовителей был так мал, что в течение сезона они входили в долги к подрядчику.

На эксплуатации народной нужды кулаки-подрядчики наживали большой капитал. Рабочий получал за сплав леса до места назначения 20—40 рублей — подрядчик присваивал себе 100 рублей. Лесорубов он подряжал за 1 рубль 50 копеек в неделю, а с лесопромышленника получал 4—5 рублей.

В. И. Ленин внимательно следил за развитием рабочего движения не только в промышленно развитых центрах, но и в районах со слабо развитой промышленностью.

В начале XX в. на Севере Европейской России сформировались пролетарские кадры. Всего наемных рабочих насчитывалось около 200 тысяч, из них промышленные рабочие составляли в Архангельской губернии — 27 448, Вологодской — 8524, Олонецкой — 3050³.

Наиболее крупным и организованным отрядом северного пролетариата были рабочие лесопильных заводов Архангельской губернии — 19 478. Они задавали тон революционному движению в губернии.

К фабрично-заводскому пролетариату В. И. Ленин относил и рабочих железнодорожных мастерских депо, служб тяги. В конце XIX в. на Северной железной дороге было занято до 15 тысяч рабочих. Основная масса квалифицированных рабочих была сосредоточена в главных вологодских железнодорожных мастерских. Именно они выступали застрельщиками революционного движения в Вологодской губернии.

Рабочие Севера подвергались нещадной эксплуатации. Рабочий день на лесопильных, металлургических и других промышленных предприятиях продолжался 12—17 часов, заработная плата была нищенской: рабочие лесопильных заводов в летнее время получали 20—30 рублей, в зимнее — 15—17 рублей в месяц. Широкое распространение

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 3, с. 527.

² Там же, т. 3, с. 529.

³ Обзор Архангельской губернии за 1913 г., с. 13; Вологодский государственный архив, ф. 18, оп. 2, ед. хр. 5304, л. 37; Революционные события в Карелии в годы первой русской революции (1905—1907 гг.) — В кн.: Сборник документов и материалов. Петрозаводск, 1955, с. 6.

получила система выплаты части зарплаты продуктами из частных заводских лавок. Штрафы донимали рабочих. Например, на Архангельских лесопильных заводах они достигали 40 % заработной платы рабочих. Рабочие лесопильных и других промышленных предприятий жили в общих сырых, холодных, грязных бараках.

Безудержная эксплуатация, политическое бесправие были теми объективными факторами, которые, по определению В. И. Ленина, являлись одними из главных условий зарождения и развития рабочего движения в России.

В отличие от промышленных городов центра, рабочее движение северной окраины, с его сравнительно немногочисленным фабрично-заводским пролетариатом и разбросанностью на огромной территории, более медленными темпами набирало силу и приобретало политическую зрелость.

Стачное движение на Севере Европейской России началось со второй половины 90-х годов XIX в. Рабочие Севера участвовали в революции 1905—1907 гг., которая явилась для них школой политического воспитания. После первой русской революции рабочее движение северной окраины развивалось успешно, в ногу с революционным движением промышленных центров.

Произведения В. И. Ленина сыграли решающую роль в создании партийных организаций Севера Европейской России. Труды В. И. Ленина: «Что такое «друзья народа» и как они воюют против социал-демократов?», «Развитие капитализма в России», «Что делать?», «Две тактики социал-демократии в демократической революции», «Материализм и эмпириокритицизм» и многие другие — помогали большевикам северной окраины глубже усвоить марксизм и умело применять его, понять роль пролетарской партии в революционном движении, овладеть тактическими формами борьбы. Соратники и ученики В. И. Ленина, находившиеся в северной ссылке, были пропагандистами марксистского учения среди трудящихся края, организаторами и руководителями первых марксистских кружков среди рабочих. Они заложили фундамент, на котором возникли социал-демократические организации.

Социал-демократические организации Севера Европейской России формировались на основе ленинского организационного плана создания пролетарской партии нового типа. Они берут свое начало с марксистских кружков. В 1900 г. в Архангельске насчитывалось 15 марксистских кружков. В конце 1903 г. был создан Архангельский комитет РСДРП. Это была большевистская организация. Комитет РСДРП осуществлял общее руководство социал-демократической работой не только города, но и губернии и действовал как коллективный орган. В его работе соблюдалась строжайшая конспирация. Каждый член комитета ведал определенным участком работы. При нем существовал кружок пропагандистов, действовали группы: транспортная, паспортная, типографская.

При обсуждении на III съезде РСДРП вопроса об утверждении Архангельского комитета РСДРП в правах полноправного, В. И. Ленин высказался за утверждение его и предоставление делегату от Архангельской социал-демократической организации права совещательного голоса.

Под воздействием ленинских идей в 1904 г. была создана Вологодская группа РСДРП, в 1906 г. — Петрозаводская группа РСДРП.

Социал-демократические организации Севера развивались и действовали под руководством В. И. Ленина. По заданию В. И. Ленина

архангельские большевики занимались транспортировкой газет «Искра», «Пролетарий», «Социал-демократ», марксистской литературы из-за границы в Россию северным морским путем через Норвежский порт Варде — Архангельск. Из Архангельска марксистская литература переправлялась по железной дороге в Петербург, Москву, Ярославль и другие города. Архангельские большевики, выполняя задания В. И. Ленина, внесли достойный вклад в подготовку социалистической революции в России.

Руководствуясь марксистско-ленинским учением, большевики Севера подняли трудящиеся массы края на великую борьбу за социальное освобождение, за утверждение на территории края советской власти.

За короткий исторический срок Советский Север, бывший едва ли не самым отсталым, глухим и бесперспективным районом царской России, трудом северян, под руководством партийных организаций, превращен в край с высокоразвитой промышленностью, крупным механизированным сельским хозяйством, в край сплошной грамотности и высокой культуры.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*242 : 632.954

**К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АРБОРИЦИДОВ
ДЛЯ РАЗРЕЖИВАНИЯ СМЕШАННЫХ МОЛОДНЯКОВ***П. Н. ЛЬВОВ, Л. Ф. ИПАТОВ, Р. Н. КЛИМОВ,
А. А. ПЛОХОВ*

Архангельский лесотехнический институт

В условиях тайги к настоящему времени накоплен значительный опыт использования арборицидов для проведения разреживаний молодняков. Химической обработке подвергнуты древостои на площади около 1,75 млн. га [2]. На Европейском Севере (Коми АССР, Архангельская и Вологодская области) арборициды начали применять с 1959 г. Однако широкое распространение они получили с 1967 г., когда химикатами ежегодно стали обрабатывать до 40 тыс. га. К 1978 г. в указанном регионе арборицидами обработана территория более 300 тыс. га (3,5 % — в Коми АССР, 39,8 % — в Архангельской области, 56,7 % — в Вологодской).

В основном (на площади более 95 %) выполнялось авиационное опрыскивание крон деревьев с самолета АН-2. В Коми АССР велась только наземная обработка арборицидами с применением аэрозольных генераторов ЛАГО, АГ-УД-2, реже — аппаратов ОМР-2, РАА-1. В незначительных размерах наземный способ имел распространение и в Вологодской области.

Из химических средств чаще других использовали бутиловый и октиловый эфиры 2, 4-Д, растворенные в дизельном топливе. Расход химиката в среднем составил 2,1 кг (по д. в.) с колебаниями от 0,9 до 3,5 кг, а растворителя — в среднем 22 кг с колебаниями от 16 до 29 кг на 1 га.

Средняя площадь участков обработки молодняков с применением авиации составила 670 га, с колебаниями от 73 до 2630 га. Обширные территории, подвергнутые химической обработке, отличаются чрезвычайной пестротой как по лесоводственным признакам, так и по условиям выполнения работ. Из 16 тыс. га детально изученных нами объектов на лиственнично-сосновые молодняки приходится 27 %, на сосново-лиственничные — 8 %, на лиственнично-еловые — 60 % и на елово-лиственничные — 5 %. Возраст обработанных насаждений 3—45 лет.

В молодняках, возникших на месте рубки сосновых древостоев, усредненный по всем участкам состав изменился после опрыскивания с 4Б4Ос2С + Е до 5СЗБ1Ос1Е, на месте рубки еловых — с 5БЗОс2Е до 5ЕЗБ2Ос. В обоих случаях доля участия хвойных увеличилась на три единицы состава.

Эффективность воздействия препаратов на лиственные породы неодинакова. При слабом повреждении березы и осины, когда отмирают только отдельные ветви в верхней части кроны, заметного разреживания не происходит. При среднем и особенно сильном воздействии арборицида, когда наблюдается массовое отмирание спутников сосны и ели, хвойный подрост полностью или почти полностью освобождается от конкурирующего воздействия лиственных пород и дает повышенный прирост. Однако сильная степень воздействия арборицидов отмечена на 31,6 % обследованной площади, средняя — на 38,7 % и слабая — на 29,7 %. Следовательно, почти на трети площадей со слабым воздей-

вием препарата результаты осветлений оказались неудовлетворительными. Не всегда можно было признать удовлетворительным подбор участков, на которых полностью отмидали листовые породы. Резкое обнажение кроны ели вызывало в ряде случаев повреждение побегов заморозками.

Результаты авиахимической обработки признавали неудовлетворительными и тогда, когда в составе молодняков на 1 га оказывалось менее 3 тыс. шт. хвойного подроста, да к тому же часто неравномерно размещенного по площади. По степени воздействия арборицидов на листовые породы и количеству хвойного подроста авиахимическая обработка молодняков признана удовлетворительной на 59,6 % в Вологодской и на 46,8 % в Архангельской областях. Иными словами, на половине площадей авиахимическая обработка молодняков оказалась неудовлетворительной. На неизбежность отмеченных результатов еще в 1966 г. указывал Н. Е. Декатов. Он, в частности, писал: «...при широком планировании авиахимического способа ухода за молодняками специалисты на местах для выполнения плана будут принуждены подбирать участки, находящиеся недалеко от имеющихся взлетно-посадочных площадок без особого разбора в отношении их пригодности для данной цели» [1, с. 124].

Примерно такие же результаты получились и при наземной обработке молодняков арборицидами. Число хвойного подроста часто не достигало 3 тыс. шт. на 1 га, ходовые линии для работы агрегатов не расчищались от валежника, а расстояние между ними превышало дальность распространения химиката. В итоге часть площади оказывалась необработанной, а в местах задержек трактора арборициды сильно повреждали сосну и ель.

Двадцатилетний опыт применения арборицидов на Европейском Севере позволил выявить не только положительные, но и отрицательные стороны этого вида лесохозяйственных работ [5, 6]. Освобождение хвойных пород от конкурирующего воздействия березы и осины посредством арборицидов, как и в других случаях разреживаний, ведет к повышению линейного и радиального прироста у сосны и ели. Но в результате неправильного подбора площадей для химической обработки и нарушения технических условий, работы на половине площади молодняков, подвергнутых химвоздействию, признаны неудовлетворительными. Следствием этого явилось не только недобросовестное отношение исполнителей к делу, но и отсутствие теоретических обоснований использования арборицидов в лесном хозяйстве, в том числе и для разреживания древостоев.

До сих пор не выполнена сравнительная оценка результатов разреживаний молодняков механическим и химическим путем. А между тем, именно выяснение лесоводственного эффекта от использования химических средств составляет теоретическую основу их хозяйственного использования.

Прежде всего, само название «химический метод ухода за лесом» [2, 4] неверно. Как известно, уход за лесом — это комплекс мер хозяйственного воздействия на древостой, проводимых от смыкания молодняков до возраста спелости. Применяя арборициды*, лесовод выполняет лишь единственный вид воздействия на древостой — освобождение

* Применение химических препаратов для обработки пней, подготовки площади под лесные культуры путем умерщвления листовых пород, как и борьба с древесной растительностью вдоль линий электропередач и связи, осушительных канав и в других подобных случаях, тем более не относятся к уходу за лесом.

ние хвойных пород от конкурирующего влияния березы и осины, реже ольхи и ивы. Отсюда очевидно, что и название метода должно отвечать его содержанию, а именно, «разреживание лиственнично-хвойных молодняков с использованием арборицидов».

При рубках ухода удалению подлежат не только лиственные, мешающие росту хвойных пород, но и некоторые хвойные деревья, растущие в перегушенных группах, ослабленные или больные, а также имеющие дефект ствола или кроны. В местах, где отсутствуют хвойные, лиственные породы не вырубается, чтобы не создавать «окон», в которых не продуцирует древостой, а получает пышное развитие напочвенный покров. Иными словами, в процессе разреживаний механическим путем осуществляется массовая селекция и обеспечивается воспроизводство древесины по всей площади. Само разреживание древостоев выполняется в строго заданных нормах, при которых, с одной стороны, создается оптимальная среда для роста главной породы при минимальной суковатости и сбега ствола, а с другой, формируется такая структура полога, при которой наиболее полно используется энергия солнца и плодородие почвы. Выполнением перечисленных правил реализуется главная цель ухода: ускоренное выращивание высококачественных древостоев.

Иная картина наблюдается при разреживании молодняков химическими препаратами. Лиственные породы при этом погибают везде: и там, где надо их уничтожить, и там, где их следовало бы сохранить, т. е. и в местах, где заглушаются хвойные, и где их нет. В результате образуются прогалины, на которых древесина не продуцирует. Такие «пятна» при неравномерном размещении хвойного подроста (характерном для естественных молодняков) могут превышать половину обработанной площади даже в случаях, когда общее количество подроста более 3 тыс. шт. на 1 га. С другой стороны, применяемые препараты в одинаковой степени щадят как лучшие деревья хвойных пород, так и больные, с дефектами, плохими наследственными свойствами*. Следовательно, одна из главных целей ухода — массовая селекция — при разреживании молодняков арборицидами не достигается, а почва как производитель древесины используется не в полной мере.

Затраты денежных средств на проведение авиахимуходов составляли в среднем по годам от 6 р. 43 к. до 12 р. 13 к. на 1 га, при рубках ухода за последние 10 лет — от 12 р. 10 к. до 13 р. 90 к. Как видно, использование арборицидов обходится на 30—40 % дешевле рубок ухода. Но если учесть, что положительный эффект авиаобработки молодняков получен только на половине площадей, то преимущества в этом отношении будут уже за рубками ухода. Однако разреживания с помощью химических средств менее трудоемки.

Из сказанного очевидно, что разреживание лиственнично-хвойных молодняков с использованием арборицидов — вынужденная мера первоначального освобождения хвойных пород от конкурирующего воздействия лиственных в экстенсивных хозяйствах тайги. На площадях, обработанных химическими препаратами, следует обязательно предусматривать в дальнейшем проведение рубок ухода в целях повышения качества древостоев и ускорения их роста. Обработка арборицидами должна выполняться строго в связи с целями и задачами этого вида работ. Для их качественного выполнения необходимо разработать «Технические указания по организации и проведению разреживаний

* На эту сторону разреживаний химическими препаратами мы обращали внимание еще в 1964 г. [3].

молодняков с использованием арборицидов». Предпочтительней наземная обработка арборицидами, которая позволяет выполнять разреживание на высоком уровне.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Декатов Н. Е. Применение арборицидов в лесном хозяйстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1966. — 170 с. [2]. Наставление по химическому методу ухода за лесом/ И. В. Шутов, А. Н. Мартынов, Н. Ф. Мотузинский, И. А. Трунов — Л.: Гослесхоз СССР, 1978. — 41 с. [3]. Практическое пособие таежному лесоводу/ Под ред. П. Н. Львова. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. — 369 с. [4]. Технические указания по химическому методу ухода за лесом/ И. В. Шутов, А. Н. Мартынов — Л.: Минлесхоз РСФСР, 1966.—36 с. [5]. Химический уход за молодняками/ Л. Н. Беляев, П. И. Иванов, П. Н. Львов и др. — Лесн. хоз-во, 1977, № 9, с. 43—46. [6]. Эффективность применения химических средств для ухода за лесом на Европейском Севере/ П. Н. Львов, Л. Ф. Ипатов, Р. Н. Климов и др. — Сборник статей по итогам договорных научно-исследовательских работ за 1973—1975 гг. М.: Минлесхоз РСФСР, 1977, с. 41—51.

Поступила 18 сентября 1979 г.

УДК 630*2

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ УРАЛА

*Н. А. КОНОВАЛОВ, В. А. ЩАВРОВСКИЙ, М. М. СУРИН, А. Л. КЛЕБАНОВ,
В. В. УДИЛОВ, О. А. ПЕТЕРСОН*

Уральский лесотехнический институт

Решение задачи по повышению продуктивности лесов, поставленной перед лесным хозяйством XXV съездом КПСС, может быть чрезвычайно разнообразным. Мы остановились лишь на способах, которые разрабатываются кафедрой лесоводства Уральского лесотехнического института и еще недостаточно освещены в литературе.

Новым направлением в лесоводстве является метод рубок ухода с использованием внутривидовой изменчивости древесных пород. По сравнению с рубками ухода, проводимыми по наставлению, этот метод позволяет повысить продуктивность леса.

Применение методов лесной селекции при рубках ухода позволяет качественно изменить древостой путем отбора деревьев наиболее продуктивных форм и вырубки — наименее продуктивной формы. Изучение селекционной структуры сосняков подзоны южной тайги Урала дало возможность выделить формы, начиная со II класса возраста, по

Таблица 1

Форма	Объем ствола, %, в зависимости от класса возраста				
	II	III	IV	V	VI
По строению кроны:					
узкокронная	100	100	100	100	100
ширококронная	95	89	88	85	82
По строению коры:					
чешуйчатая	—	87	84	80	—
пластинчатокорая	—	96	95	95	94
продольнобороздчатокорая	—	100	100	100	100

типу строения кроны, а с III класса возраста — по типу строения коры. Узкокронная форма, как и продольнобороздчатокорая, наиболее продуктивны, их объем принят за 100 %. Данные табл. 1 показывают превосходство этих форм в объеме стволовой древесины во всех классах возраста. Оставляя деревья этих форм при рубках ухода, можно создать наиболее продуктивный древостой.

При назначении древостоев в рубку сравнивали рубки ухода обычные и на селекционной основе, с одинаковой интенсивностью (15 и 30 %).

Исходя из хозяйственно-биологических признаков разделения деревьев в насаждениях по селекционным формам, можно выделить:

1) лучшие деревья, являющиеся объектом ухода (узкокронная и продольнобороздчатокорая формы);

2) вспомогательные деревья, способствующие росту лучших (узкокронная и переходная формы с пластинчатой корой);

3) мешающие росту лучших и вспомогательных деревьев, подлежащие рубке (ширококронные формы с пластинчатой и чешуйчатой корой).

Изучение проводили в трех наиболее распространенных типах леса: сосняках ягодниковом, брусничнике и разнотравном.

Изменение селекционной структуры при различных методах рубок ухода можно проследить на примере проходных рубок в сосняке разнотравном III класса возраста (табл. 2).

Данные таблицы дают возможность сделать вывод о перспективности селекционного метода рубок, так как увеличивается доля участия продуктивных форм, а средний диаметр древостоя возрастает в среднем на 16 %. Оптимальна селекционная отбор интенсивностью 30 %.

В соответствии с оптимальными ценами (прейскурант № 07-03) и с учетом местных таблиц хода роста сосновых насаждений и товарных таблиц, экономическая эффектив-

Таблица 2

Селекционная форма	Процент участия при рубках ухода различной интенсивности, %				Контроль		Диаметр ствола, см, при рубках ухода различной интенсивности, %				Контроль	
	по наставлению		селекционных		15	30	по наставлению		селекционных		15	30
	15	30	15	30			15	30	15	30		
Ширококронная	37,0	36,5	35,7	33,8	35,0	30,0	15,2	15,3	15,2	16,0	15,0	13,0
	38,0	39,2	30,0	25,0			15,0	14,5	12,0	13,0		
Узкокронная	63,0	63,5	64,3	66,2	65,0	70,0	16,1	16,8	16,8	17,9	16,0	18,2
	62,0	60,8	70,0	75,0			15,7	16,0	18,0	18,2		
Чешуйчатокорая	20,0	21,7	22,0	21,7	23,0	8,0	14,8	14,9	14,3	15,3	14,7	10,0
	21,2	20,1	12,0	8,0			14,2	12,0	10,0	10,0		
Пластинчатокорая	16,4	15,0	15,8	17,0	17,4	15,7	15,2	15,0	15,7	16,0	15,1	17,3
	14,5	13,4	15,7	12,0			15,0	13,0	16,2	17,3		
Продольнобороздчатокорая	63,6	63,3	62,2	61,3	59,6	80,0	16,4	16,3	16,9	17,8	16,2	18,2
	64,3	66,5	72,3	80,0			16,0	13,7	18,0	18,2		

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

ность селекционных рубок ухода по сравнению с рубками ухода по наставлению составляет в среднем 370 р. на 1 га.

Благодаря быстрому росту туковой промышленности нашей страны, перед лесным хозяйством открываются широкие перспективы в использовании минеральных удобрений, что позволит сократить сроки выращивания спелой древесины, увеличить промежуточное пользование лесом и продуктами жизнедеятельности древостоев.

Исследования в этом направлении проводятся кафедрой лесоводства в лесах Урала. Заложена серия опытов в сосновых насаждениях различных классов возраста и преобладающих типов леса южной тайги Среднего Урала. Исследованиями охвачены сосняки ягодниковый, разнотравный, брусничник. Для изучения динамики роста сосны обыкновенной под влиянием различных видов и доз минеральных удобрений заложены пробные площади в насаждениях I и II классов возраста на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (23 варианта) и Билимбаевского опытно-показательного лесхоза (46 вариантов). В молодняках Полевского лесхоза (92 варианта) ведутся исследования по установлению возможности повышения устойчивости сосняков к вредным промышленным выбросам путем применения удобрений.

В опытных работах использовали азотные (мочевина и аммиачная селитра), фосфорные (суперфосфат двойной гранулированный) и калийные (калий хлористый) удобрения, вносимые дозами по 50, 100, 150 кг/га в молодняках и по 100, 200 и 300 кг/га действующего вещества в приспевающих и спелых древостоях.

Результаты исследований, полученные по материалам 3—6-летних наблюдений, показали, что в подавляющем большинстве случаев внесение в почву удобрений в насаждениях I—II классов возраста положительно сказалось на росте сосны. Применение полного удобрения в дозе по 100 кг/га азота, фосфора и калия обеспечило ежегодное увеличение прироста в среднем на 24 %. Хороший биологический эффект получен и при использовании фосфорно-калийных удобрений. Ежегодное повышение прироста достигает 20—25 %. Значительно улучшилось общее состояние деревьев, степень их сохранности, что выразилось в увеличении размеров хвои и продолжительности ее жизни. Сосновые молодняки, в которых было применено удобрение, значительно легче перенесли засуху 1972—1973 гг., хотя их эффективность в этот период была несколько ниже, чем в средние по климатическим условиям годы.

Предварительные данные, полученные по материалам 3-летних исследований, позволяют предположить, что степень влияния промышленных выбросов на сосновые древостои может быть значительно снижена за счет использования минеральных удобрений.

В средневозрастных, приспевающих и спелых древостоях опытные пробные площади заложены на территории Уральского учебно-опытного (32 варианта), Невьянского (62 варианта), Режевского (12 вариантов), Сысертского (12 вариантов) лесхозов и Камышловского межколхозного мехлесхоза (23 варианта).

В этих насаждениях изучаются вопросы, связанные с установлением оптимальных видов и доз и сроков внесения минеральных удобрений, обеспечивающие максимальный прирост древостоя. Анализ показывает, что в сосновых древостоях этих возрастов изученные результаты получены при использовании полного удобрения, а также смеси азотного удобрения с фосфорным или калийным, вносимых по 200 кг/га действующего вещества.

Наряду с решением задач по использованию минеральных удобрений, кафедра много внимания уделяет вопросам уменьшения вредного влияния на лес повышенных рекреационных нагрузок, возможности увеличения размеров побочного пользования лесом и др.

Представляет интерес опыт по изучению влияния удобрений в насаждениях, включенных в подпочку. Анализ материалов 5-летних исследований показывает, что все виды и смеси минеральных удобрений способствовали увеличению выходов живицы. На участке, где равно-

мерно разбрасывали полное удобрение при однократном внесении его в дозе по 200 кг/га азота, фосфора и калия, дополнительно было получено живицы в среднем на 28 % больше, чем на контроле. В этом случае действие минеральных удобрений положительно сказывается и на приросте подсаживаемых деревьев. В варианте опыта с удобрениями в заподсоченных древостоях прирост подсаживаемых деревьев был на 10—15 % выше, чем в незаподсоченных без удобрения, и значительно выше, чем у включенных в подпочку, но без удобрения.

Вопрос о видах и дозах минеральных удобрений для многообразных лесорастительных условий Свердловской области требует самого широкого изучения. Но имеющиеся данные уже сегодня позволяют рекомендовать для внедрения в производство в изученных типах леса удобрения как средство повышения продуктивности лесов.

Лиственница Сукачева — самая быстрорастущая хвойная порода таежной зоны. В знаменитой Линдуловой роще на Карельском перешейке Ленинградской области древостой, созданный из семян этой породы, в 210 лет имел запас 1600 м³. По нашим данным, в лесных культурах IV класса возраста лиственница, произрастающая совместно с сосной, повышает продуктивность последней на целый класс бонитета. В лучших условиях местопроизрастания по скорости роста и производительности лиственница Сукачева превосходит сосну и ель в Московской области на 20—25 % [5—7]; Литовской ССР на 40—50 % [8], до 30 % в Кировской области [1] и Удмуртской АССР [2—4].

Лиственница Сукачева повышает и плодородие почвы. С увеличением доли участия лиственницы в составе древостоя повышается мощность гумусового горизонта, возрастает содержание в почве аммонийного и нитратного азота. Доказано также положительное влияние данной породы в условиях Приуралья на физико-химические свойства почвы, повышение оптимальной кислотности (рН), суммы поглощенных оснований и т. д.

С другой стороны, хвоя лиственницы в силу эколого-биологического характера данной древесной породы определяет быстрое накопление биомассы, характеризуется высокой энергией и продуктивностью фотосинтеза. Так, по величине фотосинтеза лиственница приближается к листовым древесным породам.

«Породой будущего» считают лиственницу на Урале, а внедрение ее лесоводственными и лесокультурными методами в лесах Урала и Приуралья — одно из важнейших лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение общей продуктивности лесов.

На богатых почвах в древостоях липняковой серии типов леса лиственница дает наибольший прирост (до 6—8 м³ на 1 га в год). Но в этих условиях наблюдается смена пород, подрост светлюбивой лиственницы не выносит затенения липой, осиной, елью и к 10 годам погибает. Проведение рубок ухода в молодняках должно способствовать сохранению и увеличению доли участия лиственницы в составе древостоев. Введение лиственницы в состав древостоев в данных условиях местопроизрастания дает ощутимый экономический эффект — (до 6,6 р. на 1 га в год [2]. Г. И. Горев [1] показал, что лиственница Сукачева на богатых почвах в условиях Кировской области способна к 70 годам накапливать до 705 м³ древесины (или по 10,1 м³ на 1 га в год). По нашим данным [2], на более бедных почвах брусничникового и черничникового типов условий местопроизрастания хорошие результаты дает оставление биогрупп семенников лиственницы с одновременным рыхлением почвы. Так, рыхление почвы под кронами биогрупп семенников лиственницы способствовало увеличению количества подроста до

18,2 тыс. шт. на 1 га, на контроле, без рыхления почвы — всего 0,2 тыс. шт. на 1 га. На бедных почвах сосняка-брусничника хороший эффект дает внесение минеральных удобрений.

Так, по данным Г. И. Горева [1], на удобренных почвах сосняка-брусничника в условиях Кировской области к 90 годам запас сосново-лиственничных древостоев достигает 628 м³ на 1 га, а без внесения удобрений — на 43,4 % меньше (438 м³/га).

Наиболее благоприятные условия для роста древостоев создаются при производстве лесных культур лиственницы на богатых почвах липнякового типа условий местопроизрастания, наиболее широко распространенных в южной тайге Предуралья. Создание лесных культур лиственницы, иногда совместно с сосной, позволяет в более короткий срок (к 70—80 годам) сформировать высокопродуктивные древостои хозяйственно ценных древесных пород. Кроме того, при проведении рубок ухода можно получить дополнительно до 80—100 м³ древесины с 1 га.

Массовое внедрение лиственницы в состав лесов Урала и Приуралья сдерживается нехваткой высококачественных семян. Дефицит семян может быть снижен при условии ускоренного создания ПЛСУ лиственницы в различных районах Урала.

Более ускоренному выращиванию высококачественных и высокопродуктивных древостоев способствует создание лиственничных плантаций, в результате чего продуктивность древостоев на богатых почвах повышается в 1,5—2 раза (сосняк липняковый), а на бедных почвах (сосняк-брусничник) с посевом люпина — до 50 %.

По самым скромным подсчетам, введение лиственницы Сукачева в состав лесов Урала и Приуралья, с учетом типов условий местопроизрастания, биологических особенностей древесных пород, дает общее увеличение продуктивности лесов до 25—30 %, общий ежегодный экономический эффект от комплекса лесохозяйственных мероприятий достигает 15—20 млн. р.

Представляет интерес повышение плодоношения древесных пород и возможность смягчения периодичности плодоношения.

Впервые на Урале опыты по стимуляции семеношения сосны обыкновенной на ПЛСУ при помощи минеральных удобрений и фитогормонов (гиббереллиновая кислота) проведены кафедрой лесоводства в Свердловской и Челябинской областях.

В двух лесорастительных зонах Свердловской области: южной тайге (участки № 1 и 2) и предлесостепном Зауралье (участок № 3) были подобраны три участка в наиболее распространенных для указанных зон типах леса — сосняках разнотравном и ягодниковом. Возраст насаждений 15—20 лет. Число стволов на 1 га — 400—600 шт. Территория каждого опытного участка была разбита на 16 секций размером 25×20 м каждая.

В эксперименте использовали удобрения: азотные (мочевина), фосфорные (суперфосфат двойной гранулированный) и калийные (калийная соль). Минеральные удобрения вносили в конце апреля — начале мая равномерным разбрасыванием по поверхности почвы. Обработку растворами гиббереллиновой кислоты проводили опрыскиванием кроны растущих деревьев и смачиванием почек отдельных ветвей у модельных деревьев.

У сосны обыкновенной зачатки генеративных органов закладываются в конце лета. В этот период проводили обработку гиббереллином различной концентрации. Во время цветения сосны кроны модельных деревьев на отдельных секциях также опрыскивали.

На каждой секции отбирали 10 модельных деревьев, имеющих диаметр и высоту, близкие к средним значениям всего участка. У модельных деревьев с южной стороны в различных частях кроны намечали ветви, на которых ежегодно учитывали женские генеративные органы. Учету подлежали зеленые крупные шишки урожая текущего года и озимь — недоразвитые шишки с сомкнутыми после опыления семенными чешуйками, но с еще не оплодотворенными яйцеклетками семязачек.

На всех участках использована одна схема внесения минеральных удобрений по секциям (кг/га д. в.): № 1 — N₁₀₀, № 2 — P₁₀₀, № 3 — K₁₀₀, № 4 — N₁₀₀P₁₀₀, № 5 — N₁₀₀K₁₀₀, № 6 — P₁₀₀K₁₀₀, № 7 — N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀, № 8 — N₅₀P₅₀K₅₀, № 9 — N₅₀P₅₀K₅₀ + известь (2 т/га), № 10 — контроль (удобрение не вносили), № 11—16 — обработка крон гиббереллиновой кислотой различной концентрации: 5; 1; 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 %.

Ежегодные (1975—1977 гг.) наблюдения за интенсивностью семеношения сосны на опытных секциях позволили получить данные, приведенные в табл. 3.

В результате трехлетних наблюдений установлено, что наибольший эффект достигается при внесении N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ — увеличение урожая шишек по сравнению с контролем в 3,6 раза, в отдельные годы в 4,2—4,7 раза.

Комбинация N₁₀₀P₁₀₀ увеличивает урожай в 3,4 раза, а N₅₀P₅₀K₅₀ + + известь — в 3,2 раза. Последние две секции показывают менее стабильные результаты, чем первая. При высоких средних показателях в отдельные годы они давали отрицательные результаты (табл. 4). На всех опытных участках во все наблюдаемые годы минеральные удобрения в дозе N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ оказали положительное влияние на число шишек. Даже в такие неурожайные для озими годы, как 1975 и 1976, число озими по сравнению с контролем увеличивалось в 2—8 раз. Таким образом, минеральные удобрения несколько смягчали даже периодичность семеношения.

Таблица 3

Номер секции	Средние показатели учета семеношения 1975—1977 гг. на участках			
	№ 1	№ 2	№ 3	средние по трем участкам
1	3,3	2,3	1,7	2,4
2	4,6	1,8	2,7	3,0
3	2,8	1,4	1,0	1,7
4	2,4	6,6	1,3	3,4
5	0,8	3,1	4,6	2,8
6	1,2	1,6	1,3	1,4
7	3,9	3,5	3,4	3,6
8	2,5	3,8	2,9	3,1
9	3,0	3,1	3,4	3,2
10	1	1	1	1

Таблица 4

Номер секции	Число шишек опыления на участках (по годам)								
	№ 1			№ 2			№ 3		
	1975	1976	1977	1975	1976	1977	1975	1976	1977
4	54	21	748	4	106	770	15	6	492
7	109	77	459	2	53	471	71	19	362
9	100	22	253	1	61	341	87	12	681
10	13	44	306	—	12	112	17	4	306

Полное минеральное удобрение в дозе N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ наилучшим образом сказалось и на выходе семян — 1,3 % (в контроле — 1,0 %).

При испытании гиббереллиновой кислоты наилучший результат получен от действия раствора концентрацией 5 %. При опрыскивании крон деревьев весной число шишек увеличивается в 2,8 раза. Но в связи с высокой стоимостью гиббереллина его применение не имеет производственного значения.

На опытных участках, заложенных в лесостепных условиях Челябинской области на достаточно богатых почвах, использовали ту же схему внесения минеральных удобрений. Дополнительно были заложены секции: N₅₀P₅₀K₁₀₀; N₅₀P₅₀K₁₅₀; N₁₀₀P₁₀₀K₂₀₀ и N₁₀₀P₁₀₀K₂₅₀.

Наибольшее стимулирующее действие оказало внесение минерального удобрения в комбинации N₁₀₀P₁₀₀K₂₀₀ и N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀, увеличившее

урожай шишек в 1,5—2,5 раза. Указанные дозы повышают выход семян на 20 %. Более слабый эффект применения минеральных удобрений на участках Челябинской области по сравнению со Свердловской объясняется тем, что верхние горизонты почвы последних участков содержат значительно меньше гумуса и подвижных форм P_2O_5 и K_2O . Следовательно, на богатых почвах применение минеральных удобрений не так эффективно.

Расчеты показывают, что общее количество семян, полученных дополнительно от внесения $N_{100}P_{100}K_{100}$ за 5 лет (время эффективного действия удобрений) составляет от 15 (Челябинская область) до 39 кг/га (Свердловская область). Относительная экономическая эффективность затрат соответственно составила от 8 до 20 р. на 1 р. затрат.

Существенная роль в повышении общей продуктивности лесов в последнее время отводится прижизненной эксплуатации древостоев путем подсочки. В течение ряда лет сотрудники кафедры ведут исследования по повышению смолопродуктивности хвойных пород, испытывают новые химические вещества, обеспечивающие существенное увеличение выхода живицы на карроподновку, карру и валовой сбор живицы с 1 га подсачиваемых площадей. В 1971—1972 гг. была проведена опытно-производственная проверка подсочки с использованием водного раствора пирамина. При этом было установлено, что применение стимулятора повышает смолопродуктивность сосны на 54 % против обычной подсочки.

В последующие годы были начаты работы по подбору новых веществ, стимулирующих смолывыделение при подсочке сосны путем сопоставления структурной формулы прогнозируемого стимулятора со структурной формулой пирамина. Сходство и аналогия структурных формул ряда гербицидов, стимуляторов роста растений и других веществ с пирамином показывают, что их применение в виде водных растворов различной концентрации самостоятельно или в смеси с другими веществами позволяет увеличить выход живицы на 60—80 % по сравнению с обычной подсочкой. Так, при проверке эффективности водного раствора атразина концентрации 0,1 и 1,0 % увеличение выхода живицы составило 71—76 % против обычной подсочки. Аналогичные результаты получены и при испытании других веществ, имеющих сходство с пирамином.

Результаты испытаний позволяют при определении новых эффективных веществ для подсочки использовать методику сопоставления структурной формулы прогнозируемых стимуляторов с формулой испытанных веществ, показавших их высокую эффективность.

Путем подбора новых химических веществ в виде водных растворов самостоятельно или в виде смесей с другими веществами можно повысить смолопродуктивность древостоев, что в конечном итоге позволит существенно повысить и общую продуктивность леса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Горев Г. И. Лесорастительное районирование и некоторые типы лесов будущего Кировской области: Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. — М.: ТСХА, 1969. [2]. Клебанов А. Л. Лесоводственные особенности лиственницы Сукачева в условиях Удмуртской АССР: Дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. — Свердловск: УЛТИ, 1969. [3]. Клебанов А. Л. Роль лиственницы Сукачева в повышении продуктивности лесов Удмуртской АССР. — Науч. тр./ УЛТИ, 1973, вып. 28, с. 44—47. [4]. Коновалов Н. А., Клебанов А. Л., Шаргунова В. А. Экологические особенности лиственницы Сукачева в условиях Урала. — В кн.: Лесная геоботаника и биология растений. Брянск, 1975, вып. 3, с. 61—66. [5]. Тимофеев В. П. Опыт выращивания лиственницы. — М.: Гослесбуиздат, 1954. [6]. Тимофеев В. П. Опыт выращивания лиственницы. — М.: Гослесбуиздат, 1954.

Феев В. П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов. — М.: АН СССР, 1961. [7]. Тимофеев В. П. Влияние географического происхождения семян лиственницы на ее рост в смешении с сосной. — Лесоведение, 1973, № 2, с. 39—50. [8]. Янкаускас М. А. Лиственница в лесах и парках Литовской ССР и перспективы ее выращивания. — Вильнюс, 1954.

Поступила 11 декабря 1979 г.

УДК 630*5 : 519.271.01

ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОБЩЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА СТВОЛОВ МОДАЛЬНЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

С. В. СОКОЛОВ

Уральский лесотехнический институт

Модальные древостои существенно отличаются от нормальных по основным таксационным показателям [1].

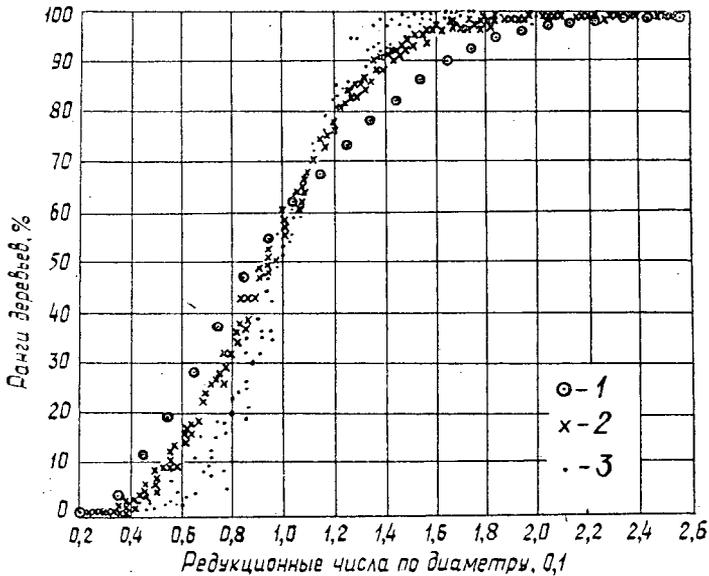
Для выявления некоторых особенностей в строении по диаметру модальных сосновых древостоев подзоны южной тайги Зауралья нами использованы данные 377 пересчетов, проведенных на 208 пробных площадях и 169 участках, общей площадью 1269 га, с числом деревьев 262 633 шт. Относительные полноты обследованных модальных древостоев уменьшались от 0,98 (в 17 лет) до 0,55 (в 220 лет). Все перечеты объединены по группам средних диаметров древостоев и в каждой из них подсчитано общее число деревьев по ступеням толщины отдельно по лесорастительным провинциям, типам леса и в целом по району исследований. В этих рядах число стволов по ступеням толщины выражено в процентах от общего их числа в соответствующей совокупности древостоев. Материал обработан на ЭВМ по программам проф. К. Е. Никитина [3]. Для каждого ряда вычислен средний диаметр по площади сечения D_g по формуле

$$D_g = D_n \sqrt{1 + (C_d : 100)^2},$$

где D_n — средний арифметический диаметр, см;
 C_d — коэффициент изменчивости диаметров, %.

Через средний диаметр D_g обычные абсолютные ступени толщины переведены в редуцированные числа по диаметру. Изменчивость средних диаметров по ступеням толщины для обобщенного ряда холмисто-предгорной провинции оказалась равной 37 %, равнинной — 44 %, что соответственно на 7 и 10 % выше, чем для отдельных возрастных категорий древостоев этих же провинций (17—40, 41—110 и 111—220 лет). Для изучения зависимости между редуцированными числами по диаметру и рангами деревьев суммировали число стволов по одноименным ступеням толщины в пределах отдельных провинций, типов леса и четных значений средних диаметров древостоев. Каждый полученный таким образом ряд распределения диаметров стволов затем преобразовывали: абсолютные ступени толщины переводили в редуцированные числа по диаметру (через средний диаметр соответствующей совокупности), а числа стволов по ступеням толщины выражали в процентах от всего числа стволов этой же совокупности. Обобщенные ряды накопленных частостей в зависимости от редуцированных чисел изображали графически.

Анализ полученных рядов редуцированных чисел, соответствующих рангам деревьев, показал, что в древостоях холмисто-предгорной провинции редуцированные числа выше, чем соседней равнинной провинции, однако вероятность различия небольшая — 0,750. Этот вывод подтверждается и сравнением рядов одних и тех же групп средних диаметров, но различных провинций. При этом с уменьшением среднего диаметра древостоев вероятность различия увеличивается от 0,100 (для 44 см) до 0,870 (для 14 см). Вероятность различия в строении по диаметру сосняков разнотравных, ягодниковых и брусничниковых небольшая —



Изменение рангов деревьев по редукционным числам по диаметру.

1 — Опытные данные для совокупности древостоев со средними диаметрами 6—12 см (17—40 лет); 2 — 14—34 см (41—110 лет); 3 — 36—50 см (111—220 лет).

0,200. Изменчивость диаметров по этим типам леса составляет соответственно 38, 37 и 42%. Четко выделяются три типа кривых (см. рис.): для древостоев со средними диаметрами 6—12 см, 14—34 см и 36—50 см.

Для каждой группы древостоев по среднему диаметру указанным способом определены суммарные ряды. Выравненные графически данные приведены в таблице. Оказалось, что с увеличением среднего диаметра «заселенность» центральных классов редукционных чисел по диаметру увеличивается: при среднем диаметре древостоев 6—12 см число деревьев в классах 0,7—0,9 составило 28 %, 14—34 см — 32 %; 36—50 см — 43% в классах 0,9—1,1. По данным же А. В. Тюрина [6] для тонко- и среднемерных нормальных древостоев (10—20 см) — 46 %; для толсто- и очень толстомерных (30—40 см) — 57 и 56 %, т. е., по нашим данным, «заселенность» классов 0,8—1,3 модальных древостоев меньше, а классов 0,3—0,7 и 1,4—2,4 — больше. С данными биномиального распределения [5] расхождения еще значительнее (до 14 %). Подтверждается вывод [4, 6], что размах колебаний диаметров в тонкомерных древостоях значительно выше, чем в более толстомерных. Однако в модальных сосняках размах выше, чем в нормальных (см. табл.).

Вычисленный по способу наибольшей ординаты [2] показатель меры совпадения для рядов распределения частот по классам редукционных чисел по диаметру древостоев со средним диаметром 6—12 см составил 0,52, 14—34 см — 0,21, 36—50 см — 0,19 и для общего ряда — 0,14, т. е. во всех случаях меньше 2, что позволяет считать действительное распределение деревьев по классам редукционных чисел по диаметру подчиняющимся закону нормального распределения. При этом с уменьшением среднего диаметра кривые распределения все более отдаляются от нормальных, и наоборот. Изменчивость диаметров

Распределение числа деревьев
по классам редукционных чисел по диаметру

Классы редукци- онных чисел по диаметру	Число деревьев, %					
	для древостоев со средним диаметром, см			в среднем	по А. В. Тюрину	Разница (абсо- лютная)
	6—12	14—34	36—50			
0,3	4,0	2,0	—	1,7	—	1,7
0,4	8,0	5,0	3,0	4,6	—	4,6
0,5	8,5	7,5	4,0	6,9	0,7	6,2
0,6	8,6	8,9	6,3	8,4	3,5	4,9
0,7	9,5	10,5	8,4	10,1	9,5	0,6
0,8	9,6	11,1	12,0	11,3	16,1	4,8
0,9	9,2	10,3	14,3	11,1	18,4	7,3
1,0	8,2	10,0	16,1	11,0	18,1	7,1
1,1	6,1	9,3	12,8	9,9	13,1	3,2
1,2	5,5	7,1	9,2	7,5	8,9	1,4
1,3	4,5	6,1	6,5	6,2	6,3	0,1
1,4	3,8	4,3	3,9	4,2	3,3	0,9
1,5	3,1	3,0	2,0	2,8	1,5	1,3
1,6	2,9	2,2	0,8	2,0	0,5	1,5
1,7	2,8	1,1	0,4	1,0	0,1	0,9
1,8	1,7	0,9	0,3	0,8	—	0,8
1,9	1,4	0,4	—	0,3	—	0,3
2,0	1,3	0,3	—	0,2	—	0,2
2,1	0,6	—	—	—	—	—
2,2	0,3	—	—	—	—	—
2,3	0,2	—	—	—	—	—
2,4	0,2	—	—	—	—	—

для указанных групп древостоев соответственно оказалась: 47, 37, 27, 36 % (показатель достоверности вывода 21,4—37,1, т. е. больше 3). Кривая распределения для древостоев со средними диаметрами 36—50 см имеет слабую отрицательную асимметрию, 14—34 см — слабую положительную, а 6—12 см — резко выраженную положительную и средняя кривая — очень слабую положительную асимметрию, т. е. приближается к нормальной.

В результате исследований сделаны следующие выводы.

1. Относительные полноты обследованных модальных древостоев, наиболее распространенных в подзоне южной тайги Зауралья, с возрастом уменьшаются от 0,98 до 0,55. Полноты этих древостоев по типам леса (сосняки разнотравные, ягодниковые и брусничниковые) в одинаковом возрасте отличаются на 0,01—0,03.

2. Процентное распределение числа стволов модальных сосновых древостоев мало зависит от рассмотренных типов леса. Различие в строении по диаметру этих древостоев по провинциям (Зауральская холмисто-предгорная и Зауральская равнинная) также не существенно. В зависимости от средних диаметров обследованных древостоев четко выделяются три типа кривых строения по диаметру (см. рис.). Строением по диаметру модальные сосновые древостои до 100 лет существенно отличаются от нормальных [6]. Для более старых древостоев эти различия не существенны, и в приближенных расчетах их можно не учитывать.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ануцин Н. П. Лесная таксация. — 2-е изд. — М.—Л.: ГЛБИ, 1960. [2]. Дворецкий М. Л. Практическое пособие по вариационной статистике. — 2-е изд. — Йошкар-Ола, 1961. [3]. Никитин К. Е. Лиственница на Украине. — Киев: Урожай, 1966. [4]. Тарашкевич А. И. К вопросу о строении насаждений. — Лес-

ное хозяйство, лесопромышленность и топливо, 1924, № 9. [5]. Трулль О. А. Математическая статистика в лесном хозяйстве. — Минск: Высшая школа, 1966. [6]. Тюрин А. В. Строение одновозрастных насаждений. — Зап. Воронежского ЛХИ, 1927, вып. 8.

Поступила 27 августа 1979 г.

УДК 581.821.2 : 630.165.51

ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ КОРЫ И СМОЛОПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЕЛИ СИБИРСКОЙ

С. А. МОЧАЛОВ, В. М. ЕРЕМИН

Уральский лесотехнический институт
Воронежский лесотехнический институт

Ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), как и другие хвойные, характеризуется значительным внутривидовым разнообразием [8, 10]. По морфологическим признакам коры и ветвлению выделено несколько форм, показана тесная связь морфологических признаков с производительностью древостоев [7—9] и смолопродуктивностью [6], следовательно, эти формы представляют селекционно-лесоводственный интерес. Большое значение имеют анатомические исследования, которые позволяют более определенно говорить о наследовании признаков и наличии генетически обусловленных форм. А это, в свою очередь, позволяет вести отбор наиболее перспективных форм на научной основе.

В связи с этим нас интересовало следующее: имеется ли связь между морфологическим строением коры и анатомической структурой (для ели обыкновенной такая связь обнаружена [4]); подтвердится ли обнаруженная ранее [6] различие в смолопродуктивности разных форм; какова причина различий в смолопродуктивности деревьев ели сибирской, принадлежащих к разным формам?

Для решения поставленных задач в квартале 78 Таватуйского лесничества Невьянского лесхоза Свердловской области в 1976 г. была заложена пробная площадь (6 га) в еловом древостое состава 6Е2П2Б, тип леса — ельник разнотравный, II класс бонитета, V—VII класс возраста. На пробной площади были выделены четыре формы ели сибирской по морфологическим признакам коры: гладкокорая, чешуйчатокорая, пластинчатокорая и продольнотрещиноватокорая. Эти формы описаны А. П. Петровым [8].

Подсочку осуществляли поперечно-косыми ранениями (способ БелНИИЛХа) в восходящем порядке, последовательно нанося шесть карроподновок за сезон с паузой 10—12 дн. Смолопродуктивность рассчитывали в граммах на карро-дециметр-подновку (г/КДП). Подсочку производили в течение двух сезонов. С пяти модельных деревьев каждой формы в ноябре 1978 г. были взяты образцы коры для анатомического анализа на стороне, противоположной заложенным каррам, с высоты 1,3 м над уровнем почвы. Из образцов на санном микротоме с замораживающим столиком делали продольные и поперечные срезы, из которых по обычной в анатомии растений методике готовили постоянные препараты. Последние анализировали на фотонных микроскопах МБИ-6 и МВ-30, элементы измеряли с помощью винтового окуляр-микрометра. Лубяные лучи подсчитывали на 1 мм² тангентального среза, вертикальные смоляные ходы — на 1 см² поперечного среза последних трех годовичных слоев древесины. Полученные данные обрабатывали способами вариационной статистики.

Так как анатомия коры ели сибирской описана одним из авторов ранее [3], здесь мы ограничимся только описанием различий в анатомической структуре между отдельными формами. Данные измерений элементов коры (табл. 1) показывают, что наиболее толстая кора и корка наблюдается у деревьев с продольнотрещиноватой корой, наиболее тонкая — у гладкокорой формы. Корка у деревьев последней фор-

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Форма коры				
		продольнотрещиноватая	пластинчатая	чешуйчатая	гладкая	
Общая толщина коры	мм	10—15	4—8	5—8	2—5	
Толщина корки	„	4—11	2—5	2—4	1—3	
Ширина проводящего луба	мкм	150—160	120—140	110—120	100—110	
Число ситовидных клеток в радиальном ряду проводящего луба	шт.	7—8	6—7	6—7	5—6	
Размер ситовидных клеток:	мкм	радиальный	23±0,4	20±0,3	21±0,3	21±0,4
		тангентальный	35±0,7	30±0,5	35±0,8	35±0,4
Число клеток с кристаллами на 1 мм ² тангентального среза луба	шт.	1—3	5—20	1—3	1—2	
Ширина пробки повторных перидерм	мкм	100—200	до 400	100—200	100—200	
Степень склерификации вторичного луба (от площади поперечного среза)	%	25—30	3—5	3—5	1—2	

мы тонкая и закладывается фрагментарно. На наш взгляд, по крайней мере четыре фактора влияют на степень развития коры: интенсивность деятельности камбия, которая зависит от числа ситовидных клеток в радиальном ряду проводящего луба; радиальный размер ситовидных клеток; степень деформации элементов луба при формировании непроводящей зоны (у продольнотрещиноватой формы даже в корке ситовидные клетки и паренхима почти не деформированы); степень склерификации вторичного луба, так как при формировании склереид клетки аксиальной паренхимы делятся и значительно разрастаются.

Интересно отметить, что продольнотрещиноватая кора характеризуется наибольшей степенью склерификации, а гладкокорая форма в составе вторичного луба имеет единичные склереиды или небольшие группы их. Для ели обыкновенной отмечалась обратная зависимость [4]. Как видно из табл. 1, различия носят, в основном, количественный характер. Качественные различия наиболее выражены в пробке повторных перидерм. У продольнотрещиноватой формы пробка представлена только губчатыми клетками (небольшие линзы каменных клеток только в местах разветвления), радиальный размер которых значительно меньше тангентального. Пробка других форм сложена гетерогенными клетками, их радиальный размер значительно больше тангентального. В середине пробкового слоя два ряда клеток имеют темно-коричневое содержимое, поэтому складывается впечатление о слоистом строении пробки. Кристаллы оксалата кальция содержатся в пробке всех форм. Таким образом, различия в анатомическом строении коры разных форм имеются, но они не всегда согласуются с отмеченными для ели обыкновенной [4].

Смолопродуктивность деревьев этих форм изучали в течение двух сезонов. Данные по смолопродуктивности сведены в табл. 2. С помощью критерия Стьюдента установлено, что различия по смолопродуктивно-

Таблица 2

Форма коры	Число деревьев, шт.	Смолопродуктивность ели			
		$M \pm m$	σ	v	P
		г/КДП		%	
Продольнотрещиноватая	99	$10,8 \pm 0,49$	4,8	$\frac{44,6}{39,1}$	$\frac{4,5}{3,9}$
		$5,6 \pm 0,22$	2,2		
Пластинчатая	158	$9,4 \pm 0,36$	4,5	$\frac{47,5}{47,8}$	$\frac{3,8}{3,8}$
		$5,4 \pm 0,20$	2,6		
Чешуйчатая	239	$8,9 \pm 0,22$	3,8	$\frac{42,7}{46,0}$	$\frac{2,5}{2,7}$
		$4,5 \pm 0,12$	2,1		
Гладкая	54	$7,2 \pm 0,44$	3,2	$\frac{44,7}{50,4}$	$\frac{6,1}{6,8}$
		$4,4 \pm 0,30$	2,2		

Примечание. В числителе данные за первый сезон; в знаменателе — за второй.

сти в первом сезоне достоверны между всеми формами; нет различия лишь между пластинчатой и чешуйчатой формами. По данным дисперсионного анализа, $F_{\text{факт}} = 10,3$, а $F_{\text{табл}} = 2,6$, что доказывает достоверность связи между морфологией коры и смолопродуктивностью. Смолопродуктивность второго сезона для елей обычно менее показательна, но тем не менее эта закономерность прослеживается. Такое явление наблюдалось одним из авторов у этих форм в другом типе леса [6].

Наиболее трудно, как нам представляется, объяснить различия в смолопродуктивности. Известно, что смоляные ходы елей значительно отличаются по структуре от ходов сосны [1, 2, 5, 11], прежде всего, отсутствием паренхимных клеток, окружающих смоляной ход. Кроме того, выделительные клетки довольно быстро одревесневают, и синтез живицы в них значительно ослабляется, а затем и совсем прекращается [1, 2]. Количество же вертикальных и горизонтальных ходов у сосны обыкновенной и ели сибирской практически одинаково [5, 11]. В нашем случае у деревьев всех форм насчитывается 40—50 горизонтальных ходов на 1 см² поверхности ствола, а вертикальных — 80—100 на 1 см² поперечного среза, что в общем согласуется с данными, имеющимися в литературе [5, 11]. Смолопродуктивность же деревьев сосны обыкновенной в 2—3 раза выше, чем ели.

Естественно, что единственный источник для синтеза живицы — продукты ассимиляции, отток которых происходит по проводящему лубу, а отложение в запас — в паренхиме луба (в древесине хвойных запасующая ткань развита слабо). Так как более высокая смолопродуктивность сосны объясняется наличием большого количества запасных веществ в сопровождающей паренхиме [1, 2, 5, 11], мы проанализировали степень развития запасующей ткани во вторичном лубе всех форм. Аксиальная паренхима у всех форм представлена одной прослойкой паренхимных клеток в годичном слое. Анализ горизонтальной паренхимы (лубяные лучи) позволил получить интересные данные. При сравнительно одинаковом числе лучей на единице площади тангентального среза, продольнотрещиноватая форма резко выделяется большим числом высоких лубяных лучей (более 10 слоев) — табл. 3. По этому признаку деревья указанных форм могут быть объединены в две группы: с продольнотрещиноватой и пластинчатой корой, с чешуйчатой и гладкой. Различия между группами достоверны, а внутри группы — недостоверны. Поскольку лубяные лучи являются продолжени-

Таблица 3

Форма коры	Число лучей			
	общее	по группам слоистости (высоте)		
		1—5	6—10	более 10
Продольнотрещиноватая	33,3	$8,2 \pm 0,70$	$14,6 \pm 0,95$	$10,5 \pm 0,49$
		24,6	43,8	31,6
Пластинчатая	34,0	$10,0 \pm 0,68$	$14,8 \pm 0,56$	$9,2 \pm 0,50$
		29,4	43,5	27,1
Чешуйчатая	37,6	$13,2 \pm 0,60$	$16,6 \pm 0,67$	$7,8 \pm 0,46$
		35,1	44,1	20,7
Гладкая	34,4	$8,1 \pm 0,70$	$19,2 \pm 0,82$	$7,1 \pm 0,34$
		23,5	55,9	20,6

Примечание. В числителе абсолютное число лучей, шт./мм²; в знаменателе — %.

ем древесинных, то запасные вещества при первой же необходимости могут поступать в древесину к смоляным ходам. Значимость лубяных лучей как хранилищ запасных веществ очень велика, так как древесинные лучи краевыми клетками имеют трахеиды, а доля запасяющих тканей в лучах уменьшается, особенно в низких. Обладая наибольшим числом высоких лучей, продольнотрещиноватая форма имеет и большее количество запасных питательных веществ. На наш взгляд, различное число высоких лучей довольно определенно может свидетельствовать о различной продуктивности. Следует иметь в виду и другое обстоятельство: у названных форм различна ширина проводящего луба (табл. 1), следовательно, поток ассимилятов неодинаков у разных форм. Не оказывая, вероятно, прямого влияния на смолопродуктивность, поток ассимилятов, несомненно, будет влиять на количество запасных питательных веществ, а в конечном счете и на смолопродуктивность. Это и позволяет отчасти объяснить различие в смолопродуктивности между разными формами внутри группы, при отсутствии достаточных различий в числе лучей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Адамович Э. И. Смолоносная система ели сибирской (*Picea obovata* Ldb.). — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1960, № 5. [2]. Васильев А. Е. Явление старения смоляных ходов и его значение для подсоски. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1964, № 6. [3]. Еремин В. М. Анатомическое строение ели сибирской и ели корейской. — Межвуз. науч. тр./ БрТИ, 1972, вып. 1. Лесная геоботаника и биология древесных растений. [4]. Еремин В. М. Особенности анатомического строения коры различных форм *Picea excelsa* Linh. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 5. [5]. Иванов Л. А. Биологические основы добывания терпентина в СССР. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1961. [6]. Коновалов Н. А., Мочалов С. А. Смолопродуктивность различных морфологических форм ели сибирской на Среднем Урале. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 4. [7]. Некрасов М. С. Селекционно-лесоводственные и технические особенности ели сибирской на Среднем Урале: Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. — Свердловск, 1966. [8]. Петров А. П. Особенности роста различных форм ели в условиях Кировской области. — Деп. в ВИНТИ, 1976, № 941—76. [9]. Попов П. П. Формы ели в лесах Прикамья и их селекционно-лесоводственное значение: Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. — Свердловск, 1971. [10]. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. — М.: Наука, 1975. [11]. Шатерникова А. Н. Источники смолы выделения при подсоске ели. — Науч. тр./ ЦНИИЛХ, 1936, вып. 4. Подсоска сосны и ели.

УДК 581.132.144 :630*425

ВЛИЯНИЕ СЕРНИСТОГО АНГИДРИДА НА СОСТОЯНИЕ ПИГМЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ИЗОЛИРОВАННОЙ ЗЕЛЕННОЙ ХВОИ ЕЛИ

К. Б. БОТПАНАЕВА

Ленинградская лесотехническая академия

Влиянию токсических газов, в частности сернистого ангидрида, на древесные растения посвящено много работ ([2, 5, 7, 10] и др.), однако только изоляция клеток из растения дает возможность наблюдать воздействие токсиканта непосредственно на незащищенную клетку. Насколько нам известно, наши опыты представляют собой первую попытку использования культуры изолированной ткани для экспериментов подобного рода.

Объектом наблюдений служила полученная в нашей лаборатории зеленая изолированная ткань хвои ели, физиолого-биохимические свойства и условия культивирования которой уже в значительной степени изучены и описаны [1, 11—13].

В качестве повреждающего агента была выбрана небольшая концентрация SO_2 (5 мг/л). Фумигацию производили непосредственно в тех колбах (объемом 100 мл), где рос каллус. Культуру зеленых изолированных клеток ели подвергали воздействию SO_2 в течение 15 и 30 мин, 1, 2, 4 и 6 ч, 1 и 4 сут. По окончании каждой из этих экспозиций колбы с опытными образцами освобождали от сернистого газа, продувая в течение часа стерильным воздухом со скоростью 20 л/ч, и оставляли на срок до 4 сут, контролируя через определенные промежутки времени способность пигментной системы к восстановлению первоначальных спектральных свойств.

Состояние пигментной системы исследовали посредством измерения второй производной спектра абсорбции — методом, разрешающая способность которого намного превышает обычную спектрофотометрию. Для анализов использовали стандартное количество зеленой ткани (500 мг), гомогенизированное в 10 мл воды. Установка для спектрофотометрирования состояла из спектрофотометра СФ-14, дифференцирующей приставки и самописца. Схема дифференцирующего блока и методика работы описаны в статьях В. А. Марненко и В. С. Саакова [3], В. С. Саакова и В. С. Шпотаковского [8], Г. И. Рутмана и др. [4, 6]. В последних двух работах представлен также анализ изменений полос исходного спектра абсорбции и его второй производной. Эти изменения определяются двумя параметрами — полушириной полосы поглощения и ее амплитудой. По данным Г. И. Рутмана и др., амплитуда второй производной спектра абсорбции прямо пропорциональна амплитуде исходного спектра и находится в обратной квадратной зависимости от полуширины исходного спектра. Чтобы облегчить восприятие и объяснение полученных графиков, мы приводим на рис. 1—3, наряду с кривыми второй производной спектров абсорбции, записи обычных исходных спектров абсорбции, сделанные одновременно на спектрофотометре СФ-14.

В спектре контрольного варианта, не подвергавшегося воздействию SO_2 (рис. 1, б), четко идентифицируются пик 440 нм, соответствующий синей области поглощения хлорофиллов, полоса 470—500 нм, относящаяся к каротиноидам, зона 570 нм, которая предположительно [14] указывает на существование связи между пигментами и цитохромами; полоса 600—635 нм, обусловленная абсорбцией предшественников хлорофилла, и три четких максимума в красной области: 650 нм — хлорофилл «б», 670 нм — мономерная форма хлорофилла «а» и 683 нм — агрегированная форма хлорофилла «а». При этом обычный спектр абсорбции того же гомогената, представленный на рис. 1, а, показывает только наличие суммарных полос поглощения хлорофиллов в красной и синей области и слабо выраженную флексию в области каротиноидов.

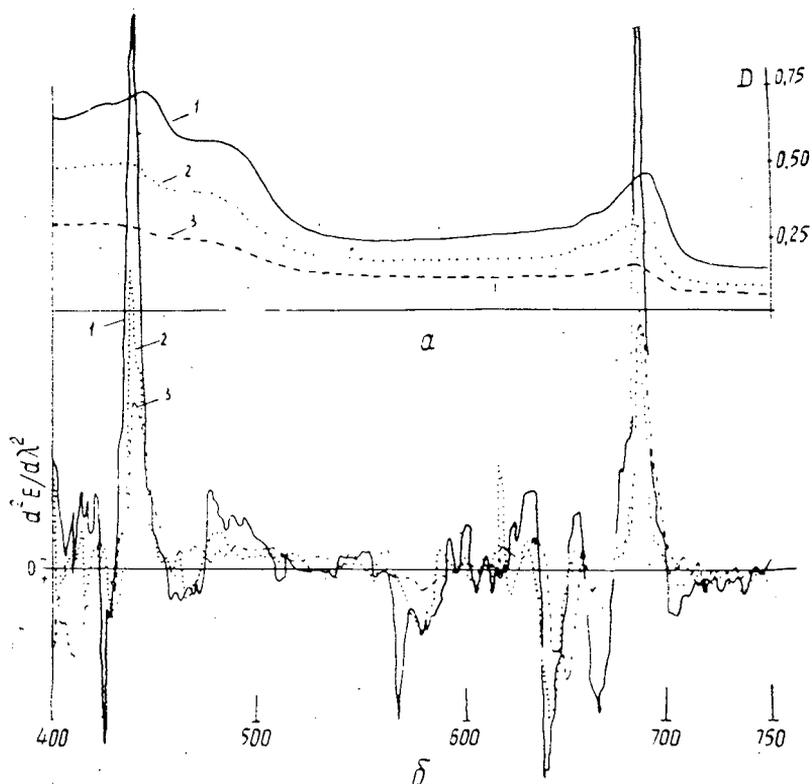


Рис. 1. Спектры абсорбции (а) и вторая производная этих спектров (б) у контрольной ткани (кривая 1), ткани, подвергавшейся фумигации в течение 15 мин (2) и 2 ч (3).

Запись второй производной спектров абсорбции опытных образцов свидетельствует, что уже при 15-минутном воздействии сернистым ангидридом (рис. 1, б, кривая 2) происходит некоторое нарушение состояния пигментной системы, выражающееся в уменьшении амплитуды основных максимумов. Однако в этом варианте еще отчетливо видны все компоненты, присутствующие в контроле.

При 2-часовом воздействии ослабление максимумов становится еще более заметным и одновременно происходит деградация полосы абсорбции каротиноидов, пика 570 нм, мономерной формы хлорофилла «а» (рис. 1, б, кривая 3).

Особенно резкие изменения во всех областях спектра были получены при 4-часовой фумигации (рис. 2, б, кривая 2) — в 8 раз уменьшается амплитуда максимума хлорофилла в синей области (440 нм), в 2 раза — в красной (682 нм), практически исчезают области поглощения каротиноидов, пик 570 нм, полоса 670 нм. Несколько более устойчивыми оказались предшественники хлорофилла и хлорофилл «б». Аналогичной формы спектр второй производной был получен и после фумигации тканей в течение суток.

Вместе с тем, описанные изменения относятся к величине амплитуды максимумов и не касаются полуширины полос поглощения. По мнению Ф. Ф. Литвина и сотрудников [9], изменение одной амплитуды свидетельствует, что влияющий на состояние пигментной системы фактор не нарушает ее химического строения, но действует, главным образом, на связи пигментов друг с другом и с белками.

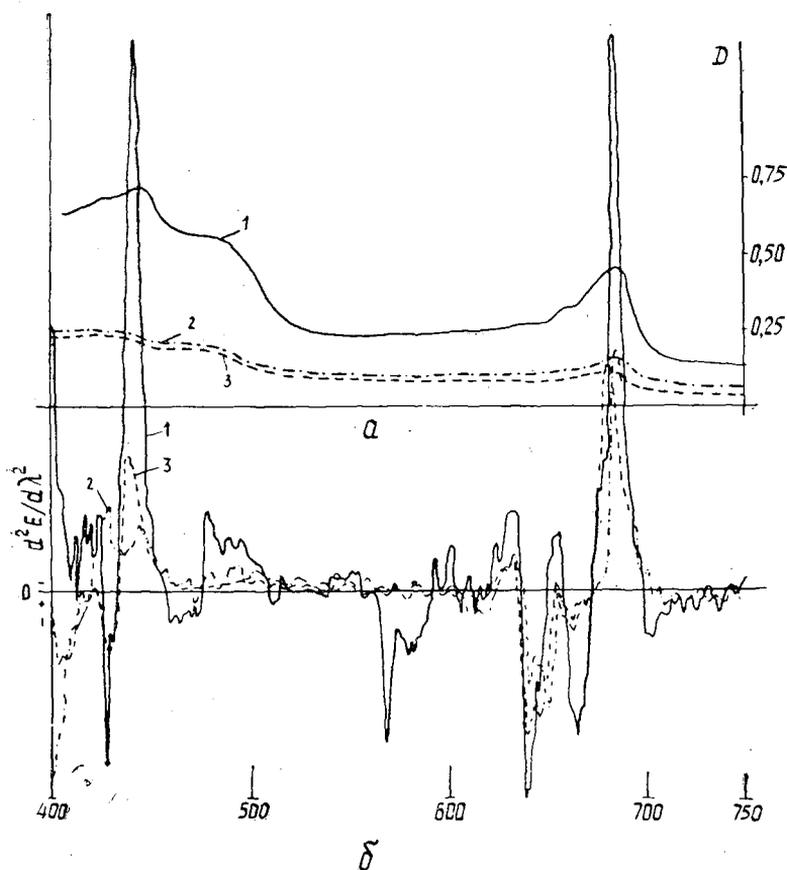


Рис. 2. Спектры абсорбции (а) и вторая производная этих спектров (б) у контрольной ткани (1), ткани, подвергавшейся фумигации в течение 4 ч (2) и 4 сут (3).

Любопытно, однако, что ткань, находившаяся в атмосфере SO_2 в течение 4 сут (рис. 2, б, кривая 3), имела спектр второй производной абсорбции, близкий к кривой 3 на рис. 1, б. Мы не можем дать сейчас четкого объяснения этому феномену, может быть, существует какая-то закономерность в реакциях изолированной клетки на продолжительность фумигации.

На рис. 3 приведены спектры второй производной абсорбции тканей, подвергавшихся фумигации в течение 24 ч, а также спектры этих же тканей, отражающие динамику восстановления первоначального состояния пигментов в атмосфере, очищенной от SO_2 . Первый признак восстановления — слабые максимумы в области абсорбции предшественников хлорофиллов и хлорофилла «б» — появляется уже через 1 ч. Через 24 ч восстанавливается максимум 440 нм, мономерная и агрегированная форма хлорофилла «а» (670 и 680 нм). Через 4 сут отчетливо заметной становится также полоса 570 нм.

Все эти качественные изменения спектра сопровождаются постепенным увеличением амплитуды основных максимумов абсорбции. В процентном отношении (к контролю) эти изменения амплитуды выглядят следующим образом: после 24 ч фумигации на 50 % уменьша-

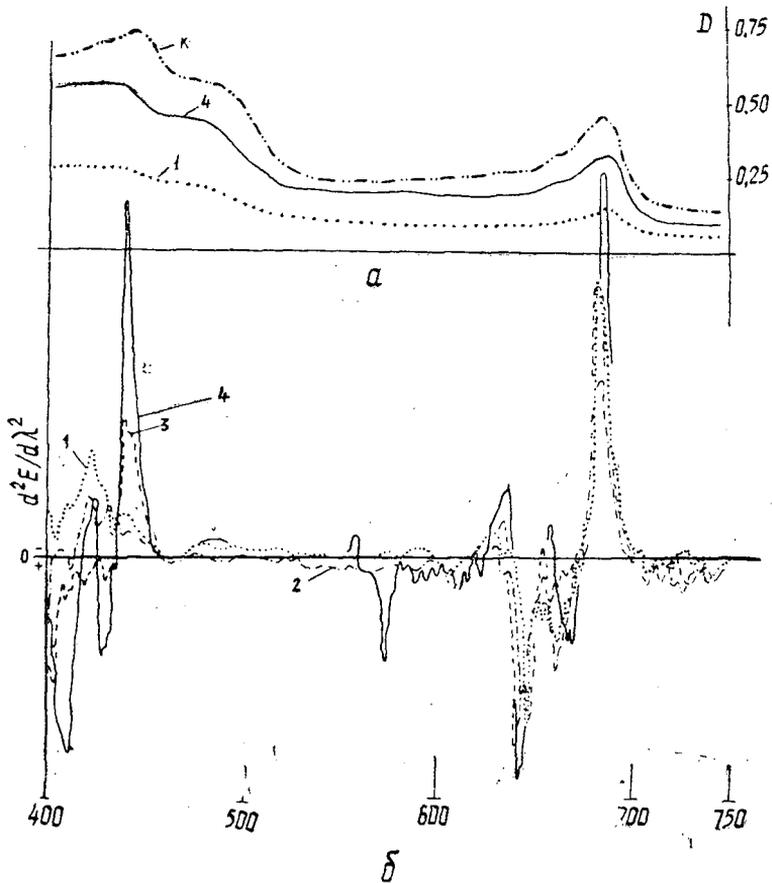


Рис. 3. Спектры абсорбции (а) и вторая производная этих спектров (б) у ткани, подвергавшейся фумигации в течение 24 ч (1) и через 1 ч (2), 24 ч (3) и 4 сут (4) после удаления токсиканта. К — спектр абсорбции у контрольной ткани.

ется амплитуда максимума хлорофиллов в красной области (680 нм) и на 100 % — в синей (440 нм) и полоса 570 нм. Через 4 сут максимумы хлорофилла как в синей, так и в красной области восстанавливаются на 70 %, полоса 570 нм — на 62 %.

Никакого восстановления не наблюдается только в части спектра, относящейся к каротиноидам (470—500 нм).

Таким образом, доза SO₂ 5 мг/л не является летальной для зеленых изолированных клеток ели. Однако изменения, происходящие в зонах спектра абсорбции, относящихся к наиболее активным компонентам пигментного комплекса — в областях 440, 470—500, 570 и 680 нм — оказались обратимыми только частично. Наиболее заметные и необратимые нарушения обнаружены в системе каротиноидов. Как нам кажется, это вполне соответствует распространенной концепции о защитной роли каротиноидов, которые в нашем случае, возможно, выполняют роль своеобразного барьера, принимающего на себя часть повреждающего действия токсиканта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гутман Т. С., Ширяева Г. А. Некоторые стороны метаболизма зеленых клеток ели. — В кн.: Проблемы физиологии и биохимии древесных растений. Красноярск, 1974, вып. 1, с. 25—26. [2]. Мамаев С. А., Николаевский В. С. Некоторые особенности повреждаемости SO_2 проростков сосны обыкновенной. — В кн.: Физиология и экология древесных растений. Свердловск, 1968, вып. 62, с. 203—207. [3]. Мариенко В. А., Сааков В. С. Производная спектрофотометрия на базе регистрирующего спектрофотометра СФ-10. — Физиология растений, 1973, № 20, с. 637—645. [4]. Методы молекулярной спектрофотометрии при изучении устойчивости пластидного аппарата/Г. И. Рутман, В. С. Сааков, В. З. Дромкин и др. — Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1976, № 57, с. 130—145. [5]. Николаевский В. С. Влияние SO_2 на древесные растения в условиях Свердловской области. — В кн.: Охрана природы на Урале. Свердловск, 1964, вып. 4, с. 123—132. [6]. Производная спектрофотометрирования в биологических исследованиях: Практические схемы и рекомендации/ Г. И. Рутман, В. З. Дромкин, Ю. А. Макаров и др. — Бюл. ВНИИ растениеводства, 1976, вып. 63, с. 70—79. [7]. Рябинин В. М. Лес и промышленные газы. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. [8]. Сааков В. С., Шпотакровский В. С. Метод производной спектрофотометрии в изучении структуры аппарата фотосинтеза. — В кн.: Методы комплексного изучения фотосинтеза. Л., 1973, вып. 2, с. 280—295. [9]. Система нативных форм хлорофилла, ее роль в первичных процессах фотосинтеза и развитие в процессе зеленения листьев растений/Ф. Ф. Литвин, О. Б. Беляева, Б. А. Гуляев и др. — В кн.: Хлорофилл/Под ред. А. А. Шлыка Минск, 1974, с. 215—232. [10]. Фогль М., Бертитц С., Польстер Г. Физиологические и биохимические исследования повреждения хвойных сернистым газом. — В кн.: Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. Свердловск, 1970, вып. 7, с. 10—15. [11]. Ширяева Г. А., Яценко-Хмельевский А. А. Фиксация $^{14}CO_2$ изолированными зелеными тканями *Picea abies* (L.) Karst. — ДАН СССР, 1974, 216, 2, с. 459—461. [12]. Ширяева Г. А., Яценко-Хмельевский А. А. Культура изолированных тканей проростков ели на искусственной среде. — Физиология растений, 1974, 21, 2, с. 365—372. [13]. Яценко-Хмельевский А. А., Ширяева Г. А., Гутман Т. С. Культура изолированных зеленых клеток ели и некоторые вопросы их продуктивности. — В кн.: Материалы III Всесоюзного совещания по управляемому биосинтезу и биофизике популяций. Красноярск, 1973, с. 124—125. [14]. Takamija A. Chlorophyll — protein complex. — In: Methods in Enzymology. N. Y. C. — London, 1971, vol. 23. Photosynthesis, p. 603—618.

Поступила 5 июля 1978 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630*325

**ВЛИЯНИЕ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСОСЕК
НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРАКТОРОВ
ПРИ РАБОТЕ С ПОДСОРТИРОВКОЙ**

В. Н. МЕНЬШИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

При разработке лесосек с подсортировкой деревьев производительность трелевочных тракторов зависит от комплекса таксационных показателей: среднего объема хлыста на лесосеке $V_{хл}$, среднего запаса на 1 га q , средних объемов хлыстов и запасов по каждой сортируемой группе деревьев. Рассмотрим случай, когда деревья на лесосеке сортируются на две группы, например хвойные и лиственные или тонкомерные и толстомерные. Обозначим средний объем хлыста в каждой сортируемой группе $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$ и, соответственно, средние запасы на 1 га q_1 и q_2 . Соотношение этих показателей:

$$\frac{q_1}{V_{хл.1}} + \frac{q_2}{V_{хл.2}} = \frac{q}{V_{хл}}, \text{ или } n_1 + n_2 = n,$$

где n_1, n_2 — число деревьев на 1 га каждой сортируемой группы деревьев;

n — общее число деревьев обеих групп на 1 га.

Графически эти выражения представлены на номограммах рис. 1.

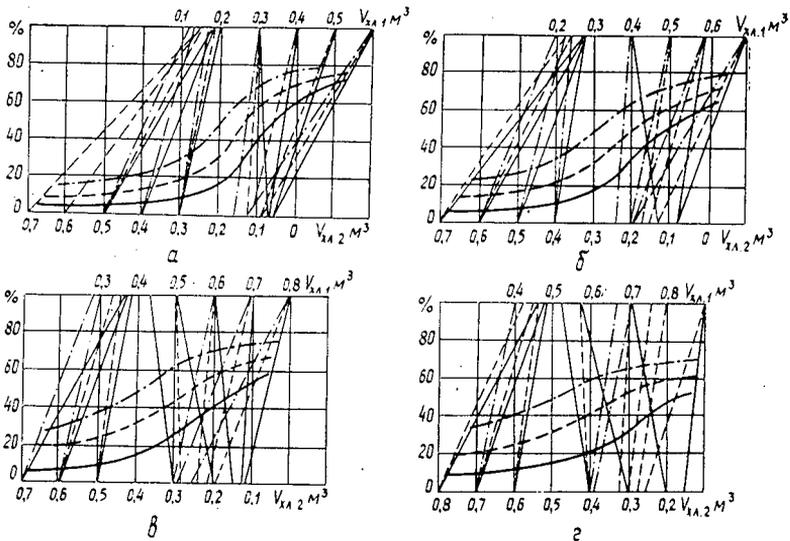


Рис. 1. Распределение числа хлыстов средних объемов $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$ в зависимости от соотношения запасов на 1 га $q_2 : q_1$ и $V_{хл}$ на лесосеке.

$a - V_{хл} = 0,2 \text{ м}^3$; $б - V_{хл} = 0,3 \text{ м}^3$; $в - V_{хл} = 0,4 \text{ м}^3$; $г - V_{хл} = 0,5 \text{ м}^3$.
Сплошная линия — $q_2 : q_1 = 0,2$; штриховая — $q_2 : q_1 = 0,5$;
штрих-пунктирная — $q_2 : q_1 = 1,0$.

По оси ординат отложено число деревьев второй сортируемой группы n_2 с объемом хлыста $V_{хл.2}$ в процентах от общего числа деревьев n на 1 га, при различных средних объемах хлыста на лесосеке $V_{хл}$ и соотношениях запасов на 1 га каждой сортируемой группы $q_2 : q_1$. По оси

абсцисс отложены средние объемы хлыстов по сортируемым группам $V_{хл.2}$ и $V_{хл.1}$. Наклонные линии, соединяющие нижнюю и верхнюю абсциссы, показывают, какие численные значения будут иметь средние объемы хлыстов одной группы деревьев $V_{хл.1}$ в зависимости от объемов другой группы $V_{хл.2}$, при различных соотношениях $q_2 : q_1$, и общего среднего объема хлыста на лесосеке $V_{хл.}$. Например, имеем на лесосеке $V_{хл.} = 0,2 \text{ м}^3$ (рис. 1, а), средний объем хлыста второй группы деревьев $V_{хл.2} = 0,4 \text{ м}^3$, тогда, двигаясь от значения 0,4 нижней абсциссы по наклонным линиям к верхней, получим, что $V_{хл.1}$ будут в пределах 0,13—0,18 м^3 , в зависимости от соотношения $q_2 : q_1$. Если соотношение $q_2 : q_1 = 1,0$, т. е. запасы сортируемых групп одинаковые, то $V_{хл.1} = 0,13 \text{ м}^3$. Пересечение соответствующих наклонных и кривых линий покажет процент деревьев одной и другой группы (в рассматриваемом примере пересечение штрих-пунктирных линий показывает, что $n_2 = 25 \%$ и $n_1 = 75 \%$).

Анализируя данные рис. 1, можно отметить следующее.

1. Чем меньше средний объем хлыста на лесосеке $V_{хл.}$ и больше разница в вырубаемых запасах каждой группы деревьев q_1 и q_2 , тем более резко изменяется распределение деревьев разных объемов по отдельным группам $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$.

2. Среднему объему хлыста одной группы деревьев соответствует определенный средний объем хлыста другой группы. Если отклонения по одной группе от среднего объема хлыста на лесосеке большие (3—4 градации), то в другой группе изменения среднего объема хлыста незначительны (в пределах одной градации).

С учетом изложенных данных и номограмм, представленных нами ранее*, выявим влияние таксационных показателей лесосек и каждой сортируемой группы деревьев на производительность трелевочных тракторов при валке деревьев бензиномоторными пилами. Так как трелевка каждой группы деревьев производится отдельно, поэтому будем иметь производительность тракторов на отдельной трелевке Π_1 и Π_2 , средневзвешенную $\Pi_{ср. взв}$ и среднюю $\Pi_{ср.}$, которая получалась бы при разработке лесосеки без подсортировки деревьев. Результаты расчетов, выполненных для случая, когда объемы трелеваемых пачек M_1 и M_2 изменяются в зависимости от среднего объема хлыста каждой группы деревьев, представлены на рис. 2 и 3. Из рис. 2 видим, что чем больше разница между средними объемами хлыстов $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$, тем больше отклонение производительности трактора Π_1 и Π_2 на трелевке каждой группы деревьев от средней производительности $\Pi_{ср.}$. В зависимости от того, какие значения имеют $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$ по отношению к $V_{хл.}$, производительность на трелевке каждой сортируемой группы деревьев получается или больше, или меньше средней производительности $\Pi_{ср.}$. Этим и объясняются противоречивые выводы разных авторов о результатах проведения постепенных, выборочных или проходных рубок, которые в принципе можно рассматривать как рубки с подсортировкой деревьев. Одни авторы отмечают повышение производительности на трелевке при этих рубках, другие — понижение. Правы и те, и другие. Однако средневзвешенная производительность $\Pi_{ср. взв}$ при разработке лесосек с подсортировкой получается меньше (рис. 3). Для условий ле-

* Меньшиков В. Н. Производительность трелевочных тракторов при разработке лесосек с подсортировкой деревьев. — Лесн. пром-сть, 1978, № 5.

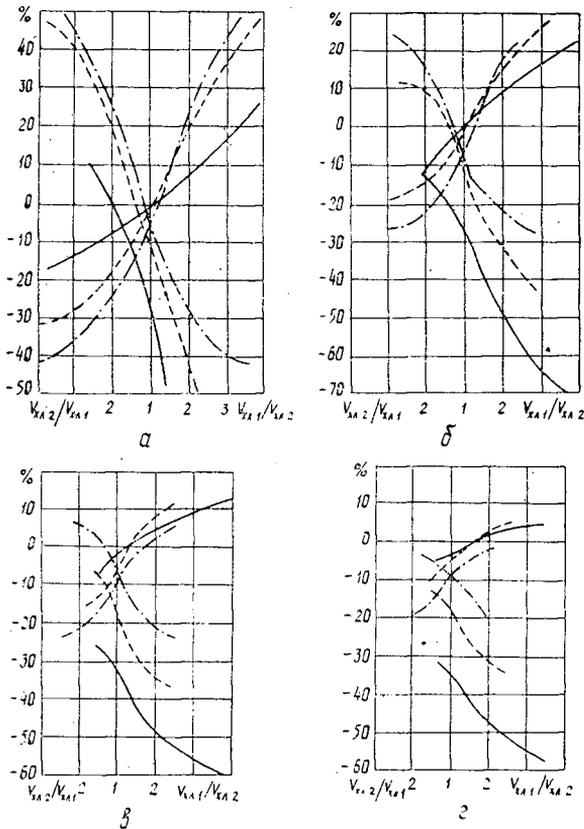
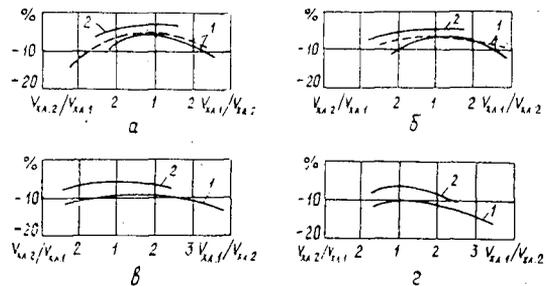


Рис. 2. Отклонение P_1 и P_2 трактора ТДТ-55 от $P_{ср}$ в зависимости от соотношения $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$, q_1 и q_2 и $V_{хл}$ на лесосеке. Обозначения те же, что к рис. 1

Рис. 3. Отклонение $P_{ср.взв}$ тракторов ТДТ-55 (1) и ТБ-1 (2) от $P_{ср}$ в зависимости от соотношения $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$. Обозначения те же, что к рис. 1.



сосек Северо-Запада снижение производительности составляет от 5 до 30% и тем больше, чем больше разница средних объемов хлыстов $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$. При трелевке тракторами с гидроманипуляторами потери в производительности меньше, а характер влияния таксационных показателей разрабатываемых лесосек такой же, как и при трелевке тракторами с чокерным оборудованием.

Запас сортируемых групп деревьев на 1 га q_1 и q_2 влияет на снижение средневзвешенной производительности $P_{ср.взв}$ лишь при небольших значениях среднего объема хлыста на лесосеке (0,2—0,3 м³).

Чем больше разница между q_1 и q_2 , $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$, тем больше снижение средневзвешенной производительности. При среднем объеме хлыста на лесосеке больше $0,3 \text{ м}^3$ влияние запасов q_1 и q_2 незначительно.

Если $M_1 = M_2 = M$, то снижение производительности тракторов при трелевке каждой сортируемой группы деревьев будет меньше, а снижение средневзвешенной производительности не будет зависеть от значений q_1 и q_2 , $V_{хл.1}$ и $V_{хл.2}$. В этом случае $P_{ср.взв}$ меняется только от численных значений $V_{хл}$ и M . Так, при увеличении среднего объема хлыста $V_{хл}$ от $0,2$ до $0,6 \text{ м}^3$ средневзвешенная производительность снижается с 10 до 6% .

При подсортировке деревьев на $3-4$ группы снижение средневзвешенной производительности увеличится, так как в этом случае будет наблюдаться существенная разница между запасами на 1 га каждой сортируемой группы и общим запасом на лесосеке.

Опытно-производственные рубки с сортировкой деревьев и без нее были проведены нами в леспрохозах и лесхозах при выполнении постепенных, выборочных и проходных рубок. Полученные результаты аналогичны приведенным в нашей работе.

Изложенные данные могут быть использованы для определения экономической целесообразности проведения рубок с подсортировкой деревьев и других видов рубок в несколько приемов.

Поступила 24 сентября 1979 г.

УДК 629.11.011.001.2

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ НА КОЛЕСА АВТОВОЗА ПРИ ДВИЖЕНИИ НА ПОВОРОТЕ

П. Ф. МАРЧЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

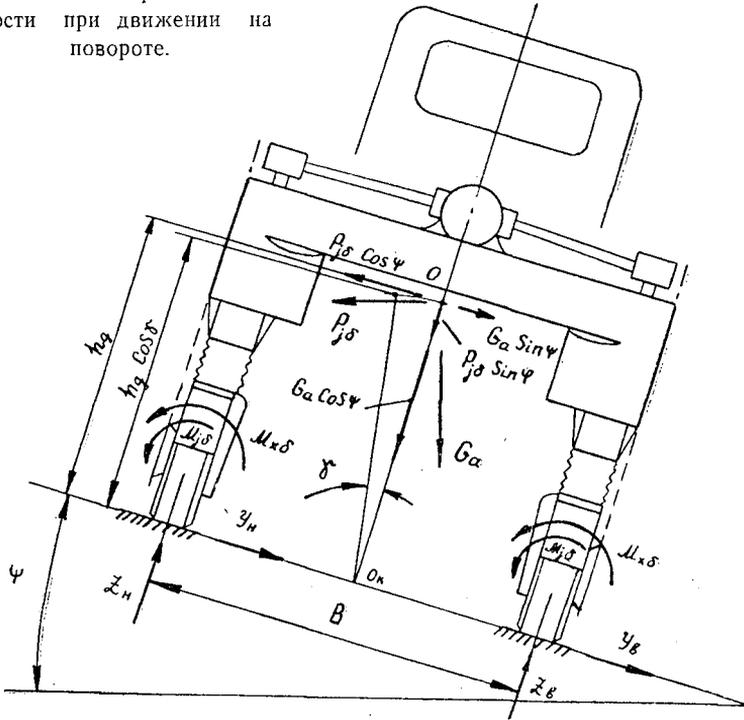
Ранее нами [3] были получены уравнения для определения суммарных радиальных реакций на колеса автовоза с учетом жесткости подвески и шин. В действительности под влиянием момента M_e , передаваемого через центральную карданную передачу, и боковых сил, действующих на автовоз, происходит перераспределение суммарных радиальных реакций между правыми и левыми колесами. Влияние момента M_e на радиальные реакции автовоза рассмотрено в работе [2]. Наиболее общий случай действия боковых сил на автовоз — его движение на повороте.

В данной статье рассматривается перераспределение радиальных реакций на колеса автовоза при движении на повороте с учетом жесткости рамы, подвески и шин (рис. 1). Под действием моментов от боковых сил из-за деформации рамы, упругих элементов подвески и шин происходит крен автовоза в сторону действия этих сил. Центр крена автовоза, имеющего независимую подвеску свечного типа, лежит в плоскости дороги [4].

Суммарный момент, вызывающий крен автовоза над задними колесами,

$$M_{пз} = (P_{j\delta 2} \cos \psi - G_{a2} \sin \psi) h_2 \cos \gamma_2 + (P_{j\delta 2} \sin \psi + G_{a2} \cos \psi) h_2 \sin \gamma_2 + \Sigma M_{x\delta 2} + \Sigma M_{j\delta 2}. \quad (1)$$

Рис. 1. Схема сил и моментов, действующих на автовоз в поперечной плоскости при движении на повороте.



Подобный момент над передними колесами

$$M_{\text{пн}} = (P_{j\delta 1} \cos \psi + G_{a1} \sin \psi) h_1 \cos \gamma_1 + (P_{j\delta 1} \sin \psi + G_{a1} \cos \psi) h_1 \sin \gamma_1 + \Sigma M_{x\delta 2} + \Sigma M_{j\delta 2}, \quad (2)$$

- где $P_{j\delta}$ — силы инерции, отнесенные к передним или задним колесам;
 G_a — вес автовоза, отнесенный к передним или задним колесам с учетом коэффициента перераспределения;
 h — высота центра тяжести масс;
 γ — угол крена автовоза;
 $\Sigma M_{x\delta}$ — сумма моментов от проекций тангенциальных реакций на боковую ось;
 $\Sigma M_{j\delta}$ — сумма проекций инерционных моментов вращающихся деталей колес на боковую плоскость.

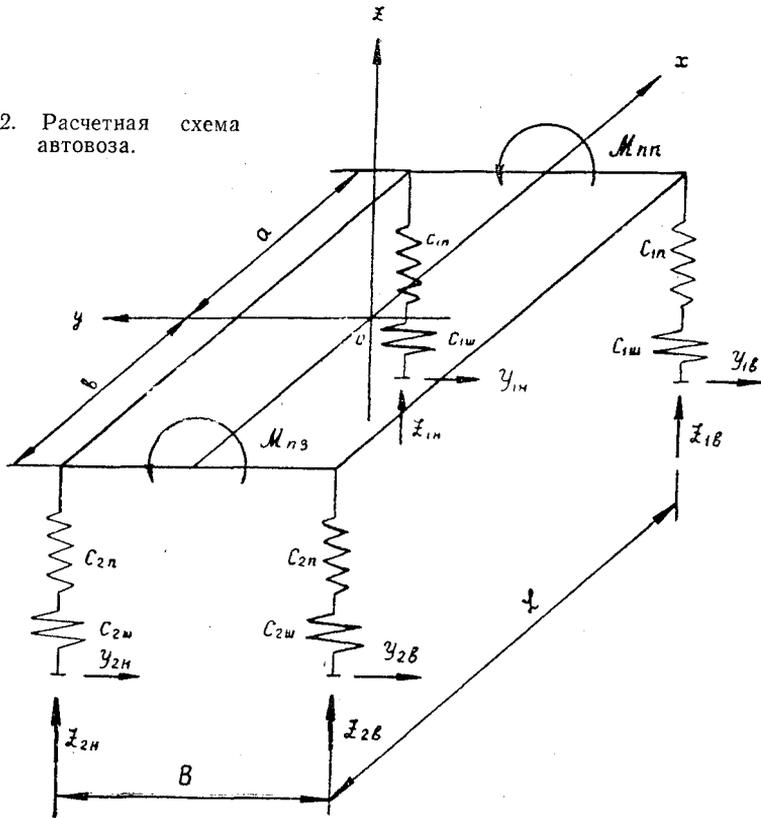
Индекс «1» относится к передним колесам, а индекс «2» — к задним.

Высоту h над колесами с учетом продольного крена [3] можно определить по формулам

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= h \pm a \operatorname{tg} \beta; \\ h_2 &= h \pm b \operatorname{tg} \beta. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Верхний знак относится к замедленному ($\frac{dv_{nc}}{dt} < 0$), а нижний — к ускоренному ($\frac{dv_{nc}}{dt} > 0$) движению автовоза на повороте.

Рис. 2. Расчетная схема автовоза.



При равномерном движении ($\frac{dv_{nc}}{dt} = 0$) $h_1 = h_2 = h$.

Если $\psi = 0$, что характерно для внутривозовских дорог, моменты $M_{пз}$ и $M_{пп}$ можно определить через суммарные боковые и радиальные реакции (рис. 2):

$$\left. \begin{aligned} M_{пз} &= (y_{2н} + y_{2в}) h_2 \cos \gamma_2 + (z_{2н} + z_{2в}) h_2 \sin \gamma_2 + \Sigma M_{x\delta 2} + \Sigma M_{j\delta 2}; \\ M_{пп} &= (y_{1н} + y_{1в}) h_1 \cos \gamma_1 + (z_{1н} + z_{1в}) h_1 \sin \gamma_1 + \Sigma M_{x\delta 1} + \Sigma M_{j\delta 1}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Здесь $y_n + y_b$ — суммарные боковые реакции на колеса автовоза, направленные по оси y ;

$z_n + z_b$ — суммарные радиальные реакции на колеса автовоза.

Момент $M_{пз}$, действующий над задними колесами, будет вызывать перераспределение радиальных реакций на задние и передние колеса. Под действием момента $M_{пз}$ рама над задними колесами повернется на угол γ'_2 , а над передними — γ'_1 . Тогда момент $M'_{пз}$, действующий на передние колеса,

$$M'_{пз} = (\gamma'_2 - \gamma'_1) \frac{c_p}{L}, \quad (5)$$

где c_p — угловая жесткость рамы.

Так как этот же момент воспринимается пружинами подвески и шинами, то можем записать:

$$\left. \begin{aligned} M'_{пз} &= c_{1п} (\gamma'_1 - \gamma''_1) \frac{B^2}{2}; \\ M'_{пз} &= c_{1ш} \gamma''_1 \frac{B^2}{2}, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где $c_{1п}$ — жесткость пружин подвески;
 $c_{1ш}$ — радиальная жесткость шин;
 γ''_1 — угол наклона линии, проходящей через оси передних колес.

Исключая углы γ''_1 и γ'_1 из уравнений (5) и (6), получим

$$M'_{пз} = \left(\gamma'_2 - \frac{2M'_{пз}}{c_{1п}B^2} - \frac{2M'_{пз}}{c_{1ш}B^2} \right) \frac{c_p}{L}. \quad (7)$$

Момент $M''_{пз}$, действующий на задние колеса, определяется уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} M''_{пз} &= c_{2п} (\gamma'_2 - \gamma''_2) \frac{B^2}{2}; \\ M''_{пз} &= c_{2ш} \gamma''_2 \frac{B^2}{2}, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где γ''_2 — угол наклона линии, проходящей через оси задних колес.

Определяя угол γ'_2 из уравнений (8) и подставляя соответствующее выражение в уравнение (7), можно записать:

$$M'_{пз} \left(\frac{L}{c_p} + \frac{2}{c_{1п}B^2} + \frac{2}{c_{1ш}B^2} \right) = M''_{пз} \left(\frac{2}{c_{2п}B^2} + \frac{2}{c_{2ш}B^2} \right). \quad (9)$$

Из равенства (9) находим $M'_{пз}$ и $M''_{пз}$, если иметь в виду, что $M'_{пз} + M''_{пз} = M_{пз}$:

$$\left. \begin{aligned} M'_{пз} &= M_{пз} \frac{\frac{2}{c_{2п}B^2} + \frac{2}{c_{2ш}B^2}}{\frac{L}{c_p} + \frac{2}{c_{1п}B^2} + \frac{2}{c_{1ш}B^2} + \frac{2}{c_{2п}B^2} + \frac{2}{c_{2ш}B^2}}; \\ M''_{пз} &= M_{пз} \frac{\frac{L}{c_p} + \frac{2}{c_{1п}B^2} + \frac{2}{c_{1ш}B^2}}{\frac{L}{c_p} + \frac{2}{c_{1п}B^2} + \frac{2}{c_{1ш}B^2} + \frac{2}{c_{2п}B^2} + \frac{2}{c_{2ш}B^2}}. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Аналогичным образом можно получить

$$\left. \begin{aligned} M'_{пп} &= M_{пп} \frac{\frac{L}{c_p} + \frac{2}{c_{2п}B^2} + \frac{2}{c_{2ш}B^2}}{\frac{L}{c_p} + \frac{2}{c_{1п}B^2} + \frac{2}{c_{1ш}B^2} + \frac{2}{c_{2п}B^2} + \frac{2}{c_{2ш}B^2}}; \\ M''_{пп} &= M_{пп} \frac{\frac{2}{c_{1п}B^2} + \frac{2}{c_{1ш}B^2}}{\frac{L}{c_p} + \frac{2}{c_{1п}B^2} + \frac{2}{c_{1ш}B^2} + \frac{2}{c_{2п}B^2} + \frac{2}{c_{2ш}B^2}}. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Используем приведенную угловую жесткость подвески и шин передних и задних колес [4]

$$c_{пр} = \frac{c_п c_{ш}}{c_п + c_{ш}}; \quad c_p = c_{пр} \frac{B^2}{G},$$

тогда уравнения (10) и (11) примут вид:

$$M'_{пз} = M_{пз} \frac{\frac{1}{c_{\beta 2}}}{\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 1}} + \frac{1}{c_{\beta 2}}}; \quad M''_{пз} = M_{пз} \frac{\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 1}}}{\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 1}} + \frac{1}{c_{\beta 2}}}; \quad (12)$$

$$M'_{пн} = M_{пн} \frac{\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 2}}}{\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 1}} + \frac{1}{c_{\beta 2}}}; \quad M''_{пн} = M_{пн} \frac{\frac{1}{c_{\beta 1}}}{\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 1}} + \frac{1}{c_{\beta 2}}}. \quad (13)$$

Из уравнений (12) и (13) можно получить суммарные моменты, воспринимаемые подвеской и шинами передних колес:

$$M_{п1} = M'_{пз} + M'_{пн} = \frac{M_{пн} \left(\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 2}} \right) + M_{пз} \frac{1}{c_{\beta 2}}}{\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 1}} + \frac{1}{c_{\beta 2}}}, \quad (14)$$

и подвеской и шинами задних колес:

$$M_{п2} = M''_{пз} + M''_{пн} = \frac{M_{пз} \left(\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 1}} \right) + M_{пн} \frac{1}{c_{\beta 1}}}{\frac{L}{c_p} + \frac{1}{c_{\beta 1}} + \frac{1}{c_{\beta 2}}}. \quad (15)$$

Углы крена соответственно будут:

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{M_{п1}}{c_{\beta 1}}; \quad \operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{M_{п2}}{c_{\beta 2}}. \quad (16)$$

Для определения значения $M_{п1}$ и $M_{п2}$ необходимо совместное решение уравнений (1), (2) или (3), (4) и (14)–(16) методом последовательного приближения, приняв для первого значения $M_{пз}$ и $M_{пн}$ $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$.

Величина перераспределения радиальных реакций Δz будет

$$\left. \begin{aligned} \Delta z_{2н} = -\Delta z_{2в} &= \frac{M_{п2}}{B}; \\ \Delta z_{1н} = -\Delta z_{1в} &= \frac{M_{п1}}{B}. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Для отечественных автовозов по нашим исследованиям [1] можно принять $c_p = \infty$, а $c_{\beta 1} = c_{\beta 2} = c_{\beta}$. Тогда уравнения (14)–(16) можно записать в следующем виде:

$$M_{п1} = M_{п2} = \frac{M_{пн} + M_{пз}}{2};$$

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{M_{п1(2)}}{c_{\beta}}.$$

Угловая приведенная жесткость подвески и шин c_{β} для отечественных автовозов составляет: для автолесовозов Т-140 — 6,23 кН/град (635 кгс·м/град); для автолесовозов Т-80 — 4,83 кН/град (492 кгс·м/град).

Изложенная методика определения перераспределения суммарных радиальных реакций на колеса автовоза при движении на повороте с

учетом жесткости рамы, подвески и шин повышает точность расчетов, что очень важно при исследовании поперечной его устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Васильев-Козлов Б. Д., Марченко П. Ф. О жесткости рам автолесовозов при кручении. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1971, № 3, с. 38—41. [2]. Марченко П. Ф. О влиянии реактивного момента двигателя на радиальные реакции автолесовоза. — Науч. тр./ АЛТИ, 1972, вып. 35, с. 67—71. [3]. Марченко П. Ф. Определение суммарных радиальных реакций на колеса автовоза с учетом жесткости подвески и шин. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн. 1975, № 5, с. 53—58. [4]. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля и его колебания. — М.: Машгиз, 1960. — 366 с.

Поступила 25 мая 1979 г.

УДК 630*375.12

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРИВОДА ЛЕСОТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ С ТЯГОВО-НЕСУЩИМ КАНАТОМ

А. Ф. ПЕТРОВ

Кавказский филиал ЦНИИМЭ

Анализ основных параметров и технико-экономическое сопоставление показателей подвесных установок с несущим и тягово-несущим канатами позволяют установить два главных фактора, влияющих на эффективность применения многопролетных подвесных маятниковых установок с тягово-несущим канатом. Первый — единичная сосредоточенная поперечная нагрузка на канат, второй — синхронизация работы канатоведущего шкива с грузоподъемным барабаном привода (в схеме со свободным концом грузоподъемного каната) и обеспечение подвешенного положения пачки при движении каретки (в схеме с закрепленным концом грузоподъемного каната).

Если первый фактор обусловлен чисто механическими причинами: перенесением параметра грузоподъемности с подвесной лесотранспортной установки с несущим канатом на установку с тягово-несущим канатом, то второй — отсутствием соответствующего привода, который создавал бы условия для нормальной работы установки. Конструкция канатной установки с тягово-несущим канатом должна обеспечить: скорость движения тягово-несущего каната 5—6 м/с, синхронную работу грузоподъемного барабана и постоянный провес тягово-несущего каната в пролете в зависимости от разовой сосредоточенной нагрузки.

Все эти параметры относятся к приводу. Поэтому в секторе оснастки канатных установок Кавказского филиала ЦНИИМЭ в 1973 г. была разработана лесотранспортная установка с тягово-несущим канатом и гидравлическим приводом (лебедкой).

Лебедка представляет собой два канатоведущих шкива, приводимых в движение гидромоторами. Параллельно этой гидросистеме включены гидромотор барабана и гидроцилиндр, обеспечивающие постоянное натяжение тягово-несущего каната в пролете в зависимости от нагрузки.

Устройство канатной установки, показанной на рис. 1, предусматривает исключение пробуксовки каната на всех эксплуатационных режимах за счет подключения к гидромотору, вращающему приводной шкив, натяжного гидробарабана и гидроцилиндра. Насос 7 соединен с гидромоторами 1, которые вращают приводные шкивы 4. Параллельно приводным гидромоторам 1 подключены барабан 2, перемещающий с помощью каната натяжной блок 3, и гидроцилиндр 5, соединенный с валом второго

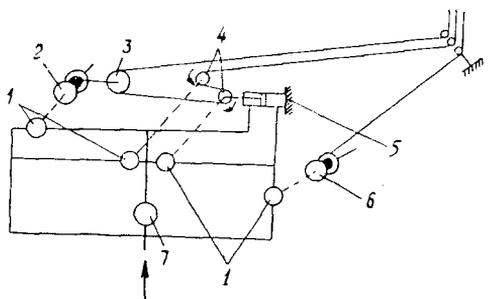


Рис. 1. Принципиальная схема гидравлического привода лесотранспортной установки с тягово-несущим канатом.

1 — гидромоторы; 2 — барабан натяжной; 3 — натяжной блок; 4 — приводной шкив; 5 — гидроцилиндр; 6 — грузоподъемный барабан; 7 — гидронасос.

приводного шкива 4. Благодаря параллельному присоединению к нагнетательной магистрали, давление в цилиндре 5 и гидродвигателе 1 натяжного барабана 2 увеличивается, причем натяжение в сбегающих ветвях блоков становится строго пропорциональным нагрузке канатной установки. Поэтому такое устройство обеспечивает необходимое тяговое усилие на всех режимах работы тягово-несущего каната. Гидравлический цилиндр создает натяжение в сбегающей с первого приводного шкива ветви, в то время как натяжной барабан увеличивает натяжение в сбегающей со второго шкива ветви и компенсирует натяжение каната.

Усилие на штоке цилиндра

$$T = F \Delta p = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_{ш}^2) \Delta p, \quad (1)$$

где F — активная площадь гидроцилиндра;
 d , $d_{ш}$ — диаметры соответственно внутренний и штока;
 Δp — давление, действующее на поршень.

Давление Δp воздействует также на натяжной барабан, вызывая натяжение в сбегающей со второго шкива ветви, равное

$$S_{сб} = \frac{q_1 \Delta p}{d_n}, \quad (2)$$

где q_1 — объемная постоянная гидромотора натяжного барабана;
 d_n — диаметр натяжного барабана.

Как известно, тяговое усилие двухжелобчатых приводов находится в следующей зависимости от $S_{сб}$ *

$$W = S_{сб} (e^{\mu_1 \alpha_1} e^{\mu_2 \alpha_2} - 1),$$

где $e^{\mu_1 \alpha_1}$, $e^{\mu_2 \alpha_2}$ — тяговые коэффициенты желобчатого привода, зависящие от угла обхвата α и приведенного коэффициента трения μ первого и второго шкивов.

Составим уравнение тягового усилия, передаваемого первым и вторым шкивами:

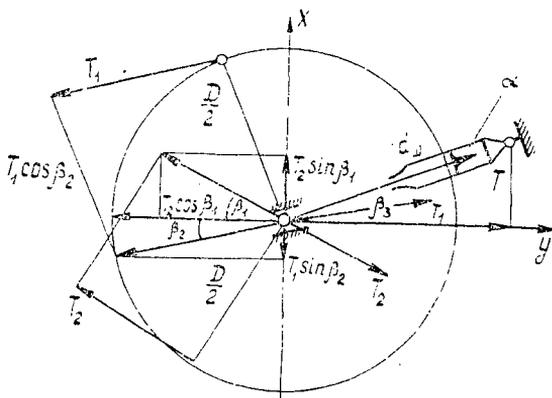
$$\begin{aligned} W_T = W_1 + W_2 &= S_{пр} e^{\mu_1 \alpha_1} + T_1 e^{\mu_1 \alpha_1} - S_{сб} - T_2 = \\ &= S_{сб} (e^{\mu_1 \alpha_1} e^{\mu_2 \alpha_2} - 1) + T_2 (e^{\mu_1 \alpha_1} e^{\mu_2 \alpha_2} - 1). \end{aligned} \quad (3)$$

Величина T_2 находится из рассмотрения сил, действующих на второй по ходу движения каната приводной шкив (рис. 2):

$$T_2 = \frac{T (\operatorname{tg} \beta_2 \cos \beta_3 - \sin \beta_3)}{\sin \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2 \cos \beta_1}. \quad (4)$$

* Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. — М.—Л.: Машиностроение, 1966.

Рис. 2. Схема усилий, действующих на второй по ходу каната приводной шкив.



Подставляя выражения (1), (2) и (4) в уравнение (3), получим

$$W_T = \frac{q_1 \Delta p (e^{\mu_1 \alpha_1} e^{\mu_2 \alpha_2} - 1)}{d_H} + \frac{\pi (d^2 - d_{ш}^2) \Delta p (\operatorname{tg} \beta_2 \cos \beta_3 - \sin \beta_3)}{4 (\sin \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2 \cos \beta_1)} \quad (5)$$

Тяговое усилие шкивов должно быть не меньше, чем суммарное сопротивление перемещению тягово-несущего каната, равное

$$W_c = (g_r + 2g_k + g'_p + g''_p) L \omega, \quad (6)$$

где g_r, g_k, g'_p, g''_p — удельные нагрузки соответственно от груза, каната, вращающихся верхних и нижних роликоопор;
 L — длина установки;
 ω — суммарный коэффициент сопротивления движению каната по блокам.

Поэтому давление Δp , входящее в уравнение (5), должно быть не меньше

$$\Delta p = \frac{L \omega D (g_r + 2g_k + g'_p + g''_p)}{4q}, \quad (7)$$

где D — диаметр приводного шкива;
 q — объемная постоянная приводного гидромотора.

Таким образом, тяговое усилие привода установки с тягово-несущим канатом определится из уравнения

$$W_T = \frac{L \omega D (g_r + 2g_k + g'_p + g''_p) (e^{\mu_1 \alpha_1} e^{\mu_2 \alpha_2} - 1)}{4q d_H} + \frac{L \omega D \pi (d^2 - d_{ш}^2) (g_r + 2g_k + g'_p + g''_p) (\operatorname{tg} \beta_2 \cos \beta_3 - \sin \beta_3)}{16 (\sin \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2 \cos \beta_1) q} \quad (8)$$

Используя это уравнение, можно рассчитать параметры гидросистемы привода и натяжного устройства лесотранспортной установки с тягово-несущим канатом.

Оснастка лесотранспортной подвесной установки с тягово-несущим канатом конструктивно несколько сложнее оснастки транспортной установки с несущим канатом. Эта сложность обусловлена необходимостью надежности прохода каретки по линейному башмаку.

УДК 630*378.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ФОРМИРОВЩИКА ПЛОТОВ БЕРЕГОВОЙ СПЛОТКИ

В. А. ЧЕРНЦОВ, В. А. АЛЕКСАНДРОВ

Ленинградская лесотехническая академия, ЦНИИЛесосплава

Возрастающий объем береговой сплотки в настоящее время вызвал необходимость в создании высокопроизводительного агрегата для комплексной механизации формировочных работ. Экспериментальный образец такого агрегата (Р-9), успешно прошедшего производственные испытания на предприятиях Верхне-Камской сплавной конторы, был изготовлен в ЦНИИЛесосплава в 1977 г. По заданию Минлеспрома СССР в ЦНИИЛесосплава создается опытный образец агрегата для формирования плотов береговой сплотки ЛС-9. К числу технологических операций, выполняемых данной машиной, относится и установка брусстверов на концевые ряды плотов.

Ввиду больших статических и динамических нагрузок, возникающих при выполнении данной операции (вес брусствера достигает 30 кН и более), она является определяющей при расчете стрелы и навесного оборудования на прочность.

В данной статье рассматривается работа агрегата при подъеме брусствера стрелой из положения «с веса». Расчетная схема для этого режима работы представлена на рис. 1.

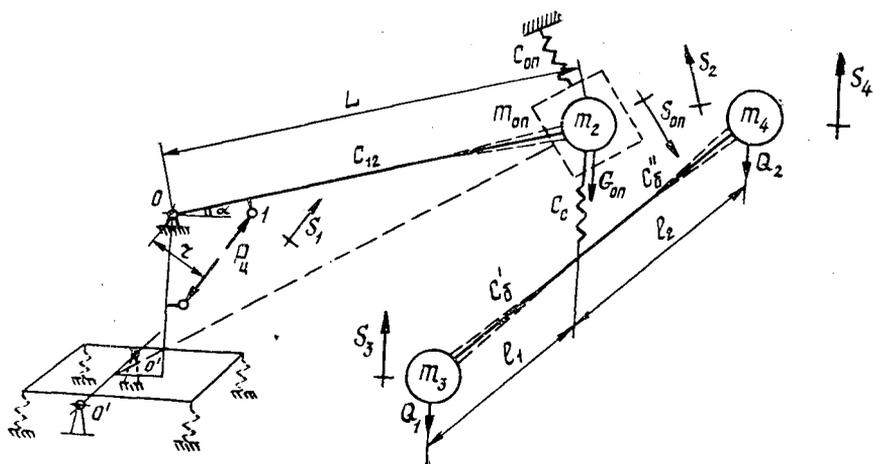


Рис. 1. Расчетная схема для исследования режима подъема (опускания) брусствера «с веса».

Принятые обозначения:

- $P_{и}$ — движущее усилие на штоке гидроцилиндра (гидроцилиндров) подъема стрелы;
- r — плечо силы P относительно шарнира стрелы O ;
- L — вылет стрелы;
- c_{12} — жесткость металлоконструкции стрелы;
- m_2 — масса стрелы, динамически приведенная к ее концу;

- $m_{\text{оп}}$ — масса опорно-поворотной конструкции стрелы и под-
рессоренной базы, динамически приведенная к кон-
цу стрелы;
 $c_{\text{оп}}$ — жесткость подвески и опорно-поворотной конструк-
ции, приведенная к концу стрелы;
 $G_{\text{сп}}$ — вес металлоконструкции стрелы, приведенный на ко-
нец стрелы;
 m_3, m_4 — массы частей бруствера, динамически приведенные к
его концам;
 Q_1, Q_2 — веса частей бруствера, статически приведенные к его
концам;
 c'_6, c''_6 — изгибные жесткости частей бруствера;
 c_c — жесткость связи стрелы с бруствером;
 $S_{\text{оп}}, S_1, S_2, S_3, S_4$ — обобщенные координаты центров приведенных масс
и безмассовой точки 1;
 α — угол подъема стрелы относительно горизонтального
положения.

При исследовании процесса работы формировщика плотов в режи-
ме подъем бруствера стрелой из положения «с веса» необходимо рас-
сматривать два характерных случая нагружения:

- 1) жесткости и приведенные массы частей бруствера не равны, т. е.
 $c'_6 \neq c''_6$ и $m_3 \neq m_4$;
- 2) жесткости и приведенные массы частей бруствера равны, т. е.
 $c'_6 = c''_6$ и $m_3 = m_4$.

Для составления дифференциальных уравнений, описывающих
движение масс системы, используем уравнения Лагранжа II рода.
В первом случае динамическую систему разделим на две подсистемы,
одна из которых включает массу m_3 , а вторая массу m_4 . Суммарные
колебательные нагрузки в упругих звеньях получаются при наложении
колебаний подсистем [2].

Дифференциальные уравнения для подсистемы с массой m_3 име-
ют вид:

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{оп}} \ddot{S}_{\text{оп}}^{\text{в}} + c_{\text{оп}}^{\text{в}} S_{\text{оп}}^{\text{в}} &= c_{12}^{\text{в}} (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}}); \\ c_{12}^{\text{в}} (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}}) &= \frac{r}{L \cos \alpha} P_{\text{ц}}; \\ m_2 (\ddot{S}_2^{\text{в}} - \ddot{S}_{\text{оп}}^{\text{в}}) + c'_c (S_2^{\text{в}} - S_3) + G_{\text{сп}} &= c_{12}^{\text{в}} (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}}); \\ m_3 (\ddot{S}_3^{\text{в}} - \ddot{S}_{\text{оп}}^{\text{в}}) + Q_1 &= c'_c (S_2^{\text{в}} - S_3); \\ \dot{S}_{1\text{п}}^{\text{в}} &= a'^{\text{в}} - b'^{\text{в}} p - c'^{\text{в}} \frac{dp}{dt}, \end{aligned} \right\} (1)^*$$

где c'_c — приведенная жесткость части бруствера с учетом жесткости
связи;

$$c'_c = \frac{c'_6 c_c}{c'_6 + c_c}; \quad (2)$$

$S_{1\text{п}}$ — перемещение точки 1, приведенное на конец стрелы;

$$S_{1\text{п}} = S_1 \frac{L}{r}, \quad (3)$$

* Индекс «в» обозначает вертикальную составляющую перемещений, жесткостей
и сил.

a', b', c' — коэффициенты уравнения связи [1];
 p — давление в гидросистеме.

Для подсистемы с массой m_4 дифференциальные уравнения имеют аналогичный вид.

Во втором случае массы m_3 и m_4 можно объединить в одну с массой $2m_3$ или $2m_4$ и приведенной жесткостью

$$c_6 = \frac{c_c \cdot 2c'_6}{c_c + 2c'_6}. \quad (4)$$

Тогда система дифференциальных уравнений имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{он}} \ddot{S}_{\text{он}}^{\text{в}} + c_{\text{он}}^{\text{в}} S_{\text{он}}^{\text{в}} &= c_{12}^{\text{в}} (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}}); \\ c_{12}^{\text{в}} (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}}) &= \frac{r}{L \cos \alpha} P_{\text{и}}; \\ m_2 (\ddot{S}_2^{\text{в}} - \ddot{S}_{\text{он}}^{\text{в}}) + c_6 (S_2^{\text{в}} - S_3) + G_{\text{сп}} &= c_{12}^{\text{в}} (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}}); \\ 2m_3 (\ddot{S}_3 - \ddot{S}_{\text{он}}^{\text{в}}) + (Q_1 + Q_2) &= c_6 (S_2^{\text{в}} - S_3); \\ \dot{S}_{1\text{п}}^{\text{в}} &= a'^{\text{в}} - b'^{\text{в}} p - c'^{\text{в}} \frac{dp}{dt}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где $(Q_1 + Q_2) = Q_{6\text{п}}$ — вес бруствера.

Решение систем уравнений (1) и (5) для определения упругой деформации стрелы при условии, что динамическая деформация $S_{\text{он}}$ мало отличается от статической, т. е. $m_{\text{он}} \approx 0$ [2] приводит к дифференциальным уравнениям вида [1]

$$\begin{aligned} (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}})^{\text{IV}} + A (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}})^{\text{III}} + B (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}})^{\text{II}} + \\ + C (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}})^{\text{I}} + D (S_{1\text{п}}^{\text{в}} - S_2^{\text{в}}) = E. \end{aligned} \quad (6)$$

Для системы (5) коэффициенты уравнения (6) имеют вид*

$$\begin{aligned} A &= \frac{K_1}{K_2}; \quad B = \frac{c_6 (m_2 + 2m_3) K_2 + 2m_3 K_3}{K_4}; \\ C &= \frac{K_1 c_6 (m_2 + 2m_3)}{K_4}; \quad D = \frac{K_3 c_6}{K_4}; \quad E = \frac{(G_{\text{сп}} + G_{6\text{п}}) c_{\text{он}}^{\text{в}} r f_{\text{п}} c_6}{K_4}, \end{aligned}$$

где $K_1 = b' c_{12} c_{\text{он}}^{\text{в}} L$; $K_2 = c_{\text{он}}^{\text{в}} (c' c_{12} L + r f_{\text{п}}) + \frac{r f_{\text{п}} c_{12}}{\cos^2 \alpha}$;

$$K_3 = \frac{c_{12} c_{\text{он}}^{\text{в}} r f_{\text{п}}}{\cos^2 \alpha}; \quad K_4 = 2m_2 m_3 K_2;$$

$f_{\text{п}}$ — эффективная площадь поршня (поршней).

При аналитическом решении дифференциальных уравнений (6) их характеристические уравнения имеют вид

$$r^4 + Ar^3 + Br^2 + Cr + D = 0, \quad (7)$$

корни которых находятся приближенным методом Лобачевского — Грегфе:

$$r_{1,2} = \alpha \pm ik; \quad r_{3,4} = \beta \pm in. \quad (8)$$

* В целях сокращения статьи коэффициенты для системы (1) не приводятся.

Общие решения дифференциальных уравнений имеют вид

$$y = e^{-\alpha t} (C_1 \cos kt + C_2 \sin kt) + e^{-\beta t} (C_3 \cos nt + C_4 \sin nt). \quad (9)$$

Постоянные интегрирования C_1, C_2, C_3, C_4 определяются из начальных условий при $t = 0$ [1]:

$$y = 0; \quad \dot{y} = 0; \quad \ddot{y} = \frac{v}{t}; \quad \ddot{\ddot{y}} = 0,$$

где v — скорость подъема стрелы, которая находится из осциллограмм или рассчитывается по уравнениям (2) и (5) систем (1) или (5) при $t = 0$ и $S_2 = 0$:

$$v = \dot{S}_{1n}^B = \frac{(a' - b'p_0) r f_n \cos \alpha}{r f_n + c' c_{12} L}, \quad (10)$$

здесь p_0 — давление в гидросистеме от статической нагрузки;
 t — время торможения стрелы.

Максимальную динамическую нагрузку на конструкцию формирующего определяют по формуле

$$F_{max} = (a_B + a_H) \frac{c_{12}}{\cos^2 \alpha} + Q_{ст}, \quad (11)$$

где $Q_{ст}$ — статическая нагрузка;

a_B, a_H — соответственно амплитуды высокой и низкой частоты колебаний:

$$a_B = \sqrt{c_1^2 + c_2^2}; \quad a_H = \sqrt{c_3^2 + c_4^2}.$$

Коэффициент динамичности

$$K_d = \frac{(a_B + a_H) c_{12}}{Q_{ст} \cos^2 \alpha} + 1. \quad (12)$$

Пример. Для формирующего плотов при $\alpha = 0,53$ рад, $n_{дв} = 126 \cdot c^{-1}$, $c'_6 = c''_6 = 4,5$ кН/м, $m_3 = m_4 = 198$ кг, $G_{6р} = 16$ кН, $c_c = 2580$ кН/м, $b' = 1,47 \cdot 10^{-8}$ м³/с·Н, $c' = 1,85 \cdot 10^{-9}$ м³/Н, $m_2 = 170$ кг, $c_{12} = 764$ кН/м, $c_{оп}^B = 133,3$ кН/м, $L = 4$ м, $r = 0,47$ м, $f_n = 1,9 \cdot 10^{-2}$ м², $G_{ст} = 1,25$ кН, $a' = 0,34$ м/с, $t = 0,1$ с.

Значения коэффициентов дифференциального уравнения (6) равны:

$$A = 0,54; \quad B = 721,6; \quad C = 40,81; \quad D = 14\,636.$$

Из характеристического уравнения

$$r^4 + 0,54r^3 + 721,6r^2 + 40,81r + 14\,636 = 0$$

имеем

$$r_{1,2} = -0,248 \pm 26,46i, \text{ т. е. } \alpha = -0,248; \quad k = 26,46;$$

$$r_{3,4} = -0,022 \pm 4,57i, \text{ т. е. } \beta = -0,022; \quad n = 4,57.$$

Постоянные интегрирования

$$C_1 = -14,72 \cdot 10^{-4} \left| \frac{v}{t} \right|; \quad C_2 = -0,4216 \cdot 10^{-4} \left| \frac{v}{t} \right|;$$

$$C_3 = +14,72 \cdot 10^{-4} \left| \frac{v}{t} \right|; \quad C_4 = +1,713 \cdot 10^{-4} \left| \frac{v}{t} \right|.$$

Амплитуды колебаний

$$a_B = \sqrt{14,72^2 + 0,4216^2} \cdot 10^{-4} \left| \frac{v}{t} \right|;$$

$$a_n = \sqrt{14,72^2 + 1,713^2} \cdot 10^{-4} \left| \frac{v}{t} \right|$$

где $v = 12,64$ см/с.

Подставляя значения скорости и времени торможения стрелы, получим $a_v = 0,186$ см и $a_n = 0,187$ см.

Коэффициент динамичности

$$K_d = \frac{(0,186 + 0,187) \cdot 764}{0,866^2 \cdot 1600} + 1 = 1,24,$$

что весьма близко к экспериментальному ($K_d = 1,18$). По расчету получается превышение на 5,5 %. Достоверность принятой динамической модели подтверждается также хорошим совпадением частот колебаний (рис. 2).

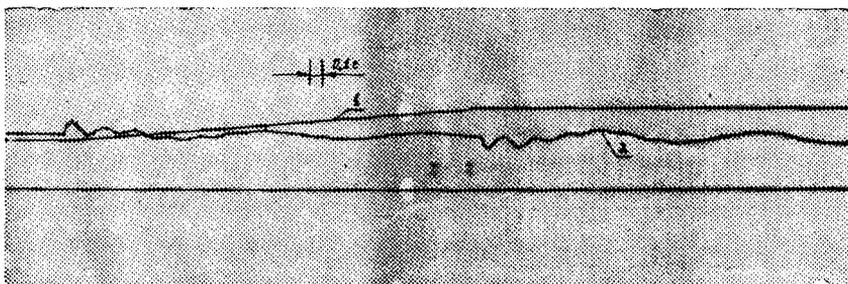


Рис. 2. Оциллограмма процесса подъема (опускания) бруствера стрелой.

1 — перемещение стрелы; 2 — нагрузка на стрелу.

Выводы

1. Полученные дифференциальные уравнения позволяют рассчитать динамическую нагруженность формировщика плотов береговой сплотки в процессе установки бруствера на плот стрелой с достаточной для практических расчетов точностью (около 5%) еще на стадии проектирования.

2. Достоверность принятой расчетной схемы подтверждается хорошим совпадением как основных частот колебаний, так и амплитуд.

3. Так как амплитуды колебаний с высокой и низкой частотой (a_v и a_n) примерно равны, ни одна из них не является определяющей для снижения динамической нагруженности оборудования на данной операции необходимо проводить мероприятия по снижению обеих амплитуд.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Александров В. А. Проектирование специальных лесных машин: Учебное пособие. — Л.: ЛТА, 1977, с. 50. [2]. Комаров М. С. Динамика грузоподъемных машин. — М.: Машгиз, 1962.

Поступила 2 июля 1979

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 676.2.002.56

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ СТРУЖКИ

Б. В. КОВЫЛОВ, Ю. В. НОВОСЕЛОВ, В. Т. ШНЫРЕВ

Уральский лесотехнический институт

Непрерывное измерение влажности стружки — одно из условий, обеспечивающих строгое соблюдение технологических режимов производства древесностружечных плит.

Основные погрешности измерения при использовании диэлькометрических влагомеров стружки обусловлены такими факторами, как нестабильность уплотнения стружки в рабочем объеме датчика, различный породный состав стружки, разбросы плотности древесины и т. д. Попытки уменьшить указанные погрешности сводились до сих пор к разработке таких конструкций датчиков, в которых достигалось бы постоянное уплотнение стружки [1, 4].

В данной статье рассмотрен способ измерения влажности стружки, позволяющий уменьшить погрешности измерения и основанный на введении простейших алгоритмов обработки информации, получаемой от датчика.

Пусть имеется емкостный датчик любого конструктивного исполнения, рабочий объем которого заполнен влажной стружкой. Стружку можно представить как гетерогенный материал, состоящий из древесинного вещества, воды и воздуха. Структура этой композиции достаточно сложная; для общности можно предположить, что объемы указанных выше составляющих гетерогенного материала хаотически распределены в рабочем пространстве датчика.

В дальнейшем будем учитывать только воду, находящуюся в свободном состоянии, так как это соответствует принятому по ГОСТу методу определения влажности древесины путем высушивания.

Соотношение между массами отдельных составляющих исследуемого материала зависит от содержания влаги в древесине, степени уплотнения стружки, плотности древесины и некоторых второстепенных факторов.

Абсолютную влажность стружки, помещенной в рабочий объем датчика, можно определить по формуле

$$W = \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{д.в}}}, \quad (1)$$

где $m_{\text{в}}$ и $m_{\text{д.в}}$ — масса свободной воды и древесинного вещества, содержащихся в рабочем объеме датчика.

Выражение (1) можно представить в следующем виде:

$$W = \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{д.в}}} = \frac{\delta_{\text{в}}}{\delta_{\text{д.в}}} \cdot \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{д.в}}}, \quad (2)$$

где $\delta_{\text{в}}$ и $\delta_{\text{д.в}}$ — доли рабочего объема датчика, заполненные соответственно водой и древесинным веществом;

$\rho_{\text{в}}$ и $\rho_{\text{д.в}}$ — плотности соответственно воды и древесинного вещества.

В соответствии с данными работ [3, 5] $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$ при $t = 3,25 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho_{\text{д.в}} = 1,53 \text{ г/см}^3$. Следует при этом отметить, что в современном древе-

синоведении [5] плотность древесинного вещества считается практически независимой от породы древесины.

Следовательно, абсолютная влажность стружки, согласно работе [4], пропорциональна отношению $\delta_v/\delta_{д.в.}$ с известным коэффициентом пропорциональности.

Текущее значение отношения $\delta_v/\delta_{д.в.}$ можно определить используя информацию о диэлектрических свойствах стружечной массы, помещенной в рабочий объем емкостного датчика.

Для гетерогенного материала с хаотическим распределением объемов составляющих его веществ в первом приближении применима линейная формула смешения Зильберштейна, которая в нашем случае имеет вид

$$\tilde{\epsilon} = \tilde{\epsilon}_v \tilde{\delta}_v + \tilde{\epsilon}_{д.в.} \tilde{\delta}_{д.в.} + \tilde{\epsilon}_c \tilde{\delta}_c, \quad (3)$$

где $\tilde{\epsilon}$, $\tilde{\epsilon}_v$, $\tilde{\epsilon}_{д.в.}$, $\tilde{\epsilon}_c$ — комплексные диэлектрические проницаемости соответственно для стружки в целом, воды, древесинного вещества и воздуха; $\tilde{\delta}_c$ — доля рабочего объема датчика, занимаемая воздухом (включая объемы заполненных воздухом межклеточных полостей древесины).

Справедливость уравнения (3) для стружки подтверждается экспериментально характеристиками зависимости $\epsilon = f(W)$, приведенными, например, в работе [2].

Выделяя в выражении (3) вещественную и мнимую части и учитывая, что $\delta_v + \delta_{д.в.} + \delta_c = 1$, можно получить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \epsilon' \left(\frac{\delta_v}{\delta_{д.в.}} + 1 + \frac{\delta_c}{\delta_{д.в.}} \right) = \epsilon'_v \frac{\delta_v}{\delta_{д.в.}} + \epsilon'_{д.в.} + \epsilon'_c \frac{\delta_c}{\delta_{д.в.}}; \\ \epsilon'' \left(\frac{\delta_v}{\delta_{д.в.}} + 1 + \frac{\delta_c}{\delta_{д.в.}} \right) = \epsilon''_v \frac{\delta_v}{\delta_{д.в.}} + \epsilon''_{д.в.} + \epsilon''_c \frac{\delta_c}{\delta_{д.в.}}. \end{cases} \quad (4)$$

Система (4) состоит из двух уравнений с двумя неизвестными $\delta_v/\delta_{д.в.}$ и $\delta_c/\delta_{д.в.}$.

Вещественные и мнимые составляющие комплексных диэлектрических проницаемостей воды ϵ'_v и ϵ''_v , древесинного вещества $\epsilon'_{д.в.}$ и $\epsilon''_{д.в.}$, воздуха ϵ'_c и ϵ''_c известны в широком диапазоне частот [3]. Диэлектрические характеристики древесинного вещества можно получить на основе изучения частотных характеристик диэлектрических параметров древесины и использования формул смешения для слоистых гетерогенных материалов.

Значения ϵ' и ϵ'' , входящие в уравнение (4), пропорциональны соответственно реактивной и активной составляющим высокочастотного тока, протекающего через датчик со стружкой

$$\begin{cases} \epsilon' = k_1 I_p; \\ \epsilon'' = k_2 I_A, \end{cases} \quad (5)$$

где k_1 и k_2 — коэффициенты пропорциональности.

Токи I_{A_0} и I_p можно измерить тем или иным способом в любой текущий момент времени.

Следовательно, отношение $\delta_v/\delta_{д.в.}$ можно найти в результате решения системы уравнений (4).

Изложенный выше принцип позволяет реализовать устройство, автоматически и непрерывно определяющее влажность стружки, находящейся в емкостном датчике.

Для стружки низкой влажности (до 10—15 %) измерительное устройство можно реализовать наиболее просто.

Рассмотрим частотные характеристики диэлектрических параметров воды и древесинного вещества: $\epsilon'_B = f(\omega)$; $\epsilon''_B = f(\omega)$; $\epsilon'_{д.в} = f(\omega)$; $\epsilon''_{д.в} = f(\omega)$ (рис. 1). Анализ позволяет сделать следующие выводы:

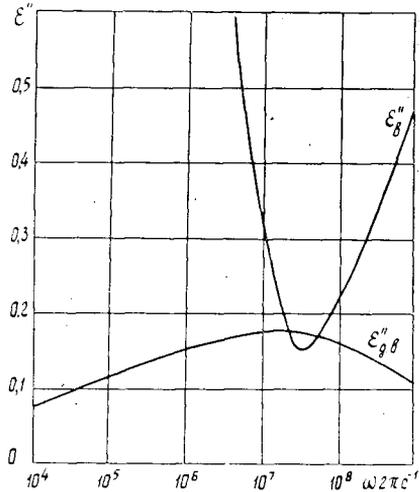
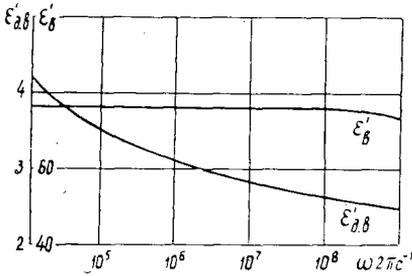


Рис. 1.

- 1) во всем рассмотренном на рис. 1 диапазоне частот $\epsilon'_B \gg \epsilon'_{д.в}$;
- 2) характеристика $\epsilon''_B = f(\omega)$ имеет минимум при частотах порядка $10^7 - 3 \cdot 10^7$ Гц;
- 3) характеристика $\epsilon''_{д.в} = f(\omega)$ имеет максимум при частоте около 10^7 Гц.

С учетом этих особенностей в случае измерения низкой влажности стружки на частотах порядка 10^7 Гц справедливы следующие допущения:

- 1) $\frac{\delta_B}{\delta_{д.в}} \ll 1$;
- 2) $\epsilon''_B \frac{\delta_B}{\delta_{д.в}} \ll \epsilon'_{д.в}$;

3) диэлектрические потери в воздухе пренебрежимо малы $\epsilon''_c \approx 0$.

С учетом этих допущений уравнения (4) можно привести к виду

$$\begin{cases} \epsilon' \left(1 + \frac{\delta_c}{\delta_{д.в}} \right) = \epsilon'_B \frac{\delta_B}{\delta_{д.в}} + \epsilon'_{д.в} + \epsilon'_c \frac{\delta_c}{\delta_{д.в}}; \\ \epsilon'' \left(1 + \frac{\delta_c}{\delta_{д.в}} \right) = \epsilon''_{д.в}. \end{cases} \quad (6)$$

Решая систему уравнений (6) относительно $\delta_B/\delta_{д.в}$ и учитывая выражения (2) и (5), получим алгоритм определения влажности стружки, находящейся в объеме датчика

$$W = \frac{P_B}{P_{д.в}} \left(\frac{\epsilon''_{д.в}}{\epsilon'_{д.в}} \cdot \frac{k_1 I_P - \epsilon'_c}{k_2 I_A} - \frac{\epsilon'_{д.в} - \epsilon'_c}{\epsilon'_B} \right). \quad (7)$$

Функциональная схема электрического влагомера стружки, в котором используется алгоритм (7), приведена на рис. 2.

При этом приняты обозначения

$$U_1 = \beta \epsilon'_c; \quad U_2 = \alpha \frac{P_B}{P_{д.в}} \cdot \frac{\epsilon'_{д.в} - \epsilon'_c}{\epsilon'_B};$$

$$U_P = \beta k_1 I_P; \quad U_A = \beta k_2 I_A;$$

$$U_3 = \gamma \frac{U_P - U_1}{U_A}.$$

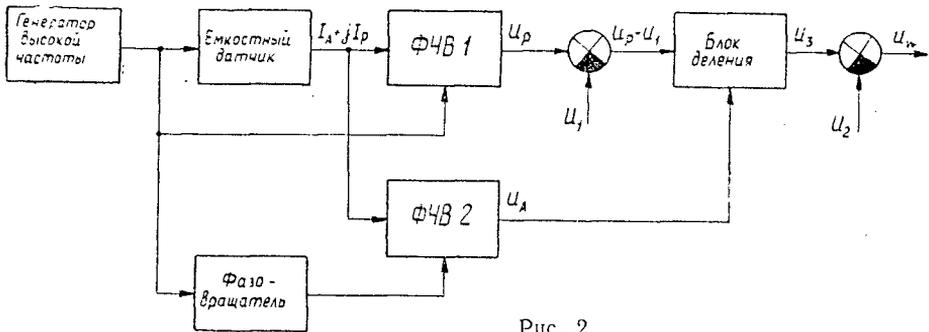


Рис. 2.

Напряжения U_1 и U_2 постоянны по величине, так как значения ϵ'_c , $\epsilon'_в$, $\epsilon'_{д.в}$ при данной частоте измерения постоянны. Выходное напряжение $U_w = \alpha W$ пропорционально текущей влажности стружки.

Принцип измерения заключается в следующем.

Генератор высокой частоты с кварцевой стабилизацией генерирует колебания с частотой 10^7 Гц, которые подаются на емкостный датчик. Сигнал с генератора одновременно является опорным для фазочувствительных выпрямителей ФЧВ1 и ФЧВ2. Фазовращатель служит для сдвига по фазе на 90° опорного напряжения на ФЧВ2 по отношению к ФЧВ1.

Один из возможных вариантов емкостного датчика, устанавливаемого в трубопроводе пневмотранспорта стружки, представляет собой цилиндр, на внутренней поверхности которого установлены кольцевые электроды. Для проталкивания стружки применяют шнековое устройство, которое одновременно уменьшает разбросы степени уплотнения стружки и тем самым повышает точность измерения.

На выходе ФЧВ1 получается сигнал, пропорциональный реактивной составляющей тока через датчик, а на выходе ФЧВ2 — активной составляющей тока. Эти сигналы пропорциональны соответственно активной и реактивной составляющим комплексной диэлектрической проницаемости материала, помещенного в датчик. Далее эти сигналы подвергаются простейшей обработке в соответствии с алгоритмом (7).

Для компенсации влияния температуры на точность измерения в схеме предусмотрено применение элементов, корректирующих значение выходного сигнала в зависимости от температуры стружки. С этой целью в емкостный датчик встроены термочувствительные элементы.

Техническая реализация блока влагомера с использованием описанного выше принципа измерения не представляет затруднений и может быть выполнена с применением широко распространенных полупроводниковых элементов и интегральных схем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Архангельский В. Д. Аппараты для сушки сыпучей древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. [2]. Бирюков В. А. Процессы диэлектрического нагрева и сушки древесины. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1961. [3]. Высокочастотный нагрев диэлектриков и полупроводников/ Нетушил А. В., Жуховицкий Б. Я., Кудин В. Н. и др. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1959. [4]. Портник Ж. И., Боевская И. А. Конденсаторный датчик с параллельным полем для измерения влажности древесной стружки. — Деревообраб. пром-сть, 1975, № 2. [5]. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1975.

УДК 674.023.001 : 531.46

МОЩНОСТЬ, ЗАТРАЧИВАЕМАЯ НА ФРИКЦИОННУЮ ОБРАБОТКУ ДРЕВЕСИНЫ

П. М. МАЗУРКИН

Марийский политехнический институт

Тепловая энергия трения используется, например, в процессе резания быстродвижущейся проволокой [10], при термической обработке поверхности древесины [4, 5]. В данной статье определена необходимая мощность на фрикционную обработку древесины способами деления и термопроката.

В общем случае уравнение энергетического баланса имеет вид

$$N \approx N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5, \quad (1)$$

где N_1 — мощность на нагревание обрабатываемого объема древесины;

N_2 — мощность на нагревание заготовки древесины;

N_3 — мощность на нагрев инструмента;

N_4 — мощность на нагрев влаги до температуры кипения;

N_5 — мощность на испарение воды в зоне обработки.

В формуле (1) не учтены значения мощностей, затрачиваемых на выбрасывание продуктов разложения древесины (пиролиза) из зоны обработки, а также на нагревание воздуха и трение боковых поверхностей инструмента о древесину.

Определение N_1 . Количество тепла для нагревания некоторого объема древесины [7, с. 28]

$$Q_1 = c\gamma V/(\bar{t} - t_0), \quad (2)$$

где c — удельная теплоемкость, Дж/(кг·К);

γ — плотность древесины, кг/м³;

V — объем нагреваемого тела, м³;

\bar{t} — средняя интегральная конечная температура, К;

t_0 — начальная температура, К.

Если за \bar{t} считать температуру на площадке контакта инструмента с древесиной, то после обработки некоторого объема $\bar{t} = t$ (принимают в соответствии с уровнями температур [3] в интервале от 110 до 200—230 °С).

Для заготовки высотой H (рис. 1), движущейся со скоростью подачи u , при ширине обрабатываемого участка b из уравнения (2) получим

$$N_1 = c\gamma buH(t - t_0). \quad (3)$$

Определение N_2 . Уравнение для определения аккумулированного тепла для плиты в прогретом слое [1, с. 33] имеет вид

$$Q_2 = c\gamma V_x(t_{cp} - t_0), \quad (4)$$

здесь V_x — объем прогретого слоя, м³;

t_{cp} — средняя температура по объему, К.

В нашем случае

$$V_x = uH\tau x_2. \quad (5)$$

Достаточно точные значения толщины прогретого слоя x_2 получаются для температурной кривой в виде параболы второй степени [1, с. 50]

$$x_2 = \sqrt{12a_2\tau_0}, \quad (6)$$

где a_2 — коэффициент температуропроводности, м²/с;

τ_0 — продолжительность распространения фронта начальной температуры, с.

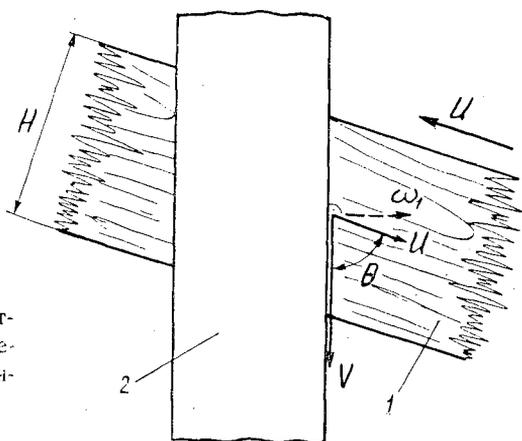
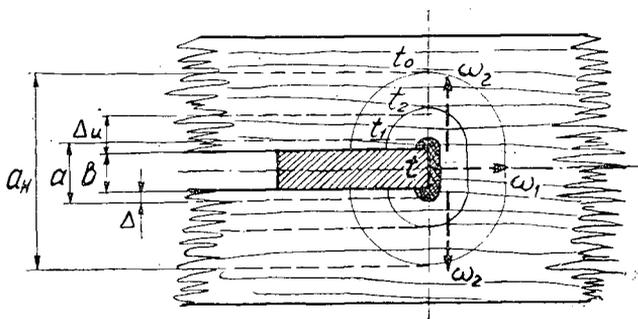


Рис. 1. Схема взаимодействия инструмента (2) с древесиной (1) при фрикционном резании.



Среднюю температуру приближенно определяют по параболическому распределению

$$t_{cp} = (t + 2t_0)/3. \quad (7)$$

Вследствие анизотропии древесины средняя скорость движения фронта начальной температуры t_0 в направлении, перпендикулярном плоскости векторов скоростей ω_2 , м/с, и скорость движения фронта t_0 вдоль этой плоскости ω_1 , м/с, (рис. 1, 2) различны. Можно принять, что

$$\omega_1 = \frac{x_1}{\tau_0} = \sqrt{\frac{12\lambda_1}{c\gamma\tau_0}}; \quad \omega_2 = \frac{x_2}{\tau_0} = \sqrt{\frac{12\lambda_2}{c\gamma\tau_0}}. \quad (8)$$

Здесь λ_1, λ_2 — коэффициенты теплопроводности по направлению ω_1 и ω_2 , Вт/(м·К), отсюда

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{\lambda_1}{\lambda_2}}. \quad (9)$$

Скорость ω_1 можно сравнивать со скоростью подачи с помощью соотношения

$$\omega_1 = ku \sin \theta, \quad (10)$$

где k — коэффициент распространения температуры в древесине, зависящей от заданного режима фрикционной обработки.

При $k \ll 1$ имеет место стружечное резание, а при $k > 1$ — резание с полным сгоранием древесины зоны обработки. При $k = 1$ происходит предварительное нагревание древесины по площади контакта. Вырывание неуспевших разложиться части древесины наблюдается при значительной шероховатости поверхности инструмента. Для термообработки берут поверхность инструмента высокой чистоты. Значение k задают из условия достижения температуры t на поверхности древесины в месте контакта.

Для данных условий процесса фрикционной обработки $\omega_2 = \text{const}$. Из уравнений (9) и (10) получим

$$\omega_2 = ku \sin \Theta \sqrt{\frac{\lambda_2}{\lambda_1}}, \quad (11)$$

а из формулы (8)

$$\tau_0 = \frac{12\lambda_1}{c\gamma k^2 u^2 \sin^2 \Theta}. \quad (12)$$

Учитывая, что при фрикционном делении нагреваются две боковые поверхности заготовки, определим N_2 с помощью выражений (12) и (4)–(7)

$$N_2 = \frac{8H\sqrt{\lambda_1\lambda_2}(t-t_0)}{k \sin \Theta}. \quad (13)$$

Определение N_3 . Тепло, выделяющееся при фрикционной обработке, в соответствии с законом Фурье определяем из зависимости [2]

$$Q_d/Q_m = \lambda_d/\lambda_m, \quad (14)$$

где символ d — инструмент;
 m — обрабатываемый материал.

Можно приближенно принять, что

$$N_m \approx N_1 + N_2. \quad (15)$$

Отсюда с учетом анизотропии древесины найдем

$$N_3 = N_1\lambda_d/\lambda_1 + N_2\lambda_d/\lambda_2. \quad (16)$$

Глубина спекания древесины на поверхности обработки начинается от температуры t (ее принимают в пределах 150–230 °С в зависимости от режима фрикционной обработки) до температуры t_1 , равной 110–130 °С, которая соответствует началу разложения веществ древесины. После преобразований получим

$$\Delta = \frac{12\sqrt{\lambda_1\lambda_2}}{c\gamma ku \sin \Theta} \left(1 - \sqrt{\frac{t_1 - t_0}{t - t_0}}\right). \quad (17)$$

Разложение веществ древесины при толщине инструмента, меньшей ширины заготовки (рис. 1), происходит по формуле

$$a = b + 2\Delta. \quad (18)$$

Здесь a — ширина слоя, где происходит разложение веществ древесины, м;
 b — ширина пропила (толщина инструмента без учета вибраций и уширения на сторону), м.

Аналогично формуле (17) получим глубину начала испарения влаги древесины $\Delta_и$ подставив $t_2 = 100$ °С вместо t_1 .

Следует заметить, что параметры c , γ , λ зависят от температуры, состояния древесины и могут быть вычислены по формулам, приведенным в работах [6, 8].

Определение N_4 . Энергия затрачивается на нагрев и испарение влаги, содержащейся в древесине и определяемой в процентах от общего количества воды при полном насыщении заготовки [9]. Массу воды $M_в$, имеющейся в порах, можно определить по уравнению

$$M_в = V_n(\gamma - \gamma_c), \quad (19)$$

где V_n — объем нагреваемой древесины, м³;
 γ_c — плотность абс. сухой древесины, кг/м³.

Толщина нагреваемого слоя в соответствии с уравнениями (6) и (12)

$$a_n = b + \frac{24\sqrt{\lambda_1\lambda_2}}{c\gamma ku \sin \Theta}. \quad (20)$$

Секундный объем нагреваемой древесины

$$V_n = buH + \frac{24H\sqrt{\lambda_1\lambda_2}}{c\gamma k \sin \Theta}. \quad (21)$$

Мощность, затрачиваемую на нагрев влаги до температуры кипения, определим из уравнения

$$N_4 = c_B H (\gamma - \gamma_c) (t_2 - t_0) \left(bu + \frac{24 \sqrt{\lambda_1 \lambda_2}}{c \gamma k \sin \theta} \right), \quad (22)$$

где c_B — теплоемкость воды, Дж/(кг·К).

Определение N_5 . Энергия затрачивается на фазовое превращение воды в газообразное состояние при сушке древесины в зоне фрикционной обработки. Испарению подвергается масса воды, определяемая толщиной слоя Δ_n . В соответствии с выражениями (17), (18) и (21) получим

$$N_5 = r_B (\gamma - \gamma_c) H \left[bu + \frac{24 \sqrt{\lambda_1 \lambda_2}}{c \gamma k \sin \theta} \left(1 - \sqrt{\frac{t_2 - t_0}{t - t_0}} \right) \right]. \quad (23)$$

Здесь r_B — удельная теплота фазового превращения, Дж/кг.

Подставляя уравнения (3), (13), (16), (22) и (23) в выражение (1), можно подсчитать общую мощность, затраченную на фрикционное деление древесины при $B > b$.

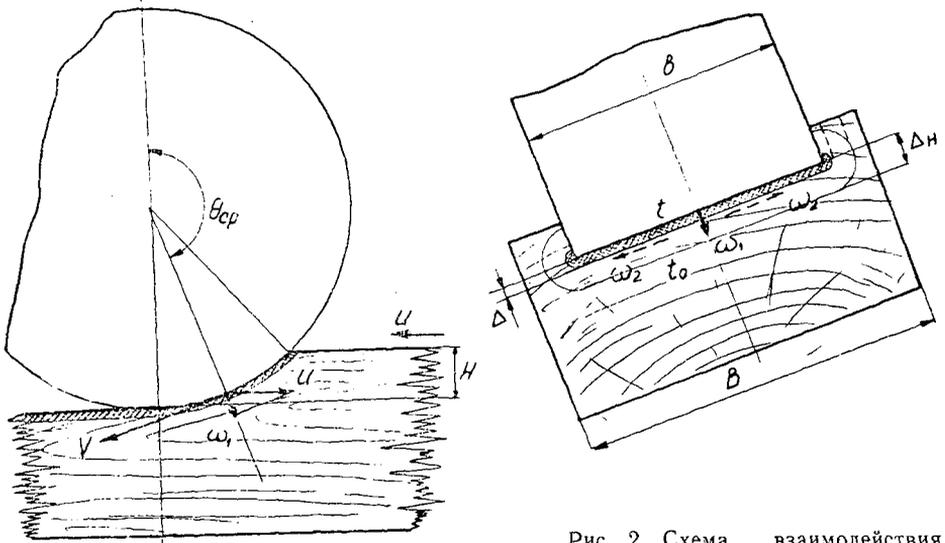


Рис. 2. Схема взаимодействия цилиндра с заготовкой при термопрокате древесины с использованием интенсивного трения.

Для способа термопроката поверхности древесины [4, 5] путем интенсивного трения вращающимся цилиндром при $B \ll b$ получим общее уравнение мощности (рис. 2), подставив в уравнение (1) следующие выражения:

$$N_1 = c \gamma B u H (t - t_0); \quad (24)$$

$$N_2 = 0; \quad (25)$$

$$N_3 = N_1 \lambda_d / \lambda_1; \quad (26)$$

$$N_4 = c_B B (\gamma - \gamma_c) (t_2 - t_0) \left(uH + \frac{12 \lambda_1}{c \gamma k \sin \theta} \right); \quad (27)$$

$$N_5 = r_B B (\gamma - \gamma_c) \left[uH + \frac{12 \lambda_1}{c \gamma k \sin \theta} \left(1 - \sqrt{\frac{t_2 - t_0}{t - t_0}} \right) \right]. \quad (28)$$

Мощность, затрачиваемая на фрикционную обработку, создается за счет процесса взаимодействия рабочей поверхности инструмента, движущейся со скоростью v , с древесиной, поэтому

$$p_T = N/v, \quad (29)$$

где p_T — усилие трения, возникающее при взаимодействии инструмента с древесиной в процессе фрикционной обработки, Н.

При этом следует использовать давление инструмента о древесину

$$P_n = P_T / \mu. \quad (30)$$

Здесь P_n — нормальное усилие, передаваемое от инструмента к заготовке древесины для обеспечения фрикционной обработки, Н;

μ — условный коэффициент трения (при гладкой поверхности инструмента он равен коэффициенту трения о древесину, иначе необходимо учитывать сцепление микронеровностей с волокнами древесины).

Мощность привода инструмента

$$N_v = N k_3 / \eta_v. \quad (31)$$

Здесь k_3 — коэффициент запаса, учитывающий биение и неточности движения инструмента, можно принять равным 1,1—1,3;

η_v — КПД привода инструмента.

Мощность привода механизма подачи заготовки

$$N_u = \frac{N k_3 \mu}{\mu v \eta_u} (\sin \theta + \mu \cos \theta), \quad (32)$$

где η_u — КПД механизма подачи.

Выведенные формулы позволяют теоретически анализировать процессы теплового взаимодействия инструмента при фрикционной обработке древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вестник А. И. Приближенный расчет процессов теплопроводности. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1959. — 128 с. [2]. Горбатов Н. И. Усилие подачи при резании металлов быстроходными пилами трения. — Станки и инструменты, 1946, № 9, с. 11—14. [3]. Демидов П. Г. и др. Горение и свойства горючих веществ/ Демидов П., Шандыба В., Щеглов П. — М.: Химия, 1973. — 247 с. [4]. Драновский М. Г. Исследования и разработка оборудования для термопроката древесины. — В кн.: Деревообработка. М.: ЦНИИТЭИ, 1963. [5]. Ермолович А. Г. Термопрокатная обработка поверхности лиственницы. — В кн.: Технология и оборудование деревообрабатывающих производств. Л.: ЛТА, 1975, с. 40—41. [6]. Кириллов Н. М. Расчет тепловой обработки древесины при интенсивном теплообмене. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1959. — 87 с. [7]. Лыков А. В. Теория теплопроводности. — М.: Гостехиздат, 1952. — 392 с. [8]. Чудинов Б. С. Теория тепловой обработки древесины. — М.: Наука, 1968. — 255 с. [9]. Экстрактивные вещества древесины/ Пер. с англ. Под ред. В. Э. Хиллиса. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. — 280 с. [10]. Пат. 2972669 (США), 219—19, 1961.

Поступила 23 января 1978 г.

УДК 536.5 : 674.053

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗАНИЯ НА ЗАТУПЛЕНИЕ И ИЗНОС ДИСКОВЫХ ПИЛ ПРИ ПИЛЕНИИ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

А. А. ПОТАЙ

Львовский лесотехнический институт

Определение мгновенных температур в зоне резания (температур резания) имеет большое значение для установления физической сущности затупления и износа дереворежущего инструмента.

Недостаток известного способа измерения температур резания при помощи искусственной или полусинтетической термопары [2] заключается в том, что в этом случае температуру замеряют не непосредственно на режущей кромке инструмента, а на некотором расстоянии от нее, т. е. в месте расположения спая термопары.

С целью устранения этого недостатка автором разработан и осуществлен способ динамического тарирования термопар, предназначен-

ных для измерения температур нагрева режущих кромок дисковых пил. Сущность способа в том, что при пилении исследуемого материала путем контакта с эталоном температур режущие кромки зубьев пилы периодически нагреваются до определенных значений температур в соответствии с периодичностью нагрева и охлаждения. По форме и размерам контактная поверхность эталона температур соответствует дну пропила в материале, а режущие кромки приводятся с ней в контакт при рабочей скорости вращения пилы. Схема динамического тарирования термопары дана на рис. 1.

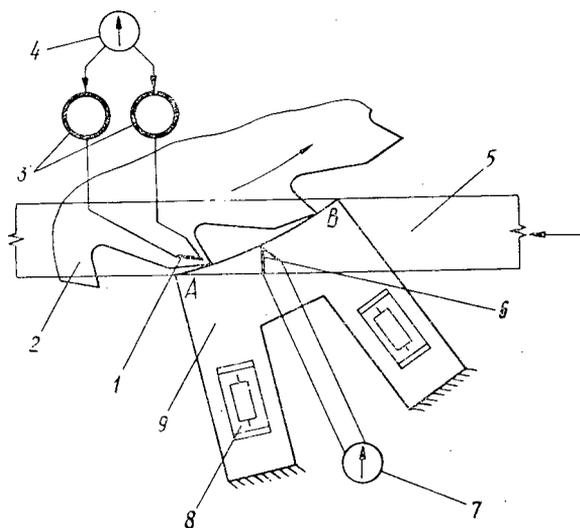


Рис. 1.

Микротермопара 1 (медь — константан) размещена в специальных канавках, выбранных в пластинке твердого сплава ВК6 до ее крепления к пильному диску и в диске пилы 2, и закреплена известным способом [3]. При помощи токосъемников 3, установленных на пильном валу, микротермопара соединена с потенциометром 4. Эталон температур 9 установлен в плоскости вращения пильного диска так, что режущие кромки при вращении пилы скользят по контактной поверхности AB , которая по форме и размерам соответствует дну пропила в исследуемом материале 5. Нагрев эталона температур осуществляется от электроннагревателей сопротивления 8, температура нагрева регулируется автотрансформатором и замеряется при помощи термопары 6 и потенциометра 7.

При каждом обороте пильного диска происходит нагрев и охлаждение режущих кромок. В теле зубьев пилы возбуждается нестационарное тепловое поле, аналогичное полю, возникающему в процессе резания исследуемого материала. На шкале потенциометра 4, регистрирующего электродвижущую силу микротермопары 1, отмечаем значения температур нагрева режущих кромок от эталона температур 9. По показаниям потенциометра получаем значения мгновенных температур в зоне резания.

В процессе эксперимента тарирование термопары и пиление исследуемого материала осуществляли на фрезерном станке марки ФС, оборудованном механизмом, обеспечивающим постоянную скорость подачи 0,45 м/мин. Использовали дисковую пилу диаметром 200 мм с одним зубом; при частоте вращения пилы 4500 об/мин подача на зуб составила 0,1 мм. Угловые параметры зуба пилы: передний угол $\gamma = 15^\circ$; угол заострения $\beta = 65^\circ$; задний угол $\alpha = 10^\circ$. Заточка зуба — прямая.

Материал эталона температур — медь, диапазон изменения температур 250—850 °С (верхний предел обусловлен материалом эталона).

Температуру резания замеряли при пилении древесины березы одноосного прессования с предварительной обработкой газообразным аммиаком [4]. Толщина образцов после прессования — 25 мм. Пиление осуществляли вдоль волокон по толщине образцов, т. е. в направлении прессования. Выступ пилы над поверхностью распиливаемого образца — 5 мм.

Исследована зависимость температуры резания T от плотности прессованной древесины ρ и пути реза в древесине L . Диапазоны варьирования факторов: $800 \leq \rho \leq 1300$ кг/м³; $1,0 \leq L \leq 8,0$ км.

Верхний предел варьирования фактора L установлен с учетом ограничений, накладываемых диапазоном тарирования термопары, на основании предварительных опытов, выполненных при $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$.

В основу плана эксперимента положено центральное композиционное равномер-ротабельное планирование второго порядка [5], позволяющее исключить опыты при одновременных максимальных факторах. Это дало возможность в заданных диапазонах варьирования факторов почти полностью исключить выход исследуемого параметра за пределы диапазона тарирования термопары.

Оба фактора варьировали на пяти уровнях: $\rho = 800; 870; 1050; 1230; 1300 \text{ кг/м}^3$; $L = 1,0; 2,0; 4,5; 7,0; 8,0 \text{ км}$. С целью получения прессованной древесины требуемой плотности толщину заготовки b_0 , подлежащей прессованию, до обработки аммиаком определяли из условия

$$\rho_0 b_0 = \rho b, \quad (1)$$

где b — толщина образцов прессованной древесины; $b = 25 \text{ мм}$;

ρ_0 — плотность древесины до обработки аммиаком (устанавливали экспериментально по массе и объему образцов);

ρ — требуемая плотность прессованной древесины.

В процессе эксперимента небольшой выход исследуемого параметра T за пределы диапазона тарирования термопары наблюдался только в одном опыте при следующих значениях факторов: $\rho = 1230 \text{ кг/м}^3$; $L = 7,0 \text{ км}$. Температуру резания в этом опыте определяли методом экстраполяции, в остальных — непосредственно по показаниям потенциометра. Проведенный эксперимент позволил получить уравнение регрессии, отражающее зависимость температуры резания T от плотности прессованной древесины ρ и пути реза в древесине L , в условных обозначениях ($y_1 \equiv T$; $x_1 \equiv \rho$; $x_2 \equiv L$):

$$y_1 = 541,7 + 136,0x_1 + 79,4x_2 + 35,7x_1^2 + 35,6x_2^2 + 41,5x_1x_2 \quad (2)$$

и в окончательном виде:

$$T = 1259 - 1,759\rho - 116,3L + 0,001\rho^2 + 5,7L^2 + 0,092\rho L. \quad (3)$$

Анализ уравнения (2) показал, что преимущественное влияние на температуру резания оказывает фактор x_1 , соответствующий плотности прессованной древесины, так как по сравнению с фактором x_2 он имеет более высокий коэффициент регрессии при линейных членах (136,0); при квадратных членах коэффициенты почти равны (35,7 и 35,6). Зависимость температуры резания от обоих исследуемых факторов имеет нелинейный характер. Значительное влияние оказывает также парное взаимодействие факторов x_1x_2 , коэффициент регрессии при котором (41,5) несколько больше, чем при квадратных членах.

Результаты вычислений температур резания по уравнению (3) представлены на рис. 2, из которого видно, что для прессованной древесины плотностью от 800 до 1000 кг/м^3 с ростом L сначала наблюдается некоторое снижение температур резания; наиболее ярко оно выражено при $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ и $L = 4,0 \text{ км}$, затем T постепенно повышается. Уменьшение температур резания приходится на период приработки режущего инструмента, окончательная фаза которого совпадает с минимальной температурой резания.

Начиная с $\rho = 1100 \text{ кг/м}^3$ температура резания растет с увеличением L , причем с возрастанием ρ рост ускоряется. Наиболее резкий рост температур резания наблюдается при $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; здесь при $L = 7,0 \text{ км}$ $T = 965 \text{ }^\circ\text{C}$, а при $L = 8,0 \text{ км}$ $T = 1054 \text{ }^\circ\text{C}$.

В ходе эксперимента измеряли также шероховатость обработанной поверхности. В результате получены уравнения регрессии, устанавливающие зависимость параметра шероховатости $R_{z \max}$ от факторов ρ и L , в условных обозначениях ($y_2 \equiv R_{z \max}$; $x_1 \equiv \rho$; $x_2 \equiv L$):

$$y_2 = 112,4 + 21,8x_1 + 58,1x_2 + 3,9x_1^2 + 34,2x_2^2 + 26,1x_1x_2 \quad (4)$$

и в окончательном виде:

$$R_{z \max} = 598,2 - 0,393\rho - 87,0L + 0,00012\rho^2 + 5,5L^2 + 0,058\rho L. \quad (5)$$

Из уравнения (4) видно, что преимущественное влияние на шероховатость поверхности оказывает фактор x_2 , соответствующий затуплению режущего инструмента; по сравнению с x_1 фактор x_2 имеет более высокие коэффициенты регрессии: при линейных членах — в 2,7 раза, а при квадратных — в 8,8 раза. Значительное влияние на шероховатость поверхности оказывает также парное взаимодействие x_1x_2 .

Рис. 2. Зависимость температуры резания T от плотности прессованной древесины ρ и от пути реза в древесине L .

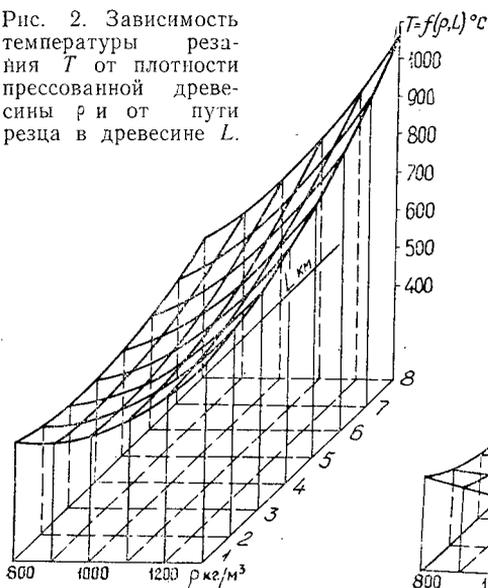
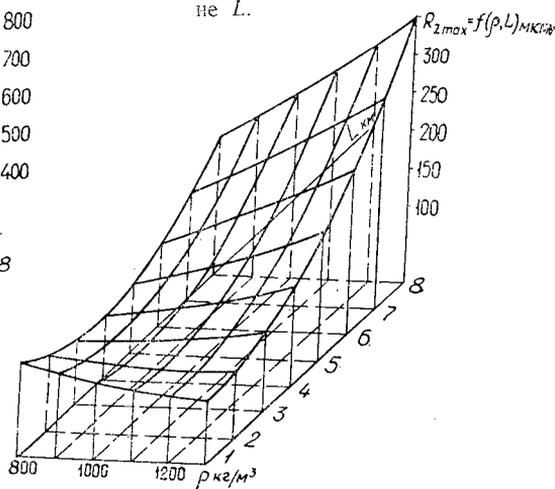


Рис. 3. Зависимость параметра шероховатости поверхности $R_{z \max}$ от плотности прессованной древесины ρ и от пути реза в древесине L .



Интересно сравнить кривые рис. 2 с кривыми, построенными на основании уравнения (5) и представленными на рис. 3. Зависимости выходных параметров T и $R_{z \max}$ от фактора L при определенных значениях ρ во многом имеют одинаковый характер. Так, например, при $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ с увеличением фактора L от 1,0 до 4,0 параметр T снижается, а затем возрастает и только при $L = 7,0 \text{ км}$ значение T становится выше, чем при $L = 1,0 \text{ км}$. Такой же характер имеет изменение параметра шероховатости $R_{z \max}$. Подобная общность наблюдается и при других значениях ρ , что свидетельствует о большом влиянии, которое оказывает температура резания на процесс затупления и износа режущего инструмента, поскольку именно затупление и износ инструмента оказывают преимущественное влияние на шероховатость поверхности.

При проведении эксперимента во многих случаях получены такие значения температур резания (рис. 2), при которых значительно снижается твердость материала резцов. По данным А. И. Бетанели [1], при температуре 500°C твердость НРС сплава ВК6 равна 70,0, а при 1000°C — 35,0.

Таким образом, при пилении прессованной древесины режущие кромки дисковых пил нагреваются до высоких температур. Это приво-

дит к значительному снижению твердости материала резцов, вследствие чего последние подвергаются интенсивному тепловому износу, механическому диспергированию и абразивному износу. Высокие температуры интенсифицируют также окислительный и электрохимический виды износа инструмента.

Широкое использование прессованной древесины требует создания режущего инструмента, менее подверженного тепловому воздействию за счет применения новых высокотемпературных материалов и их конструктивных особенностей. Износостойкость можно повысить путем искусственного охлаждения дереворежущего инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бетанели А. И. Твердость сталей и сплавов при повышенных температурах. — М.: Машгиз, 1958. [2]. Демьяновский К. И. Износостойкость инструмента для фрезерования древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1968. [3]. Зайцев Н. А. Измерение температуры на режущих кромках дисковых пил. — Деревообаб. пром-сть, 1968, № 4. [4]. Мергин Э. П. Исследование и усовершенствование процесса производства пластифицированной древесины в мебельной промышленности: Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. — Рига, 1976. [5]. Пижурин А. А. Современные методы исследований технологических процессов в деревообработке. — М.: Лесн. пром-сть, 1972.

Поступила 9 июля 1979 г.

УДК 630*363.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ ЗАПРЕТНЫХ ЗОН РУБИТЕЛЬНЫХ МАШИН МРН-25, МРГ-40, МРН-100

Т. П. СТУКОВА, Л. Г. НЕВЗОРОВА, М. И. КОЛЕСНИКОВА,
Н. Я. МАЛАХОВЕЦ

Архангельский лесотехнический институт

При работе рубительной машины на ножевой диск действует переменный, периодически изменяющийся с течением времени момент. Поэтому механическая система, состоящая из ножевого диска, вала машины, муфты и электродвигателя, совершает сложное колебательное движение, представляющее наложение свободных и вынужденных колебаний.

В данной работе изложены результаты исследования крутильных колебаний валов некоторых рубительных машин.

Для определения динамических характеристик механической системы по методике, приведенной в работе [1], подготовлена расчетная схема, вычислены моменты инерции вращающихся деталей и податливости упругих звеньев между ними (см. табл. № п/п 1, 3). Реальная механическая система (рис. 1, а, б) заменена эквивалентной, представляющей собой вал с насаженными на него четырьмя дисками [1] (рис. 1, в). Приведенные значения моментов инерции даны в таблице (№ п/п 2).

Частоты и формы свободных колебаний для четырехмассовой системы определены по формулам, приведенным в работе [4], и уточнены методом последовательных приближений (см. табл. № п/п 4). Частоты гармонических составляющих внешнего возмущающего момента $M(t)$, действующего на ножевой диск, получены разложением внешнего возмущающего момента в ряд Фурье [2] и приведены в таблице (№ п/п 5).

Из общего числа частот свободных колебаний практический интерес представляют только те, при которых возникновение резонанса может вызвать опасные напряжения в валопроводе от вынужденных колебаний. Резонанс наступает при совпадении частот возмущающего

№ п/п	Показатели	Буквен- ные обозна- чения	Численные значения показателей для марки машины		
			МРН-25	МРГ-40	МРН-100
1	Моменты инерции вращающихся деталей привода, кг·м ²	I_1	277,62	937,836	5841,364
		I_{1-2}	0,137	0,196	3,531
		I_2	0,215	6,651	4094,399
		I_{2-3}	—	—	0,981
		I_3	0,608	5,434	3,924
2	Приведенные значения моментов инерции, кг·м ²	I_4	6,396	20,993	453,712
		I'_1	277,721	937,934	5843,13
		I'_2	0,883	6,768	4096,66
		I'_3	0,608	5,395	4,414
3	Податливости соединительных звеньев между вращающимися деталями привода, Н ⁻¹ ·м ⁻¹	I'_4	6,131	20,993	453,712
		e_1	$8,029 \cdot 10^{-7}$	$2,92 \cdot 10^{-7}$	$0,125 \cdot 10^{-7}$
		e_2	$31,8 \cdot 10^{-7}$	$10,5 \cdot 10^{-7}$	$1,134 \cdot 10^{-7}$
		e_3	$11,794 \cdot 10^{-7}$	$8,8 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$
4	Частоты главных свободных колебаний, с ⁻¹	k_1	176	140	82
		k_2	1372	580	182
		k_3	2321	843	1723
		k_4	1250	785	394
5	Частоты гармонических составляющих внешнего возмущающего момента $M(t)$, с ⁻¹	p_1	3750	2355	1182
		p_2	6250	3925	1970
		p_3	8750	5495	2758
		p_4	.....	.....	.....
6	Число ножей		16	10	10
7	Марка электродвигателя		А0-101-8	АК-113-8М	ДАФ-1710-16
8	Частота вращения ротора, мин ⁻¹		735	750	375
9	Частота вращения в запретных зонах, с ⁻¹		1372 2321	580 843	182 1723
10	Отношение амплитуд колебаний дисков в каждом из главных колебаний	Первое главное колебание			
		$\frac{\alpha_2^{(1)}}{\alpha_1^{(1)}}$	-5,8	-4,49	0,5
		$\frac{\alpha_3^{(1)}}{\alpha_1^{(1)}}$	-32,5	-23,49	-5,64
		$\frac{\alpha_4^{(1)}}{\alpha_1^{(1)}}$	-41,8	-37,39	-17,44
		Второе главное колебание			
		$\frac{\alpha_2^{(2)}}{\alpha_1^{(2)}}$	-426	-93	-1,46
		$\frac{\alpha_3^{(2)}}{\alpha_1^{(2)}}$	-1356	-204,1	-3,69
		$\frac{\alpha_4^{(2)}}{\alpha_1^{(2)}}$	104	20	2,54

Продолжение таблицы

№ п/п	Показатели	Буквенные обозначения	Численные значения показателей для марки машины		
			МРН-25	МРГ-40	МРН-100
			Третье главное колебание		
		$\frac{\alpha_2^{(3)}}{\alpha_1^{(3)}}$	-1223	-198	-220
		$\frac{\alpha_3^{(3)}}{\alpha_1^{(3)}}$	192	107,5	307628
		$\frac{\alpha_4^{(3)}}{\alpha_1^{(3)}}$	-5	-7,7	-182

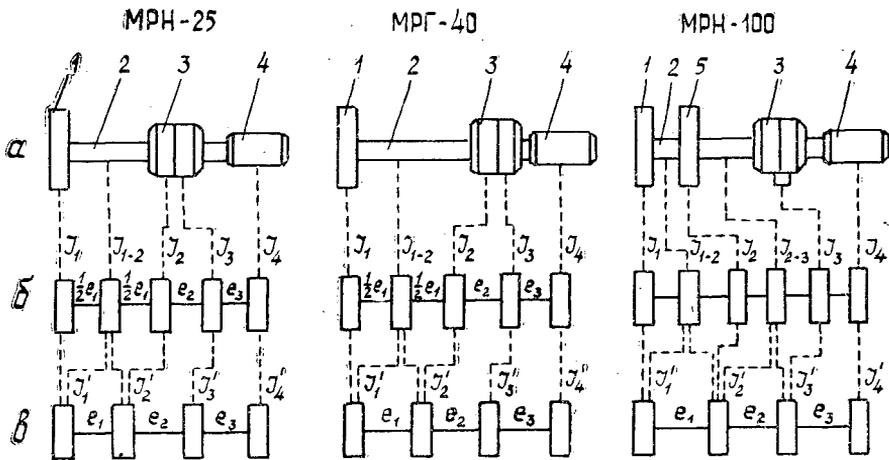


Рис. 1. Приведение реальной механической системы к четырехмассовой.

a — реальная; *б* — эквивалентная; *в* — четырехмассовая; 1 — ножевой диск; 2 — вал машины; 3 — муфта МУВП для МРН-25 и МРГ-40, муфта зубчатая для МРН-100; 4 — электродвигатель; 5 — маховик.

момента с частотами свободных колебаний. Зона, в которой возможно совпадение частот, называется запретной. Границы диапазона частот в запретных зонах определены в соответствии с работой [3] и приведены в таблице (№ п/п 9). Значения отношения амплитуд колебаний дисков в каждом из главных колебаний найдены по формулам работы [4] и приведены в таблице (№ п/п 10).

При резонансе форма вынужденного колебания практически совпадает с формой соответствующего свободного колебания. На рис. 2 по данным таблицы (№ п/п 9) построены графики форм возможных резонансных колебаний исследуемых машин (второго и третьего главных колебаний для МРН-25 и МРГ-40, третьего колебания для МРН-100).

На основании полученных данных можно заключить, что все три машины по частотам и формам главных колебаний заметно отличаются друг от друга; следовательно, выводы, полученные по одной машине, невозможно распространить на все машины.

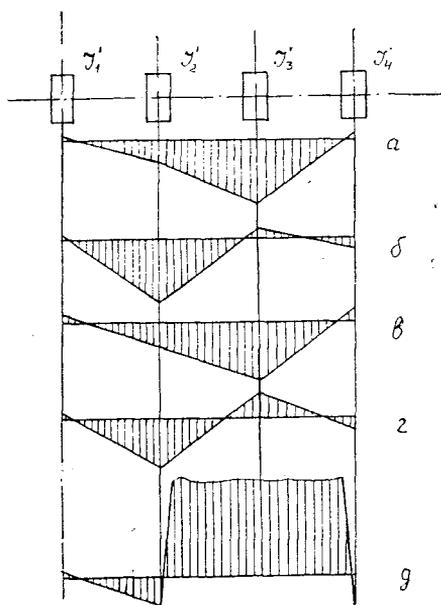


Рис. 2.

а, б — для МРН-25; в, г — для МРГ-40;
 д — для МРН-100.

Для машины МРН-25 возможен резонанс первого, второго порядков, имеющий форму второго и третьего главных колебаний (рис. 2, а, б). Наиболее опасно второе главное колебание, при котором граница запретной зоны ($k_2 = 1372 \text{ с}^{-1}$) близко подходит к частоте первой гармоники внешнего возмущающего момента ($p_1 = 1250 \text{ с}^{-1}$). Для машины МРН-100 возможен резонанс второго, третьего порядков, имеющий форму третьего главного колебания (рис. 2, д). С точки зрения возможности возникновения критических условий работы, конструкция этой машины удовлетворительна. Для МРГ-40 возможны резонансные колебания соответствующие второму и третьему главным колебаниям (рис. 2, в, г). Наиболее опасно третье главное колебание, при котором граница диапазона частот ($k_3 = 843 \text{ с}^{-1}$) близко подходит к частоте первой гармоники внешнего возмущающего момента ($p_1 = 785 \text{ с}^{-1}$).

Во избежание резонансных колебаний необходимо для МРН-25 и МРГ-40 сместить запретные зоны вправо, т. е. в сторону увеличения частоты второго главного колебания для МРН-25 и частоты третьего главного колебания для МРГ-40. Увеличение частот главных колебаний, как указано в работе [3], можно достигнуть варьированием элементами системы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вейц В. Л. и др. Вынужденные колебания в металлорежущих станках/ Вейц В. Л., Дондошанский В. К., Чиряев В. И. — М.—Л.: Машгиз, 1959. [2]. Стукова Т. П., Невзорова Л. Г. Исследование крутильных колебаний вала дисковой рубительной машины МРН-25.—Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1974, № 4. [3]. Терских В. П. Расчеты крутильных колебаний силовых установок. Справочное пособие. — Машгиз, 1953. — Т. 1. [4]. Яблоцкий А. А., Норейко С. С. Курс теории колебаний. — М.: Высш. школа, 1966.

Поступила 26 августа 1974 г.

УДК 674.023

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕНИЙ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Т. А. НОСОВСКИЙ

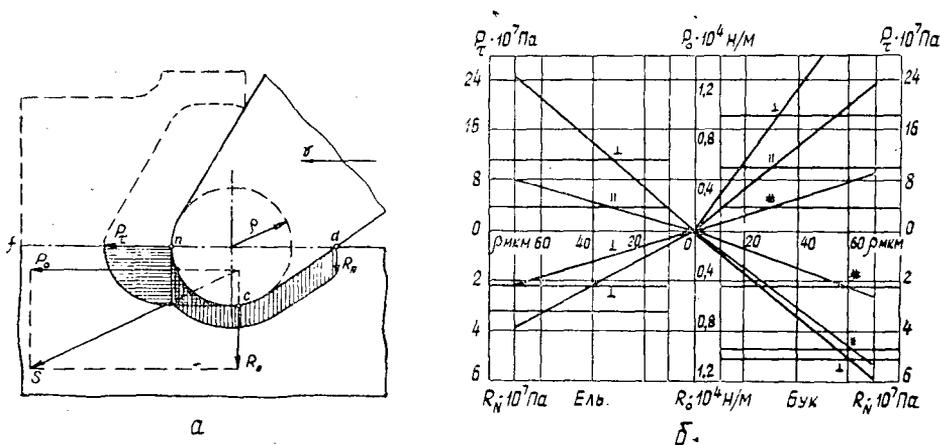
Львовский лесотехнический институт

Поверхность обработки с точки зрения деформирующих сил и вызываемых ими напряжений можно рассматривать как следствие процесса непрерывного деформирования древесины [2] при резании. В данной статье приведены результаты определения деформирующих сил и напряжений с учетом структурных и режимных факторов резания.

В условиях воздействия на древесину неострого резца (см. рис.) в простейшем случае прямолинейного резания линию fnd рассматривают как след плоскости раздела и совпадающий с ней след теоретической плоскости резания. Из-за влияния микрогеометрии режущей части резца, структурных особенностей древесины и других режимных факторов фактическая плоскость обработки не совпадает с указанной теоретической плоскостью резания. Теоретическая плоскость — предел, к которому стремится фактическая плоскость резания при переходе от реального резца к абсолютно острому. Следовательно, fnd — фиктивная плоскость обработки в идеальном случае работы абсолютно острого резца.

В реальных условиях плоскость обработки — результат образования плоскости раздела и связанного с этим деформирования древесины частью режущей кромки резца, расположенной ниже этой плоскости.

Экспериментально исследуя процесс резания древесины неострыми резцами, мы задались целью определить связь между условиями деформирования и напряженным состоянием древесины в зоне резания. Для этого осуществляли процесс прямолинейного резания древесины хвойных и лиственных пород в разных направлениях по отношению к направлению волокон резцами разной степени затупления при различных углах резания и толщинах снимаемой стружки. Методами осциллографирования опре-



Силы и напряжения в зоне резания.

а — эпюры напряжений; б — номограмма действующих сил и напряжений.

деляли касательную P и нормальную R составляющие силы взаимодействия между резцом и обрабатываемым материалом.

Математическая обработка результатов опытов привела к следующим зависимостям:

$$P = P_0 + k_1 h - k_2 h^2; \quad (1)$$

$$R = R_0 \pm k'_1 h \pm k'_2 h^2, \quad (2)$$

где h — толщина стружки, мм;
 k_1, k_2, k'_1, k'_2 — опытные коэффициенты.

Силы P_0 и R_0 зависят от степени затупления резцов

$$P_0 = a + c\rho; \quad (3)$$

$$R_0 = a_1 + c_1\rho. \quad (4)$$

Здесь ρ — радиус затупления резцов, мкм;
 a, c, a_1, c_1 — опытные коэффициенты.

Как видно из выражений (1) и (2), силы P_0 и R_0 связаны с образованием плоскости обработки. При $h = 0$

$$P = P_0; \quad (5)$$

$$R = R_0. \quad (6)$$

Относя силы P_0 и R_0 соответственно к участкам nc и ncd режущей кромки резца, найдем касательные P_τ и нормальные R_N напряжения по отношению к плоскости обработки

$$P_\tau = \frac{2P_0}{\pi\rho} = \frac{2}{\pi} \left(\frac{a}{\rho} + c \right); \quad (7)$$

$$R_N = \frac{R_0}{\pi\rho} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{a_1}{\rho} + c_1 \right). \quad (8)$$

В первом приближении параметрами a и a_1 можно пренебречь, тогда

$$P_\tau = \frac{2}{\pi} c - \text{const}; \quad (9)$$

$$R_N = \frac{1}{\pi} c_1 - \text{const}. \quad (10)$$

Полученные расчетные выражения показывают, что силы P_0 и R_0 , деформирующие плоскость резания, возрастают прямо пропорционально по мере затупления резцов. Вызываемые ими напряжения не зависят от степени затупления резцов. Напряжения σ_s от равнодействующей силы S по контуру ncd

$$\sigma_s = \sqrt{P_\tau^2 + R_N^2} = \frac{2}{\pi} \sqrt{c^2 + (c_1/2)^2} \quad (11)$$

зависят от породы и направления резания по отношению к направлению волокон и не зависят от степени затупления резцов. Следовательно, процесс резания древесины резцами определенной микрогеометрии при прочих равных условиях происходит при постоянстве напряжений. Однако концентрация их у резцов разной степени затупления различна. У более острых резцов концентрация напряжений больше; последние распространяются на меньшую глубину и локализуются ближе к

Порода	Направление резания	Коэффициенты · 10 ⁴ Н/м		Напряжения · 10 ⁷ Па		
		<i>c</i>	<i>c</i> ₁	<i>P</i> _τ	<i>R</i> _N	<i>σ</i> _S
Бук	Поперек	6,70	6,80	4,26	2,16	4,8
	Вдоль	16,50	15,30	10,50	4,87	11,57
	В торец	27,10	16,00	17,25	5,09	17,98
Ель	Вдоль	5,90	10,40	3,76	3,31	5,01
	В торец	17,8	7,20	11,32	2,28	11,55

плоскости раздела (точке *n*), предопределяя тем самым более высокое качество обработки поверхности.

Деформируя древесину контуром *ncd* режущей части, резец, как указывалось, окончательно формирует поверхность. В таблице приведены значения возникающих в зоне резания напряжений. Как видно из данных таблицы и рисунка (б), эти напряжения весьма значительны, превышают предел прочности древесины, а поэтому способны вызвать большие разрушения поверхности. Исследования [1], связанные с определением шероховатости поверхности обработки, показывают, что высота неровностей значительно превышает радиус затупления резцов, что связано, прежде всего, со структурными особенностями древесины.

Все это дает основание определить основные направления улучшения качества обработки древесины резанием: а) путем повышения концентрации и локализации напряжений в плоскости раздела, применением резцов оптимальной геометрии и микрогеометрии, а также оптимальных режимов обработки; б) путем улучшения структурных свойств обрабатываемого материала температурно-влажностной и другой обработкой, повышая его сопротивляемость сопутствующе-вредным напряжениям, возникающим ниже теоретической плоскости раздела.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кряжев Н. А. Фрезерование древесины. — ГЛБИ, 1963. [2]. Носовский Т. А. О деформировании древесины в процессе резания. — В кн.: Лесн. хоз-во, бум. и деревообаб. пром-сть, 1973, вып. 2.

Поступила 6 февраля 1979 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.817-41

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СТОЧНЫХ ВОД
ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ
ПРИ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ***

Т. В. СУХАЯ, А. Д. АЛЕКСЕЕВ, В. Н. МАРЦУЛЬ, В. К. ОНИСЬКО

Белорусский технологический институт
Варшавская сельскохозяйственная академия

При разработке рациональных способов очистки или утилизации сточных вод необходимо знать их физико-химический состав и поведение в процессе выпарки.

В ряде стран на некоторых предприятиях определилась тенденция к замыканию цикла циркуляции водных потоков при производстве ДВП. Пример такого предприятия — завод в г. Руцяне-Нида (ПНР), работающий, главным образом, на сосновом тонкомере и выпускающий 10 млн. м² ДВП в год.

Для исследования брали пробу сточной воды после многократной циркуляции ее в производственном цикле. Вода представляла собой непрозрачную темно-бурую жидкость с характерным запахом. До анализа ее консервировали хлороформом (2 мл/л) и хранили в холодильнике. Как показали исследования, химический состав воды замкнутого цикла водопотребления довольно сложен, а анализ ее затруднен из-за наличия взвешенных волокон разной величины, коллоидной и растворенной в воде фрак-

Таблица 1

Составная часть сточной воды	Содержание	
	в воде, мг/л	в остатке, %
Сухой остаток исходной воды	29820	100
в том числе:		
грубодисперсные примеси (средне- взвешенная длина 1,74 мм)	40	0,13
самопроизвольно осадившиеся за 24 ч вещества	210	0,71
коллоидные вещества, отделенные центрифугированием при частоте вращения, мин ⁻¹		
5000	2190	7,39
10000	1110	3,74
15000	520	1,74
сухой остаток фугата	25750	86,29
Сухой остаток воды перед диализом	27020	90,65
Остаток в диализационном мешочке	9290	31,20
Сухой остаток воды перед экстракцией	29940	100
Сухой остаток в эфирном слое	11000	36,60

* Работа выполнена в рамках научно-технического сотрудничества между Белорусским технологическим институтом и Институтом технологии древесины Варшавской сельскохозяйственной академии по теме: «Исследование состава и возможности использования технологических стоков производства ДВП».

ций. Поэтому прежде всего требовалось разделить загрязнения сточной воды на группы веществ, различающихся по физическому состоянию.

Для этого из воды извлечены грубодисперсные примеси фильтрованием ее через бронзовую сетку с размером ячеек 0,1 мм, затем отделены вещества, самопроизвольно осаждающиеся в течение 24 ч. При этом суммарное содержание последних и грубодисперсных примесей не превышало 1 % от сухих веществ сточной воды (табл. 1).

Значительную сложность вызвало отделение коллоидных веществ. Для этого опробовано несколько методов: фильтрование через бумажный фильтр, центрифугирование, диализ через полупроницаемую мембрану, извлечение диэтиловым эфиром. Несмотря на то, что при фильтровании через двойной фильтр (марка «синий») отделялось около 12 % веществ сухого остатка, фильтрат все же оставался мутным. Несколько лучшие результаты получены при осаждении коллоидных веществ методом центрифугирования. В табл. 1 приведены результаты фракционирования коллоидных веществ путем изменения силового поля центрифуги.

После центрифугирования в течение 20 мин при частоте вращения $15\,000\text{ мин}^{-1}$ вода приобретает прозрачность, но остается интенсивно окрашенной. В этой связи представляло интерес выяснить природу веществ, образующих истинные растворы. С этой целью сточная вода подвергалась диализу через целлофановую пленку, а также экстракции этиловым эфиром.

Как видно из табл. 1, остаток в диализационном мешочке (31,2 %) значительно превышает долю коллоидной фракции, найденную фильтрованием и центрифугированием (12—13 %). Такое различие обусловлено тем, что в остатке от диализа сточной воды кроме коллоидных веществ присутствуют и высокомолекулярные соединения, не прошедшие через поры мембраны. При обработке сточной воды эфиром в органический растворитель переходит 36,6 % сухих веществ, причем вода хотя и светлеет, но не становится прозрачной. Зная, что эфир — хороший растворитель жирных кислот и их эфиров, фенолов, смол и жиров, можно предполагать, что все эти вещества, независимо от того до каких размеров (молекул или коллоидных частиц) они диспергированы, переходят в эфирный слой. Результаты химического анализа состава сточной воды (табл. 2) подтверждают это. Для сточных вод замкнутого цикла характерен более высокий процент минеральных и экстрактивных веществ по сравнению с перерабатываемой древесиной, близкое к исходному сырью содержание ароматических веществ (рассчитано на основании определения метоксильных групп и породного состава сырья) и более низкое содержание углеводов. Самопроизвольно осадившиеся и коллоидные вещества, т. е. наиболее высокомолекулярные, состоят преимущественно из ароматических соединений (65 и 61 % соответственно).

В результате эфирной экстракции сточной воды получено две фракции — эфирорастворимая, представляющая собой жидкость темно-коричневого цвета, и нерастворимая в эфире — светло-серого цвета. Из данных табл. 2 видно, что основными компонентами эфирорастворимой фракции являются ароматические соединения и смолы, представляющие более 85 % всех сухих веществ и обладающие наиболее интенсивной окраской. Незначительное количество углеводов растворяется в эфире, вероятно, благодаря связи с ароматическими веществами. Нерастворимая в эфире фракция загрязнений сточной воды (63,4 %) почти на 80 % состоит из углеводов, которые представлены главным образом моно- и олигосахаридами. Однако примерно треть ароматических веществ (возможно, связанных с углеводами химически) также остается в водном растворе после обработки воды эфиром. Это указывает на то, что при использовании реагентов, коагулирующих коллоидную фракцию, для очистки сточных вод можно добиться осветления воды, но цветность ее и загрязненность углеводами сохраняются.

В исследованных водах нет четкой границы между фракциями взвешенных, коллоидных и растворенных веществ, поэтому их разделение всегда условно и зависит от применяемого метода, концентрации,

Таблица 2

Составная часть сточной воды	Количество составной части воды	Минеральные вещества	Ароматические вещества, рассчитанные по ОСН ₂ группе	Углеводы*				Неохарактеризованный остаток
				Общие	Моносахариды	Легкогидролизуемые полисахариды	Трудногидролизуемые полисахариды	
Сухой остаток исходной сточной воды	100	9,2	28	56,1	19,8	24,7	11,6	11,5
Самопронзвольно осадившиеся вещества	1,3	5,9	65	—	—	—	—	—
Остаток на фильтре (коллоидная фракция)	11,8	1,1	61	—	—	—	—	—
Сухой остаток фильтрата (водорастворимая фракция)	86,9	10,4	25	—	—	—	—	—
Извлекаемая эфиром фракция	36,6	0,9	54	14,0	0,9	11,5	1,6	31,5
Неизвлекаемая эфиром фракция	63,4	10,0	13,5	79,3	30,7	31,1	17,5	0,0

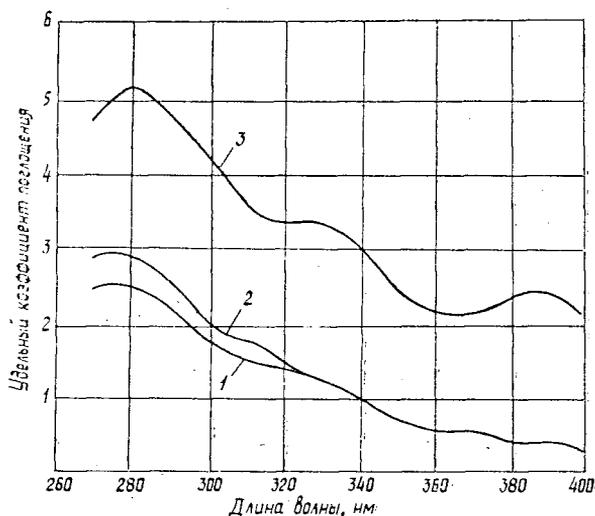
* Содержание моносахаридов рассчитано по редуцирующим веществам (РВ) исходной воды; содержание легко- и трудногидролизуемых полисахаридов — по РВ гидролизатов сухих остатков сточной воды. Концентрацию РВ определяли эбуллистатическим методом.

температуры и времени хранения пробы. Многократное повторение эксперимента показало, что найденные соотношения закономерны и сохраняются не только для концентрированных вод, но и для разбавленных в системах открытого водопотребления, например для завода ДВП в г. Концеполе (ПНР) и цеха древесноволокнистых плит объединения Витебскдрев.

Один из возможных способов очистки концентрированных стоков — их выпарка с последующей утилизацией или сжиганием сухих веществ. В этой связи представляло интерес изучить состав летучих

УФ-спектры компонентов вод.

1 — растворенные и коллоидные вещества; 2 — взвешенные; 3 — вещества, отгоняемые с водяным паром.



веществ сточной воды. Для этого освобожденную от взвешенных частиц воду ($pH=3,6$) перегоняли под вакуумом при температуре $65^{\circ}C$. Перегонка сопровождалась сильным пенообразованием, что свидетельствует о наличии в воде большого количества поверхностно-активных веществ. В результате перегонки получен дистиллят, имеющий $pH=2,2$, и концентрат с $pH=4,0$. Снижение pH дистиллята по сравнению с pH воды, взятой для перегонки, обусловлено летучими карбоновыми кислотами, которые отгоняются из сточной воды даже в столь мягких условиях. Количество этих кислот в дистилляте в пересчете на уксусную кислоту составило 1260 мг/л (или 2% от сухих веществ сточной воды). Сухой остаток дистиллята хорошо растворялся в диметилсульфоксиде. Его УФ-спектр в этом растворителе (рис. 1) имеет полосу поглощения при 280 нм, характерную для ароматических соединений, и полосу поглощения сопряженных карбонильных групп при $320-340$ нм. Содержание карбонильных групп, определенное двумя методами — с гидроксиламином и с 2,4-динитрофенилгидразином, в пересчете на формальдегид составило соответственно $37,2$ и $44,6$ мг/л.

В кислотной фракции дистиллята методом газо-жидкостной хроматографии идентифицированы пики муравьиной, уксусной и пропионовой кислот, а также продуктов деструкции углеводов — фурфурола, оксиметилфурфурола и леулиновой кислоты. Высокая кислотность дистиллята и наличие в нем активных продуктов окисления компонентов древесины предполагают повышенные требования к материалу выпарных аппаратов.

Проведенные исследования показали, что состав вод замкнутого цикла производства ДВП довольно сложен. Он включает большое количество загрязнений взвешенного, коллоидного и растворенного характера без четкой границы раздела между фракциями. Компоненты этих вод представляют определенный интерес как сырье для последующего использования.

УДК 630*892.6 : 674.032.475.4

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ВЫХОДА И СОДЕРЖАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭФИРНОГО МАСЛА ИЗ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

А. И. ЧЕРНОДУБОВ, Р. И. ДЕРЮЖКИН, Р. Д. КОЛЕСНИКОВА

Воронежский лесотехнический институт

При изучении эфирных и терпентинных масел и скипидаров сосны обыкновенной многими авторами установлено, что выход и состав компонентов подвержены индивидуальной, географической, сезонной и видовой изменчивости [1—6] и зависят от погодных условий [7].

Цель наших исследований — изучить суточную изменчивость выхода и содержания эфирного масла из хвои сосны обыкновенной.

Было выбрано расположенное на опушке леса 11-летнее нормально развитое дерево сосны обыкновенной, которое в течение суток находилось в контрастных метеорологических условиях. Некоторые метеорологические данные для кроны этого дерева в течение суток со 2 на 3 июля 1977 г. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Численные значения показателей по датам							
	2 июля		3 июля					
	для времени суток, ч.							
	21	24	3	6	9	12	15	18
Температура воздуха, °С	20,8	15,2	16,8	18,1	21,6	29,0	26,0	18,2
Влажность воздуха, %	80	82	83	83	82	82	82	90
Осадки	—	—	Туман	Туман	—	—	—	Дождь

Пробы хвои текущего года отбирали через каждые 3 ч в 3-кратной повторности. Масса хвои — 100 г. Измельченную до 0,1—0,5 мм массу хвои помещали в колбу и отгоняли эфирное масло в аппарате Клевенджера. Температура масляной бани 96 °С, отгонка в течение 3 ч, после чего измеряли массу масла и помещали его в стеклянные ампулы.

Анализ эфирных масел проводили 4 июля на хроматографе «Цвет-3» (колонка 6000×3 мм). В качестве неподвижной фазы использовали полиэтиленгликольадипат, массовая доля равна 12 % на диатомите, зернением 0,25—0,50 мм. Программирование температуры колонки — от 120 до 200 °С, скорость подъема температуры 3 °С/мин. Температура испарителя 150 °С, объем пробы 3 мкл, газ-носитель — гелий, расход 35—50 мл/мин, ДИП, чувствительность 10⁻⁸ А. Расход воздуха 300 мл/мин, водорода — 30 мл/мин.

Суточная динамика выхода и содержания компонентов эфирного масла из хвои сосны обыкновенной в течение суток приведена в табл. 2, из данных которой видно, что выход эфирного масла увеличивается в утреннее время, достигая максимума в полдень, затем стабилизируется в вечернее и ночное время.

Качественный состав эфирного масла и количественное содержание основных компонентов существенно не меняются.

Таблица 2

Показатели	Численные значения показателей по датам							
	2 июля		3 июля					
	для времени суток, ч.							
	21	24	3	6	9	12	15	18
Выход эфирного масла, мл из 100 г сырой хвои	0,45	0,45	0,45	0,50	0,50	0,55	0,45	0,45
Компоненты масла:								
α -Пинен	34,3	29,8	29,5	29,2	31,2	32,1	29,6	30,8
Камфен	3,8	5,8	5,7	5,3	5,8	4,3	4,2	4,5
β -Пинен	1,5	5,1	5,3	3,8	2,1	3,5	1,4	1,9
Мирцен } Δ^3 -Карен }	40,2	37,9	37,1	36,5	41,6	41,5	36,6	41,5
α -Терпинен	3,1	5,3	5,0	5,6	5,4	2,2	6,6	2,9
Лимонен	1,8	5,0	4,8	5,0	4,2	2,7	7,2	3,0
β -Фелландрен	1,2	2,0	2,1	2,4	2,2	1,0	2,8	2,4
1,8-Цинеол	3,4	1,9	2,1	2,4	1,9	1,6	4,9	2,9
Терпинолен	3,8	0,7	1,0	1,6	0,4	3,9	1,1	3,9
Борнилацетат	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5
Карофиллен	0,7	0,7	0,7	0,8	0,5	0,3	0,4	0,5
Лонгифолен	0,7	0,7	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	0,4
Гумулен	Сл.	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3
Терпинеол	0,1	0,4	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2
α -Муролен	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3
σ -Кадинен	2,2	2,3	2,5	2,6	1,5	2,1	1,6	2,1
γ -Кадинен	2,5	1,6	1,8	2,3	1,8	2,5	1,9	1,7
Хамазулен	0,1	0,4	0,3	0,3	0,1	0,5	0,3	0,2
Монотерпеновые углеводороды	93,1	93,4	92,6	91,8	94,8	92,8	94,4	93,8
Сесквитерпеновые углеводороды, кислородсодержащие и другие соединения	6,9	6,6	7,4	8,2	5,2	7,2	5,6	6,2

Примечание. Кроме того, обнаружены следы следующих компонентов: трициклена, γ -терпинена, п-цимола, X_1 , X_2 , геранналя, нералья, X_3 , X_4 , камфары, X_5 , X_6 , X_7 , β -бизаболена, α -куркумена, элемазулена, т. е. содержание их менее 0,1 %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Акимов Ю. А., Нилов Г. И., Лиштванова Л. Н. Количественное содержание компонентов эфирных масел сосны обыкновенной и сосны крымской в течение вегетации. — Растит. ресурсы, 1973, т. 9, вып. 4. [2]. Химический состав терпентинного масла как признак биологических форм сосны обыкновенной/ И. И. Бардышев, Р. И. Зенько, И. В. Горбачева и др. — ДАН БССР, 1968, 12, 3. [3]. Чернодубов А. И., Колесникова Р. Д., Дерюжкин Р. И. Некоторые особенности эфирного масла подвидов сосны обыкновенной. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 5. [4]. Чернодубов А. И., Дерюжкин Р. И., Колесникова Р. Д. Состав эфирного масла и скипидара индивидуальных деревьев сосны обыкновенной. — Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1978, 2. [5]. Чудный А. В. Изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной. — Растит. ресурсы, т. 13, вып. 2. [6]. Чудный А. В., Проказин Е. П. Географическая изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной на территории СССР. — Растит. ресурсы, 1973, т. 9, вып. 4. [7]. Juvonen S. Über die Terpenbiosynthese beeinflussenden Faktoren in *Pinus silvestris*. — Acta bot. fennica, 1966. 71.

Поступила 7 августа 1979 г.

УДК 543.42:547.992.3

ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ ЛИГНИНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ЦЕРЕЗИНОМ

А. И. БУЧНЕВА, А. Е. ЧААДАЕВ, Н. Н. БУРЕНИНА

Воронежский лесотехнический институт

Высокие физико-механические и антифрикционные свойства прессованной древесины, модифицированной церезином, дают возможность использовать ее в подшипниках скольжения, работающих в условиях граничного трения и абразивного износа [7, 8].

Технология, физико-механические и антифрикционные свойства прессованной древесины, наполненной церезином, достаточно подробно освещены в работах [1, 2, 9]. Характер же взаимодействия церезина с компонентами древесины не изучен. Учитывая низкую реакционную способность насыщенных углеводородов, можно предположить, что в этом случае участие компонентов древесного комплекса в химическом взаимодействии затруднено. Однако при высоких температурах не исключена возможность взаимодействия церезина с компонентами древесины, в частности с лигнином как наиболее реакционноспособной составной частью древесины.

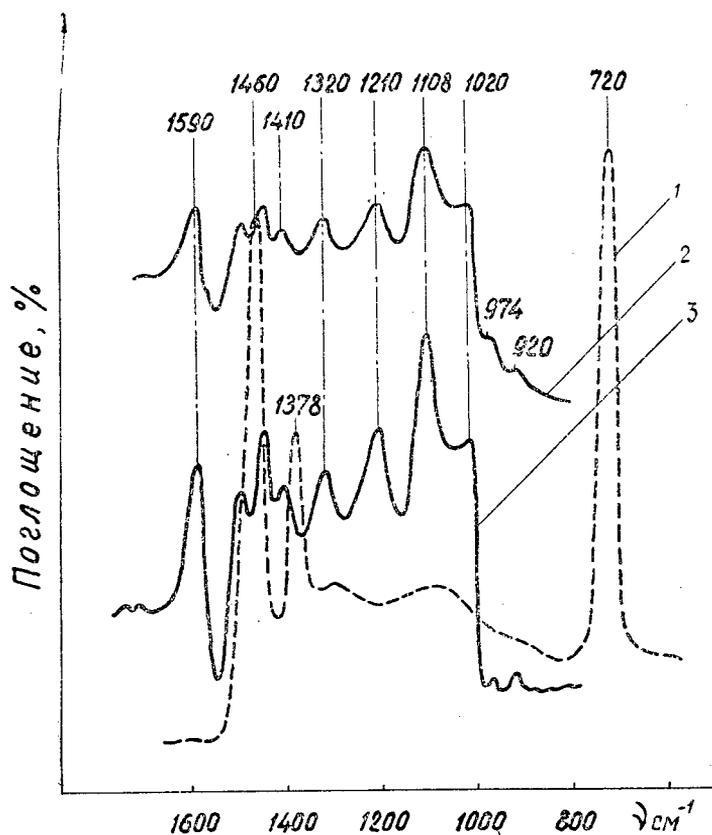
С целью изучения химического взаимодействия лигнина с церезином в стеклянный бюкс помещали 150 мг лигнина Пеппера [5] из древесины березы и 150 мг церезина марки С100 (ГОСТ 7658—53). Смесь выдерживали при температуре 150 °С в течение одного часа, что соответствовало технологическим параметрам получения модифицированной древесины. Для удаления непрореагировавшего церезина смесь отмывали эфиром 15—20 раз до постоянной массы. Полученный однородный темно-коричневый порошок исследовали на 2-лучевом инфракрасном спектрофотометре ИКС-14. Спектральная ширина щели в области 1500 см⁻¹ для призмы из NaCl составляла 10 см⁻¹.

Для получения ИК-спектра церезина его напыляли тонким слоем толщиной около 10 мкм на пластинку из КВг при температуре 150—160 °С.

Для получения ИК-спектра лигнина его предварительно растирали в агатовой ступке в течение 1 ч. Порошок лигнина смешивали с КВг, предварительно прогретым в течение 6 ч при температуре 350 °С для удаления воды. Из полученной смеси под давлением 2,5—3,0 МПа прессовали таблетки размером 300 мм² и толщиной 0,1—0,12 кг/м². Спектрографирование проводили при следующем режиме: скорость регистрации — 160 см⁻¹/мин; постоянная времени — 2 при включенном замедлителе; усиление сигнала — 2.

На рисунке приведены ИК-спектры чистого церезина (кривая 1), чистого лигнина (кривая 2) и лигнина березы, модифицированного церезином (кривая 3). ИК-спектр церезина состоит из трех интенсивных полос: 1460 см⁻¹ соответствует асимметричным деформационным колебаниям С—Н; 1378 см⁻¹ — симметричным деформационным колебаниям С—Н; 720 см⁻¹ — внешним деформационным колебаниям метильной группы [6].

В спектре лигнина ряд авторов [3, 4] выделяет следующие основные полосы: 1590, 1494 и 1410 см⁻¹ соответствуют колебаниям ароматического скелета; 1450 см⁻¹ — асимметричным деформационным колебаниям С—Н; 1108 см⁻¹ — деформационным колебаниям СО; 1020 см⁻¹ — ароматическим деформационным колебаниям СО в плоскости; 974 см⁻¹ — внеплоскостной деформации = СН (транс); 920 см⁻¹ — внеплоскостной деформации ароматических С—Н.



В спектре лигнина, модифицированного церезином, присутствуют те полосы, которые наблюдались в чистом лигнине. Возрастание интенсивности объясняется присутствием большего количества лигнина. Образование новых полос и смещения старых не наблюдается. Это можно объяснить тем, что, как и предполагалось, химического взаимодействия церезина с лигнином не происходит. По всей видимости, церезин заполняет поры древесины, не вызывая появления новых структурных единиц. Поэтому следует считать, что взаимодействие церезина с лигнином осуществляется при помощи слабых Ван-дер-Ваальсовых сил. При этом повышаются прочность, твердость и влагостойкость древесины.

В процессе трения церезин выполняет функции твердой смазки: на поверхностях трения он образует граничные пленки с низким сопротивлением сдвигу, что способствует значительному улучшению антифрикционных свойств древесины. Поскольку основные свойства твердых смазок — смазочные свойства, то с этой точки зрения полученный результат можно рассматривать как положительный, так как в данном случае исключается возможность для церезина ухудшить или потерять смазочные свойства вследствие химического взаимодействия его с компонентами древесины в процессе пропитки.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 360222 (СССР). Антифрикционная прессованная древесина/ И. С. Самодуров, А. Е. Чаадаев, А. И. Смольяков, Г. К. Гаврилов. — В кн.: «Открытия, изобре-

тения, промышленные образцы, товарные знаки», 1972, № 36. [2]. А. с. 387831 (СССР). Способ пропитки заготовок из прессованной древесины/ И. С. Самодуров, А. Е. Чаадаев, А. И. Смольяков, Г. К. Гаврилов. — В кн.: «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1973, № 28. [3]. Беллаи Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. — М.: ИЛ, 1963. [4]. Блажей А., Шутый Л. Фенольные соединения растительного происхождения. — М.: Мир, 1977, с. 179. [5]. Грушников О. П., Елкин В. В. Достижения и проблемы химии лигнина. — М.: Наука, 1973. [6]. Методы спектрального анализа/ Бабушкин А. А., Батулин П. А., Королев Ф. А. и др. — М.: Изд-во МГУ, 1962. [7]. Применение втулок из антифрикционной прессованной древесины в шнековых транспортерах/ Ельков Л. В., Чаадаев А. Е., Смольяков А. И. и др. — Воронеж, 1976 (ЦНТИ/ Информ. листок № 290—76). [8]. Самосмазывающиеся подшипники из прессованной древесины/ Самодуров И. С., Чаадаев А. Е., Смольяков А. И. и др. — Воронеж, 1973 (ЦНТИ/ Информ. листок № 283—73). [9]. Чаадаев А. Е. Антифрикционные свойства прессованной древесины, наполненной твердыми смазками. — В кн.: Модифицированная древесина и ее использование в народном хозяйстве. Воронеж, 1973.

Поступила 18 декабря 1979 г.

УДК 628.314.2:676.1.062

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСТРАГИРУЕМЫХ ВЕЩЕСТВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. П. ЧЕРТОВСКАЯ, Ю. Г. ХАБАРОВ

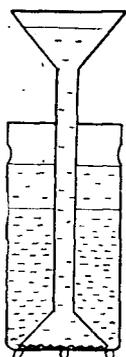
Архангельский лесотехнический институт

Один из важнейших показателей загрязненности сточных вод — содержание в них экстрагируемых веществ. Для их определения используют два метода. По первому, описанному в монографии Лурье, гробу сточной воды подкисляют фосфорной кислотой и упаривают на бане с прокаленным песком. Сухой остаток количественно переносят в аппарат Сокслета и экстрагируют эфиром, затем эфир отгоняют и остаток сушат при температуре 105 °С. По второму методу, предложенному Л. А. Алферовой, экстрагируемые вещества определяют экстракцией в делительной воронке остатка сточной воды после отгона летучих жирных кислот. Эфирный остаток сушат сульфатом натрия в течение 24 ч, затем фильтруют, эфир отгоняют, а остаток сушат при 105 °С.

При обработке обеих методик на модельных растворах мы столкнулись с тем, что результаты получаются завышенными из-за фосфорной кислоты, присутствие которой доказано образованием желтого осадка фосфорнокислого серебра при проведении качественной реакции на фосфат-ион с раствором AgNO_3 .

Нами предложена простая модификация метода Алферовой. Для проведения опытов использовали экстрактор Э-8, переоборудованный для экстракции жидкости жидкостью. Устройство прибора показано на рис. 1. Вместо трубки с сифоном мы применяли стеклянный стаканчик, в верхней части которого сделаны отверстия диаметром примерно 3—5 мм. В стаканчик ставится воронка с длинным отростком, который заканчивается расширением, имеющим неровные края.

Анализ производят следующим образом. В стаканчик наливают 35—40 мл упаренной сточной воды и помещают в него воронку. Затем подготовленный прибор опускают в экстрактор Э-8 и производят экстракцию серным эфиром. Пары эфира конденсируются в обратном холодильнике и стекают в воронку. Скапливаясь в ней, серный эфир создает избыточное давление, под действием которого



Экстракционный стаканчик с воронкой.

эфир проходит через слой экстрагируемой воды. Как не смешивающаяся с водой и более легкая жидкость эфир скапливается над водой, и избыток его непрерывно стекает в экстракционную колбочку. После окончания экстракции эфир отгоняют и остаток ушат при 105 °С.

Данные о влиянии продолжительности экстракции на степень извлечения стеариновой кислоты приведены в табл. 1, из которой видно, что достаточное для экстракции время — 1 ч. В дальнейших анализах для надежности экстракцию проводили в течение 2—3 ч.

Таблица 1

Продолжительность экстракции, ч	Количество стеариновой кислоты, мг,		Степень извлечения, %
	заданное	определенное	
1	53,7	56,5	105,2
2	56,7	57,2	100,9
3	69,5	73,6	105,8

Сравнительные результаты при определении экстрагируемых веществ по методу Алферовой и предложенному нами методу приведены в табл. 2, из данных которой видно, что во всех экспериментах с ис-

Таблица 2

Экстрагируемые вещества	Количество экстрагируемых веществ, мг,		Процент определения	Метод определения	Качественная проба на ион PO_4^{-3}
	заданное	определенное			
Стеариновая кислота	16,5	16,5	100,0	Предложенный нами	—
	42,3	38,4	90,6		—
	72,0	70,8	98,1		—
	27,1	35,7	131,7	Алферовой	+
	46,0	71,0	154,3		+
	69,9	50,0	72,0		+
Пальмитиновая кислота	22,2	21,8	98,2	Предложенный нами	—
	41,1	40,1	97,6		—
	59,4	62,8	105,7		с
	17,8	23,4	131,5	Алферовой	+
	38,5	46,8	121,6		+
60,0	60,7	101,2	+		
Канифоль	30,0	29,6	98,7	Предложенный нами	с
	47,5	46,1	97,1		—
	78,2	74,1	94,7		—
	21,4	30,3	141,6	Алферовой	+
	55,4	60,4	109,0		+
	76,0	81,0	106,6		+
Искусственные смеси смоляных и жирных кислот	26,0	25,6	98,5	Предложенный нами	—
	27,1	26,6	98,1		—
	41,7	43,6	104,5		с
	39,3	37,4	95,2		—
Средний процент определения			98,2	Предложенный нами	
			118,7		Алферовой
Стандартное отклонение среднего результата			1,07	Предложенный нами	
			8,27		Алферовой

Примечание. «+» — образуется желтый осадок; «—» — осадка нет; с — следы.

пользованием методики Алферовой полученные результаты завышены; при этом имеет место сильный разброс определяемой величины. Предложенный нами метод позволяет получить результаты, близкие к количественным. Качественная реакция на фосфат-ионы свидетельствует о том, что при использовании нашего метода практически не происходит накопления фосфат-ионов, в то время как во всех опытах по известному ранее методу в составе экстрактивных веществ обнаруживается значительное количество фосфат-ионов.

Результаты, полученные при использовании предложенного нами метода, имеют среднее квадратичное отклонение, в 7,5 раз меньшее по сравнению с результатами, полученными при использовании известного ранее метода.

Таким образом, разработанная нами методика позволяет сократить время проведения анализа и получить более точные результаты.

Поступила 3 апреля 1979 г.

УДК 674.812.2.001

ПРЕССОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ОПИЛОК И КАУЧУКОВЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЛАТЕКСОВ

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРДРЕВЕСНОГО МАТЕРИАЛА

И. А. ГАМОВА, Л. И. ЛИХАЧЕВА, Л. А. ЮДИНЦЕВА, Л. Н. АФАНАСЬЕВА
Ленинградская лесотехническая академия, ВНИИСК

В качестве связующего вещества для получения прессованных материалов из опилок применяли водоразбавляемый латекс бутадиен-стирольного карбоксилсодержащего сополимера БСК-65/3, содержащего в макромолекуле 65 % стирольных звеньев и 3 % звеньев акриловой или метакриловой кислоты. Благодаря содержанию полибутадиена этот сополимер обладает высокой эластичностью, разрывной прочностью и дает в сочетании с таким коротковолокнистым наполнителем, каким являются древесные опилки, материалы с хорошей прочностью при статических и динамических нагрузках [3].

Наличие свободных карбоксильных групп создает предпосылки для образования прочной адгезии между связующим и древесным наполнителем. Как известно, основные свойства древеснополимерного материала (ПДМ) определяются значением сил адгезии на границе фаз.

Для доказательства химического взаимодействия между карбоксильными группами связующего и гидроксилами компонентов древесины определяли эфирные группы в исходной древесине, в латексе и прессованном материале [4]. Сделана поправка на количество щелочи, которое может поглотить древесный наполнитель, так как определенное количество КОН расходуется на взаимодействие с омыляемыми компонентами древесины.

Показано (табл. 1), что эфирные числа полимердревесного материала растут с увеличением содержания связующего вещества БСК-65, что свидетельствует об образовании сложноэфирных связей в материале.

Можно было предположить, что в процессе получения материала, кроме образования сложноэфирных групп, осуществляется сшивка мак-

Таблица 1

Состав композиции, мас. %		Количество израсходованного КОН, мг		Эфирные числа
Древесина	Латекс БСК-65	на порошки ПДМ	на древесный наполнитель	
100	—	—	141,5	—
—	100	—	—	0
95	5	195,2	134,4	60,9
90	10	197,2	127,3	69,9
85	15	208,9	120,2	88,7
80	20	213,0	113,2	99,8

ромолекул сополимера за счет раскрытия двойных связей стиролбутадиен-карбоксилатного сополимера. Однако обнаружено, что количество двойных связей в готовом материале пропорционально содержанию в нем латексного полимера.

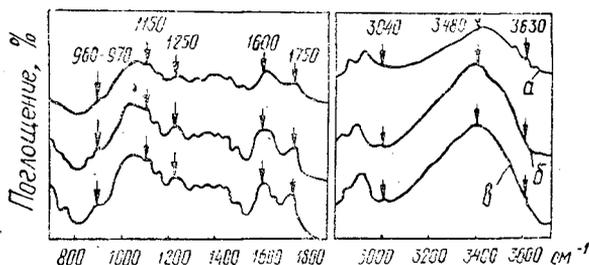
При подсчете бромных чисел учитывали количество бромлируемых веществ, определяемых в древесном наполнителе (табл. 2). Данные свидетельствуют, что в условиях эксперимента при получении ПДМ с использованием латекса БСК-65/3 двойные связи не раскрываются.

Таблица 2

Состав композиции, мас. %		Количество бромлируемых веществ, %		Бромные числа связующего, %
Древесина	Латекс БСК-65/3	в порошках плит	в древесном наполнителе	
100	—	—	34,1	—
—	100	—	—	70,5
95	5	34,6	32,4	2,2
90	10	44,2	30,8	13,4
85	15	45,3	29,0	16,3
80	20	47,1	27,3	19,8

Сравнение инфракрасных спектров образцов плит со спектром исходной древесины (рис. 1) подтвердило наличие двойных связей, увеличение интенсивности полосы, соответствующей 3010 см^{-1} , и деформационные колебания в области $960-970 \text{ см}^{-1}$ [1].

ИК-спектры плит с содержанием 10—20% латекса БСК-65/3 (б и в) и исходной древесины (а).



Наиболее интересно исследование спектрального участка $1000-1300 \text{ см}^{-1}$ для установления сложноэфирных связей прямым путем. Появление полос в области $1150-1300 \text{ см}^{-1}$ и увеличение интенсивности при возрастании количества латекса свидетельствуют об образовании сложноэфирных связей в полученном материале. Об этом же свиде-

тельствуется дополнительное увеличение так называемой «карбонильной полосы» в области $1735\text{—}1750\text{ см}^{-1}$. Значительно возрастает интенсивность широкой полосы в области валентных колебаний гидроксильных групп, включенных в водородную связь ($3250\text{—}3550\text{ см}^{-1}$) [2].

Следовательно, при получении ПДМ с использованием синтетического каучукового латекса БСК-65/3 образуются сложноэфирные и водородные связи на границе полимер — древесина, что определяет достаточно высокую прочность и гидрофобность материала.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Белами Л. ИК-спектры сложных молекул. — М.: Мир, 1963. [2]. Иванова Н. В., Жбанков Р. Т. Изучение водородных связей в целлюлозе. — В сб.: Водородная связь. М.: Наука, 1964. [3]. Новые синтетические латексы и теоретические основы процессов латексной технологии. Тезисы докладов и сообщений 4-й Всесоюзной латексной конференции. — М., 1973. [4]. Сорокин М. Ф., Лялюшко К. Н. Практикум по химии и технологии пленкообразующих веществ. — М.: Химия, 1971.

Поступила 20 сентября 1979 г.

УДК [547.565.2 + 547.992.3] : 621.3.035.922.2

О МЕХАНИЗМЕ ЭЛЕКТРООКИСЛЕНИЯ ГВАЯКОЛА И ЛИГНИНА НА ГРАФИТОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ

*В. Ф. КОРЫТЦЕВА, Ю. В. ВОДЗИНСКИЙ, В. З. ЛАТЫПОВА,
Ю. М. КАРГИН*

Центральный научно-исследовательский и проектный институт
лесохимической промышленности
Горьковский институт инженеров водного транспорта
Казанский государственный университет

Различные виды природного биополимера — лигнина — способны к электроокислению (ЭО) на графитовом электроде [1, 6]. Высказано предположение об ЭО гваяцильных фрагментов макромолекул лигнина, стереоспецифически адсорбирующихся на гексагонах графитового электрода, получены также косвенные доказательства, подтверждающие это предположение [4—6].

Для получения прямых доказательств этого предположения и изучения механизма реакции ЭО сняты циклические вольтамперограммы (ЦВ) гваякола и лигнина в кислой и щелочной средах при разных скоростях наложения потенциала, а также коммутированные кривые.

ЦВ сняты на полярографе ППТ-1, коммутированные кривые — на потенциостате П-5827 М с переключателем Калоусека, изготовленном в ИОФХ КФ АН СССР. В качестве анодного материала использован пирографит высокоплотной марки ПГВ, площадь рабочей поверхности дискового электрода $0,5\text{ см}^2$. Среда водно-диметилформамидная универсального буферного раствора. Постоянную ионную силу поддерживали добавлением КСl. Электродом сравнения служил $\text{Cd}|\text{CdSO}_4\ 0,5\text{ М}$. При снятии кривых в аprotонной среде (диметилформамид) в качестве электролита применен $0,1\text{ М}$ раствор борфтората тетраэтиламмония, электрод сравнения $\text{Ag}|\text{AgClO}_4\ 0,1\text{ М}$.

На ЦВ гваякола — простейшего модельного соединения фрагмента макромолекулы лигнина — при линейной анодной развертке потенциала как в кислой, так и в щелочной средах появляется анодный пик (рис. 1, а, б), соответствующий электрохимической стадии окисления гваякола с участием двух электронов в кислой среде или одного электрона в щелочной среде [5].

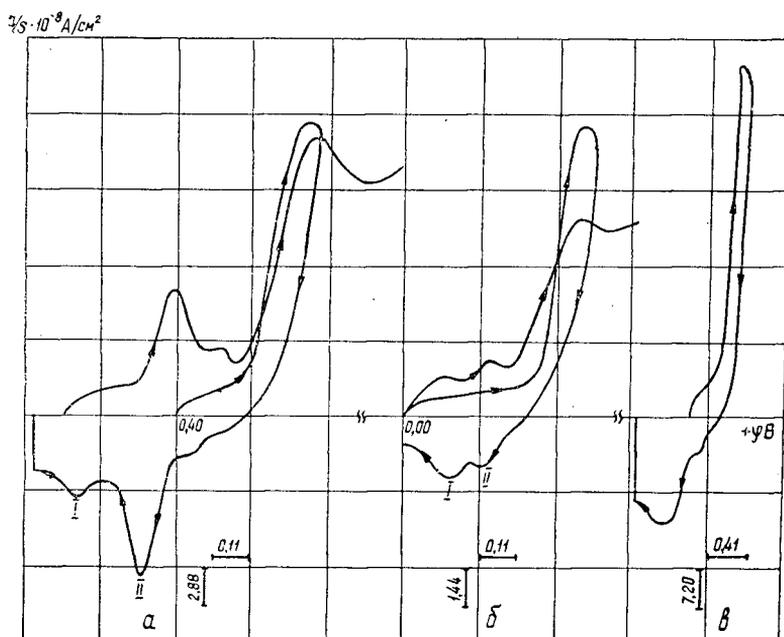


Рис. 1. Циклические вольтамперные кривые гваякола в разных средах.

a — кислой; *б* — щелочной ($c = 40$ мг/л, $v = 10$ мВ/с); *в* — апротонной (диметилформамид; $c = 800$ мг/л, $v = 40$ мВ/с).

При линейной поляризации электрода в обратном катодном направлении наблюдаются пики, отвечающие, по-видимому, восстановлению продуктов ЭО гваякола (рис. 1). При повторной анодной поляризации на анодной ветви наблюдаются четкие пики в области потенциалов, характерных для системы хинон — гидрохинон [7], т. е. ЭО гваякола приводит к образованию продуктов хинонного типа.

Соотношение значений тока катодных пиков меняется с изменением рН среды, так как происходит количественное перераспределение этих двух форм продуктов ЭО гваякола, но остается постоянным при изменении скорости наложения потенциала и концентрации гваякола. Это свидетельствует об образовании двух продуктов при ЭО гваякола. Несовпадение потенциалов анодного и катодного пиков и отношение анодного тока к катодному, не равное единице, на циклических вольтамперограммах гваякола в кислой и щелочной средах свидетельствуют о необратимости в целом процесса ЭО гваякола на графитовом электроде.

Исследование процесса ЭО гваякола в среде апротонного растворителя на графитовом электроде коммутаторным методом [2] также подтвердило необратимость этого процесса. Число электронов, участвующих в электроокислении гваякола на графитовом электроде в апротонной среде, равно двум, т. е. в неводной среде ЭО гваякола аналогично ЭО его в водных кислых буферных растворах, когда молекула неионизирована. Следовательно, механизм ЭО молекулы гваякола на графитовом электроде определяется состоянием молекулы (ионизированная и неионизированная).

Изучение характера зависимости функции анодного тока от скорости наложения потенциала [3, 8] свидетельствует о том, что ЭО гвая-

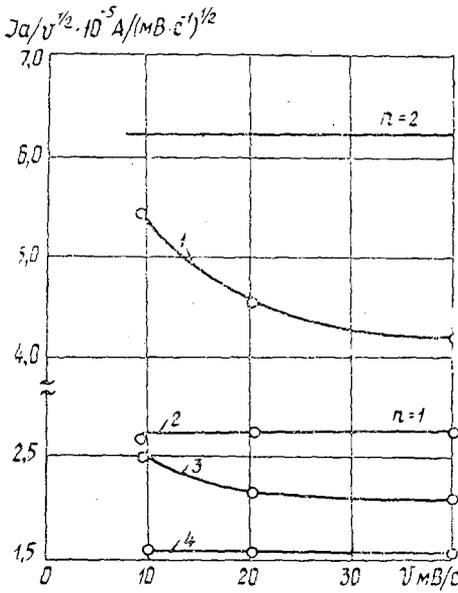


Рис. 2. Зависимость функции анодного тока $J_a/v^{1/2}$ от скорости наложения потенциала при ЭО гваякола ($c = 40$ мг/л) и лигнина ($c = 160$ мг/л) в разных средах, $n=1$ — число электронов, участвующих в ЭО гваякола на графитовом электроде в щелочной среде; $n=2$ — то же в кислой среде.

кола осложнено сопряженными химическими реакциями и протекает по механизму ЕСЕ (электрохимическая — химическая — электрохимическая стадии) в кислой среде (рис. 2, кривая 1) и ЕС — в щелоч-

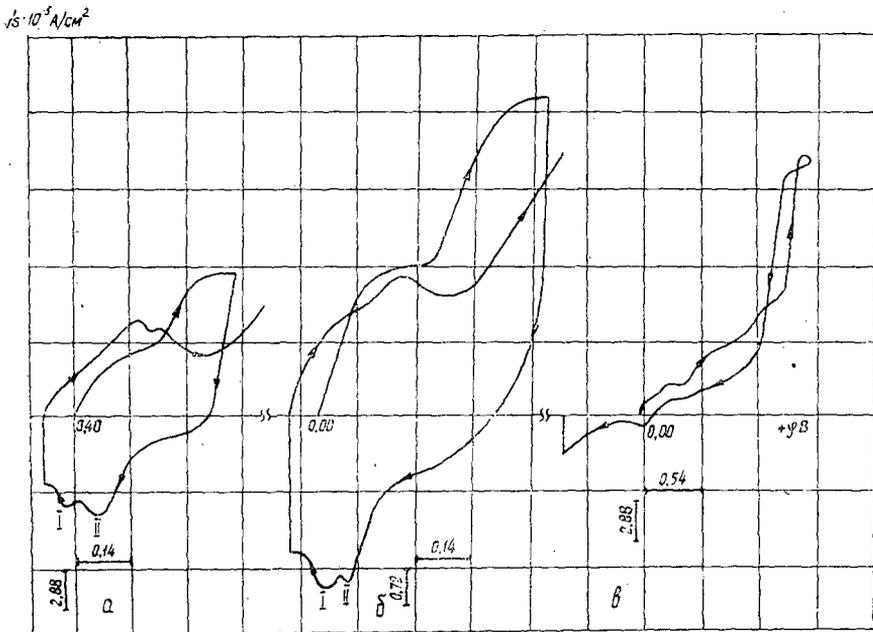


Рис. 3. Циклические вольтамперные кривые лигнина в разных средах.

a — кислой; *б* — щелочной ($c = 60$ мг/л, $v = 10$ мВ/с); *в* — апротонной ($c = 2000$ мг/л, $v = 40$ мВ/с).

ной среде (рис. 2, кривая 2); при этом на химической стадии возможна димеризация. Электроокисление лигнина так же протекает по ЕСЕ-механизму в кислой среде (рис. 2, кривая 3) и ЕС — в щелочной (рис. 2, кривая 4). Для образующихся радикалов лигнина, вероятно, более характерно взаимодействие с растворителем.

ЦВ лигнина в кислой и щелочной средах аналогичны ЦВ гваякола (рис. 3, а, б). ЭО лигнина также сопровождается образованием продуктов хинонного типа. На ЦВ лигнина в апротонной среде (рис. 3, в) наблюдается несколько волн, отражающих, очевидно, ЭО нескольких функциональных групп лигнина; эти кривые — предмет особого изучения.

Полученные результаты дают основание считать, что механизмы ЭО лигнина и гваякола аналогичны, продукты их ЭО имеют хиноидную природу, электроокислению на графитовом электроде подвергаются гваяцильные фрагменты макромолекул лигнина.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А. с. 487340 (СССР). Способ количественного определения лигнина и лигносульфоновых кислот/ Ю. В. Водзинский, В. Ф. Акильчева, Н. П. Скворцов, В. В. Будылина, Л. М. Шаршакова. — Заявл. 8.05.73, № 1921764/23—4. Оpubл. в Б. И., 1973. № 37. [2]. Галюс З. Теоретические основы электрохимического анализа/Пер. с польск. Б. Я. Каплана. — М.: Мир, 1974. — 552 с. [3]. Гороховская В. И., Гороховский В. М. Практикум по осциллографической полярографии. — М.: Высшая школа, 1973. — 112 с. [4]. Корытцева В. Ф., Водзинский Ю. В., Скворцов Н. П. Вольтамперометрическое окисление лигнинов на графитовом электроде. 1. Потенциалы окисления. — Химия древесины, 1978, № 6, с. 79—81. [5]. Корытцева В. Ф., Водзинский Ю. В., Скворцов Н. П. Вольтамперометрическое окисление лигнинов на графитовом электроде. 2. Токи окисления. — Химия древесины, 1979, № 1, с. 87—90. [6]. О применении метода анодной вольтамперометрии с графитовым электродом для исследования и анализа лигнинов и лигносульфоновых кислот/ Водзинский Ю. В., Корытцева В. Ф., Скворцов Н. П., Будылина В. В. — В кн.: Труды по химии и химической технологии. Горький, 1974, вып. 3 (38), с. 81—83. [7]. Су слов С. Н., Сто м Д. И. Полярографическое окисление хинонов, образующихся при окислении фенолов сточных вод. — ЖАХ, 1978, т. 33, вып. 7, с. 1423—1426. [8]. Электрохимия органических соединений/ Под ред. М. Байзера. Пер. с англ.; под ред. А. П. Томилова, Л. Г. Феоктистова. — М.: Мир, 1976. — 731 с.

Поступила 26 ноября 1979 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 630*587.5:681.142

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНОГО ПОЛОГА ПО АЭРОСНИМКАМ С ПОМОЩЬЮ ЦВМ

П. В. ЕФИМОВ, В. И. АЛЬБРЕХТ, В. И. ПОТАПОВ

Сибирский технологический институт

В нашей работе рассмотрена задача автоматической обработки черно-белых аэроснимков с целью определения некоторых показателей древесного полога: площадей проекций крон и их числа на таксационном выделе. При решении данной задачи основной блок автоматической системы — цифровая вычислительная машина. Распознавание объектов и их свойств по изображениям рассмотрено в ряде работ [1—3].

Проведем некоторую формализацию исходной информации. Рассмотрим функцию $f(x, y)$, которую назовем яркостью полога, или плотностью изображения, в точке (x, y) , где x и y изменяются в области $0 \leq x \leq p$, $0 \leq y \leq q$ ($p \times q$ — размер изображения таксационного выдела). Следовательно, изображению выдела соответствует двумерная функция $f(x, y)$. При этом предполагаем, что аэроснимок отвечает всем нормативным требованиям.

Функцию $f(x, y)$ анализируем в дискретном виде с помощью ЦВМ. Для этого $f(x, y)$ представляем в виде массива значений $f_i(x_i, y_i)$ или матрицы $A = (a_{i,j})$; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$. Квантование по уровню яркости проводим из расчета один бит на отсчет. Из совокупности элементов матрицы A нужно выделить те, которые составляют изображения проекций крон. Все элементы, относящиеся к изображению какой-либо кроны, образуют подмножество s_k , где k — номер кроны.

Задачу можно сформулировать так: из совокупности элементов матрицы изображения выдела $A = (a_{i,j})$ выбрать подмножества s_k и определить число элементов в каждом из них. Число подмножеств s_k ; $k = 1, 2, \dots, r$ дает число крон r , а число элементов в каждом s_k определяет площадь изображения k -той кроны.

Алгоритм обработки изображения включает следующие этапы: 1) квантование изображения по уровню яркости, выбор порога квантования; 2) разбиение множества элементов изображения на подмножества s_k ; 3) вычисление площадей проекций крон и их числа на выделе.

1. Квантование изображения по уровню яркости проводим по условию

$$b_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{при } a_{i,j} - l \geq 0; \\ 0 & \text{при } a_{i,j} - l < 0, \end{cases}$$

где l — порог квантования, который выбираем как сумму среднего математического значения яркости и некоторой величины ϵ , определяемой априорно или экспериментально;

$$l = \mu(a_{i,j}) + \epsilon,$$

здесь μ — символ математического среднего.

Порог квантования l можно выбрать по другому принципу, например, дифференциальному. В результате проведения операции кванто-

вания изображение выдела представляем характеристической матрицей $B = (b_{i, j})$, элементы которой равны единице в точках подмножеств и нулю вне подмножеств.

2. После выделения матрицы $B = (b_{i, j})$ нужно выбрать s_k подмножеств. Задача осложняется тем, что кроны деревьев часто смыкаются и образуют куртины, изображения которых представляют фигуры сложной формы. В связи с этим в алгоритме предусмотрен блок по разрыву связей между изображениями сомкнутых крон. В этом блоке алгоритма прослеживается матрица B по строке и анализируются двенадцать узлов

$$b_{i, j}; b_{i-1; j}; b_{i-1; j+1}; b_{i; j+1}; b_{i; j-1}; b_{i-1; j-1}; b_{i-2; j}; \\ b_{i-2; j+1}; b_{i-1; j+2}; b_{i; j+2}; b_{i+1; j+1}; b_{i+1; j}.$$

Все двенадцать узлов образуют анализатор связей, причем первые четыре — основные (ядро), а остальные восемь применяют для уточнения стратегии разрыва связей. Связывающие элементы заменяются нулями. Блок-схема разрыва связей между изображениями крон довольно громоздкая, и здесь мы ее не приводим.

3. После разбивания массива B на подмножества s_k определяем число элементов в каждом подмножестве. Прежде всего необходимо выделить среди других подмножества s_k . Для этого воспользуемся методом отслеживания границ [3], однако он довольно громоздок.

В связи с этим нами предложен более эффективный метод отделения подмножеств s_k — «метод маркировки». Суть его в том, что элементы некоторого подмножества s_k маркируем числом, отличным от маркировки элементов других подмножеств. Такую процедуру повторяем для каждого подмножества и конкретно она выглядит следующим образом.

Прослеживаем строку матрицы до тех пор пока не встретится первая единица. Эту единицу маркируем двойкой. Далее маркируем двойкой все единицы, которые стоят в этой же строке вслед за первой, непрерывно до появления нуля. Затем переходим к следующей строке. В ней маркируем все элементы $b_{i, j}$, равные единице, для которых выполнено хотя бы одно из условий:

- 1) $b_{i, j-1}$ маркировано;
- 2) $b_{i-1; j-1}$, или $b_{i-1; j}$, или $b_{i-1; j+1}$ маркировано.

Маркировку продолжаем до последней строки, затем маркируем, начиная с последней строки массива B и до первой. Элемент $b_{i, j}$, равный единице, маркируем двойкой, если выполнено хотя бы одно из условий:

- 1) $b_{i; j+1}$ маркировано;
- 2) $b_{i+1; j-1}$, или $b_{i+1; j}$, или $b_{i+1; j+1}$ маркировано.

В результате маркировки все элементы первого встретившегося подмножества s_1 заменяем на двойки, которые затем подсчитываем. Далее весь процесс повторяем.

В результате такой операции определяем число элементов в каждом подмножестве s_k . С учетом масштабных коэффициентов вычисляем натуральные площади проекций крон

$$D_k = s_k m^2 \Delta s,$$

где m — масштаб аэроснимка;

$$\Delta s = \Delta x \Delta y; \quad \Delta x = p/n; \quad \Delta y = q/m.$$

По величине площади кроны определяем средний диаметр проекции кроны по формуле

$$d_k = \sqrt{4D_k/\pi}.$$

Предлагаемый метод обработки аэроизображения аппаратно оформлен следующим образом. Изображение выдела (негатив) сканировалось на экспериментальном микрофотометре, далее сигнал записывался на бумажную ленту и устройством «Силуэт» преобразовывался в

дискретный вид и перфорировался в коде М-2. Затем перфоленду вводили в ЦВМ, где информацию переводили в код машины и обрабатывали по разработанной нами программе. Программа написана на языке АКИ.

Для экспериментальной проверки указанного способа использовали аэроснимки как простых, так и смешанных насаждений с полнотами от 0,3 до 0,7. Масштабы аэроснимков от 1 : 4000 до 1 : 10 000. Результаты машинных расчетов (средний поперечник проекции кроны и число проекций крон) сравнивали с соответствующими величинами, полученными при измерительном дешифрировании аэроснимков путем их стереоскопического анализа. Расхождение между ними составляло от 8 до 20 %, систематическая ошибка — около 6 %. Наименьшее расхождение получено для насаждений с полнотами 0,3—0,4. С увеличением полноты и сложности насаждений погрешность способа возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Иванецкий Т. Р., Литинская Л. Л., Шихматов В. Л. Автоматический анализ микрообъектов. — М.: Энергия, 1967. [2]. Космические исследования земных ресурсов. Методы и средства измерений и обработки информации. — М.: Наука, 1976. [3]. Розенфельд А. Распознавание и обработка изображений с помощью вычислительных машин. — М.: Мир, 1972.

Поступила 11 июля 1979 г.

УДК 630*30

МОДЕЛИ ОБСЛУЖИВАНИЯ СУДОВ В ЛЕСНОМ ПОРТУ

И. В. ТУРЛАЙ

Белорусский технологический институт

Лесные порты, занимающиеся приемкой лесоматериалов, их обработкой и отправкой морским транспортом, представляют собой сложные специфичные производственные системы. Зачастую они функционируют в условиях неполной определенности, ход их процессов зависит от случайных факторов. Принятие в таких условиях высококачественных управляющих решений требует проработки ряда альтернатив, что возможно при наличии хорошей математической модели.

Нами разработаны математические модели участка обслуживания судов в лесном порту. Исследования, проводившиеся нами в течение пяти лет в Новороссийском лесном порту, позволили установить природу процессов поступления судов и их отгрузки. Поток судов оказался весьма близким к пуассоновскому. Распределение вероятности поступления интересующего нас числа судов n на данном интервале времени t представляется формулой

$$P(t) = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^n}{n!}, \quad (1)$$

где λ — средняя интенсивность потока судов под погрузку ($\lambda = 0,4—0,6$ судно/сут).

Распределение продолжительностей времени обработки судов не имеет значений при малых и больших t , так как тоннаж судов ограничен, а продолжительность погрузки не может стремиться к нулю. Полученные экспериментальные распределения достаточно адекватно согласуются с эрланговским распределением

$$A(t) = 1 - \sum_0^{k-1} e^{-\mu_0 t} \frac{(\mu_0 t)^i}{(i)!}; \quad \mu_0 = \mu k, \quad (2)$$

где k — параметр закона Эрланга ($k = 3-4$); $i = 1, 2, \dots, k$;
 μ — средняя интенсивность погрузки.

Пусть поступление судов имеет вид простейшего потока. Допустим, что их обслуживание на m причалах выполняется со временем, распределенным по экспоненциальному закону, тогда модель работы рассматриваемого участка порта представляется системой обслуживания с марковскими процессами, теория которых достаточно глубоко разработана [1, 2, 4]. При отсутствии приоритета в обслуживании судов выделим следующие состояния:

- X_0 — все причалы свободны;
- X_1 — грузится одно судно на одном причале;

.....

X_m — все m причалов заняты, очереди судов нет;

X_{m+1} — идет отгрузка на всех m причалах, в очереди одно судно;

.....

X_{m+q} — заняты все причалы, в очереди q судов.

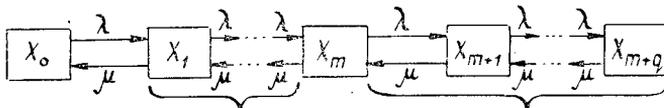


Рис. 1.

Граф состояний участка погрузки судов показан на рис. 1. Наибольший интерес представляют вероятности P_{ij} нахождения участка погрузки в том или ином состоянии; здесь j — число занятых причалов, а i — количество судов в очереди на погрузку. Для графа рис. 1 получим систему $(m+q+1)$ уравнений вида

$$\frac{dP_{m+1}(t)}{dt} = -P_{m+1}(t)(\lambda + \mu) + \lambda P_m(t) + \mu P_{m+2}(t). \quad (3)$$

Решение относительно вероятностей состояний P_{ij} приведено, например, в работе Риордана [3]

$$P_{im} = \sum_{j=0}^m \binom{i}{j} (1 - e^{-\mu t})^{i-j} e^{-j\mu t} \rho (1 - e^{-\mu t})^{m-j} \frac{e^{-\rho(1 - e^{-\mu t})}}{(m-j)!}$$

Если учесть стабильность функционирования порта, сохраняя вероятностную природу процессов, то правомочно считать $P_{im} \rightarrow \text{const}$ при $t \rightarrow \infty$; что существенно упрощает решение. Формулы для определения вероятностей нахождения участка погрузки в том или ином состоянии имеют вид

$$P_j = \frac{\frac{\rho^j}{(j)!} e^{-\rho}}{\sum_{j=0}^m \frac{\rho^j}{(j)!} e^{-\rho} + \frac{\rho^m}{m!} e^{-\rho} \cdot \frac{\rho}{m} \cdot \frac{1 - (\rho/m)^m}{1 - (\rho/m)}}; \quad P_{m+j} = P_m (\rho/m)^j. \quad (4)$$

Вероятность того, что прибывшее судно обслуживается без простоев, определяется как

$$P_{\text{обс}} = \sum_{j=0}^m P_j. \quad (5)$$

Используя выражение (5), получим формулу для определения пропускной способности порта

$$\Pi = \lambda P_{\text{обс}} = \lambda \sum_{j=0}^m P_j. \quad (6)$$

Рациональные режимы работы участка погрузки судов найдем при анализе формул (4)–(6) на чувствительность относительно изменения входящих параметров.

Каждое предприятие, в том числе и лесной порт, стремится к возможной ритмичности процессов и стабилизации их характеристик. Управлять процессом поступления судов порт практически не может. Следовательно, простейший их поток сохраняется, а процесс погрузки судов, как отмечено ранее, эрланговский и он управляем.

В этом случае получить аналитическое решение модели работы участка обслуживания судов затруднительно. Основная трудность — эрланговский характер обслуживания судов. Однако можно найти решение для конечного числа причалов, числа погружаемых судов и численных характеристик процессов.

В общем случае распределение (2) — k -кратная свертка показательно распределенных продолжительностей обслуживания судов. При этом параметр распределения — не μ , а μk . Тогда длительность погрузки одного судна можно представить как обслуживание на k фазах, расположенных последовательно, а длительность обслуживания на одной фазе — распределенной показательно.

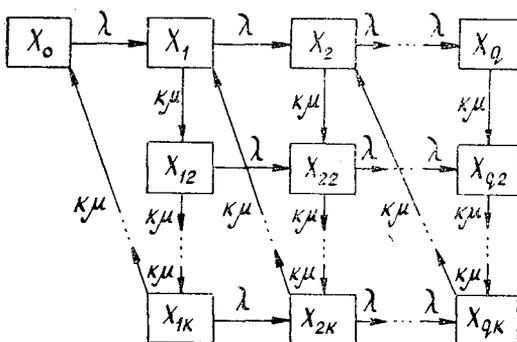


Рис. 2.

Модель обслуживания судов одним причалом с помощью графа состояний имеет вид, представленный на рис. 2. Здесь выделены следующие состояния:

- X_0 — причал свободен;
- $(X_1, \dots, X_{1;k-1}, X_{1;k}$ — обслуживается одно судно (k фаз);
- $(X_2, \dots, X_{2;k-1}, X_{2;k}$ — обслуживается одно судно (k фаз) в ожидании погрузки находится одно судно и т. д.

Если число фаз взять конечным, например для Новороссийского лесного порта $k = 4$, то граф тоже конечный, а система уравнений, отражающая модель имеет вид

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda P_0 + 4\mu P_{14}; \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = -(\lambda + 4\mu) P_1 + \lambda P_0 + 4\mu P_{24}; \\ \frac{dP_{12}(t)}{dt} = -(\lambda + 4\mu) P_{12} + 4\mu P_1; \\ \frac{dP_{13}(t)}{dt} = -(\lambda + 4\mu) P_{13} + 4\mu P_{12}; \\ \frac{dP_{14}(t)}{dt} = -(\lambda + 4\mu) P_{14} + 4\mu P_{13}; \\ \dots \end{array} \right. \quad (7)$$

Решение системы (7) для стационарных условий ($P_{ij} \rightarrow \text{const}$) и конечных q можно получить обычными методами вычислительной алгебры.

В общем случае, когда порт имеет m причалов, у каждого из которых обслуживается одно судно, а k такой схеме всегда можно перейти, то граф состояний имеет

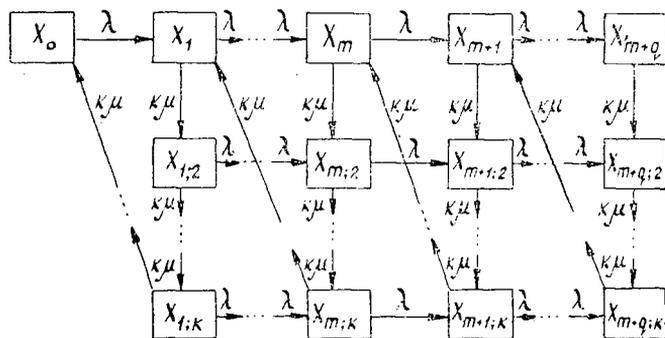


Рис. 3.

вид, приведенный на рис. 3. Такому графу соответствует система из $(m+q)k+1$ уравнений вида (3), решать которую следует при конечных значениях m, q и k . В таблице приведены результаты решения систем уравнений для схем 1 (рис. 1) и 2 (рис. 2).

Тип схемы	Вероятности состояний				
	P_0	P_1	P_2	P_3	ΣP_i
1 ($m=1; q=1$)	0,410	0,328	0,262	—	1
2 ($m=1; q=1; k=4$)	0,374	0,415	0,211	—	1
1 ($m=1; q=2$)	0,290	0,260	0,236	0,214	1
2 ($m=1; q=2; k=4$)	0,250	0,298	0,231	0,210	1

Расчеты проведены для коэффициента загрузки участка обслуживания судов $\rho = \lambda/\mu = 0,8$.

Анализ результатов по рассмотренным моделям дает основание утверждать следующее.

1. Повышение стабильности погрузки в 4 раза при сохраняющихся средних значениях продолжительности циклов погрузки судов приводит к росту производительности участка погрузки на 4—5 %, а наличие двух готовых к погрузке судов — на 12—14 %.

2. Аппроксимация эрланговских распределений ($k \geq 2$) показательными для подобных систем дает ошибку, которая в практических расчетах не сказывается.

Полученные модели позволяют проводить разносторонний анализ таких больших систем, как участки погрузки лесоматериалов в морские суда, с получением оценок, учитывающих весь комплекс влияющих факторов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кокс Д., Смит У. Теория очередей. — М.: Мир, 1966. [2]. Овчаров Л. А. Прикладные задачи теории массового обслуживания. — М.: Машиностроение, 1969. [3]. Риордан Дж. Вероятностные системы обслуживания. — М.: Связь, 1966. [4]. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания. — М.: Сов. радио, 1971.

Поступила 15 января 1980 г.

УДК 65.011.56

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЗМА
ПРИВОДНОГО БРЕВНОСБРАСЫВАТЕЛЯ НА АВМ**

В. А. МЕЛЬНИК

Архангельский лесотехнический институт

Движение механической системы, представляющей собой бревно-сбрасыватель с индивидуальным электрическим приводом, описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений*

$$\begin{cases} \ddot{\varphi}_1 = \frac{A\omega_0 - A\dot{\varphi}_1}{B - D\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_1^2} - K\varphi_1 + K\varphi_2; \\ \ddot{\varphi}_2 = K_1\varphi_1 - K_1\varphi_2 - A_1, \end{cases} \quad (1)$$

где A, A_1, B, D, K, K_1 — постоянные коэффициенты;
 φ_1, φ_2 — обобщенные угловые координаты масс;
 $\dot{\varphi}_1$ — угловая скорость вращения ротора электродвигателя;
 $\ddot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_2$ — угловые ускорения приведенных масс;
 ω_0 — синхронная угловая скорость ротора.

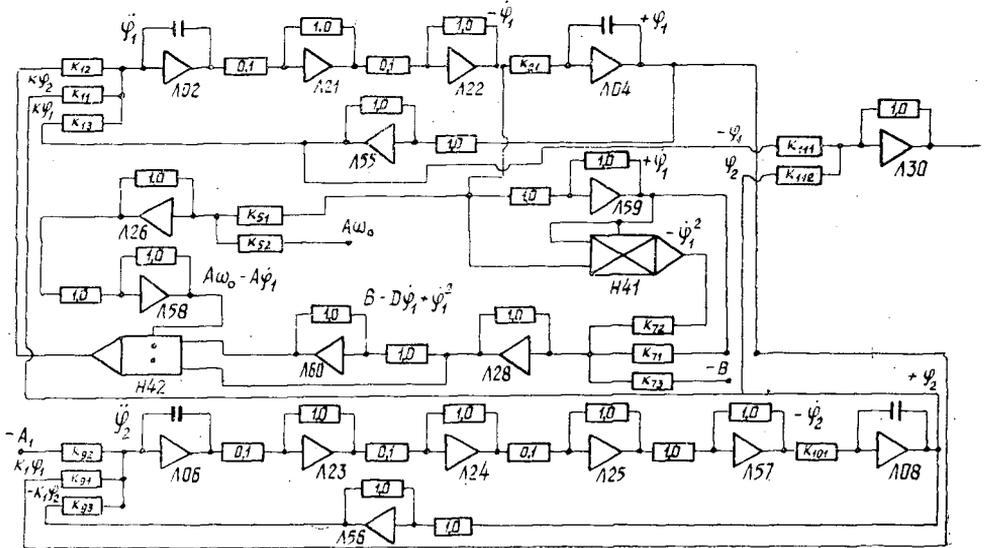


Рис. 1.

Систему (1) исследовали на электронной аналоговой вычислительной машине (АВМ) МН-14. Блок-схема решения системы (1) на АВМ

* Ласточкин П. В., Мельник В. А. Некоторые результаты исследования электромеханического привода бревносбрасывателей. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 1, с. 130—134.

показана на рис. 1: ЛО2, ЛО4, ЛО6 и ЛО8 — интегрирующие усилители; Л21, Л22, Л23, Л24, Л25, Л26, Л28, Л30 — суммирующие усилители; Л55, Л56, Л57, Л58, Л59, Л60 — инвертирующие усилители; Н41 — блок перемножения переменных; Н42 — блок деления. На входе каждого усилителя указаны передаточные коэффициенты, на которые умножается входящая в усилитель величина.

Для решения системы (1) на АВМ необходимо задать начальные условия по φ_1 и φ_2 , определить минимальные и максимальные значения переменных φ , φ_1 , φ_2 , $\dot{\varphi}_1$, $\dot{\varphi}_2$, выбрать масштаб времени M_t и вычислить передаточные коэффициенты.

Действительные переменные масштабные коэффициенты выбираем такими, чтобы максимальные напряжения на выходах операционных усилителей в процессе решения задачи не вышли за допустимые для данной машины. Для АВМ МН-14 допустимое напряжение равно 100 В, тогда масштабные коэффициенты можно определить из выражений

$$M_\varphi = \frac{100}{\varphi_{max}}; \quad M_{\varphi_1} = \frac{100}{\varphi_{1max}}; \quad M_{\varphi_2} = \frac{100}{\varphi_{2max}}; \quad (2)$$

$$M_{\dot{\varphi}_1} = \frac{100}{\dot{\varphi}_{1max}}; \quad M_{\dot{\varphi}_2} = \frac{100}{\dot{\varphi}_{2max}}.$$

Динамический процесс в реальной системе протекает очень быстро. Для наблюдения за решением задачи на экране осциллографа АВМ необходимо увеличить продолжительность решения по сравнению с реальной. Выбираем масштаб времени $M_t = 5$, т. е. на машине задача решается в пять раз дольше по сравнению с продолжительностью действительного процесса. Определяем передаточные коэффициенты согласно блок-схеме (рис. 1):

$$K_{21} = \frac{M_{\varphi_1}}{M_{\dot{\varphi}_1} M_t}. \quad (3)$$

$$K_{51} = \frac{M_\Sigma}{M_{\dot{\varphi}_1}} A_i; \quad K_{52} = \frac{M_\Sigma}{M_{A\omega_0}}. \quad (4)$$

Здесь i — передаточное число редуктора бревносбрасывателя; M_Σ , $M_{A\omega_0}$ — масштабные коэффициенты

$$M_\Sigma = \frac{100}{A_{\varphi_1} + A_{\omega_0}}; \quad M_{A\omega_0} = \frac{100}{A_{\omega_0}}.$$

$$K_{71} = \frac{M'_\Sigma}{M_{D\dot{\varphi}_1}} i; \quad K_{72} = \frac{M'_\Sigma}{M_{\dot{\varphi}_1^2}} i^2; \quad K_{73} = \frac{M_\Sigma}{M_B}, \quad (5)$$

где M'_Σ , $M_{D\dot{\varphi}_1}$, $M_{\dot{\varphi}_1^2}$, M_B — масштабные коэффициенты

$$M'_\Sigma = \frac{100}{B + D_{\dot{\varphi}_1} + \dot{\varphi}_1^2}; \quad M_{D\dot{\varphi}_1} = \frac{100}{D_{\dot{\varphi}_1}}; \quad M_{\dot{\varphi}_1^2} = \frac{100}{\dot{\varphi}_1^2}; \quad M_B = \frac{100}{B}.$$

$$K_{11} = \frac{M_{\dot{\varphi}_1}}{M_{K\varphi_2} M_t}; \quad K_{12} = \frac{M_{\dot{\varphi}_1}}{M_{[1]} M_t}; \quad K_{13} = \frac{M_{\dot{\varphi}_1}}{M_{K\varphi_1} M_t}. \quad (6)$$

Здесь $M_{K\varphi_2}$, $M_{[1]}$, $M_{K\varphi_1}$ — масштабные коэффициенты

$$M_{K\varphi_2} = \frac{100}{K_{\varphi_2}}; \quad M_{[1]} = 10 \frac{M_\Sigma}{M'_\Sigma}; \quad M_{K\varphi_1} = \frac{100}{K_{\varphi_1}}.$$

$$K_{g1} = \frac{M_{\dot{\varphi}_2}}{M_{K_1\varphi_1} M_t}; \quad (7)$$

$$K_{g2} = \frac{M_{\dot{\varphi}_2}}{M_{A_1} M_t}; \quad K_{g3} = \frac{M_{\dot{\varphi}_2}}{M_{K_1\varphi_2} M_t},$$

где $M_{K_1\varphi_1}$, M_{A_1} , $M_{K_1\varphi_2}$ — масштабные коэффициенты

$$M_{K_1\varphi_1} = \frac{100}{K_1\varphi_1}; \quad M_{A_1} = \frac{100}{A_1}; \quad M_{K_1\varphi_2} = \frac{100}{K_1\varphi_2}.$$

$$K_{101} = \frac{M_{\varphi_2}}{M_{\varphi_2} M_t}. \quad (8)$$

$$K_{111} = \frac{M_{\varphi}}{M_{\varphi_1}}; \quad K_{112} = \frac{M_{\varphi}}{M_{\varphi_2}}. \quad (9)$$

В системе (1) имеем следующие минимальные и максимальные переменные величины:

$$0 \leq \dot{\varphi}_1 \leq 5 \text{ рад/с}; \quad 0 \leq \dot{\varphi}_2 \leq 5 \text{ рад/с};$$

$$0 \leq \varphi_1 \leq 12 \text{ рад}; \quad 0 \leq \varphi_2 \leq 7 \text{ рад};$$

$$0 \leq \varphi \leq 5 \text{ рад}.$$

Максимальную приведенную угловую скорость $\dot{\varphi}_1$ ротора электродвигателя определяли по зависимости

$$\dot{\varphi}_1 = \frac{\omega_0}{i}. \quad (10)$$

Здесь ω_0 — синхронная угловая скорость ротора электродвигателя, рад/с;

i — передаточное число механизма бревносбрасывателя.

Максимальную угловую деформацию φ вычисляли по формуле

$$\varphi = \frac{M_k t}{C_{пy}}, \quad (11)$$

где M_k — максимальный (критический) крутящий момент электродвигателя наибольшей мощности из числа подлежащих исследованию;

$C_{пy}$ — приведенная жесткость механизма бревносбрасывателя.

Максимальное значение φ_2 соответствует углу поворота барабана привода бревносбрасывателя при сброске бревна наибольшего диаметра и наибольшей массы. Максимальное значение φ_1 вычисляли по выражению

$$\varphi_1 = \varphi + \varphi_2. \quad (12)$$

Скорость движения бревна поперек траверс, приведенная к вращательному движению, мало отличается от угловой скорости приводного механизма. Поэтому максимальное значение $\dot{\varphi}_2$ принято равным максимальному значению $\dot{\varphi}_1$.

Для случая сброски бревен при разогнанном двигателе начальные условия: $\dot{\varphi}_1 = 5$ рад/с; $\varphi_2 = 0$.

Для случаев сброски бревен при пуске двигателя под нагрузкой начальные условия: $\varphi_1 = 0$; $\varphi_2 = 0$.

Максимальные и минимальные значения переменных φ , φ_1 , φ_2 , $\dot{\varphi}_1$ и $\dot{\varphi}_2$ вычислены для звена приведения системы.

Перед началом решения задачи блок-схему настраивали путем проверки прямых и перекрестных связей в контурах φ_1 и φ_2 и установления констант A_1 и $\frac{A\omega_0}{B}$. При этом по φ_1 и φ_2 определяли соответствующие начальные условия. На рис. 2. приведена осциллограмма решения системы уравнений (1) на АВМ, из которой видно, что максимальная угловая деформация φ , а значит, и максимальное усилие в системе возникают в начальный период сброски бревна (т. е. в момент встречи сбрасывающих рычагов с бревном). При решении задачи на АВМ определяли угловую деформацию упругого звена приведения φ и продолжительность протекания процесса, т. е. длительность сброски бревна. Численные значения φ в вольтах снимали по вольтметру на пульте управления машины. Делением числа вольт на масштабный коэффициент M_φ значения φ переводили в радианную меру.

Длительность протекания процесса определяли следующим образом. Первоначально вычисляли значения φ_2 , соответствующие углу поворота барабана привода бревносбрасывателя от момента встречи рычагов с бревном до окончания сброски, в зависимости от массы (диаметра) бревен. С помощью масштабного коэффициента M_{φ_2} значения φ_2 определяли в вольтах. При решении задачи φ_2 увеличивается от нуля до значения, соответствующего окончанию сброски бревна. По вольтметру и светящемуся табло на пульте управления АВМ фиксировалось максимальное значение φ_2 для данной массы бревна. Когда φ_2 достигало максимального значения, решение прерывалось. При этом по секундомеру на пульте управления машины можно определить машинную продолжительность процесса с точностью до десятых долей секунды. Действительную длительность процесса вычисляли через масштаб времени M_t . Экспериментальным путем определяли продолжительность движения сбрасывающих рычагов от исходного положения до встречи с бревном: в пределах 0,03—0,06 с в зависимости от диаметра бревна. Поэтому действительная длительность процесса сброски бревен на 0,02—0,06 с больше определяемой.

С целью установления оптимальных параметров и выбора типа электродвигателя привода бревносбрасывателя подсчитывали коэффициенты A , B , D , K , K_1 и A_1 для уравнений движения системы (1) применительно к 56 различным трехфазным асинхронным короткозамкнутым электродвигателям серий АО, АО2, АОЛ, АОЛ2, АОС, АОС2, АОП, АОП2, МТК и МТКВ, которые можно применять в качестве приводных двигателей бревносбрасывателей. По данным, полученным при решении системы уравнений (1) на АВМ, для каждого типа электродвигателя вычисляли массу бревна, сброску которого обеспечивает предварительно разогнанный или запускаемый под нагрузкой двигатель, а также крутящий момент двигателя, угол деформации упругого звена приведения, соответствующий массе бревен момент сопротивления и длительность протекания процесса.

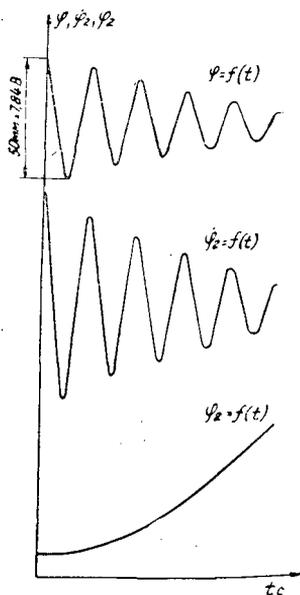


Рис. 2.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*78 : 630*905.2

**ОБ ИСЧИСЛЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ИЗДЕРЖЕК
ПРИ СРАВНЕНИИ ВАРИАНТОВ РЕШЕНИЯ КРУПНЫХ ПРОБЛЕМ
РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ***Т. С. ЛОБОВИКОВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Проблемы размещения лесной и деревообрабатывающей промышленности характеризуются различными масштабами и содержанием, от выбора точки строительства и обоснования объема производства отдельного предприятия в рамках заданного региона и в ближайшей перспективе до глобальных задач установления уровней развития отраслей и межотраслевых пропорций по стране в региональном разрезе в плане долгосрочного прогнозирования.

Естественно, что при рассмотрении столь различных проблем методические подходы, основанные на общих, единых принципах и теоретических положениях, не могут не различаться существенно в установлении круга учитываемых факторов, системы расчетных показателей, способов их расчета и т. п.

При исчислении экономических показателей перевозок весьма важно установить способность транспортных средств и пропускную способность погрузочно-разгрузочных и перевалочных узлов, а также возможность выполнения этих перевозок без увеличения имеющихся на различных провозной и пропускной способностей дорог и узлов.

Железнодорожный транспорт СССР на протяжении ряда последних десятилетий работает с огромной и все возрастающей нагрузкой, в несколько раз превышающей грузонапряженность железных дорог в других индустриально развитых странах. Он справляется с растущими заданиями по перевозкам, в основном потому, что постоянно и непрерывно наращивает провозную способность мерами реконструктивного характера. Однако и при этом наблюдаются случаи невыполнения задачи вагонов под погрузку некоторых грузов и плана их перевозки. Это положение имеет место, в частности, в отношении лесных грузов, притом не только на отдельных направлениях, но практически повсеместно, по всей сети (главным образом в Сибири), и не только в отдельные моменты времени, но в течение ряда последних лет постоянно. Отмеченное означает, что всякое существенное возрастание перевозок (грузооборота) железных дорог связано с необходимостью соответствующего увеличения их провозной способности, с исполнением требуемых для этого капитальных работ.

В случаях, когда расширение перевозок грузов связано с освоением новых ресурсов и новых территорий, должна в полной мере учитываться необходимость также и экстенсивного развития сети (строительство новых дорог и наращивание действующих), капитальных работ и капиталовложений на эти цели.

Совершенно не исключается, конечно, что на некоторых участках сети, в том или ином направлении движения грузов, имеющаяся про-

возная способность достаточна, полностью еще не использована и не требуется увеличивать ее (например, при обосновании месторасположения нового предприятия или расширения действующего с относительно небольшим увеличением перевозок). Однако при решении крупных проблем размещения промышленности, связанного с большими нарастающими перевозками грузов, учет затрат на развитие сети и ее провозной способности совершенно необходим.

При решении проблем размещения производства необходимо учитывать транспортные затраты как текущие, так и капитальные. Текущие транспортные затраты можно исчислять как по себестоимости перевозок, так и по оплачиваемым тарифам (фрахтам). Учет по себестоимости перевозок не полон, ибо не включает затрат труда на создание прибавочного продукта. Учет по тарифам свободен от этого недостатка, однако тарифы на перевозку отдельных видов грузов и на отдельных участках сети существенно отклоняются от подлинной стоимости (и себестоимости) перевозок в результате осуществления политики цен, ради стимулирования или ограничений тех или иных перевозок.

Поэтому представляется предпочтительным расчет затрат по величине так называемых «приведенных затрат», что в какой-то мере приближает издержки к величине стоимости (отнюдь не полно, однако и не строго).

При исчислении капитальных затрат, связанных с необходимым расширением провозной способности дорог (сети) нужно брать в расчет не все капиталовложения, а за вычетом затрат на капитальные ремонты и на возобновление основных средств в объеме реновационных отчислений; эти два вида затрат, естественно, обеспечивают поддержание существующей провозной способности, а не расширение.

Существенное значение имеет также правильный учет капитальных вложений в непроизводственные основные фонды транспорта, связанных с увеличением численности персонала грузоперевозок.

Особым видом затрат являются затраты труда, хотя и отражаемые, в известной мере, в себестоимости перевозок, но имеющие и специфическое экономическое значение.

При решении крупных проблем размещения производства в общегосударственном или межрайонном плане обычно еще нет разработанной схемы конкретного размещения внутри районов, необходимой для учета затрат по отдельным участкам сети и на сооружение (или наращивание) путей в конкретных направлениях. Поэтому оказывается необходимым закладывать в расчеты среднесетевые удельные затраты, относя конкретизацию расчетов по отдельным участкам сети на последующие этапы разработки проблем.

Такое допущение в отношении перевозок лесных грузов связано, по-видимому, с некоторым (вероятно, небольшим) занижением затрат, поскольку:

увеличение потока лесных грузов достигается обычно и главным образом освоением новых удаленных лесных массивов Севера и Востока (притом рассредоточенных на обширных территориях), что требует развития действующей сети в глубь новых территорий, с относительно высокой стоимостью сооружения путей;

перевозки лесных грузов в начале их маршрута по новым дорогам и начальным участкам действующей сети обычно обходятся дороже перевозок по сети в среднем в силу пониженных характеристик пути и неполной их загруженности и нередкой односторонности грузопотоков;

лесные грузы нередко не позволяют полно использовать грузоподъемность вагонов.

Повышающее влияние указанных моментов в некоторой мере компенсируется, однако, возможностью относительно высокой степени маршрутизации лесных грузопотоков и большой дальностью перевозок.

В практике решения задач на размещение лесозаготовок обычно не полностью учитывается объем капитальных затрат на развитие сети железных дорог и ее провозной способности, в результате чего размещение заготовок в удаленные от потребителей районы рисуется более легким и доступным, чем в действительности. Мы полагаем, что в последние 15 лет по этой причине были допущены серьезные просчеты в развитии лесозаготовок в Сибири для снабжения европейской части страны* и крупные народнохозяйственные потери.

В табл. I приводим примерный расчет эффективности различных вариантов решения названной проблемы по трем вариантам: I — в Сибири (Красноярский край); II — на Европейском Севере и Урале (Архангельская и Свердловская области); III — в центре европейской части СССР.

Расчет эффекта размещения производства лесопroduкции для потребления ее в европейской части СССР

Показатели	Районы заготовки лесопroduкции по вариантам			Источники
	I	II	III	
Показатели лесной промышленности				
Себестоимость 1 м ³ лесопroduкции, р.	13,20	14,20	12,40	1
Себестоимость сплава и перевалки 1 м ³ вывезенной древесины, р.	3,85	2,85	—	1
Итого	17,05	17,05	12,40	
Капиталовложения на заготовку и сплав 1 м ³ древесины, р.:				
	производственные	35,00	30,00	25,00	2
непроизводственные	15,00	10,00	7,00	2
Итого	50,00	40,00	32,00	
Приведенные затраты на 1 м ³ , р.	22,30	21,55	16,15	3
Показатели железнодорожного транспорта				
Расстояние перевозок до потребителя, км	4500	1200	200	
Себестоимость перевозок 1 м ³ лесопroduкции без затрат на погрузку, разгрузку, р.	18,74	6,78	3,16	4
Капиталовложения в основные производственные фонды на 1000 т-км прироста годового грузооборота, р.	17,65	16,05	14,45	5
То же за вычетом капиталовложений за счет реновационных отчислений, р.	13,77	12,52	11,27	6
То же на 1 м ³ перевозимой лесопroduкции, р.	52,67	12,77	1,92	7
Годовая производительность труда одного работника на железнодорожных перевозках, м ³	448	1679	10076	9
Непроизводственные капиталовложения на одного работника железнодорожного транспорта, р.	8500	7000	5500	8
То же на 1 м ³ перевозимых лесоматериалов, р.	18,97	4,17	0,55	10

* Несмотря на высказывавшиеся на этот счет предупреждения (источник 10 в примечании к таблице).

Продолжение таблицы

Показатели	Районы заготовки лесопроизводства по вариантам			Источники
	I	II	III	
Всего капиталовложений в железнодорожный транспорт на 1 м ³ перевозимой лесопроизводства, р.	71,64	16,94	2,47	3
Приведенные затраты железнодорожного транспорта на 1 м ³ перевозимой лесопроизводства, р.	26,64	8,71	3,45	
Суммарные показатели лесной промышленности и железнодорожного транспорта (с округлением):				
Себестоимость 1 м ³ лесопроизводства, р.	35,8	23,8	15,6	
Капиталовложения на 1 м ³ лесопроизводства, р.:				
производственные	88	43	27	
непроизводственные	34	14	8	
Итого	122	57	35	
Приведенные затраты на 1 м ³ лесопроизводства, р.	48,9	30,3	19,6	
Эффект по отношению к варианту II:				
по себестоимости				
р.	-12,0	—	+ 8,2	
%	-50	—	+35	
по капиталовложениям производственным				
р.	-45	—	+16	
%	-105	—	+37	
по приведенным затратам				
р.	-18,6	—	+10,7	
%	-62	—	+35	
по капиталовложениям непроизводственным				
р.	-20,0	—	+6	
%	-143	—	+46	
Изменение среднегодовой численности работников железнодорожного транспорта на 1 млн. м ³ перевозок, чел.	-1635	—	+496	

Примечание. Источники для расчета: 1 — по отчетным данным объединений; 2 — по ТЭП Гипролестранса; 3 — по формуле $PZ = C + 0,15 K_{\text{произв}}$; 4 — по формуле $C_{\text{пер}} = (287 + 0,4262I \text{ км}) \cdot 0,85 \text{ к/м}^3$; 5 — Стат. сборник «Народное хозяйство СССР в 1978 г.», с. 297—298, 342—343, 593; Стат. сборник «Народное хозяйство СССР в 1974 г.», с. 819. Дифференциация по районам предположительная; 6 — Стат. сборник «Народное хозяйство СССР в 1978 г.», с. 532; 7 — при плотности древесины 0,85; 8 — предположительно; 9 — Стат. сборник «Народное хозяйство СССР в 1978 г.», с. 303; 10 — Лобовиков Т. С. О перспективах развития лесной промышленности в Европейско-Уральской зоне СССР. — Лесн. пром-сть, 1964, № 3, с. 29.

Произведенные расчеты показывают, что древесина, заготовленная в Сибири, обходится потребителю в центре европейской части СССР дороже на 20,2 р. (или в 2,3 раза) по текущим затратам, на 87 р. (или в 3,5 раза) по капитальным затратам и почти на 30 р. (или в 2,5 раза) по приведенным затратам, чем заготовленная на месте. Конечно, лесные ресурсы этого района ограничены и не могут удовлетворять всей его потребности в древесине. Но названные цифры косвенно указывают, до какого предела допустимо увеличивать затраты на интенсификацию лесовыращивания и улучшение практики лесозаготовок на каждый кубометр расширения лесопользования, оправданного в лесоводственном отношении.

Ближайшими к Европейскому Центру СССР мощными лесными ресурсами являются леса Севера и Урала. Расчет показал, что заготавлива-

мая здесь древесина в районе потребления (Центр) обходится дешевле в 1,5 раза по себестоимости, двое — по капиталовложениям, в 1,6 раза по приведенным затратам, нежели заготавливаемая в Сибири. И это также говорит об экономической оправданности крупных вложений в лесное хозяйство и лесную промышленность Севера и Урала, если такие затраты позволят расширить здесь лесопользование.

При рассмотрении проблемы нередко указывают, что перевозке на дальние и сверхдальние расстояния должна подвергаться не продукция лесозаготовок (круглые лесоматериалы), а продукты их переработки, поэтому эффективность лесозаготовок на Востоке, якобы, не настолько ниже, чем на Севере и в Центре, как показывают расчеты, подобные нашим.

Однако мы уже вступили в тот этап развития, когда реально решается вопрос полного использования поступающей в обработку древесины, перевозке подлежит почти вся ее масса, если не в круглом виде, то в виде продуктов переработки. Экономия в тоннаже перевозимой продукции может быть достигнута только за счет испаряемой при обработке влаги. Но нельзя сбросить со счета и то, что в процессе переработки древесины к сырью добавляются вспомогательные материалы и в итоге общий вес продукции и материалов весьма существенно приближается к весу потребленного сырья, а требования к вагонной таре значительно повышаются.

Разумеется, сопоставлением транспортных издержек не исчерпываются задачи выбора вариантов размещения лесозаготовок. Должны учитываться факторы водо- и энергоснабжения, уже отмеченные нами лесоводственные ограничения и др. Но транспортные издержки надлежит исчислять верно, реалистично и учитывать их в должной мере.

Поступила 5 декабря 1979 г.

УДК 65.012.2 : 630*78

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ЗАГОТОВКИ И ВЫВОЗКИ ЛЕСА

Е. С. РОМАНОВ

Архангельский лесотехнический институт

На лесозаготовительное производство существенно влияют сезонные и иные природные факторы, а также различие пунктов примыкания лесотранспорта. Только лесопродукция, вывозимая к железным дорогам МПС и в пункты потребления, сразу поступает в народнохозяйственный оборот. Другая же (и до сих пор значительная) часть — древесина, вывозимая к сплавым путям, отправляется лесозаготовителями не по условиям спроса, а по условиям самого производства. Естественно, что здесь централизованное планирование сохраняет полную силу только для годовых объемов, а распределение их по сезонам, кварталам, месяцам должно исходить от предприятий. Речь идет не о том, чтобы, например, леспромхоз сам распределял утвержденный ему годовой объем вывозки по кварталам, а о том, чтобы он готовил для вышестоящего органа информацию и свои предложения о наиболее целесообразном и эффективном распределении.

В данной работе рассматриваются методические установки, позволяющие низовому звену (леспромхозу, производственному объедине-

нию) дать обоснованные предложения по распределению годового объема вывозки по месяцам, а следовательно, и по кварталам года.

Исходные предпосылки, критерии и ограничения

1. Годовой объем (план) по вывозке принимается как величина заданная, неизменная. При оптимизации он выступает как ограничение.

2. То, что квартальные планы на практике также устанавливаются директивно, не принимается во внимание. Задача ставится как бы на стадии разработки проекта плана, т. е. когда низовое звено дает свои предложения, в данном случае о месячных, а с ними и о квартальных объемах вывозки.

3. Задача ставится по отношению к объему «общей вывозки», т. е. без выделения вывозки деловой древесины и дров и тем более сортиментов. Это упрощение не делает постановку задачи менее корректной, ибо выход сортиментов обеспечивается набором лесосек.

4. Учитываются все виды деятельности: промышленная (основная) и непромышленная.

5. Численность всех категорий персонала, кроме рабочих, принимается неизменной в течение года и не участвует в оптимизации.

6. В качестве критерия оптимизации принимается минимум среднемесячной списочной численности рабочих, т. е. наибольшее снижение численности в том месяце, когда она остается максимальной. В реальной действительности это означает минимум привлечения дополнительных кадров.

Соответствие этого критерия другим «более привычным»: минимуму себестоимости, максимуму прибыли и т. п. — особая задача, однако здесь можно (и важно) отметить следующее.

Для лесозаготовительной промышленности планомерное сокращение численности рабочих — задача № 1, так как нет никаких оснований ожидать, что приток кадров в эту отрасль усилится в будущем.

Минимум численности и трудозатрат для такой трудоемкой отрасли, как лесозаготовки, как правило, совпадает с минимумом себестоимости (или близок к нему), тем более, что речь идет о распределении заданного объема. При несовпадении этих двух минимумов важнее минимум численности.

Минимум численности всего персонала (ППП и НПП) при заданном объеме производства означает максимум совокупной производительности труда.

7. Дополнительные соображения. По работам, зависящим от сезонов (сплав, дорожное строительство, лесное хозяйство, подсочка и др.), должны быть выдержаны наиболее благоприятные сроки.

В балансе времени одного рабочего по месяцам должны быть учтены сезонные колебания числа дней невыходов по болезни, стремление рабочих получить отпуск в летне-осенний период, необходимость сокращения «прочих невыходов с разрешения администрации».

Следует учесть случаи отвлечения и перемещения постоянных рабочих внутри производственного объединения: помощь сельскому хозяйству, перевод из леспромхоза в сплавконттору, на подсочку и др.

Последовательность поиска оптимального внутригодового распределения работ

Традиционное планирование всегда идет «сверху вниз», от показателей более важных к менее важным, от выпуска готовой продукции к начальным фазам, от основных процессов к вспомогательным. В боль-

шинстве производств это полностью оправдано и нет особого смысла поступать иначе.

Такова же последовательность и в практике плановых расчетов в лесозаготовительной отрасли. Но здесь это может привести и приводит к тому, что одни периоды оказываются чрезмерно напряженными, а в другие интенсивность низка. Для всестороннего учета природных факторов и максимального использования сезонных преимуществ нужен несколько иной подход.

В первую очередь надо распределить те работы, которые в наибольшей степени зависят от сезонов: сплав, лесовосстановление, подсобное сельское хозяйство, подсочка. Каждая из этих работ должна быть запланирована на наиболее благоприятные для нее сроки. Это уже была бы оптимизация, хотя и не в математической форме, но именно поэтому уже сейчас доступная любому плановому отделу. Отметим также, что этот первый шаг должен иметь место при любом примыкании лесотранспорта.

Общий единый измеритель для всех производств и видов деятельности — списочная численность персонала. При этом численность ИТР, служащих, МОП и ПСО принимается постоянной в течение года и сразу же исключается из расчета; все расчеты, следовательно, ведутся по списочной численности рабочих.

Все численности по мере возможности надлежит рассчитать по нормативам. Однако в настоящее время нет нормативов по ряду непроизводственных работ и некоторым прочим промышленным работам. В этих случаях можно использовать данные о фактической численности по месяцам прошлого года, скорректированные на процент роста производительности труда по плану на расчетный год.

Объемы и условия работы в расчетном году отличаются от тех, которые были в предшествующем: например, сокращается объем молевого сплава; увеличиваются лесовосстановительные работы; изменяются таксационные показатели лесосечного фонда, расстояние вывозки и др. Влияние этих факторов учитывается путем пересчета фактических показателей трудоемкости, производительности, численности на новые условия. «Пересчитанные» показатели определяются пофакторным методом.

В фактической численности по месяцам могут быть «провалы» (снижение по сравнению с предшествующим и последующим месяцами) и «пики». Если нет объективных причин для их возникновения, в расчетах их следует сровнять. При этом контролируется выполнение всего объема работ, а там, где нет выражения объема (например, по жилкомхозу), число человеко-месяцев после выравнивания должно быть тем же, что и до него.

В последнюю очередь рассматривается численность рабочих на лесозаготовках, причем сначала на подготовительно-вспомогательных работах и в завершение — на основных.

Для расчета численности подготовительно-вспомогательных рабочих применимы два способа:

по нормативам трудоемкости (трудозатрат) на 1000 м³ вывезенного леса;

по уравнениям регрессии, полученным обработкой фактических месячных показателей данного предприятия за ряд лет (не менее трех).

В этом случае находится регрессия

$$TE = a + \frac{b}{v}.$$

где TE — трудоемкость, чел.-дн. на 1000 м³;
 v — объем вывозки, тыс. м³ за месяц;
 a, b — эмпирические коэффициенты.

В составе подготовительно-вспомогательных работ необходимо выделить:

- 1) строительство лесовозных магистралей, веток и усов;
- 2) содержание тех же путей, в том числе отдельно уборку снега, пропуск весенних вод и другие чисто сезонные работы;
- 3) содержание и ремонт механизмов отдельно на лесосеке, лесо-транспорте, нижнем складе;
- 4) подготовительные работы к лесозаготовкам: приемка лесфонда, подготовка лесосек, их очистка, подготовка промежуточных и нижних складов;
- 5) прочие вспомогательные работы.

Работы групп 1 и 4 следует рассчитывать по нормативам. Работы групп 2, 3, 5 лучше определять по уравнениям регрессии, исключая при нахождении регрессий чисто сезонные работы (по уборке снега и т. п.). При этом необходимо исключить всякие излишества прошлых лет и предусмотреть сокращение численности вспомогательных рабочих.

Объемы заготовки и вывозки леса по месяцам OB определяют по формуле

$$OB = \frac{Ч \cdot ДР}{TE},$$

где $Ч$ — численность рабочих на основных работах;
 $ДР$ — число дней работы одного рабочего за месяц по балансу времени;
 TE — трудоемкость основных работ, чел.-дн. на 1000 м³.

Численность рабочих на основных работах получается вычитанием численности всех уже учтенных рабочих из общей.

Число дней работы одного рабочего принимается различным по месяцам: по календарю с учетом неодинакового числа дней невыходов по болезни и отпусков.

Вместо трудоемкости можно использовать комплексную выработку на один отработанный человеко-день. Комплексная выработка на списочного рабочего в месяц непригодна для таких расчетов, так как она сама сильно зависит от распределения объемов работ по месяцам. В зимние месяцы она высока не потому, что выше производительность труда, а вследствие больших объемов вывозки, что снижает удельную (на 1000 м³) трудоемкость «условно-постоянных» вспомогательных работ. Точно так же летом, когда объемы вывозки меньше, комплексная выработка на списочного рабочего снижается.

Квартальные объемы вывозки получаются суммированием месячных. Если после расчета годовой объем вывозки получится меньше контрольной цифры, распределение основных работ по месяцам надо пересмотреть в сторону увеличения объемов в те месяцы, когда трудоемкость наименьшая. Перераспределение заканчивается тогда, когда превышение максимальной месячной численности персонала над среднегодовой минимально, а распределение работ реально, т. е. отвечает условиям леспромхоза, и выполнимо. Математический аппарат этого перераспределения работ сложен и мало разработан, но даже простым перебором вариантов (снятие объема с одного месяца и перенос на другой) в несколько шагов удастся значительно улучшить внутригодовое распределение работ.

УДК 630*65

**ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОПРОДУКЦИИ,
ПОЛУЧАЕМОЙ ОТ РУБОК УХОДА***С. В. СОКОЛОВ*

Уральский лесотехнический институт

Объектом исследований в данной работе выбран Егоршинский лесхоз Свердловской области — типичное лесохозяйственное предприятие для условий Среднего Урала. На примере этого лесхоза произведен анализ фактического использования лесосырьевых ресурсов рубок ухода, современной организации работ, путей реализации древесины, состояния переработки маломерной древесины. Разработаны и экономически оценены технологические схемы освоения этих ресурсов.

В условиях Свердловского управления лесного хозяйства древесины, получаемая от рубок ухода, используется пока недостаточно. Так, за 1975 г. в указанном лесхозе было вырублено 1600 м³ древесины при осветлениях и 900 м³ — при прочистках. Вся эта древесина отнесена к неликvidу. В среднем по РСФСР сбыт древесины от этих рубок обеспечен на 20 %, по области — на 9 %. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, стволовая древесина тонкомерных деревьев, вырубаемых при осветлениях и прочистках, полностью может быть использована для производства технологической щепы. Ресурсы этой древесины по лесхозу составляют 2500 м³. Кроме того, для этих же целей может быть использована древесина веток и вершин, ресурсы которой в лесхозе, по нашим расчетам, составляют при осветлениях 240 м³ и прочистках 117 м³. Ресурсы древесной зелени хвойных пород от этих рубок также не используются в лесхозе: при осветлениях они составляют около 1760 т, при прочистках — 242 т.

При прореживании в 1975 г. всего в лесхозе было вырублено 802 м³ стволовой древесины. Не нашли сбыта 302 м³ стволовой древесины, а также около 80 м³ древесины ветвей, вершин и сучьев — эта древесина могла быть технологическим сырьем для производства щепы. Нерационально используется дровяная древесина, получаемая от этих рубок. Оптовая цена франко-верхний склад 1 м³ этой древесины составляет: сосны — от 1,60 до 1,90 р.; березы — 1,70—2,20 р.; ели, осины — 1,50—1,80 р. А текущие затраты на производство этой продукции составили 1,69 р., т. е. в большинстве случаев такое использование дровяной древесины оказывается неэффективным. В то же время абсолютная экономическая эффективность производства технологической щепы, по нашим расчетам, составляет 0,33 р. на 1 р. затрат. Как видим, более целесообразно эти ресурсы (267 м³) использовать для переработки на технологическую щепу. Деловую же древесину от этих рубок эффективнее использовать в круглом виде. Ресурсы древесной зелени хвойных пород от прореживаний составляют около 77 т. При расчетах использованы имеющиеся в литературе нормативы выхода зелени [6]. В целом по прореживаниям в лесхозе древесина используется недостаточно; реализуемая часть древесины в 1975 г. составила 62 % от общей вырубленной массы, по области — 82 %, по РСФСР — 91 %.

Стволовая древесина от проходных рубок в лесхозе в 1975 г. на 100 % была ликвидной и распределилась так: 7,5 тыс. м³ хвойной де-

ловой древесины и 2,9 тыс. м³ дровяной древесины было направлено в цех для переработки; 4,6 тыс. м³ деловой и 1,8 тыс. м³ дровяной древесины — колхозам, местным организациям и населению. Что касается переработки древесины в цехе, то этот путь использования, по нашим расчетам, экономически целесообразен — рентабельность переработки этой древесины 87,8 %. Использование древесины для удовлетворения местных потребностей в сложившемся объеме также следует признать целесообразным.

Как отмечалось выше, 2,9 тыс. м³ дровяной древесины от проходных рубок вывозит цех ширпотреба лесхоза и реализует как дрова топливные (по ценам франко-вагон-станция отправления). В настоящее время цех ширпотреба лесхоза производит обычные виды продукции деревообработки и лесопиления, не требующие затрат какого-либо топлива.

Реализация же дров топливных франко-вагон-станция отправления экономически не оправдана: абсолютная экономическая эффективность производства такой продукции составляет 0,08 р. на 1 р. затрат, а продукции переработки этих дров на технологическую щепу, по нашим расчетам, — 0,33 р. на 1 р. затрат. Отсюда видно, что указанные ресурсы (2,9 тыс. м³), так же, как ветви, сучья и вершины (841 м³), экономически целесообразнее направить для переработки на технологическую щепу. Ресурсы древесной зелени хвойных пород по расчетам составляют 497 т.

В целом по Егоршинскому лесхозу, включая главное пользование, деревообработку и рубки ухода, имеются существенные резервы повышения эффективности использования древесины: ресурсы древесной зелени составляют 6,9 т в год; сырья для производства технологической щепы — 13,7 тыс. м³ в год. Запас древесной зелени хвойных пород в среднем на 1 га покрытой лесом площади в спелых насаждениях принят равным 8,6 т [6]. Расчеты ресурсов произведены по фактическим объемам рубок, деревообработки и лесопиления в 1975 г. В X пятилетке эти объемы будут примерно такими же. Проведенное исследование позволяет наметить два пути улучшения использования лесопродукции, получаемой от рубок ухода: производство хвойно-витаминной муки (вариант II) и технологической щепы (вариант III). Технико-экономическое обоснование намечаемых технологических схем произведено в сравнении с существующими технологией и техникой рубок ухода и переработки древесины от них (вариант I). Содержание технологических схем раскрывается ниже.

В а р и а н т I. Уровень механизации рубок ухода равен 24—100 %. На всех механизированных рубках ухода валка леса производится бензопилами «Дружба-4»; обрубка сучьев — вручную, на лесосеке; трелевка хлыстов (только при проходных рубках) — тракторами ТДТ-40М по волокам шириной 2—2,5 м, прорубленным посередине пазов (их ширина 30—40 м); раскряжевка хлыстов — бензопилами «Дружба-4» (при проходных рубках — на верхних складах, а остальных рубках ухода — на лесосеке); сортировка древесины — вручную, на верхних складах (проходные рубки) и на лесосеке. Проходные рубки проводятся комплексными бригадами из 6 человек. Средняя продолжительность работы бригад в году — 140 дн., средняя выработка на обозначенный трактор в смену — 48 м³. Древесина от рубок ухода, купленная цехом ширпотреба, вывозится сортаментами на автомашинах ЗИЛ-131 с самопогружающим устройством, на расстояние в среднем 25 км. Разгрузка, сортировка и штабелевка — на нижнем складе тракторами ТДТ-40М.

В вариантах II и III, в отличие от I, технология и техника лесосечных работ учитывает применение «Секора» и кольцевателя (БТИ).

В а р и а н т II. Отделение зелени от срубленных веток и тонкомера при всех рубках ухода целесообразнее производить на лесосеке [6] с использованием отделителя ОЗП-1,0, техническая характеристика которого имеется в литературе [1]. Обслуживают его четверо рабочих. Однако опыт передовых предприятий [6] показывает, что число рабочих можно сократить до трех (тракторист и двое рабочих). Тракторист устанавливает отделитель так, чтобы зелень по транспортеру поступала в кузов прицепа, для чего транспортер предварительно удлиняют. Двое рабочих подносят зелень. По окончании работы тракторист отъединяет ОЗП-1,0 от вала отбора мощности трактора и транспортирует сырье трактором МТЗ-52 с двумя прицепами ПТС-3 до цеха переработки. При разгрузке зелени на дно кузова прицепа укладывают трос с кольцами на концах. На площадке для хранения сырья кольца троса цепляют за крюк троса лебедки, охватывая петлей всю массу лапки, стаскивают ее на бетонированную площадку и подтаскивают в цех. Технико-экономическая характеристика цеха (типовой проект № 411-2-98) и оборудования (АВМ-0,63 и ИПС-1,0) имеется в литературе [1]. После сушки зелень измельчается до частиц длиной 1—2 см и подается для сортировки.

В а р и а н т III. Неликвидную маломерную ствольную древесину и древесину ветвей, сучьев и вершин, очищенных от зелени, целесообразнее перерабатывать на щепу непосредственно на лесосеке с применением рубительной машины ПРМ-4 [2]. Дрова от прореживаний, проходных рубок и рубок главного пользования, отходы деревообработки и лесопиления экономичнее перерабатывать на щепу на нижнем складе в цехе [5] на базе машины МРГ-18 [1]. Вывозку дров от прореживаний производят трактором МТЗ-52 с прицепом ПТС-3 (25 км); погрузку и разгрузку — вручную; вывозку, погрузку и разгрузку дров от проходных рубок и рубок главного пользования — по технологии варианта I; подачу всех дров к машине МРГ-18 — вручную, а отходов деревообработки и лесопиления — по ленточным транспортерам; погрузку щепы на транспорт — вручную; вывозку щепы с лесосеки (105 км и нижнего склада (80 км) до потребителя — щеповозами ЗИЛ-130 ВТ [1].

Расчеты экономической эффективности выполнены на основе общих принципов и методов [3] с учетом специфики лесных производств [4]. При расчетах использованы действующие тарифные ставки, формы и системы оплаты труда, нормы выработки, оптовые цены на лесопroduкцию. Продолжительность рабочего дня принята по фактической в лесхозе — 8,2 ч. Выход конечной продукции по муке принят равным 16 %, по щепе — 92 %. Ниже приводятся основные технико-экономические показатели по намечаемым технологическим схемам.

Затраты на производство 1 т хвойно-витаминной муки составили: зарплата с начислениями — 6,64 р.; услуги обслуживающих производств — 2,48 р.; прочие производственные расходы — 0,33 р.; цеховые расходы — 0,57 р.; общезаводские расходы — 0,28 р.; внепроизводственные расходы — 3,49 р.; полная себестоимость — 90,62 р. (годового объема — 58,9 тыс. р.). Затраты на производство 1 м³ технологической щепы составили: на сырье — 3,60 р.; зарплата с начислениями — 1,20 р.; прочие расходы — 1,13 р.; полная себестоимость — 5,93 р. (годового объема 71,7 тыс. р.).

Технико-экономические показатели по выработке 650 т хвойно-витаминной муки и 12096 м³ технологической щепы в год соответствен-

но составили: прибыль — 20,4 и 23,9 тыс. р.; экономическая эффективность — к себестоимости 0,35 и 0,33 р. на 1 р. затрат, к капитальным вложениям 0,26 и 0,31 р. на 1 р. затрат; окупаемость дополнительных капитальных вложений в производственные фонды — 3,8 и 3,2 года; приведенные затраты — 68,2 и 81,0 тыс. р.; трудоемкость продукции — 3374 и 3975 чел.-дн., уровень механизации работ — 100 и 88 %; уровень механизации труда по всему процессу (отношение числа рабочих, занятых на машинах и механизмах, к общему числу рабочих) — 43 и 65 %.

Итак, оба пути улучшения использования лесопродукции, получаемой от рубок ухода, эффективны, не исключают друг друга.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Иевинь И. К., Кажемак А. Я. Проблемы технологии рубок ухода. — Рига: Зинатне, 1973, с. 131—153. [2]. Колесников И. В., Волобуев Г. П. Технология и средства механизации для проведения рубок ухода в молодняках. — Лесн. хоз-во, 1975, № 7, с. 61—68. [3]. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. — Экон. газ., 1977, № 10, с. 5—6. [4]. Отраслевая инструкция определения экономической эффективности новой техники в лесозаготовительной промышленности. — Химки: ЦНИИМЭ, 1975. — 288 с. [5]. Производство технологической щепы в Бобруйском лесхозе. — М.: ЦБНТИлесхоз, 1975, с. 3. [6]. Рублевский С. А., Бородин В. И., Чайковский Г. С. Опыт производства витаминной муки на предприятиях лесного хозяйства БССР. — М.: ЦБНТИлесхоз, 1972, с. 25.

Поступила 27 августа 1979 г.

УДК 658.512:330.115

УСТАНОВЛЕНИЕ СОГЛАСОВАННЫХ СОРТИМЕНТНЫХ ПЛАНОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТОДОМ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ ПРИРАЩЕНИЙ НА ЭВМ

М. Д. КАРГОПОЛОВ

Архангельский лесотехнический институт

Главная задача оптимального планирования производственной программы на уровне лесопромышленного объединения — определение рационального режима производства лесозаготовительных подразделений. Она может быть решена при помощи однопродуктовой оптимизационной модели в виде установления оптимального значения общего объема вывозки древесины [1].

После того, как определились оптимальные объемы общей вывозки древесины, возникает задача установления сортиментного задания. Анализ путей и методов решения этой задачи показал, что при современном уровне достоверности информации сортиментные планы лесозаготовительным предприятиям целесообразно устанавливать в следующем порядке: а) на уровне предприятия — выявление рациональной структуры производства сортиментов; б) на уровне лесопромышленного объединения — установление согласованных сортиментных заданий.

Используя информацию об оптимальных объемах общей вывозки древесины, характеристике лесосечного фонда, номенклатуре сортиментов, вырабатываемых каждым лесозаготовительным предприятием в плановом периоде, цехах вторичной переработки древесины и т. п., ра-

циональную сортиментную структуру можно с успехом определить известными методами: традиционными (при помощи товарных и сортиментных таблиц) или оптимизационными [2, 4].

Естественно, что сортиментные планы предприятий, соответствующие выявленным структурам, в сумме дадут некоторое расхождение с сортиментным заданием объединения. Встает вопрос о согласовании этих планов.

Увязать сортиментные планы отдельных предприятий с контрольными цифрами директивного сортиментного задания объединения можно методом пропорциональных приращений [3]. Целесообразность использования этого метода обуславливается тем обстоятельством, что сортиментные планы, соответствующие выявленным структурам, разрабатывались на основе данных промышленной таксации, которые имеют погрешность до 10 % и более. Поскольку используемая информация имеет достоверность, постольку и полученные на ее основе решения не будут точными. Поэтому можно надеяться, что при балансировке степень оптимальности сортиментных планов предприятий не уменьшится, если несогласованность с контрольными цифрами объединения находится в пределах ошибки достоверности исходных данных. Как правило, наблюдается меньший процент несогласованности, что говорит о правильности использования метода пропорциональных приращений для установления сортиментных планов лесозаготовительным предприятиям.

Нами разработан итеративный алгоритм метода пропорциональных приращений, который может быть реализован на ЭВМ. Сущность данного алгоритма заключается в следующем.

Исходное состояние системы планирования или опорный сортиментный план, характеризуемый выявленными сортиментными структурами, может быть описан выражениями:

$$\sum_{j=1}^m V_{ij} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ij} = Q; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n V_{ij} \neq V_j, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (3)$$

где Q — директивное задание лесопромышленного объединения по общей вывозке древесины;

V_j — контрольная цифра директивного задания объединения на производство j -того сортимента;

Q_i — оптимальный объем общей вывозки древесины на i -том предприятии;

V_{ij} — расчетный объем производства j -того сортимента в i -том предприятии.

Выражения (1) и (2) показывают, что в исходном состоянии системы наблюдается согласованность между объемами производства сортиментов и объемами общей вывозки древесины как по отдельным лесозаготовительным предприятиям, так и по объединению в целом.

Выражение (3) свидетельствует об отсутствии согласованности между объемами производства отдельных сортиментов и контрольным заданием объединения на производство отдельных сортиментов. Необходимо устранить наблюдаемый дисбаланс, т. е. перераспределить опорный сортиментный план, не нарушив условий (1) и (2).

Расчетная матрица установления согласованных сортиментных планов

Лесозаготовительные предприятия и показатели	Объемы производства сортиментов										Общий объем вывозки	
	1	2	...	k	j	...	l	l+1	...	m-1		m
Предприятие 1	V_{11}	V_{12}	...	V_{1k}	V_{1j}	...	V_{1l}	$V_{1(l+1)}$	...	$V_{1(m-1)}$	V_{1m}	Q_1
» 2	V_{21}	V_{22}	...	V_{2k}	V_{2j}	...	V_{2l}	$V_{2(l+1)}$	...	$V_{2(m-1)}$	V_{2m}	Q_2
» 3	V_{31}	V_{32}	...	V_{3k}	V_{3j}	...	V_{3l}	$V_{3(l+1)}$	...	$V_{3(m-1)}$	V_{3m}	Q_3
» i	V_{i1}	V_{i2}	...	V_{ik}	V_{ij}	...	V_{il}	$V_{i(l+1)}$	...	$V_{i(m-1)}$	V_{im}	Q_i
» n	V_{n1}	V_{n2}	...	V_{nk}	V_{nj}	...	V_{nl}	$V_{n(l+1)}$	...	$V_{n(m-1)}$	V_{nm}	Q_n
Общий выход сортиментов $\sum_{i=1}^n V_{ij}$	$\sum_{i=1}^n V_{i1}$	$\sum_{i=1}^n V_{i2}$	...	$\sum_{i=1}^n V_{ik}$	$\sum_{i=1}^n V_{ij}$	...	$\sum_{i=1}^n V_{il}$	$\sum_{i=1}^n V_{i(l+1)}$	...	$\sum_{i=1}^n V_{i(m-1)}$	$\sum_{i=1}^n V_{im}$	Q
Контрольное задание объединения	V_1	V_2	...	V_k	V_j	...	V_l	V_{l+1}	...	V_{m-1}	V_m	Q
Величина дисбаланса $\Delta V_j = \sum_{i=1}^n V_{ij} - V_j$	ΔV_1	ΔV_2	...	ΔV_k	ΔV_j	...	ΔV_l	ΔV_{l+1}	...	ΔV_{m-1}	ΔV_m	

Такое перераспределение целесообразно осуществлять пропорционально объемам выхода разрешающего сортамента с учетом объемов выхода сортиментов, для которых величина дисбаланса имеет обратный знак по сравнению со знаком разрешающего. За разрешающий сортимент при этом следует принимать тот, по которому наблюдается минимальная абсолютная величина дисбаланса:

$$\Delta V_k = \min \{ |\Delta V_j| \}, \quad \Delta V_j \neq 0, \quad (4)$$

где ΔV_k — величина дисбаланса по k -тому сортименту, выбранному за разрешающий;

ΔV_j — величина дисбаланса по j -тому сортименту.

Для формализации итеративного процесса согласования сортиментных планов предприятий представим их в виде матрицы (см. табл.), которая, положим, будет упорядочена так, что первые l сортиментов имеют положительную (отрицательную) величину дисбаланса, а остальные, с $(l+1)$ по m , отрицательную (положительную).

Из условий (1) и (2) суммы положительных и отрицательных отклонений равны.

Пусть величина дисбаланса разрешающего сортамента положительна (отрицательна). Тогда поправка на производство этого сортамента в i -том предприятии (A_i) может быть определена по формуле

$$A_i = \frac{\Delta V_k V_{ik} \sum_{j=l+1}^{m(l)} V_{ij}}{\sum_{i=1}^n V_{ik} \sum_{j=l+1}^{m(l)} V_{ij}}. \quad (5)$$

Это выражение характеризует A_i как средневзвешенную величину относительно произведения объемного выхода разрешающего сортамента на суммарный объемный выход сортиментов, имеющих обратный знак дисбаланса, относительно разрешающего.

Путем вычитания (сложения) найденных поправок (A_i) от объемов производства разрешающего сортамента он будет сбалансирован, т. е. для него ($j=k$) будет выполнено условие (3). Однако проделанная процедура нарушит условия (1) и (2). Для того чтобы эти условия вновь соблюдались, необходимо скорректировать объемы производства тех сортиментов, для которых дисбаланс имеет обратный знак. Величина корректировки (a_{ij}) по производству этих сортиментов лесозаготовительными предприятиями может быть найдена из выражения

$$a_{ij} = \frac{A_i V_{ij}}{\sum_{i=1}^n V_{ij}}, \quad j = l+1 \div m(1 \div l). \quad (6)$$

Корректировка надлежащих сортиментов осуществляется путем сложения (вычитания) найденных величин a_{ij} с соответствующими объемами производства сортиментов. При этом знаки дисбаланса по всем корректируемым сортаментам не изменятся, поскольку разрешающий сортимент был выбран по условию (4).

В результате проделанной итерации получаем новый опорный сортиментный план, в котором будет сбалансирован по крайней мере еще один сортимент. Самое большее за m таких итераций будет полностью достигнута согласованность сортиментных планов лесозаготовительных предприятий.

Описанный итеративный процесс моделирует принятую в практике методику планирования, которая обеспечивает выход на контрольные показатели или вызывает потребность их уточнения путем согласования с вышестоящей организацией.

Разработанный алгоритм реализован на ЭВМ «Минск-32». Пробные расчеты сортиментных планов показали его ценность как с точки зрения снижения трудоемкости решения задачи, так и с точки зрения повышения качества расчетных сортиментных планов. Использование предлагаемого метода установления сортиментного задания лесозаготовительным предприятиям в условиях функционирования АСУ позволит значительно повысить эффективность плановых расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Каргополов М. Д. Многоцелевая оптимизация производственной программы лесозаготовительных предприятий методами линейного программирования. — В кн.: Тез. докл. науч.-практ. конф. СевНИИП. Архангельск, 1978, с. 1—3. [2]. Петровский В. С. Автоматическая оптимизация раскроя древесных стволов. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. — 183 с. [3]. Прошутинский С. П. Автоматизация расчетов технико-экономического планирования производственного объединения: Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. эконом. наук. — М., 1973. — 26 с. [4]. Степачков Г. А. Оптимизация производства круглых лесоматериалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. — 157 с.

Поступила 25 декабря 1979 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*3 : 621.926.3

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ОТХОДОВ
ЛЕСОЗАГОТОВОК (СУЧЬЕВ И ВЕРШИН)**

Н. Я. СОТОНИН

Уральский лесотехнический институт

Значительную часть отходов лесозаготовок составляют сучья и вершины, пригодные для выработки технологической щепы и получения технической зелени. Сучья и вершины имеют разнообразную форму и размеры, что затрудняет их транспортировку. Поэтому необходимое условие их дальнейшей переработки — превращение сучьев и вершин в транспортабельный груз. Для этой цели можно использовать валковую дробилку (рис. 1), представляющую собой два валка 4 и 5 с поперечными заостренными дисками 3 и продольными ножами 6, привод 1 и раму 2. Такая дробилка перерезает сучья на отрезки без излома и раскалывания их.

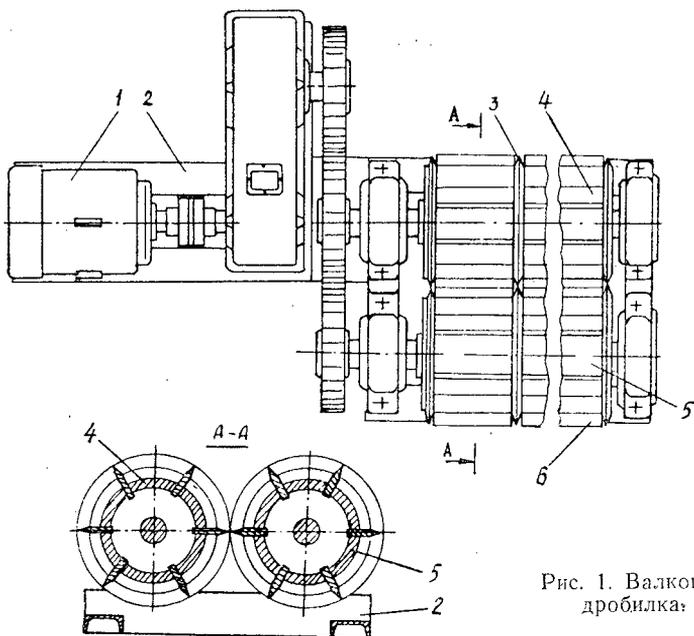


Рис. 1. Валковая дробилка.

Основные параметры дробилки: размеры валков, расстояние между ножами, угол захвата сучьев, высота ножей, длина получаемых отрезков сучьев.

Длину валков определяют при расположении сучьев и вершин вдоль валков:

$$L_v = L_m - 2l_0, \tag{1}$$

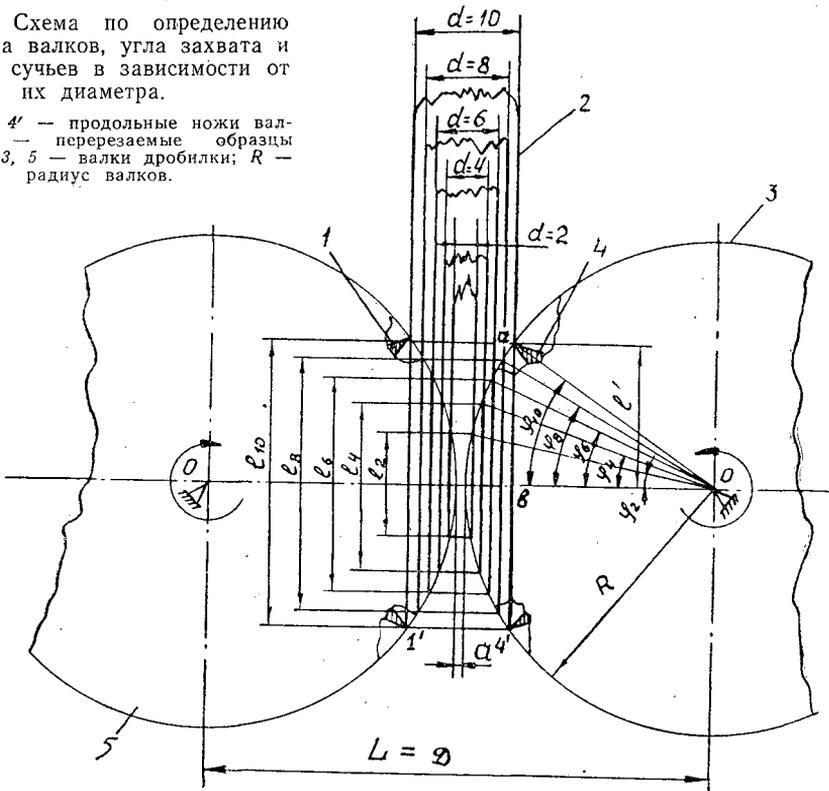
где L_m — наибольшая длина сучьев или вершин, м;
 l_0 — принятая длина отрезков, м.

Диаметр валков взаимосвязан с углом захвата и диаметром сучьев [1]. При перерезании сучьев поперечными ножами (рис. 2)

$$D = \frac{d \cos \varphi - a}{1 - \cos \varphi}. \tag{2}$$

Рис. 2. Схема по определению диаметра валков, угла захвата и отрезка сучьев в зависимости от их диаметра.

1, 1', 4, 4' — продольные ножи валков; 2 — перерезаемые образцы (сучья); 3, 5 — валки дробилки; R — радиус валков.



При перерезании сучьев ножами, расположенными вдоль валков (рис. 2):

$$D = \frac{d - a}{1 - \cos \varphi}, \quad (3)$$

где d — диаметр сучьев, мм;
 a — зазор между валками, мм;
 φ — угол захвата.

Зазор a между валками должен составлять 1—1,5 мм, так как величина разрываемой части тонких сучьев (до 10 мм) равняется примерно 1—1,5 мм. Поэтому расстояние L между валками принимаем равным диаметру валка $L = D$ (ошибка составляет около 0,2—0,4 %).

Увеличение диаметра валков уменьшает усилия перерезания сучьев, но масса валков растет пропорционально D^2 [2], поэтому оптимальный диаметр принят 600 мм.

Угол захвата φ — один из основных параметров валковой дробилки. Его определяли (в зависимости от диаметра сучьев и диаметра валков) построением. Проведем две окружности диаметром, например, 500 мм (в масштабе 1:5) и изобразим отрезки сучьев диаметром 2, 4, 6, 8 и 10 см в таком же масштабе (рис. 2). Точку пересечения окружности с образующей поверхности сучья (a) соединяем с центром окружности. Угол, образованный этой прямой и осью $O-O$, назовем углом захвата φ . Из рис. 2 видно, что с увеличением диаметра сучьев угол захвата увеличивается.

Таким образом можно получить значения угла φ , построив графики при различных размерах перерезаемых сучьев и для различных диаметров валков.

Предположим, что функции $\varphi = f(d)$ и $\varphi = f(D)$ представляют собой полиномы второй степени:

$$\varphi = a_1 + b_1 d + c_1 d^2; \quad (4)$$

$$\varphi = a_2 + b_2 D + c_2 D^2, \quad (5)$$

где a_1, b_1, c_1 — коэффициенты, значения которых для валков диаметром от 400 до 900 мм приведены в табл. 1;

a_2, b_2, c_2 — коэффициенты, значения которых для сучьев диаметром от 2 до 10 см приведены в табл. 2.

Таблица 1

Диаметр валков, м	Постоянные коэффициенты		
	a_1	b_1	c_1
0,9	5,279	2,610	-0,057
0,7	5,520	3,104	-0,092
0,6	7,500	2,874	-0,062
0,5	8,440	3,202	-0,078
0,3	9,200	4,385	-0,107

Таблица 2

Диаметр сучьев, см	Постоянные коэффициенты		
	a_2	b_2	c_2
10	67,860	-93,185	48,571
8	60,220	-83,907	44,464
6	52,320	-72,764	37,678
4	41,280	-57,457	30,714
2	28,600	-38,571	19,642

Расстояние между ножами (дисками), расположенными по длине валка, равно длине отрезков сучьев, а между ножами, расположенными по окружности валка, определится по формуле

$$t = \frac{2\pi R}{z}, \quad (6)$$

где z — число ножей по окружности валка.

Высота ножей. В момент перерезания сучьев валками ножи устанавливают друг против друга с некоторым зазором, т. е. резание ведется встречными ножами, поэтому их высота

$$h = \frac{d_{max}}{2} - a, \quad (7)$$

где d_{max} — максимальный диаметр дробимых сучьев.

Длина отрезков. Воспользовавшись рис. 2, найдем длину отрезка сучьев из треугольника aOb при условии, что отрезок не проваливается между валками при их повороте, т. е. торец сучка еще упирается в ножи $1'$ и $4'$, а ножи 1 и 4 начинают внедряться в древесину:

$$(l')^2 = R^2 - \left(R - \frac{d-a}{2}\right)^2,$$

откуда

$$l = 2l' = 2\sqrt{R(d-a) + \left(\frac{d-a}{2}\right)^2}.$$

Величина $\left(\frac{d-a}{2}\right)^2$ незначительно влияет на длину отрезка (ошибка от 0,8 до 2%), поэтому ею можно пренебречь, тогда

$$l = 2\sqrt{R(d-a)}, \quad (8)$$

где R — радиус валка, мм.

Подставляя выражение (R) из формулы (6) в формулу (8), окончательно получаем

$$l = 2\sqrt{\frac{tz(d-a)}{2\pi}}. \quad (9)$$

Результаты расчетов и формулы могут быть использованы при конструировании валковых дробилок (работающих по способу резания) для измельчения сучьев и вершин в транспортный груз.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Олевский В. А. Конструкция и эксплуатация дробилок. — М., 1958. — 459 с. [2]. Пилипенко А. Н., Акулинин А. Г. Определение диаметра валков зерновой плющилки. — Ростов н/Д., 1975. — 161 с.

УДК 581.116 : 630*228.11

**ВЛИЯНИЕ ИЗРЕЖИВАНИЯ И РУБКИ ДРЕВОСТОЯ
НА ТРАНСПИРАЦИОННЫЙ РАСХОД
В ЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ**

Ю. А. ПОПОВ

Тюменская ЛОС ЛенНИИЛХ

Для количественной оценки влияния различных способов рубок (сплошных, постепенных, выборочных) на водоохранные свойства леса необходимо знать суммарный транспирационный расход насаждений в тех или иных типах леса, пройденного рубками различной интенсивности, так как он один из основных элементов водного баланса лесных насаждений, а конкретных сведений по этому вопросу крайне мало. Мы предприняли попытку определить суммарную транспирацию фитоценозов на трех смежных участках в типе ельник кислично-черничный:

1) в сомкнутом с полнотой 0,9 березово-еловом древостое 50-летнего возраста (состав 81Б13Е6Ос, ед. С);

2) в насаждении того же возраста и исходного состава, изреженном до полноты 0,5 первым приемом постепенной рубки (состав 80Б20Е);

3) на сплошной вырубке 3-летней давности.

Количество подроста ели на всех участках было примерно одинаковым (4—5 тыс. экз. на 1 га).

Среднюю интенсивность транспирации доминирующих видов травянисто-кустарничкового яруса (*Vaccinium myrtillus* L., *Oxalis acetosella* L., *Milium effusum* L.), подроста ели и взрослых деревьев березы (*Betula verrucosa* Ehrh.) и ели (*Picea excelsa* Link.) определяли методом быстрого взвешивания срезанных в парафиновой ванне побегов*. Наблюдения проводили одновременно на всех участках в ясную без-

Участок	Компоненты фитоценоза	Масса свежих листьев, кг/га	Интенсивность транспирации на сырую массу		Расход воды за вегетационный период, мм
			$M \pm m$ мг/г в час	P%	
Сомкнутый древостой (полнота 1,0)	Береза	7200	234,2 ± 11,03	4,3	204,7
	Ель	2460	171,1 ± 10,03	5,8	53,1
	Подрост ели	2000	140,9 ± 3,0	5,7	35,7
	Травянисто-кустарничковый ярус	2382	169,4 ± 14,2	6,1	46,9
	Итого	14042	—	—	340,4
Изреженный древостой (полнота 0,5)	Береза	4320	244,3 ± 11,03	4,5	112,8
	Ель	1680	180,2 ± 10,03	5,6	37,1
	Подрост ели	1600	267,7 ± 21,0	7,8	57,2
	Травянисто-кустарничковый ярус	2382	230,0 ± 18,6	6,4	63,3
	Итого	9982	—	—	270,4
Вырубка	Подрост ели	1600	282,5 ± 24,4	8,0	57,9
	Травянисто-кустарничковый ярус	5772	252,2 ± 20,1	7,6	169,4
	Итого	7372	—	—	227,3

* Иванов Л. А., Сирина А. А., Цельникер Ю. Л. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях. — Бот. журн. 1950, т. 35, № 2.

ветренную погоду на средних для данного насаждения моделях подроста и взрослых деревьев. Освещенность над пологом разреженного древостоя была в 3,5—4 раза выше, чем под пологом сомкнутого, и составляла 19—22% от освещенности на вырубке. Для определения массы и влажности листьев и расчета суммарной транспирации всех ярусов фитоценозов было взято 39 моделей взрослых деревьев и подроста и 50 укосов листовой массы нижнего яруса. В таблице приведены статистически обработанные результаты наблюдений.

Анализ результатов наблюдений показал, что суммарная транспирация фитоценоза с сомкнутым древостоем на 33% больше, чем на вырубках 3-летней давности. При снижении полноты древостоя с 0,9 до 0,5 суммарная транспирация растительности с единицы площади уменьшается на 20%.

УДК 621.825 : 630* : 65.011.54

К ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ НОВОЙ ФРИКЦИОННОЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТЫ ЛЕСНЫХ МАШИН

В. Р. КАРАМЫШЕВ, П. С. НАРТОВ

Воронежский лесотехнический институт

Защита лесных машин от перегрузок обеспечивается предохранительными устройствами разных типов. От совершенства предохранительных устройств в значительной степени зависят надежность и долговечность машин, а также их производительность и металлоемкость. В настоящее время на некоторых лесных машинах (лесная фреза ФЛУ-0,8, культиватор КФЛ-1,4, полосопрокладыватель ПФ-1, террасер РТ-2,5 и др.) применяют фрикционные предохранительные муфты, которые, несмотря на ряд достоинств по сравнению с другими типами предохранителей, иногда работают неудовлетворительно и в ряде случаев не выполняют своих функций. К основным недостаткам существующих фрикционных предохранительных муфт относятся: значительные динамические нагрузки, возникающие при их срабатывании, неравномерный (клиновое) износ контактирующих поверхностей (особенно фрикционных элементов), недостаточная точность ограничения нагрузки, невозможность компенсации перекосов отдельных элементов муфт.

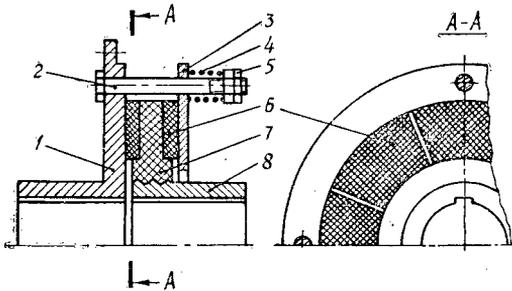


Рис. 1. Принципиальная конструктивная схема муфты.

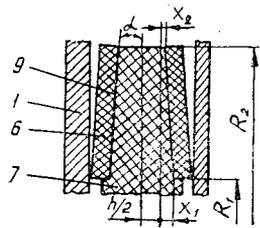


Рис. 2. Схема контактирования трущихся поверхностей до прижатия дисков.

В ВЛТИ разработана новая конструкция фрикционной предохранительной муфты, у которой эти недостатки в значительной мере устранены [1]. На рис. 1 и 2 представлена принципиальная схема, ориентируясь на которую, можно спроектировать муфты для многих лесных машин. Муфта состоит из ведущей полумуфты 1, ведомой полумуфты, представляющей ступицу 8, и привулканизированного к ней резинового диска 7 со скошенными поверхностями 9, к которым приклеены фрикционные элементы 6 в виде секторов, нажимного диска 3, пружин 4, болтов 2 и регулировочных гаек 5. Для более надежного соединения сопряженные поверхности ступицы 8 и резинового диска 7 имеют в продольном сечении чередующиеся выступы и впадины.

При создании нажимного усилия скошенные поверхности резинового диска деформируются, обеспечивая постепенное увеличение давления на поверхностях трения

от наибольшего к наименьшему радиусу диска. В этом случае при пробуксовке муфты износ фрикционных элементов будет равномерным. Кроме того, выполнение одной из полумуфт в виде резинового диска придает муфте упругие и компенсирующие свойства и обеспечивает более полный контакт трущихся поверхностей. Повышается ее точность срабатывания и уменьшаются динамические нагрузки, так как жесткость системы значительно понижается.

Выбранные параметры такой муфты в основном аналогичны параметрам существующих фрикционных предохранительных муфт [2], за исключением размеров упругого элемента (толщины и угла скоса резинового диска), а также его жесткости.

Толщину резинового диска h можно найти, зная передаваемый момент M , коэффициент запаса момента k и допускаемое напряжение $[\tau]$, считая, что разрушение может произойти по внутреннему радиусу R_1 (рис. 2):

$$h = \frac{Mk}{2\pi R_1^2 [\tau]} \quad (1)$$

Для определения необходимого угла скоса торцевых поверхностей резинового диска предположим, что связь между напряжениями и деформациями упругого элемента линейная и может быть описана законом Гука [5]:

$$\sigma = \varepsilon E, \quad (2)$$

где σ — напряжение;
 ε — относительная деформация;
 E — модуль упругости.

Так как поверхности резинового диска скошены, то его относительная деформация зависит от значения R . Согласно рис. 2,

$$\varepsilon_1 = \frac{x_1}{x_1 + h/2}; \quad \varepsilon_2 = \frac{x_2}{x_2 + h/2}, \quad (3)$$

или с учетом (2)

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E}; \quad \varepsilon_2 = \frac{\sigma_2}{E}, \quad (4)$$

где x_1 и σ_1 ; x_2 и σ_2 — деформация диска и напряжение в нем при $R = R_1$ и $R = R_2$ соответственно.

Износ фрикционных элементов равномерен в том случае, если моменты трения в точках $R = R_1$ и $R = R_2$ равны: $M_1 = M_2$.

Подставляя соответствующие выражения для моментов, можно записать

$$Q_1 f R_1 z = Q_2 f R_2 z, \quad (5)$$

где Q_1 и Q_2 — усилия прижатия в точках $R = R_1$ и $R = R_2$;
 f — коэффициент трения;
 z — число плоскостей трения.

Из уравнения (5) видно, что

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{Q_2}{Q_1}, \quad (6)$$

отсюда

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}, \quad (7)$$

или

$$\sigma_2 = \sigma_1 \frac{R_1}{R_2}. \quad (8)$$

Исходя из линейности изменения напряжений, имеем

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}. \quad (9)$$

В свою очередь, среднее напряжение

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{Q}{\pi(R_2^2 - R_1^2)}. \quad (10)$$

где Q — усилие нажимных пружин.

Приравняем выражения (9) и (10):

$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} = \frac{Q}{\pi(R_2^2 - R_1^2)}. \quad (11)$$

С учетом (8) уравнение (11) примет вид

$$\sigma_1 = \frac{2Q}{\pi(R_2^2 - R_1^2)(1 + R_1/R_2)}. \quad (12)$$

Из рис. 2 видно, что

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x_1 - x_2}{R_2 - R_1}. \quad (13)$$

Преобразуя зависимость (3) относительно x_1 и x_2 и учитывая (4) и (8), выражение (13) представим как

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h\sigma_1}{2E(R_2 - R_1)} \left[\frac{1}{1 - \frac{\sigma_1}{E}} - \frac{R_1}{R_2 \left(1 - \frac{\sigma_1 R_1}{ER_2}\right)} \right]. \quad (14)$$

Подставив в (14) значение напряжения σ_1 , окончательно получим формулу для определения угла скоса резинового диска:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{QhR_2}{E(R_2^2 - R_1^2)^2} \left\{ \frac{1}{1 - \frac{2QR_2}{\pi(R_2^2 - R_1^2)(R_2 - R_1)E}} - \frac{R_1}{R_2 \left[1 - \frac{2QR_1}{\pi(R_2^2 - R_1^2)(R_2 - R_1)E} \right]} \right\}. \quad (15)$$

Зная размеры упругого элемента, необходимо проверить, чтобы его жесткость позволяла снижать динамические нагрузки, действующие в течение всего времени работы и соответствующие нормальной эксплуатации машины, а также кратковременные динамические нагрузки, возникающие при перегрузках. После определения размеров муфты необходимо определить ее жесткость, которая в значительной степени аналогична жесткости обычных упругих муфт [4]. Основное отличие заключается в том, что максимальную амплитуду нагрузки на муфте в зоне, близкой к резонансу, ограничивает регулировочный момент [3].

Экспериментальные исследования предохранительной муфты, размеры которой определялись согласно изложенному выше и на основе рекомендаций [2], показали, что динамические нагрузки в системе снижаются при ее перегрузке примерно в два раза, на 5—7 % повышается точность срабатывания. Неравномерного износа фрикционных элементов не наблюдается.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 509737 (СССР). Предохранительная фрикционная муфта/ Карамышев В. Р. — Оpubл. в Б. И., 1976, № 13. [2]. Иванов Е. А. Муфты приводов. — М.: Машгиз, 1959. [3]. Карамышев В. Р. О снижении динамических нагрузок ПТМ. — В кн.: Тез. Всесоюз. конф. «Технический прогресс и комплексная механизация и автоматизация ПРР на промышленном транспорте». М. — Гомель, ВСНТО, 1978. [4]. Поляков В. С., Барбаш И. Д., Ряховский О. А. Справочник по муфтам. — Л.: Машиностроение, 1974. [5]. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. — М.: Физматгиз, 1963.

УДК 630*812

РАВНОВЕСНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОЙ МОЧЕВИНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Л. В. ЕЛЬКОВ, В. А. ШАМАЕВ

Воронежский лесотехнический институт

Одна из характеристик прессованной древесины (ДП) — ее равновесная влажность, которая в большой степени зависит от способа пластифицирования. Термическое воздействие при 180 °С как на прессованную, так и натуральную древесину уменьшает равновесную влажность с 12 до 7,5 % [3, 4]. Для древесины, пластифицированной аммиаком, равновесная влажность составляет всего 6 %, а после термообработки при 180 °С в течение 3 ч снижается до 4,9 % [1].

В данной работе исследовали влияние пластификации мочевиной на равновесную влажность ДП. Опыты поставлены по методике рационального планирования экспериментов [2]. В качестве первичных принято шесть факторов, каждому из которых задавали пять вариантов планирования эксперимента (табл. 1).

Таблица 1

Первичный фактор	Вариант				
	1	2	3	4	5
Концентрация раствора x_1 , %	10	15	20	25	30
Продолжительность пропитки x_2 , сут	1	3	5	7	9
Содержание щелочи x_3 , %	0	0,25	0,5	1,0	2,0
Степень прессования x_4 , %	30	35	40	45	50
Температура термообработки x_5 , °С	140	150	160	170	180
Продолжительность термообработки x_6 , ч	3	4	5	6	7

В качестве вторичного фактора исследовали равновесную влажность пластифицированной мочевиной древесины.

Заготовленный, согласно ГОСТу 1184—65, материал разделяли на бруски размером 55×60×180 мм (последний размер вдоль волокон). Бруски влажностью 70—80 % не сушили, а сразу же помещали в пропиточную ванну, которая содержала растворы мочевины концентрацией 10; 15; 20; 25 и 30 % и щелочи концентрацией 0; 0,25; 0,50; 1,0 и 2,0 %. Бруски пропитывали методом горяче-холодных ванн в такой последовательности: горячая ванна (90—95 °С) в течение 3 ч и холодная ванна в течение 1; 3; 5; 7 и 9 сут. После пропитки бруски подвергали уплотнению в радиальном направлении в прессформах одноосного уплотнения до степени 30; 35; 40; 45 и 50 %. Спрессованные бруски выдерживали в сушильном шкафу: 3 ч при 90 °С и 6 ч при 115 °С. Влажность брусков после сушки составила 1,5—2,5 %, затем их подвергали термообработке при 140; 150; 160 и 180 °С в течение 3; 4; 5; 6 и 7 ч.

Из готовых брусков вырезали образцы размером 15×15×22,5 мм, согласно ГОСТу 9629—66 «Древесина прессованная. Методы испытаний». Для определения равновесной влажности образцы выдерживали в эксикаторе с равновесной влажностью воздуха 56 % и температурой 20±2 °С над серной кислотой в течение 6 мес. Равновесную влажность образца W определяли по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100\%$$

где m_1 — масса образца при $\varphi = 56\%$;

m_0 — масса образца в абс. сухом состоянии.

Значения первичных факторов при проведении экспериментов приведены в табл. 2. Значения равновесной влажности для каждого опыта даны в табл. 3.

Усредним полученные значения по каждому из первичных факторов. Зависимости равновесной влажности от технологических факторов представим графически.

Таблица 2

Номер опыта	Значения первичных факторов для разных вариантов					
	1	2	3	4	5	6
1	10	1	0	30	140	3
2	10	5	0,5	40	160	5
3	10	3	0,25	35	150	4
4	10	9	2,0	50	180	7
5	10	7	1,0	45	170	6
6	20	1	0,5	35	180	6
7	20	5	0,25	50	170	3
8	20	3	2,0	45	140	5
9	20	9	1,0	30	160	4
10	20	7	0	40	150	7
11	15	1	0,25	45	160	7
12	15	5	2,0	30	150	6
13	15	3	1,0	40	180	3
14	15	9	0	35	170	5
15	15	7	0,5	50	140	4
16	30	1	2,0	40	170	4
17	30	5	1,0	35	140	7
18	30	3	0	50	160	6
19	30	9	0,5	45	150	3
20	30	7	0,25	30	150	5
21	25	1	1,0	30	150	5
22	25	5	0	45	180	4
23	25	3	0,5	50	170	7
24	25	9	0,25	40	140	6
25	25	7	2,0	35	160	3

Таблица 3

Номер опыта	Равновесная влажность, %	Номер опыта	Равновесная влажность, %
1	6,6	14	4,4
2	5,6	15	4,6
3	6,0	16	5,9
4	4,7	17	5,6
5	5,4	18	6,0
6	3,8	19	6,6
7	5,5	20	6,0
8	7,7	21	6,1
9	6,1	22	4,4
10	5,4	23	4,0
11	5,1	24	7,0
12	5,1	25	7,6
13	4,4		

Как показал эксперимент, равновесная влажность пластифицированной мочевиной древесины практически не зависит от длительности пропитки и концентрации раствора, а зависит от наиболее сильных факторов: степени прессования, температуры и продолжительности термообработки. Зависимость равновесной влажности от этих факторов изображена на рис. 1, где по оси абсцисс отложены значения вариантов из табл. 1.

Из рис. 1 видно, что равновесная влажность уменьшается с ростом степени прессования, температуры и длительности термообработки. Чтобы установить общую зависимость равновесной влажности для всех трех факторов, используем частные зависимости ее от каждого фактора:

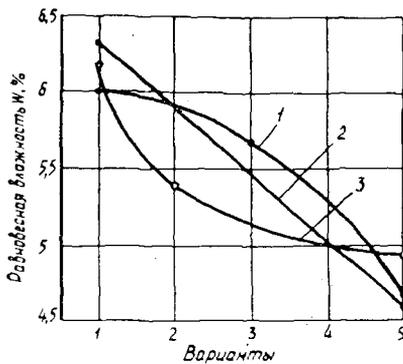


Рис. 1.

1 — степень прессования; 2 — температура термообработки; 3 — длительность термообработки.

$$W_{\varepsilon} = 5,99 - 3,3 \cdot 10^{-3} (\varepsilon - 30)^2; \quad (1)$$

$$W_t = 12,04 - 0,041t; \quad (2)$$

$$W_{\tau} = 6,14 - 0,54 \sqrt{\tau - 3}, \quad (3)$$

где ε, t, τ — соответственно степень прессования, температура и длительность термообработки.

Общую зависимость $W_{\varepsilon, t, \tau}$ находим в виде суммы

$$W_{\varepsilon, t, \tau} = W_{\varepsilon} + W_t + W_{\tau}. \quad (4)$$

Используя выражения (1)–(3), получим

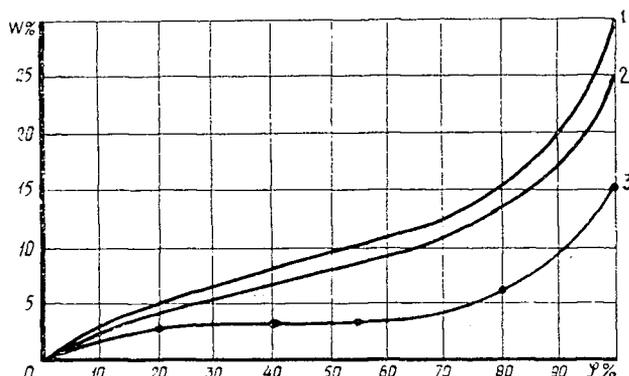
$$W_{\varepsilon, t, \tau} = 12,63 - 3,3 \cdot 10^{-3} (\varepsilon - 30)^2 - 0,041t - 0,54 \sqrt{\tau - 3}. \quad (5)$$

Мы нашли уравнение, связывающее равновесную влажность с технологическими факторами. Пользуясь этим уравнением, можно вычислить равновесную влажность пластифицированной древесины при различных технологических параметрах. Разность между вычисленными и эмпирическими значениями не превышает 0,5 %.

Равновесная влажность термообработанной при 180 °С в течение 5 ч пластифицированной мочевиной древесины по величине равна равновесной влажности для дре-

Рис. 2.

1 — для натуральной древесины; 2 — для ДП по способу П. Н. Хухрянского; 3 — для пластифицированной мочевиной древесины.



весины, пластифицированной аммиаком и термообработанной в тех же условиях (4,9 %).

На рис. 2 изображена зависимость равновесной влажности W натуральной, прессованной и пластифицированной древесины от равновесной влажности воздуха φ . Для всех φ равновесная влажность пластифицированной мочевиной древесины почти в два раза ниже равновесной влажности ДП, полученной по способу П. Н. Хухрянского.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ахеро Н. С., Дарзиньш Т. А., Юкна А. Д. Стабилизация химически пластифицированной древесины. — В кн.: Химия древесины. Рига: Зинатне, 1969, вып. 3. [2]. Протодьяконов М. М., Тедер Р. И. Методика рационального планирования эксперимента. — М.: Наука, 1970. [3]. Хухрянский П. Н. Прессование древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. [4]. Kollmann F., Schneider A. Untersuchungen über der Einfluss von Wärmebehandlungen im Temperaturbereich bis 200 °C und von Wasserlagerung bis 100 °C auf Wichtige physikalische und physikalisch-chemische Eigenschaften des Holzes. — Köln, 1964.

УДК 674.053 : 621.935

О ВЛИЯНИИ НАГРЕВА НА ВИБРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

В. И. САНЕВ, М. Ю. ВАРАКИН.

Ленинградская лесотехническая академия

На кафедре станков и инструментов ЛТА разрабатываются практические рекомендации по улучшению подготовки и рациональной эксплуатации ленточных пил при распиловке древесины. Нами изучено влияние нагрева и натяжения пил на их вибрационные характеристики. Исследования проводили на специально созданном стенде, схема которого показана на рис. 1. Для создания в полотне напряжения требуемой величины рабочую ветвь натягивали при помощи винта 9. Одновременно при помощи специальных нагревателей, установленных в зоне зубчатой кромки, создавали определенный температурный перепад по ширине ленточной пилы. При этом один из нагревателей имитировал зону резания, а второй (включенный на меньшее напряжение) — зону на участке между нижними направляющими и ведущим шкивом станка. Часть полотна пилы, имитирующего участок между верхними направляющими и верхним шкивом, не нагревали. После установления стабильного температурного перепада пилу дополнительно натягивали для сохранения первоначального значения напряжения в полотне и на ее поверхность ровным слоем насыпали сухую крупу мелкой фракции. Затем пилу приводили в колебательное движение с помощью электромагнитного вибратора, питаемого от звукового генератора ЗГ-10. При совпадении частоты возмущающей силы с собственной частотой колебаний ленты на ее поверхности наблюдались специфические фигуры Хладни, характеризующие форму колебаний по...

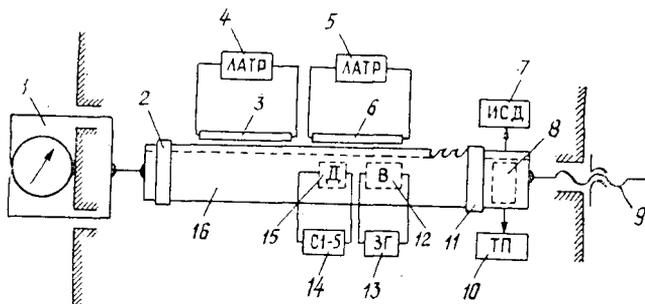


Рис. 1.

1 — динамометр ДОСМЗ-3; 2, 11 — направляющие; 3, 6 — нагреватели; 4, 5 — лабораторные автотрансформаторы; 7 — измеритель статических деформаций ИСД-3; 8 — место наклейки тензодатчиков; 9 — натяжной винт; 10 — тарифовочное приспособление; 12 — вибратор; 13 — звуковой генератор ЗГ-10; 14 — катодный осциллограф С1-5; 15 — индуктивный датчик; 16 — полотно пилы.

лотна. В зависимости от частот собственных колебаний имели место крутильные, изгибные и смешанные крутильно-изгибные колебания. Все виды колебаний обозначали индексом m/n , где m — количество продольных узлов на пиле при крутильных колебаниях, а n — количество поперечных узлов на пиле при изгибных колебаниях.

Экспериментальные исследования включали 15 серий. В каждой из них определяли спектр собственных частот и форм колебаний ленточной пилы для частот в диапазоне от 20 до 1000 Гц. Значения напряжений при натяжении пилы составляли 49, 98 и 147 МПа, а значения температурных перепадов между зубчатой и задней кромками — 0, 20, 40, 60 и 80 °С.

Анализ результатов проведенных исследований позволяет сделать следующие выводы.

С ростом напряжения в ленте резонансные частоты как изгибных, так и крутильно-изгибных колебаний смещаются в область больших значений. Для чисто крутильных колебаний увеличение резонансной частоты незначительно.

При одном и том же натяжении ленты более высоким резонансным частотам соответствуют более сложные формы колебаний. Это видно из рис. 2 и 3, на которых соответственно для изгибных и крутильно-изгибных колебаний представлены зависимости собственных частот колебаний ленты f от числа узлов n на фигурах Хладни. С ростом напряжения зависимости $f(n)$ приближаются к линейным.

Влияние нагрева на резонансные частоты сильнее всего проявляется в случае чисто изгибных колебаний пильной ленты (рис. 2), особенно при малой величине натяжения пилы. Для крутильно-изгибных и крутильных колебаний с увеличением температуры частоты меняются незначительно. Сохраняется общая тенденция к их уменьшению.

С увеличением температурного перепада в ряде случаев формы собственных колебаний полотна пилы искажаются. На фигурах Хладни наблюдается переход крутильных колебаний в изгибные и наоборот. Это объясняется тем, что напряжения от силы натяжения по ширине пильной ленты при нагреве меняются несмотря на то, что сама сила натяжения поддерживается на одном и том же уровне.

Нами проведены дополнительные исследования с целью изучения влияния нагрева на распределение напряжений по ширине ленточной пилы. Напряжения измеряли тензометрическим методом с помощью измерителя статических деформаций ИСД-3 и тарифовочного приспособления от тензостанции УТС-ВТ-12. Датчики устанавливали в трех точках по ширине полотна пилы: в зоне зубьев, в средней части и у задней кромки. Тензодатчики наклеивали не в зоне нагрева, а ближе к концу ленточной пилы, что позволяло без помех наблюдать формы колебаний полотна по фигурам Хладни.

Создаваемый в ходе опытов температурный перепад приводил к ослаблению ленточной пилы. А так как сила натяжения в нашем случае поддерживалась как в реальных ленточнопильных станках на постоянном уровне, то зубчатая, более нагретая кромка, оставалась частично ослабленной, а задняя, менее нагретая, получала избыточное натяжение. Абсолютный перепад напряжений между зубчатой и задней кромками колебался в пределах от 4,1 МПа при $\sigma = 147$ МПа и $\Delta t = 20$ °С до 18,8 МПа при $\sigma = 49$ МПа и $\Delta t = 80$ °С. Напряжения же средней части полотна пилы изменялись незначительно и практически оставались равными напряжению, первоначально заданному.

Таким образом, работоспособность ленточных пил тесно связана с тепловыми явлениями, возникающими при распиловке древесины. Неравномерный нагрев пил по ширине их полотна приводит к возникновению температурных напряжений и, как следствие этого, к изменению вибрационных характеристик ленты. С изменением температуры ленточных пил заметно меняются форма, частота и амплитуда колебаний полотна. Это следует учитывать при разработке режимов работы ленточных пил, их подготовке к эксплуатации и подготовке нормативов на вальцевание ленточных пил.

Повышение работоспособности ленточных пил позволит поднять производительность оборудования и качество выпускаемой продукции.

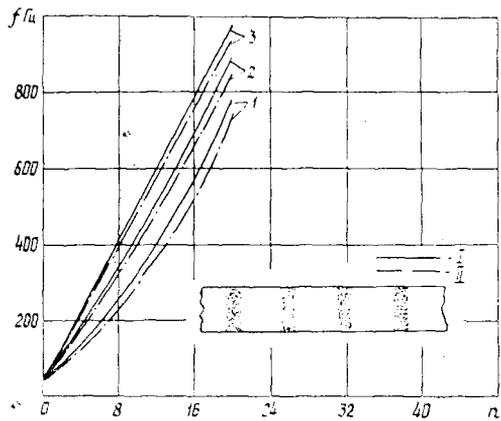


Рис. 2.

1 — $\sigma = 49$; 2 — 98; 3 — 147 МПа; I — $\Delta t = 0$;
II — 80 °С.

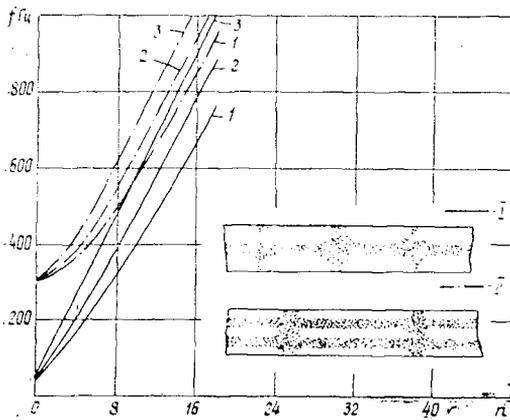


Рис. 3.

1 — $\sigma = 49$; 2 — 98; 3 — 147 МПа;
I — колебания вида $1/n$; II — $2/n$.

УДК 658.3.043.4 : 621.93.02

СНИЖЕНИЕ ШУМА ПРИ ПРОКОВКЕ ПИЛЬНЫХ ДИСКОВ НА НАКОВАЛЬНЕ

Н. Н. ЧЕРЕМНЫХ, М. П. ЧИЖЕВСКИЙ, А. Н. ПЕТРОВ

Уральский лесотехнический институт

Проковка пильных дисков на наковальне сопровождается повышенным уровнем импульсного шума [4, 5]. Для его снижения предложено устройство, в основе которого лежит демпфирование поперечных колебаний проковываемого диска [1].

В табл. 1 приведены данные по шумности при проковке пильного диска $500 \times 2,8 \times 48$ — I по ГОСТу 980—69.

Демпфирующий диск имел четыре симметричные радиальные прорези для проковки размером 150×50 мм. Покажем, что при такой форме демпфирующего устройства наибольшая звуковая энергия излучается на частотах, соответствующих собственным колебаниям диска с двумя узловыми диаметрами.

Условия измерений	Уровень звукового давления, дБ, при средней геометрической частоте октавных полос f , Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Центральный удар	72	95	81	78	88	97	92	90
Эксцентричный удар	74	99	84	85	99	100	98	98
Удары (любые) при использовании демпфирующего диска диаметром 450 мм с резиновой прокладкой Т-С (ГОСТ 7338-69) из смеси № 360 толщиной 6 мм	72	86	72	78	82	85	87	88

В спектре шума имеется максимум при $f = 125$ Гц, который объясняется резонансным излучением пыльного диска; в этой области частот возбуждаются собственные колебания диска диаметром $D = 500$ мм и толщиной $l = 2,8$ мм. Опыты, проведенные с пыльными дисками, имеющими $D = 500$ мм и $l = 2,5$ мм [3, с. 157], показали, что для них собственная частота колебаний с двумя узловыми диаметрами составляет 103 Гц. Расчетное значение собственной частоты для диска толщиной 2,8 мм, согласно работе [3, формула (4.1)], несколько больше 103 Гц, однако оно находится в пределах октавной полосы (90 ... 180 Гц).

Сохранение уровня звукового давления в области 500 Гц (строки 1 и 3 в табл.) также объясняется резонансным излучением диска: частота собственных колебаний с одной узловой окружностью и двумя узловыми диаметрами для диска диаметром 500 мм и толщиной 2,5 мм равна 448 Гц [3, с. 157].

При проковке пыльного диска в нем возбуждаются интенсивные изгибные волны. Звуковая мощность источника [2, формула (50)]

$$P = \rho c S v^2 s,$$

где ρc — сопротивление излучения;

v — колебательная скорость;

S — площадь излучающей поверхности;

s — коэффициент излучения поршня без экрана;

$s \ll 1$ при $ka < 2$ и плавно возрастает с ростом $ka = \frac{2\pi a}{\lambda}$ до $s \approx 1$ при $ka \gg 1$

(здесь $k = \frac{2\pi}{\lambda}$; a — характерный размер источника; в нашем случае $a \approx D = 0,5$ м).

Следовательно, $ka = \frac{2\pi \cdot 0,5}{\lambda} = 2$ при длине волны $\lambda \approx 1,5$ м, т. е. s отличается от нуля

и растет при $\lambda < 1,5$ м или при частотах больше 220 Гц ($f = \frac{340}{1,5} \approx 220$ Гц).

Анализируя данные табл. 1, можно заключить, что увеличение звукового давления действительно наблюдается при частотах, больших 250 Гц. Демпфирующее действие резиновой прокладки, по данным опыта, уменьшается с ростом частоты. Так как наименьший размер отверстия в резиновой прокладке равен 50 мм (посадочное отверстие пилы), то изгибные волны при $\lambda < 50$ мм излучаются с большей интенсивностью, чем при $\lambda > 50$ мм. Следовательно, при частоте $f > \frac{340}{0,05} \approx 6800$ Гц спектры

шума пыльного диска слабо зависят от наличия демпфирующего диска. Действительно, при $f = 8000$ Гц (табл. 1) уровень шума при центральном ударе примерно одинаков и не зависит от применения демпфирующего диска. При $f < 6800$ Гц влияние прокладки на излучение, соответствующее частотам изгибных волн, проявляется достаточно заметно. Результаты измерений показывают, что использование демпфирующего диска позволяет снизить уровень звукового давления на 5–12 дБ в высокочастотной области $500 < f < 8000$ ц.

Следовательно, форма и расположение прорезей на демпфирующем диске влияют на спектральное распределение уровня звукового давления при проковке пыльных дисков. Путем подбора формы и расположения этих прорезей можно в определенных пределах изменить спектр излучаемого шума.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 625828 (СССР). Устройство для проковки пыльных дисков/ Н. Н. Черемных, М. П. Чижевский. — Опул. в Б. И., 1978, № 36. [2]. Заборов В. И.,

Клячко Л. Н., Росин Г. С. Защита от шума и вибрации в черной металлургии. — М.: Металлургия, 1976. — 248. [3]. Стахийев Ю. М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 296 с. [4]. Чижевский М. П., Черемных Н. Н. Пути снижения шума в лесопильно-деревообрабатывающем производстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. — 208 с. [5]. Чижевский М. П., Черемных Н. Н. Руководящие материалы по расчету шумности и проектированию противозащитных мероприятий в лесопильно-деревообрабатывающем производстве. — М.: Минлеспрот СССР, 1978. — 366 с.

УДК 674.093.6 : 681.142

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО РАСКРОЯ ДОСОК ТВЕРДЫХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД НА ЗАГОТОВКИ

Б. Л. ГОЛОВИНСКИЙ, М. Н. ФЕЛЛЕР

УкрНИИМОД

Существенный резерв экономного использования древесных материалов — оптимизация их раскроя. Расчет оптимального раскроя досок на заготовки более сложен, чем листовых древесных материалов [3]. Выход заготовок зависит от их номенклатуры и качества, от размеров, формы досок и распределения в них пороков.

Характеристика досок согласно ГОСТу 2695—71 не учитывает их формы и распределения пороков. Поэтому доски, одинаковые по ГОСТу, на самом деле отличаются друг от друга. Нами раскроены три партии дубовых досок одной толщины I, II и III сортов шириной от 400 до 450 мм, длиной 3,5 м. Каждую из досок раскраивали вслепую поперечно-продольным способом на комплект из двух заготовок для мебели и четырех для паркета; для каждой доски подсчитывали полезный выход заготовок.

Показатели	Численные значения показателей для досок сорта		
	I	II	III
Средний процент полезного выхода из партии $M_{ср}$	67,00	65,74	53,54
Среднее квадратичное отклонение полезного выхода σ , %	6,55	9,16	7,08
Коэффициент вариации v , %	9,80	14,00	13,20
Средняя ошибка среднего арифметического m , %	3,81	2,77	1,55

Результаты статистической обработки выхода заготовок из досок каждой партии приведены в таблице. Полученные значения m и $M_{ср}$ показывают, что влияние неучитываемых факторов значительно и что характеристика досок по выходу определяется сортом с низкой достоверностью (например, для I сорта $M_{ср} = 63,19 < 65,74 = M_{ср}$ для II сорта, т. е. достоверность несовпадения средних значений I и II сортов ниже 0,6827 и т. д.). Следовательно, существующее в настоящее время разделение досок по сортам и размерам согласно ГОСТу не может быть принято для точной характеристики досок как объекта для получения заготовок.

С учетом этого доски обследуют небольшими партиями, соизмеримыми со сменной производительностью цеха. Определяют размеры и форму каждой доски, координаты и размеры пороков. Такие партии не требуют специальных помещений и могут быть размещены в самом потоке производства заготовок. Для обследованной партии строят оптимальные схемы раскроя. Решив вспомогательную задачу выбора досок [1], можно предварительно определить, какие доски рационально раскраивать на заготовки заданного размера. Доски разбивали на размерно-качественные группы соответственно размерно-качественной характеристике по ГОСТу. Один из вариантов разделения досок на такие группы приведен в работе [2].

Процесс оптимизации раскроя досок на заготовки можно рассматривать, как состоящий из выбора досок для получения необходимых заготовок и построения оптимальных схем раскроя досок на заготовки. Процесс построения оптимальных схем

раскрой досок включает в себя построение возможных схем раскроя и выбор оптимального способа раскроя. В данной статье рассмотрены вопросы выбора досок для получения необходимых заготовок и выбора оптимального способа раскроя.

Задача выбора досок при раскрое формулируется следующим образом. Пусть требуется получить заготовки 1-, 2-, ..., m -го размера из размерно-качественных групп сырья, причем следует установить, какие группы сырья и на какой комплект заготовок необходимо кроить. Так как заготовки требуемых размеров можно получить из любых размерно-качественных групп сырья, то через x_{kj} ($k = 1, \dots, l; j = 1, \dots, n_k$) обозначим количество сырья (m^3) k -той группы, затрачиваемое на изготовление заготовок при j -том их сочетании.

Если через a_{ikj} обозначить экспериментально полученное количество i -тых заготовок (m^3) из 1 m^3 сырья при j -том сочетании, то количество i -тых заготовок, которое может быть получено при раскрое всего сырья, равно $\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^{n_k} a_{ikj} x_{kj}$.

Для выполнения программы необходимо, чтобы $\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^{n_k} a_{ikj} x_{kj} = b_i$ (где b_i — необходимое количество заготовок i -того размера). Очевидно, общее количество сырья k -той размерно-качественной группы равно $\sum_{j=1}^{n_k} x_{kj}$ и не должно превышать d_k , где d_k — количество сырья (m^3) k -той группы, т. е. $\sum_{j=1}^{n_k} x_{kj} \leq d_k$.

Если c_k — стоимость единицы количества сырья k -той группы, то общая стоимость сырья для производства данной программы заготовок равна $\sum_{k=1}^l c_k \sum_{j=1}^{n_k} x_{kj}$. Эта стоимость должна быть минимальной. Следовательно, математическую модель выбора досок при производстве заготовок можно сформулировать как общую задачу линейного программирования, т. е. необходимо минимизировать линейную форму

$$L = \sum_{k=1}^l c_k \sum_{j=1}^{n_k} x_{kj}$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{n_k} x_{kj} &\leq d_k \quad (k = 1, \dots, l); \\ \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^{n_k} a_{ikj} x_{kj} &= b_i \quad (i = 1, \dots, m); \\ x_{kj} &\geq 0 \quad (j = 1, \dots, n_k; \quad k = 1, \dots, l). \end{aligned}$$

Численная реализация этой модели не представляет трудности и может осуществляться по стандартной программе, например, методом последовательного улучшения плана (симплекс-методом). Решение производственных примеров показало, что снижение стоимости досок для получения необходимых заготовок при оптимальном выборе сырья составляет 4,0—5,0 %.

Рассмотрим задачу выбора оптимальных схем раскроя. Пусть определены размеры и формы l отличных друг от друга досок, а также размеры и расположение порожков. Пусть также дана спецификация требуемых заготовок, т. е. заданы размеры каждой заготовки и необходимое количество ее на один комплект β_i ($i = 1, 2, \dots, m$), где m — количество различных заготовок. По качеству заготовки не разделяли, так как для мебельных предприятий требуются в основном заготовки I сорта. Пусть, кроме того, для каждой доски построено N_k возможных способов раскроя ($k = 1, 2, \dots, l$), а всего $N = \sum_{k=1}^l N_k$ способов. Требуется выбрать такие схемы раскроя, чтобы получить максимум комплектов заготовок (и при этом обеспечить раскрой всех досок).

Обозначим через z_{kj} булевы переменные:

$$z_{kj} = \begin{cases} 1, & \text{если } k\text{-тая доска раскраивается по } j\text{-тому способу;} \\ 0, & \text{если } k\text{-тая доска не раскраивается по } j\text{-тому способу;} \end{cases} \\ (j = 1, 2, \dots, N_k; \quad k = 1, 2, \dots, l),$$

тогда количество k -тых досок, раскраиваемых всеми способами, равно $\sum_{j=1}^{N_k} z_{kj}$, причем для того, чтобы раскраивалась каждая доска, необходимо иметь $\sum_{j=1}^{N_k} z_{kj} = 1$. Через a_{ikj} обозначим количество i -тых заготовок, которые можно получить при раскрое k -той доски по j -тому способу, тогда количество i -тых заготовок, которое можно получить при раскрое k -той доски всеми способами, равно $\sum_{j=1}^{N_k} a_{ikj} z_{kj}$, а при раскрое всей партии — $\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^{N_k} a_{ikj} z_{kj}$, причем для удовлетворения комплектности необходимо, чтобы $\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^{N_k} a_{ikj} z_{kj} = \beta_i Z$ (где Z — количество комплектов требующихся заготовок). Количество комплектов Z должно быть максимальным. Так как все переменные, кроме Z , булевы, то

$$Z = k_0 + \bar{k}_1 = k_0 + \sum_{q=1}^p 2^{q-1} v_q,$$

где v_q может принимать значение 0 или 1 (это и есть цифра из записи числа \bar{k}_1 в двоичной системе счисления, стоящая на $(p-q)$ -том месте); $\bar{k}_1 = v_p v_{p-1} \dots v_1$; $k_0 + \bar{k}_1$ — число заведомо большее, чем максимальное количество комплектов; k_0 вводится лишь для удобства численной реализации модели при уменьшении количества переменных v_q ; оно равно числу меньшему, чем число комплектов, намечаемых быть полученными (всегда можно взять $k_0 = 0$, а \bar{k}_1 — достаточно большим);

$$p = [\log_2(\bar{k}_1 + 1)] + 1.$$

Теперь математическую модель выбора оптимального способа раскроя на заготовки можно сформулировать как задачу целочисленного линейного программирования с булевыми переменными, т. е. необходимо максимизировать линейную форму

$$\Lambda = Z = \sum_{q=1}^p 2^{q-1} v_q \tag{1}$$

при ограничениях

$$\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^{N_k} a_{ikj} z_{kj} - \beta_i \sum_{q=1}^p 2^{q-1} v_q = \beta_i k_0 \quad (i = 1, 2, \dots, m);$$

$$\sum_{j=1}^{N_k} z_{kj} = 1 \quad (k = 1, 2, \dots, l); \tag{2}$$

$$z_{kj} = 0V_1; \quad v_q = 0V_1 \quad (j = 1, 2, \dots, N_k; \quad k = 1, 2, \dots, l; \quad q = 1, 2, \dots, p).$$

Задача (1), (2) имеет большие размеры $\left(\sum_{k=1}^l N_k + p \right) (m + l)$.

Однако на предприятиях обычно при раскрое досок твердых лиственных пород задается комплект из двух мебельных заготовок одинаковых сечений и разной длины четырех-пяти заготовок для паркета. В этом случае размеры задачи могут быть значительно уменьшены, а значит и сокращено время машинного счета. Так как при этом $N_k = 2$, то из уравнения (2) имеем, что $z_{k1} + z_{k2} = 1$. Подставив $z_{k1} = 1 - z_{k2}$ в выражения (1), (2) получим, что размеры задачи уменьшились до $l + p$. Численная реализация модели даже в этом случае представляет значительные трудности. Так как количество i -той заготовки, получаемое при раскрое партии, значительно меньше, чем общее требуемое количество, то обозначив через ϵ_i допустимое отклонение от количества i -тых заготовок во всех комплектах, уравнения (1), (2) можно записать в виде, более гарантирующем получение решения, т. е. необходимо максимизировать линейную форму

$$\Lambda = \sum_{q=1}^p 2^{q-1} v_q$$

при ограничениях

$$-\varepsilon_i \leq \sum_{k=1}^l (a_{ik2} - a_{ik1}) z_{k2} + \sum_{k=1}^l a_{ik1} - \beta_i k_0 - \beta_i \sum_{q=1}^p 2^{q-1} v_q \leq \varepsilon_i;$$

$$z_{k2} = 0 V_1; \quad v_q = 0 V_1 \quad (k = 1, 2, \dots, l; \quad q = 1, 2, \dots, p);$$

$$\varepsilon_i \geq 0, \text{ целое } (i = 1, 2, \dots, m).$$

Заметим, что если отклонение от количества i -тых заготовок $\beta_i Z$ недопустимо, то полагаем $\varepsilon_i = 0$. Задачу можно решить, например, «булевым методом».

Произведенный расчет показал возможность увеличения выхода заготовок при выборе оптимальных схем раскроя на 3—5 % по сравнению с раскром в производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Головинский Б. Л., Феллер М. Н. Некоторые вопросы рационального выбора древесного сырья при производстве пилопродукции методом линейного программирования. — В кн.: Автоматизация и механизация процессов деревообработки. Киев, 1967. [2]. Демченко К. В., Осипенко В. А. Использование буковой древесины на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях Украинской ССР. — Киев: Гостехиздат УССР, 1963. [3]. Феллер М. Н. Оптимизация раскроя листовых древесных материалов на ЭВМ. — Деревообаб. пром-сть, 1970, № 12.

УДК 547.992.3

ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП ЛИГНИНА КЛАСОНА, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ ДРЕВЕСИНЫ, ПОДВЕРГНУТОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКЕ

Г. Ф. ПОТУТКИН

Архангельский лесотехнический институт

Информация о термической устойчивости функциональных групп лигнина в условиях нагревания древесины весьма ограничена [2, 5, 6]. Показано [5], что при высокотемпературной сушке древесины наблюдаются химические изменения ее компонентов, в том числе и лигнина.

Для исследований мы брали препараты лигнина, полученные из проэкстрагированных эфиром древесных опилок (фракция 0,25—0,50 мм) сосны. Метод выделения препаратов лигнина указан в работе [4], а их химическая характеристика представлена в таблице.

Функциональные группы	Численные значения функциональных групп лигнина из древесины	
	высокотемпературной сушки	исходной
Карбоксильные, мг. экв/г	0,91	0,82
Общие кислые, мг. экв/г	3,20	2,70
Фенольные, мг. экв/г	2,19	1,88
Метоксильные, %	15,55	15,58
Общие гидроксильные, %	8,11	9,18
Карбонильные, мг. экв/г	0,62	1,02
Спиртовые гидроксильные, %	4,40	6,00

Содержание карбоксильных групп определено кальцийацетатным методом [3, с. 68], общих кислых групп — барийхлоридным способом [3, с. 64], фенольных гидроксидов — по разности между содержанием общих кислых и карбоксильных групп, метоксидов — по методу Фибека и Шваппаха [3, с. 15—23], общих гидроксильных групп — методом ацетилирования [3, с. 48], карбонильных групп — методом оксимирования [1]; спиртовых гидроксидов — по разности.

Результаты показали, что лигнины, выделенные из исходной древесины и древесины, подвергнутой высокотемпературной сушке, значительно различаются. В лигнинах, полученных из обработанной древесины, содержится значительно большее количество карбоксильных групп, что объясняется окислением компонентов древесины при сушке. Этим же объясняется увеличение содержания общих кислых групп. Возрастание количества фенольных гидроксидов в лигнине из термически обработанной древесины связано с деструкцией эфирных алкил-арильных связей молекул лигнина.

Метоксильные группы наиболее термически устойчивы, содержание их практически не изменяется. Спиртовые гидроксильные группы лигнина наименее устойчивы к действию повышенной температуры, количество их уменьшается почти на 30 %. Видимо, в первую очередь изменяются реакционноспособные бензилспиртовые группы. Содержание карбонильных групп в лигнине, выделенном из древесины, подвергнутой высокотемпературной сушке, снижается, следовательно, они неустойчивы.

Таким образом, нами установлено, что при высокотемпературной сушке древесины происходят не только количественные, но и качественные изменения отдельных компонентов древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Богомолов Б. Д., Пальмова С. Б., Гельфанд Е. Д. О карбонильных группах щелочных лигнинов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1968, № 2, с. 139—142. [2]. Домбург Г. Э., Шарапова Т. Е. Процесс образования промежуточных структур при термических превращениях лигнинов. I. Изменения в составе функциональных групп. — Химия древесины, 1978, № 3, с. 31—38. [3]. Закис Г. Ф., Можейко Л. Н., Телышева Г. М. Методы определения функциональных групп лигнина. — Рига, 1975, с. 174. [4]. Потуткин Г. Ф., Ширяева Л. В. Изменения химических компонентов древесины при высокотемпературной сушке. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 5, с. 127—129. [5]. Сергеева В. Н., Яунземе В. Р. Изменение сернокислотного лигнина при нагревании его в высоком вакууме. — Науч. тр./ Ин-т лесохозяйственных проблем и химии древесины АН Латв. ССР, 1962, вып. 24, с. 39—42. [6]. Термостойчивость структурных связей и функциональных групп лигнина/ Домбург Г. Э., Сергеева В. Н., Жейбе Г. А. и др. — В кн.: Химия и использование лигнина. Рига, 1974, с. 349—358.

УДК 630*813.13

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ, НАБУХШИХ В ЖИДКОМ АММИАКЕ

В. А. КАЛАШЕВ

ВНПОбумпром

При получении эфиров целлюлозы большое значение имеет скорость реакции этерификации, которая в значительной степени зависит от доступности целлюлозы и размеров ее внутренней поверхности. Одним из путей увеличения внутренней поверхности целлюлозы может быть способ, основанный на предварительном набухании ее с последующим инклюдированием органическими жидкостями. Для набухания целлюлозы с целью ее активации предлагаются различные реагенты: вода, водные растворы щелочей, солей, кислот, органические вещества.

Значительное набухание целлюлозных волокон наблюдается при обработке жидким безводным аммиаком [3]. Но обработка целлюлозы только жидким аммиаком без последующей стабилизации разрыхленной структуры каким-либо органическим растворителем не дает значительного эффекта при ее этерификации. Изучая реакционную способность хлопковой целлюлозы, набухшей в жидком аммиаке и инклюдированной хлороформом, проф. В. И. Шарков с сотрудниками [2] методом этанолиза определили, что при данной обработке происходит почти трехкратное увеличение количества рыхлой фракции.

Применение метода инклюдирования хлороформом древесной целлюлозы, набухшей в жидком аммиаке, дает эффект повышения реакционной способности и при гетерогенном ацетилировании.

Принимая во внимание, что молекула аммония проникает в структуру волокна не только вдоль концентрических колец, как в случае с водой, но также радиально поперек колец [3], можно предположить, что набухание целлюлозы в аммиаке происходит несколько интенсивнее, чем в воде.

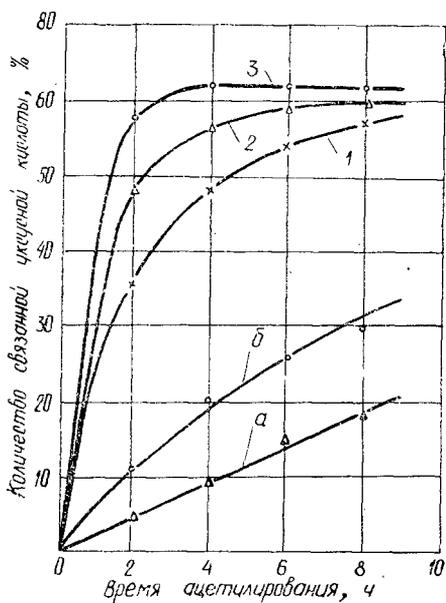


Рис. 1. Кинетика процесса ацетилирования образцов целлюлозы исходной (а); обработанной жидким аммиаком и высушенной (б); набухшей в жидком аммиаке, который вытеснялся диэтиленгликолем (1), глицерином (2), этиленгликолем (3).

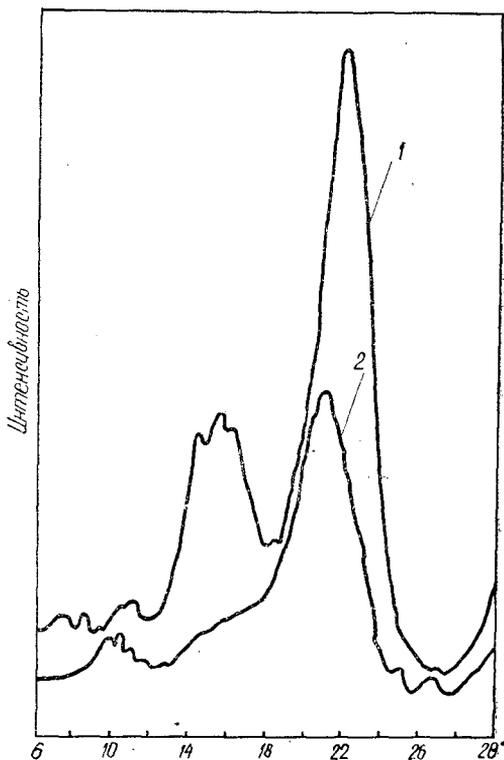


Рис. 2.

В работах, проведенных в ЛТА под руководством В. И. Шаркова [1], показано, что применение многоатомных спиртов для активации хлопковой целлюлозы, набухшей в воде, во много раз увеличивает реакционную способность. Поэтому интересно изучить влияние обработки древесной целлюлозы жидким безводным аммиаком с вытеснением последнего простейшими многоатомными спиртами на ее реакционную способность.

С этой целью целлюлозу обрабатывали жидким аммиаком в течение 1 ч при температуре -35°C , после чего аммиак вытесняли этиленгликолем, из другого образца — диэтиленгликолем. Целлюлозу, набухшую в жидком аммиаке, обрабатывали глицерином, затем отжимали до 2,5-кратной массы и сушили при 105°C . Активированную целлюлозу подвергали гетерогенному ацетилированию в среде, состоящей из смеси бензола и уксусного ангидрида в соотношении 75 : 25. В качестве катализатора использовали хлорную кислоту в количестве 0,5 % от массы сухой целлюлозы, температура ацетилирования $+45^{\circ}\text{C}$.

Результаты представлены на рис. 1, из которого видно, что произошло значительное увеличение скорости ацетилирования в сравнении с исходной целлюлозой и целлюлозой, обработанной только жидким аммиаком и высушенной. Эффект повышения реакционной способности целлюлозы можно объяснить глубоким проникновением молекулы многоатомного спирта в структуру набухшей в жидком аммиаке целлюлозы, в результате чего такая целлюлозная решетка становится намного доступней, чем исходная. Высокая температура кипения многоатомных спиртов позволяет в процессе сушки инклюдированного образца стабилизировать целлюлозу в форме, доступной для проникновения этерифицирующего агента.

Для выяснения изменений в надмолекулярной структуре образца целлюлозы, полученного в результате вышеуказанной обработки, применили рентгенографический

метод. Исследования проводили на дифрактометре ДРОН-1, $U = 28$ кВ, $I = 24$ мА, $\lambda = 1,54$ Å; излучающая трубка — медная, скорость развертки $1^\circ/\text{мин}$.

На рис. 2 представлены дифраграммы образцов исходной сульфитной целлюлозы (1) и целлюлозы, обработанной жидким аммиаком и инклюдированной этиленгликолем (2).

Дифраграммы показывают, что в результате вытеснения жидкого аммиака из набухшей целлюлозы этиленгликолем значительно снижается интенсивность в областях 002 и 101 с уменьшением рефлекса в области 101 до угла $2\theta = 10^\circ$, из чего можно заключить, что лучшее проникновение инклюдирующего агента — в области 101. Такое проникновение не влечет за собой изменения кристаллита целлюлозы, но раздвигает структуру волокна в поперечном направлении.

Это подтверждает вывод В. И. Шаркова о том, что разрушение структуры целлюлозы химическим или механическим способом менее действенно для повышения ее реакционной способности, чем возможность активации методами, не способствующими разрушению ее кристаллической решетки. Это в большей мере относится к древесной целлюлозе для химической переработки, имеющей степень полимеризации значительно ниже, чем природная целлюлоза.

Сопоставляя скорости ацетилирования целлюлозы, обработанной многоатомными спиртами, можно заключить, что с увеличением углеродной цепи спирта затрудняется его проникновение в структуру волокна, и, следовательно, снижается скорость реакции этерификации.

Таким образом, применение простейших многоатомных спиртов для активации древесной целлюлозы, набухшей в жидком аммиаке, резко увеличивает ее реакционную способность к гетерогенному ацетилированию.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Активация хлопковой целлюлозы многоатомными спиртами с целью увеличения ее реакционной способности при ацетилировании/ Шарков В. И., Дмитриева О. А., Федотов Ю. М., Молодова Т. П. — Науч. тр. ЛТА, 1971, № 137, с. 40—45.
[2]. Шарков В. И., Дмитриева О. А., Потапова Н. П. Инклюдирование целлюлозы, набухшей в жидком аммиаке.—ЖПХ, 1961, 34, с. 1133—1139. [3]. Lewin M., Roldan L. Влияние жидкого безводного аммония на структуру и морфологию хлопковой целлюлозы. — J. Polymer Sci. Part C., 1971, 36, с. 213—229.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 06.091.5

**УРАЛЬСКОМУ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОМУ ИНСТИТУТУ
ИМ. ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА — 50 ЛЕТ***Е. И. КАЗАНЦЕВ*

Вопрос о необходимости создания на Урале высшего учебного заведения лесного профиля не раз возникал в дореволюционный период. Однако решен он был только после Великого Октября. 19 октября 1920 г. В. И. Ленин подписал декрет Совнаркома «Об учреждении в г. Екатеринбурге Уральского государственного университета». Одним из факультетов политехнического института, входившего в состав Государственного университета, стал инженерно-лесной, а затем лесопромышленный.

В связи с претворением в жизнь курса партии на индустриализацию страны, принятого XIV съездом ВКП(б), резко возросла потребность и в инженерно-технических лесных кадрах. Уральский обком ВКП(б) в письме от 11 февраля 1930 г. Центральному Комитету партии «По вопросу о кадрах лесного хозяйства и лесной промышленности» отмечал, что острая нехватка специалистов лесотехнического профиля тормозит развитие всей промышленности на Урале. В письме давалось глубокое обоснование необходимости быстрее открытия в г. Свердловске лесотехнического института «для полного решения вопроса о кадрах».

Приказом ВСНХ РСФСР от 5 мая 1930 г. и Постановлением ЦИК и СНК СССР от 23 июля 1930 г. на базе лесопромышленного факультета Уральского политехнического института был организован Уральский лесотехнический институт. Вначале институт имел четыре отделения: лесоэксплуатационное, лесоинженерное, лесохимическое и лесомеханическое, на которых училось 350 студентов. За первые 10 лет своего существования институт подготовил 700 специалистов. В трудные годы Великой Отечественной войны институт подготовил около 500 инженеров.

Свой вклад в дело разгрома врага внесли ученые института. Они приняли активное участие в работе Комиссии АН СССР по мобилизации ресурсов Урала, Западной Сибири и Казахстана на нужды обороны. По заданию Наркомата лесной промышленности СССР была выполнена работа по комплексной теме: «Рационализация лесного хозяйства Урала в связи с обороной страны». Коллектив кафедры лесохимических производств под руководством лауреата Государственной премии СССР проф. В. Н. Козлова разработал эффективный метод получения твердого древесного горючего для обогрева моторов винтовой группы самолетов в условиях зимнего времени. Были выполнены и другие важные работы, имевшие оборонное значение. В это суровое время коллектив института гостеприимно принял у себя профессоров, преподавателей и студентов Ленинградской лесотехнической академии и Белорусского лесотехнического института, эвакуированных в Свердловск. Совместными усилиями они вместе со всем советским народом дружно ковали победу. В годы войны было положено начало созданию лесохозяйственного факультета.

В 1942—1944 гг. кафедрой ботаники и дендрологии института заведовал чл.-кор. АН СССР В. Н. Сукачев. В эти годы он начал разраба-

тывать новое направление в ботанической науке — биогеоценологию и в 1944 г. опубликовал первую статью, посвященную этой теме. В 1943 г. В. Н. Сукачев был избран академиком АН СССР.

В послевоенные годы Уральский лесотехнический институт стал одним из крупнейших вузов страны лесотехнического профиля. В настоящее время в институте учатся 7200 студентов, в том числе 2370 на заочном факультете, имеется подготовительное отделение, на котором обучается 200 слушателей.

Подготовка инженерных кадров ведется на семи факультетах, 37 кафедрах, по 11 специальностям. За последние годы в институте созданы три новые кафедры: физико-химической технологии защиты биосферы; физиологии, научной организации труда и управления; вычислительной техники. Открыт прием студентов на новые специальности: технология рекуперации вторичных материалов промышленности; автомобили и автомобильное хозяйство. Институт готовит инженеров-механиков, технологов, химиков, экономистов лесной промышленности и лесного хозяйства.

Подготовкой и воспитанием молодых специалистов занимается большой коллектив ученых. В их числе 17 профессоров, докторов наук, 227 доцентов, кандидатов наук. Среди них известные в стране ученые: Н. А. Коновалов, Д. А. Беленков, С. И. Ремпель, Ю. Д. Силуков, А. Б. Шаевич, М. М. Корунов и др. Труды ученых института широко известны не только в СССР, но и за рубежом. Так, на болгарском и польском языках издан учебник, подготовленный коллективом преподавателей кафедры «Тяговые машины», на английском языке издана монография М. М. Корунова «Расчет ледяных переправ», на вьетнамском языке — книга Н. А. Коновалова и Е. П. Пугача «Основы лесной генетики и селекции» и др.

Ежегодный выпуск молодых специалистов в настоящее время составляет 900—1000 человек. За период своей деятельности институт подготовил свыше 18 тыс. инженеров для народного хозяйства и направил их на работу на предприятия Урала, Сибири и Дальнего Востока. Институт гордится своими питомцами. Среди выпускников института много видных руководителей промышленности: Н. В. Тимофеев — министр лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР, Н. Г. Багаев — заведующий отделом Совета Министров СССР, Б. А. Беликов и М. И. Бусыгин — заместители министра целлюлозно-бумажной промышленности СССР, И. К. Пронин — первый заместитель министра лесной и деревообрабатывающей промышленности Казахской ССР, С. Т. Моисеенко — министр лесного хозяйства Белорусской ССР и др. Среди выпускников — Герой Советского Союза доц. А. А. Шевелев, Герой Социалистического труда А. А. Дыбцын — директор Котласского целлюлозно-бумажного комбината, Герой Социалистического труда А. Я. Сафонов — управляющий трестом Камлесосплав и др.

Многие выпускники стали партийными, комсомольскими и профсоюзными работниками, директорами и главными инженерами многих лесопромышленных предприятий и научно-исследовательских организаций Урала, Сибири и Дальнего Востока. Научно-педагогические работники и студенты института принимают активное участие в становлении и развитии промышленности страны.

Учеными института совместно с инженерно-технической общественностью разработана и внедрена технология заготовки и трелевки леса хлыстами тракторами С-60 и СТ-65 в 1940—1941 гг. в Тугулымском и Скородумском леспромхозах Свердловской области. В дальнейшем этот метод получил широкое внедрение в лесной промышленности. Под ру-

ководством В. Н. Козлова разработана технология и конструкция непрерывно действующей углевыжигательной печи. По этой технологии в настоящее время действует построенный в 1947 г. Верхне-Синячихинский лесохимический завод. В 1959 г. С. И. Рахмановым создана первая на Урале полуавтоматическая линия по разделке хлыстов на складах, примыкающих к узкоколейным железным дорогам, установленная в 1960 г. в Отрадномском леспромхозе комбината Свердловлес. В 1960 г. разработаны теоретические основы создания запасов хлыстов на верхних и нижних складах, а также перевозка леса хлыстами в вагонах широкой колеи, получивших широкое распространение на предприятиях лесной промышленности. М. М. Коруновым разработана теория ледяных переправ. Под руководством Л. А. Шабалина разработаны новые конструкции узлов лесопильных рам. Их внедрение в 1976—1978 гг. на заводе «Северный коммунар», Даниловском заводе деревообрабатывающих станков позволило получить экономический эффект в сумме 1,7 млн. р.

Объем научно-исследовательских работ, выполняемых коллективом института за последние 5 лет, вырос до 1,8 млн. р. в год. От внедрения 147 научных рекомендаций в производство только за 4 года десятой пятилетки получена экономия в сумме 20,4 млн. р. Получено 97 авторских свидетельств.

В 1976—1979 гг. преподавателями и сотрудниками института защищено 6 докторских и 40 кандидатских диссертаций, в том числе по общественным наукам 2 докторские и 10 кандидатских диссертаций.

В ответ на решения XXIV и XXV съездов КПСС, ЦК КПСС, СМ СССР, Верховных Советов СССР и РСФСР об охране природы институт уделяет большое внимание этой проблеме. Кафедра политической экономии под руководством В. Ф. Бартова одной из первых в стране стала заниматься политэкономическими проблемами охраны природы. Развернуты широкие исследования в области повышения продуктивности лесов, рационального использования растительного и другого природного сырья, созданию малоотходных технологий. Организована новая природоохранительная специальность, на всех других специальностях читается курс охраны природы. Около 70 % студентов и преподавателей являются членами Всесоюзного общества охраны природы.

По итогам конкурса в 1978 г. институт занял первое место среди высших и средних специальных учебных заведений Свердловской области по научному и практическому разрешению вопросов охраны природы.

Важная задача — подготовка будущих специалистов к творческой научной деятельности. Более 70 % студентов занимаются научным творчеством в различных формах. Студенческое конструкторское бюро института — одно из старейших в городе.

В институте ведется большая работа по трудовому, идейному и нравственному воспитанию студентов, преподавателей, рабочих и служащих. Комсомольская организация института активно участвует в трудовых делах страны. В течение ряда лет студенты занимаются строительством объектов лесопромышленных предприятий Свердловской области.

Составная часть идеологической работы и нравственного воспитания студентов в институте — общественно-политическая практика. Ее введение в 1971 г. привело к значительному оживлению общественной активности студентов. Только за 1978/79 гг. студентами проведено более 3000 лекций и бесед по общественным и естественнонаучным вопросам. В институте с 1971 г. работает факультет общественных профессий, ос-

новой задачей которого является усиление идейно-политического воспитания студентов, их всестороннего развития и подготовки молодых специалистов к активной общественной деятельности. На 21 отделении факультета занимается 1300 человек.

Значительная работа проводится по физическому, эстетическому, гуманитарному воспитанию студентов. Спортивный коллектив института — один из сильнейших среди вузов Урала.

По итогам работы за 1977 г. в честь 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции Коллегией Минвуза РСФСР и республиканским комитетом профсоюза работников просвещения, высшей школы и научных учреждений институт награжден переходящим Красным знаменем и первой денежной премией за победу в смотре-конкурсе вузов на лучшую организацию быта, труда и отдыха студентов; Минвузом СССР, ЦК профсоюза и ЦК ДСО «Буревестник» студенческому спортивному лагерю института было присуждено первое место среди вузов РСФСР и третье место среди вузов СССР.

За успешное выполнение и перевыполнение плановых заданий 1977 и 1978 гг. институт награжден Почетными грамотами Минвуза СССР и ЦК профсоюза, а также грамотой и денежной премией Минвуза РСФСР и Республиканского комитета профсоюза за первое место в социалистическом соревновании среди вузов Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР (1977 г.). Призыв комсомольцев вернуть борьбу за присвоение институту имени Ленинского комсомола сыграл плодотворную роль в повышении активности всех студенческих академических групп, кафедр, факультетов и других подразделений института. Движение за звание имени Ленинского комсомола вылилось в соревнование между группами, кафедрами и факультетами. По итогам работы в 1978 г. институт занял первое место среди вузов Минвуза СССР в смотре-конкурсе на лучшую организацию труда, быта и отдыха студентов и четвертое место во Всесоюзном соревновании вузов. Начиная с 1960 г. институт восемь раз выходил победителем такого конкурса среди вузов Минвуза РСФСР и СССР.

Отмечая 50-летие своего вуза, профессорско-преподавательский состав, студенты, рабочие и служащие полны решимости принять все меры по дальнейшему улучшению качества подготовки кадров, усилению их коммунистического воспитания, повышению эффективности научных исследований, как этого требует постановление ЦК КПСС и СМ СССР «О дальнейшем развитии высшей школы и повышении качества подготовки специалистов».

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 658.5(049.3)

НОВОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Издательством «Лесная промышленность» в 1979 г. выпущено учебное пособие «Организация, планирование и управление предприятиями лесной промышленности», подготовленное коллективом авторов: В. Г. Золотогорым, И. И. Пищом, А. И. Смирновой, В. Л. Цывиным, В. А. Ильиным под редакцией В. Г. Золотогорова.

Глубина охвата рассматриваемых тем делает данное пособие очень полезным не только для студентов специальностей «Лесоинженерное дело» и «Машины и механизмы лесной промышленности», но и для широкого круга работников лесной промышленности. Постановка в излагаемом материале проблемных вопросов (прогнозирование развития отрасли, лесопромышленные комплексы и др.) поможет работникам лесной промышленности более творчески решать задачи, стоящие перед лесной промышленностью и лесным хозяйством.

Учебное пособие включает 12 глав. В главе 1 общие положения о социалистическом промышленном предприятии тесно увязываются с конкретными задачами предприятий лесной промышленности, ставится проблемный вопрос комплексного развития лесного хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленности, даются рекомендации по оптимальной структуре предприятий лесной промышленности.

Главы 2 и 3 посвящены вопросам организации производственного процесса и использования средств производства на предприятиях лесной промышленности. Комплексное обоснование организации всех видов производств поможет студентам и специалистам лесной промышленности выбрать оптимальные варианты организации производственного процесса и на этой основе решать вопросы более эффективного использования средств и предметов труда на предприятиях.

Для студентов специальности «Машины и механизмы лесной промышленности» и инженеров-механиков леспромхозов необходим обобщенный материал по организации и планированию технического обслуживания и ремонта оборудования. Эти вопросы с учетом последних методических рекомендаций обстоятельно изложены в главах 4 и 9. В главе 4 рассматриваются достоинства и недостатки всех форм и методов организации технического обслуживания и ремонта оборудования, а в главе 9 излагается методика планирования этих работ, приводится нормативно-справочный материал. Вопросы научной организации труда, технического нормирования и организации оплаты труда соответственно излагаются в главах 5, 6 и 7. В них четко прослеживается важная задача получения основного прироста объемов производства продукции за счет роста производительности труда. Даются конкретные рекомендации по научной организации труда, разработке и широкому использованию технически обоснованных норм выработки и организации оплаты труда на предприятиях лесной промышленности. Приведенный в главе 7 справочный материал может быть широко использован как в учебном процессе студентов (курсовое и дипломное проектирование), так и в практической работе специалистов.

В главах 8 и 10 изложены теоретические, методические и практические вопросы технико-экономического, оперативно-производственного планирования и хозяйственного расчета. Изложение материала с использованием сквозного примера позволит студентам быстрее усваивать материал и использовать его в практической деятельности при разработке планов на предприятиях. Глава 11 посвящена основам учета и отчетности, глава 12 — управлению предприятием. В рецензируемом пособии имеются и определенные недоработки. Недостаточно рассмотрен анализ технико-экономических показателей хозяйственной деятельности предприятия, цеха. При подготовке инженеров-механиков следовало бы больше внимания уделять вопросам технической подготовки производства, организации и планированию работы ремонтных и машиностроительных предприятий, математическим методам в планировании.

По нашему мнению, учебные пособия и учебники следует готовить для каждой специальности в отдельности, что позволит избежать некоторых повторений, изложить материал более целенаправленно. В целом учебное пособие несомненно заслуживает одобрения, будет способствовать дальнейшему улучшению подготовки инженерных кадров для лесной промышленности и найдет практическое применение в работе специалистов.

П. И. Некрашевич
Минлеспром БССР

ЮБИЛЕИ

ЮБИЛЕИ ПРОФЕССОРА
ЮРИЯ ГРИГОРЬЕВИЧА БУТКО

11 апреля 1980 г. исполнилось 60 лет со дня рождения крупного ученого в области технологии целлюлозы, доктора технических наук, профессора Юрия Григорьевича Бутко.

В 1938 г. Ю. Г. Бутко поступил на химико-технологический факультет Ленинградской лесотехнической академии. В 1941 г. он добровольцем уходит на фронт. В 1944 г. вступает в ряды КПСС.

После окончания Лесотехнической академии Ю. Г. Бутко работал на Светогорском целлюлозно-бумажном комбинате, а с 1948 г. — в Ленинградском технологическом институте ЦБП. Здесь он прошел путь от аспиранта до заведующего кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства и декана технологического факультета. В 1952 г. Ю. Г. Бутко защитил кандидатскую диссертацию, а в 1975 г. — докторскую, в 1956 г. он получил ученое звание доцента, а в 1977 г. — ученое звание профессора.

Юрий Григорьевич — талантливый педагог. За годы своей преподавательской деятельности он подготовил тысячи инженеров для целлюлозно-бумажной промышленности. Его ученики успешно работают и в центральном аппарате Минбумпрома, и на крупных целлюлозно-бумажных комбинатах, и в проектных институтах. Среди его учеников — доктора и кандидаты наук.

Ю. Г. Бутко — крупный ученый, более 30 лет работающий в области теории и технологии производства целлюлозы, автор более 150 научных трудов. Проф. Ю. Г. Бутко возглавляет комплексную проблемную лабораторию в ЛТИ ЦБП, где ведутся фундаментальные работы по теории и технологии кислородно-щелочных способов получения волокнистых полуфабрикатов.

Имя проф. Ю. Г. Бутко широко известно за рубежом. Он неоднократно участвовал в работе международных симпозиумов, направлялся в научные командировки в Финляндию и Чехословакию. Под его руководством подготовлено 15 кандидатов наук, в том числе из Народной республики Болгарии. Много сил и времени Юрий Григорьевич отдает научно-организаторской работе. Он член редколлегии «Лесного журнала», член Научного совета АН СССР по проблеме «Химия древесины и ее основных компонентов», председатель секции целлюлозы Ленинградского областного правления научно-технического общества бумажников, член секции по лесу и его переработке Научно-методического совета Минвуза СССР, член научно-методической комиссии по химической технологии древесины Научно-методического совета Минвуза СССР, Научно-технического совета Минбумпрома, НТС ВНИОбумпрома.

Большое внимание Юрий Григорьевич уделяет аттестации научных кадров, являясь членом ряда специализированных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций, а также выполняя ряд ответственных поручений Высшей аттестационной комиссии при Совете Министров СССР.

Поздравляя Юрия Григорьевича со славным юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, счастья и новых больших успехов в его плодотворной педагогической, научной и общественной деятельности.

Редакционная коллегия «Лесного журнала» присоединяется к поздравлениям.

А. Ф. Каменев

Ленинградский технологический институт ЦБП

Редакционная коллегия «Лесного журнала»



СОДЕРЖАНИЕ

<i>И. А. Чудинов.</i> Учиться ленинскому стилю работы	5
<i>Е. Д. Федотова.</i> Север Европейской России в трудах В. И. Ленина (дооктябрьский период)	8

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>П. Н. Львов, Л. Ф. Ипатов, Р. Н. Климов, А. А. Плохов.</i> К вопросу использования арборицидов для разреживания смешанных молодняков	13
<i>Н. А. Коновалов, В. А. Щавровский, М. М. Сурин, А. Л. Клебанов, В. В. Удильов, О. А. Петерсон.</i> Повышение продуктивности хвойных лесов Урала	16
<i>С. В. Соколов.</i> Особенности показателей обобщенного распределения числа стволов модальных сосновых древостоев	23
<i>С. А. Мочалов, В. М. Еремин.</i> Особенности анатомического строения коры и смолопродуктивность различных форм ели сибирской	26
<i>К. Б. Ботпанаева.</i> Влияние сернистого ангидрида на состояние пигментной системы изолированной зеленой хвои ели	30

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>В. Н. Меньшиков.</i> Влияние таксационных показателей лесосек на производительность тракторов при работе с подсортировкой	35
<i>Л. Ф. Марченко.</i> Перераспределение радиальных реакций на колеса автовоза при движении на повороте	38
<i>А. Ф. Петров.</i> К вопросу совершенствования привода лесотранспортной установки с тягово-несущим канатом	43
<i>В. А. Чернцов, В. А. Александров.</i> Исследование динамической нагруженности формовщика плотов береговой сплотки	46

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Б. В. Ковылов, Ю. В. Новоселов, В. Т. Шнырев.</i> Способ измерения влажности стружки	51
<i>П. М. Мазуркин.</i> Мощность, затрачиваемая на фрикционную обработку древесины	55
<i>А. А. Потай.</i> Влияние температуры резания на затупление и износ дисковых пил при пилении прессованной древесины	59
<i>Т. П. Стукова, Л. Г. Невзорова, М. И. Колесникова, Н. Я. Малаховец.</i> Определение границ диапазона частот запретных зон рубительных машин МРН-25, МРН-40, МРН-100	63
<i>Т. А. Носовский.</i> Оценка напряжений в зоне резания при обработке древесины	67

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Т. В. Сухая, А. Д. Алексеев, В. Н. Марцуль, В. К. Онисько.</i> Физико-химический состав сточных вод производства древесноволокнистых плит при замкнутой системе водопотребления	70
<i>А. И. Чернодубов, Р. И. Дерюжкин, Р. Д. Колесникова.</i> Суточная динамика выхода и содержания компонентов эфирного масла из хвои сосны обыкновенной	74
<i>А. И. Бучнева, А. Е. Чаадаев, Н. Н. Буренина.</i> ИК-спектроскопия лигнина, модифицированного церезином	76
<i>В. П. Чертовская, Ю. Г. Хабаров.</i> Метод определения экстрагируемых веществ в сточных водах целлюлозно-бумажного производства	78
<i>И. А. Гамова, Л. И. Лихачева, Л. А. Юдинцева, Л. Н. Афанасьева.</i> Прессованные материалы из опилок и каучуковых синтетических латексов. Изучение механизма образования полимердревесного материала	80
<i>В. Ф. Корытцева, Ю. В. Водзинский, В. З. Латыпова, Ю. М. Каргин.</i> О механизме электроокисления гваякола и лигнина на графитовом электроде	82

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

<i>Л. В. Ефимов, В. И. Альбрехт, В. И. Потапов.</i> Определение некоторых показателей древесного полога по аэроснимкам с помощью ЦВМ	86
<i>И. В. Турлай.</i> Модели обслуживания судов в лесном парку	88
<i>В. А. Мельник.</i> Исследование движения механизма приводного бревносбрасывателя на АВМ	92

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Т. С. Лобовиков.</i> Об исчислении транспортных издержек при сравнении вариантов решения крупных проблем размещения лесной промышленности	96
<i>Е. С. Романов.</i> Об оптимизации внутригодового распределения объемов заготовки и вывозки леса	100
<i>С. В. Соколов.</i> Пути улучшения использования лесопродукции, получаемой от рубок ухода	104
<i>М. Д. Каргополов.</i> Установление согласованных сортиментных планов лесозаготовительных предприятий методом пропорциональных приращений на ЭВМ	107

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

<i>Н. Я. Сотонин.</i> Определение основных параметров валковой дробилки для дробления отходов лесозаготовок (сучьев и вершин)	112
<i>Ю. А. Попов.</i> Влияние изреживания и рубки древостоя на транспирационный расход в листовенно-еловых фитоценозах	115
<i>В. Р. Карамышев, П. С. Нартов.</i> К выбору параметров новой фрикционной предохранительной муфты лесных машин	116
<i>Л. В. Ельков, В. А. Шамаев.</i> Равновесная влажность пластифицированной мочевиной древесины	119
<i>В. И. Санев, М. Ю. Варакин.</i> О влиянии нагрева на вибрационные характеристики ленточных пил	121
<i>Н. Н. Черемных, М. П. Чижевский, А. Н. Петров.</i> Снижение шума при проковке пильных дисков на наковальне	123
<i>Б. Л. Головинский, М. Н. Феллер.</i> Некоторые вопросы расчета оптимального раскроя досок твердых листовенных пород на заготовке	125
<i>Г. Ф. Потуткин.</i> Изменения функциональных групп лигнина Класона, выделенного из древесины, подвергнутой высокотемпературной сушке	128
<i>В. А. Калашев.</i> Применение многоатомных спиртов для активации древесных целлюлоз, набухших в жидком аммиаке	129

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

<i>Е. И. Казанцев.</i> Уральскому лесотехническому институту им. Ленинского комсомола — 50 лет	132
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

<i>П. И. Некрашевич.</i> Новое учебное пособие для инженеров лесной промышленности	136
--	-----

ЮБИЛЕИ

<i>А. Ф. Каменев.</i> Редакционная коллегия «Лесного журнала». Юбилей профессора Юрия Григорьевича Бутко	137
--	-----

Рефераты	142
--------------------	-----

CONTENTS

<i>I. A. Ghudinov</i> . To learn Lenin's working style	5
<i>E. D. Fedotova</i> . The North of European Russia in V. I. Lenin's works (pre October period)	8

FORESTRY

<i>P. N. Lvov, L. F. Ipatov, P. N. Klimov, A. A. Plokhov</i> . On the problem of using arborecides for thinning mixed young stands	13
<i>N. A. Kononov, V. A. Shchavrovsky, M. M. Surtin, A. L. Klebanov, V. V. Uditlov, O. A. Peterson</i> . Increase of productivity of conifer stands in the Yrals	16
<i>S. V. Sokolov</i> . Peculiarities of indices of general trunk number distribution of model pine stands	23
<i>S. A. Mochalov, V. M. Eremin</i> . Peculiarities of bark anatomy and gum productivity of different forms of <i>Picea obovata</i> Ledeb.	26
<i>K. B. Botpanaeva</i> . SO ₂ influence on the state of pigment system of isolated green pine needles tissue	30

FOREST EXPLOITATION

<i>V. N. Menshikov</i> . Influence of timber grading on the efficiency of skidding tractors	35
<i>P. F. Marchenko</i> . Redistribution of radial reactions to autotruck wheels when moving at the bend of the road	38
<i>A. F. Petrov</i> . On the problem of improving the drive of timber-transporting installation with pulling and bearing cable	43
<i>V. A. Cherntsov, V. A. Alexandrov</i> . Analysis of dynamic loading of raft making machine at bank rafting	46

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>B. V. Kovylov, Yu. V. Novoselov, V. T. Shnyrev</i> . Measuring moisture content of chips	51
<i>P. M. Mazurkin</i> . Power used for friction woodworking	55
<i>A. A. Potay</i> . Cutting temperature influence on blunting and wearing disk-saws when cutting pressed wood	59
<i>T. P. Stukova, L. G. Nevzorova, M. I. Kolesnikova, N. Ya. Malakhovets</i> . Determining the limits of the range of frequencies of restricted areas of MPN-25, MPG-40, MPN-100 chopping machines	63
<i>T. A. Nosovskiy</i> . Cutting zone tension evaluation while woodworking	67

CHEMICAL WOODWORKING

<i>T. V. Sukhaya, A. D. Alexeev, V. N. Martsul, V. K. Onisko</i> . Physical and chemical composition of sewage from fibre board production with reserved system of waterconsumption	70
<i>A. I. Chernodubov, R. I. Deryuzhkin, R. D. Kolesnikova</i> . Daily dynamics of yield and content of essential oil components of <i>Pinus silvestris</i> needles	74
<i>A. I. Buchneva, A. E. Chaadaev, N. N. Burenina</i> . Infra-red spectroscopy of lignin modified with ceresine lignin	76
<i>V. P. Chertovskaya, Yu. G. Khabarov</i> . Method of determination of extractive substances in waste waters of cellulose and paper production	78
<i>I. A. Gamova, L. I. Likhacheva, L. A. Yudintseva, L. I. Aphanasieva</i> . Research into the mechanism of polymeric wood material formation	80
<i>V. F. Korytseva, Yu. V. Vodzinsky, V. Z. Latypova, Yu. M. Kargin</i> . On the mechanism of electrooxidation of guaiacol and lignin on graphite electrode	82

COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES

<i>P. V. Efimov, V. I. Albrekht, V. I. Potapov</i> . Determination of some characters of leaf canopy by aerial photographs with a computer	86
--	----

I. V. Turlay. Models of attending ships in forest port 88
V. A. Melnik. Investigation of the movement of a driving logkicker mechanism 92

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

T. S. Lobovtkov. Computation of transport costs when comparing variants of solving large problems of placing forest industry 96
E. S. Romanov. Optimization of distribution of logging and skidding volumes during a year 100
S. V. Sokolov. Ways of better usage of wood products received from cleaning cuttings 104
M. D. Kargopolov. The establishment of coordinated assortment plans of logging enterprises by the method of proportional increment on EC 107

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

N. Ya. Sotonin. Determination of basic characteristics of a crusher for crushing logging waste (laps and boughs) 112
Yu. A. Popov. Influence of cutting and thinning out the stands on transpiration expense in deciduous-spruce phytocenosis 115
V. R. Karamyshev, P. S. Nartov. To the selection of the parameters of a new friction safety clutch for forest machines 116
L. V. Elkov, V. A. Shamaev. Equilibrium moisture content of urea plasticized wood 119
V. I. Sanev, M. Yu. Varakin. The influence of heating on vibration characteristics of band saws 121
N. N. Cheremnykh, M. P. Chizhevsky, A. N. Petrov. Investigation of noise reduction while forging sawblades on the anvil 123
B. D. Golovinsky, M. N. Feller. Some problems of calculating the optimum cutting of blanks out of boards of hardwood species 125
G. F. Potutkin. Changes of functional groups of Clason lignin isolated from wood dried at high temperatures 128
V. A. Kalashev. Multiatomic alcohols usage for activation of wood pulps swollen in liquid ammonia 129

FROM THE VUS'S LIFE

E. I. Kazantsev. The Urals forest engineering institute named after Lenin Kom-somol is 50 132

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

P. I. Nekrashevich. A new text-book for engineers of forest industry 136

JUBILEES

A. F. Kamenev, Editorial Board of „Forest journal“. Prof. Yu. G. Butko's jubilee 137

Referates 142

РЕФЕРАТЫ

Учиться Ленинскому стилю работы. ЧУДИНОВ И. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 5.

Север Европейской России в трудах В. И. Ленина (дооктябрьский период). Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 8.

УДК 630*242:632.954

К вопросу использования арборицидов для разреживания смешанных молодняков. ЛЬВОВ П. Н., ИПАТОВ Л. Ф., КЛИМОВ Р. Н., ПЛОХОВ А. А. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 13.

Проанализированы результаты применения арборицидов в смешанных молодняках в Архангельской, Вологодской областях и Коми АССР. За 20 лет применения химических препаратов в регионе обработка проведена на площади свыше 300 тыс. га. По слабой степени воздействия арборицида на листовные породы и небольшому количеству хвойного подроста на подбираемых участках авиационная обработка молодняков признана удовлетворительной в Вологодской области только на 59 % обследованной площади, в Архангельской — на 47 % площади. Для повышения качества этих работ необходимо разработать «Технические указания по организации и проведению разреживания молодняков с использованием арборицидов». Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*2

Повышение продуктивности хвойных лесов Урала. КОНОВАЛОВ Н. А., ШАВРОВСКИЙ В. А., СУРИН М. М., КЛЕБАНОВ А. Л., УДИЛОВ В. В., ПЕТЕРСОН О. А. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 16.

Приводятся результаты научных исследований кафедр лесоводства по важнейшим проблемам лесного хозяйства Урала. Применение методов лесной селекции при рубках ухода за лесом позволяет качественно изменить селекционную структуру древостоя путем отбора наиболее продуктивных форм деревьев. Использование удобрений в сосновых древостоях способствует увеличению смолоуделения деревьев и семенности сосны на ПЛСУ. При введении лиственницы Сукачева в состав лесов Урала продуктивность древостоев возрастет в 1,5–2 раза. Применение стимуляторов смолоуделения при подсоске сосны повышает смолопродуктивность сосны. Табл. 4.

УДК 630*5:519.271.01

Особенности показателей обобщенного распределения числа стволов модальных сосновых древостоев. СОКОЛОВ С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 23.

На материалах, обработанных на ЭВМ, исследовано строение по диаметру древостоев южной тайги Зауралья. Распределение деревьев по диаметру в модальных и нормальных древостоях подчиняется закону нормального распределения. В модальных древостоях до 100 лет оно существенно отличается от показателей обобщенного ряда А. В. Тюрина для нормальных древостоев, для более старых древостоев эти расхождения небольшие. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 581.821.2:630.165.51

Особенности анатомического строения коры и смолопродуктивности различных форм ели сибирской. МОЧАЛОВ С. А., ЕРЕМИН В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 26.

Разные формы ели сибирской, выделенные по морфологическим признакам коры, четко различаются по анатомическому строению коры и смолопродуктивности. Различия в

смолопродуктивности достоверны и объясняются разной степенью развития запасов тканей луба и его проводящей зоны. Табл. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 581.132.144 : 630*425

Влияние сернистого ангидрида на состояние пигментной системы изолированной зеленой хвои ели. БОГПАНАЕВА К. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 30.

Изучено влияние сернистого ангидрида на состояние пигментной системы хвои ели, культивируемой в искусственных условиях. Доказано, что доза SO_2 5 мг/л не является летальной для изолированных клеток ели. Высказывается предположение о защитной роли каротиноидов. Ил. 3. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 630*325

Влияние таксационных показателей лесосек на производительность тракторов при работе с подсортировкой. МЕНЬШИКОВ В. Н. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 35.

Рассматривается влияние таксационных показателей лесосек на производительность трелевочных тракторов ТДТ-55 и ТБ-1 при разработке лесосек с подсортировкой деревьев на две группы. Показан характер изменения производительности при раздельной трелевке каждой подсортированной группы, средне-взвешенной и средней (при разработке без подсортировки). Установлено, что средне-взвешенная производительность ниже, чем средняя. Величина снижения зависит от соотношения таксационных показателей лесосек. Ил. 3.

УДК 629.11.011.001.2

Перераспределение радиальных реакций на колеса автовоза при движении на повороте. МАРЧЕНКО П. Ф. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 38.

Приводятся значения моментов, действующих на автовоз в поперечной плоскости. Под влиянием этих моментов происходит крен автовоза в сторону их действия и перераспределение суммарных радиальных реакций на его колеса. Изложен вывод уравнений и методика определения перераспределения радиальных реакций с учетом жесткости рамы, подвески и шин автовоза. Ил. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*375.12

К вопросу совершенствования привода лесотранспортной установки с тягово-несущим канатом. ПЕТРОВ А. Ф. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 43.

На основе анализа конструкций и требований, предъявляемых к лесотранспортным установкам с тягово-несущим канатом, разработана многопролетная установка с гидравлическим приводом. Канатная установка обеспечивает необходимую скорость движения каната, синхронную работу грузоподъемного барабана и заданный провес каната в пролетах в зависимости от нагрузки. Приводятся особенности расчета гидравлического привода при его совершенствовании для подвесных лесотранспортных установок с тягово-несущим канатом. Ил. 2.

УДК 630*378.7

Исследование динамической нагруженности формировщика плотов береговой сплочки. ЧЕРНЦОВ В. А., АЛЕКСАНДРОВ В. А. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 46.

Рассмотрены вопросы укладки брустверов на плоты погрузчиком-формировщиком манипуляторного типа, приведены результаты анали-

тических и экспериментальных исследований. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 676.2.002.56

Способ измерения влажности стружки. КОВЫЛОВ Б. В., НОВОСЕЛОВ Ю. В., ШНЫРЕВ В. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 51.

Рассмотрен способ измерения влажности стружки, основанный на выделении активной и реактивной составляющих комплексной диэлектрической проницаемости стружечной массы и обработке полученных сигналов по специальному алгоритму. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.023.001:531.46

Мощность, затрачиваемая на фрикционную обработку древесины. МАЗУРКИН П. М. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 55.

Выведены теоретические зависимости потери тепла для способов фрикционного резания и термомпротката древесины, использующих интенсивное трение, путем анализа распространения температуры в глубь заготовки и инструмента. Учтены потери на нагревание и испарение влаги, содержащейся в порах древесины. Ил. 4. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 536.5:674.053

Влияние температуры резания на затупление и износ дисковых пил при пилении прессованной древесины. ПОТАЙ А. А. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 59.

Предложен способ динамического тарирования термпары, предназначенной для измерения температур нагрева режущих кромок дисковых пил. Изложены результаты экспериментальных исследований по установлению зависимости температуры резания от плотности прессованной древесины и от пути реза в древесине. Сделаны выводы о влиянии температуры резания на затупление и износ дисковых пил при пилении прессованной древесины. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*363.7

Определение границ диапазона частот запретных зон рубительных машин МРН-25, МРГ-40, МРН-100. СТУКОВА Т. П., НЕВЗОРОВА Л. Г., КОЛЕСНИКОВА М. И., МАЛАХОВЕЦ Н. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 63.

Представлены результаты теоретического исследования крутильных колебаний валов рубительных машин МРН-25, МРГ-40, МРН-100. Данные расчета позволили сделать следующие выводы по резонансным колебаниям валов. Для машины МРН-25 граница запретной зоны близко подходит к рабочей частоте вращения. Для машины МРГ-40 границы диапазона частот вращения в запретных зонах перекрывают рабочую частоту вращения. Во избежание резонансных колебаний следует для этих машин сместить запретные зоны вправо, т. е. в сторону увеличения частоты второго главного колебания (для МРН-25) и частот второго и третьего главных колебаний для МРГ-40. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.023

Оценка напряжений в зоне резания при обработке древесины. НОСОВСКИЙ Т. А. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 67.

Рассматриваются силы и напряжения при резании древесины в зависимости от параметров реза и породы. Приведена оценка максимальных напряжений, определяющих качество обработки. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

674.817-41

Физико-химический состав сточных вод производства древесноволокнистых плит при замкнутой системе водопотребления. СУ-

ХАЯ Т. В., АЛЕКСЕЕВ А. Д., МАРЦУЛЬ В. Н., ОНИСЬКО В. К. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 70.

Приведены результаты исследования состава технологических вод предприятия по производству древесноволокнистых плит, работающего с многократным повторным использованием оборотных и сточных вод. Ил. 1. Табл. 2.

УДК 630*892.6:674.032.475.4

Суточная динамика выхода и содержания компонентов эфирного масла из хвои сосны обыкновенной. ЧЕРНОДУБОВ А. И., ДЕРЮЖКИН Р. И., КОЛЕСНИКОВА Р. Д. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 74.

Установлено, что выход эфирного масла из хвои 11-летней сосны обыкновенной возрастает с повышением температуры и стабилен в вечернее и ночное время. Содержание основных компонентов в течение суток существенно не изменяется. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 543.42:547.992.3

ИК-спекроскопия лигнина, модифицированного церезином. БУЧНЕВА А. И., ЧААДАЕВ А. Е., БУРЕНИНА Н. Н. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 76.

Приведены результаты исследований по изучению методом ИК-спектроскопии структурных изменений лигнина, модифицированного церезином. Показано, что химическое взаимодействие церезина с компонентами древесины отсутствует. Ил. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 628.314.2:676.1.062

Метод определения экстрагируемых веществ в сточных водах целлюлозно-бумажного производства. ЧЕРТОВСКАЯ В. П., ХАБАРОВ Ю. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 78.

Нами предложена простая модификация метода Алферовой по определению экстрагируемых веществ в сточных водах ЦЕЛ. По сравнению с известным этот метод позволяет получать более точные результаты за меньшее время. Ил. 1. Табл. 2.

УДК 674.812.2.001

Прессованные материалы из опилок и каучуковых синтетических латексов. Изучение механизма образования полимердревесного материала. ГАМОВА И. А., ЛИХАЧЕВА Л. И., ЮДИНЦЕВА Л. А., АФАНАСЬЕВА Л. Н. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 80.

Исследована возможность химического взаимодействия между карбоксильными группами бутадиев-стирольного карбоксилсодержащего латекса и гидроксилами компонентов древесного наполнителя. Показано образование сложнэфирных и водородных связей в процессе получения материала, что обеспечивает его достаточно высокую прочность и гидрофобность. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК [547.565.2+547.992.3]:621.3.035.922.2

О механизме электроокисления гваякола и лигнина на графитовом электроде. КОРЫТЦЕВА В. Ф., ВОДИНСКИЙ Ю. В., ЛАТЫПОВА В. З., КАРГИН Ю. М. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 82.

Методом циклической вольтамперометрии с графитовым электродом показано, что процесс электроокисления гваякола и лигнина в целом необратим и протекает по ЕС-механизму в кислой среде и ЕС-механизму в щелочной среде. Ил. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*587.5:681.142

Определение некоторых показателей древесного полога по аэросиямкам с помощью

ЦВМ. ЕФИМОВ П. В., АЛЬБРЕХТ В. И., ПОТАПОВ В. И. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 86.

Предложен алгоритм обработки аэроснимков на ЦВМ. Алгоритм содержит три блока: блок квантования по уровню яркости и выбора порога квантования, блок разбиения изображений сомкнутых крон, блок вычисления площадей проекций крон и их числа на исследуемом выделе. Программа написана на языке АКИ. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*30

Модели обслуживания судов в лесном порту. ТУРЛАЙ И. В. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 88.

Дан ряд моделей погрузки судов лесоматериалами с учетом вероятностного характера процессов поступления судов и их погрузки. При разработке моделей использован подход, позволяющий получить аналитические зависимости и решения для эрланговских законов обслуживания судов. Установлены границы рациональных режимов погрузки судов. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 65.011.56

Исследование движения механизма приводного бревносбрасывателя на АВМ. МЕЛЬНИК В. А. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 92.

Изложена методика исследования системы нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих движение механизма бревносбрасывателя с электроприводом, на аналоговой вычислительной машине МН-14. Ил. 2. Библиогр. список: 1 назв.

УДК 630*78:630*905.2

Об исчислении транспортных издержек при сравнении вариантов решения крупных проблем размещения лесной промышленности. ЛОБОВИКОВ Т. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 96.

В издержках транспортирования лесопродукции необходимо учитывать затраты на развитие сети железных дорог и увеличение их провозной способности. Приведен сравнительный расчет издержек на лесопroduкцию, потребляемую в Центре европейской части СССР, при размещении лесозаготовок в Сибири, в Северо-Западном, Уральском и Центральном экономических районах.

УДК 65.012.2:78

Оптимизация летне-утригодного распределения объемов заготовки и вывозки леса. РОМАНОВ Е. С. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 100.

Изложена методика распределения объемов заготовки и вывозки леса по месяцам при составлении проекта годового плана. Сначала планируют чисто сезонные работы, выполняемые в предприятии (лесосплавные, лесохозяйственные и др.), затем подготовительно-вспомогательные и, наконец, основные. Критерием оптимизации считается снижение максимальной месячной численности рабочих.

УДК 630*65

Пути улучшения использования лесопroduкции, получаемой от рубок ухода. СОКОЛОВ С. В. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 104.

Дан анализ фактической экономической эффективности проводимых рубок ухода, состояния комплексного использования древесины в условиях Среднего Урала. Рекомендуются пути совершенствования использования древесины и повышения экономической эффективности рубок ухода. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 658.512:330.115

Установление согласованных сортиментных планов лесозаготовительных предприятий методом пропорциональных приращений на

ЭВМ. КАРГОПОЛОВ М. Д. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 107.

Рассмотрен вопрос увязки сортиментных планов лесозаготовительных предприятий с директивным заданием лесопромышленного объединения. Выход на контрольные объемы производства сортиментов предлагается осуществлять методом пропорциональных приращений. Разработан итеративный алгоритм метода пропорциональных приращений, который реализован на ЭВМ. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*3:621.926.3

Определение основных параметров валковой дробилки для дробления отходов лесозаготовки (сучьев и вершин). СОТОНИН Н. Я. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 112.

Приведены формулы по определению основных параметров валковой дробилки, работающей по способу резания. Определены постоянные коэффициенты для определения угла захвата и длины отрезков сучьев в зависимости от диаметров валков и диаметра сучьев. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 581.116:630*228.11

Влияние изреживания и рубки древостоя на транспирационный расход в листовенно-еловых фитоценозах. ПОПОВ Ю. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 115.

Изучена суммарная транспирация фитоценозов в сомкнутом, изреженном древостоях и на вырубке. Установлено, что в сомкнутом древостое она больше, чем на вырубке, а по мере снижения полноты уменьшается. Табл. 1.

УДК 621.825:630*:65.011.54

К выбору параметров новой фрикционной предохранительной муфты лесных машин. КАРАМЫШЕВ В. Р., НАРТОВ П. С. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 116.

Описаны принципиальная конструктивная схема, работа и рекомендации по выбору параметров отдельных элементов новой фрикционной предохранительной муфты, которая может быть использована на лесных машинах; приведены некоторые экспериментальные данные, подтверждающие ее преимущества. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*812

Равновесная влажность пластифицированной мочевиной древесины. ЕЛКОВ Л. В., ШАМАЕВ В. А. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 119.

Приведены значения равновесной влажности пластифицированной мочевиной древесины. Получено уравнение, связывающее равновесную влажность пластифицированной древесины с технологическими факторами ее получения. Показано, что равновесная влажность пластифицированной мочевиной древесины в два раза ниже равновесной влажности натуральной древесины. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.053:621.935

О влиянии нагрева на вибрационные характеристики ленточных пил. САНЕВ В. И., ВАРКИН М. Ю. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 121.

Рассмотрены вопросы влияния силы натяжения и нагрева на собственные частоты и формы колебаний ленточных пил, а также вопросы распределения напряжений по ширине полотна пил в статике. Ил. 3.

УДК 658.3.043.4:621.93.02

Снижение шума при проковке пильных дисков на наковальне. ЧЕРЕМНЫХ Н. Н., ЧИЖЕВСКИЙ М. П., ПЕТРОВ А. Н. — Изв.

выш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 123.

Измерены уровни шума при проковке пильных дисков на наковальне. Показано, что использование предложенного нами устройства приводит к снижению уровней звукового давления в области частот $250 < f < 8000$. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.093.6:681.142

Некоторые вопросы расчета оптимального раскроя досок твердых лиственных пород на заготовки. ГОЛОВИНСКИЙ Б. Л., ФЕДЛЕР М. Н. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 125.

Исследованы вопросы оптимизации раскроя досок твердых лиственных пород на заготовки. Даны математические модели выбора досок при производстве заготовок и выбора оптимального способа раскроя досок на заготовки. Указана возможность уменьшить расход досок при производстве заготовок. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 547.992.3

Изменения функциональных групп лигнина Класона, выделенного из дрессины, подвергнутой высокотемпературной сушке. ПОТУТКИН Г. Ф. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 128.

Показано, что при высокотемпературной сушке древесины изменяется содержание всех функциональных групп лигнина, за исключе-

нием метоксильных. Наиболее неустойчивы в этих условиях спиртовые гидроксильные и карбонильные группы. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*813.13

Применение многоатомных спиртов для активации древесных целлюлоз, набухших в жидком аммиаке. КАЛАШЕВ В. А. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 129.

Приведены данные исследований возможности активации сульфитной целлюлозы для химической переработки методом набухания в жидком безводном аммиаке с последующим вытеснением последнего простейшими многоатомными спиртами. Установлено, что применение гликолей в качестве инклюдирующих агентов резко увеличивает реакционную способность целлюлозы гетерогенному ацетилюрованию. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 06.091.5

Уральскому лесотехническому институту им. Ленинского комсомола — 50 лет. КАЗАНЦЕВ Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 132.

УДК 658.5(049.3)

Новое учебное пособие для инженеров лесной промышленности. ПЕКРАШЕВИЧ П. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2, с. 136.

Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал на 1980 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

Индекс 70368

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, отдельные номера журнала высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163007, Архангельск-7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».